

IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RÉGIONS CÔTIÈRES DE L'EST ET
DE L'OUEST DU CANADA ET LES STRATÉGIES D'ADAPTATION ASSOCIÉES

Par

Marion Melloul

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable
en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Monsieur Darren Bardati

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Juin 2014

SOMMAIRE

Mots clés : adaptation, changements climatiques, région côtière, impacts, stratégie d'adaptation

Les régions côtières sont les plus exposées aux impacts des changements climatiques. Les provinces des côtes est et ouest canadiennes ne font pas exception et certaines de leurs communautés côtières les plus vulnérables subissent déjà des répercussions environnementales, sociales et économiques négatives. Planifier des réponses adéquates pour limiter les risques liés aux changements climatiques et diminuer leur vulnérabilité s'impose à l'heure actuelle comme une priorité. La multitude d'impacts et leurs incidences temporelles diverses dans tous les domaines nécessitent une planification multiniveau, multisectorielle et proactive. L'adaptation est donc un processus complexe et transversal, qui nécessite l'engagement d'acteurs à tous les paliers gouvernementaux. Elle a été nouvellement adoptée par le gouvernement fédéral, les provinces et leurs municipalités. De ce fait, il est important de se questionner sur l'avancement de chacun d'eux dans la planification d'une stratégie et l'implantation de mesures d'adaptation. L'objectif de cet essai est de déterminer quelles sont les stratégies d'adaptation employées au sein des régions côtières de l'Est et de l'Ouest du Canada, en analysant leur mode de planification et d'intervention dans l'adaptation. L'analyse a permis de démontrer que les stratégies d'adaptation des trois niveaux gouvernementaux canadiens sont issues d'un mode de planification très différent et donnent lieu à des mesures d'adaptation au nombre et à l'efficacité variables. Parmi les facteurs qui influencent le processus d'adaptation se trouvent le type d'entité gouvernementale et les compétences qui lui sont attribuées, les ressources techniques et collaboratives qu'elle a à sa disposition ou encore sa volonté politique d'agir et la manière dont elle le fait. Le gouvernement fédéral reste mesuré dans son engagement face à l'adaptation. En ce qui concerne les provinces et les communautés côtières, certaines sont engagées et proactives dans l'adaptation, tandis que d'autres la relèguent au second plan, derrière leurs cibles d'atténuation des changements climatiques. Finalement, certaines municipalités côtières n'ont initié aucune forme de planification d'adaptation. Des recommandations sont proposées pour chaque échelle gouvernementale, afin de remédier à certaines limites rencontrées face aux stratégies d'adaptation employées. Elles concernent notamment le manque de planification et de coordination entre les parties prenantes gouvernementales, le partage d'information et d'outils d'adaptation ou encore le manque de visibilité, de transparence et de suivi des résultats et progrès des mesures d'adaptation. En matière d'adaptation aux changements climatiques, il reste beaucoup à faire pour le gouvernement fédéral, les provinces côtières et leurs municipalités. Une importance croissante est accordée à la planification de l'adaptation, mais cette tendance est loin d'être étendue à tout le Canada côtier. La coopération, la cohérence et la visibilité seront des facteurs à exploiter davantage pour faire du Canada et de ses régions côtières des chefs de file en matière d'adaptation aux changements climatiques.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur d'essai, Darren Bardati, pour sa compréhension et ses conseils avisés qui m'ont permis de pousser plus loin ma réflexion sur le sujet.

Je souhaite également remercier ma conseillère pédagogique Madame Judith Vien d'avoir été attentive à mes questions.

Un grand merci à mes parents et à ma sœur, pour leur écoute, leurs conseils et leur soutien inconditionnel.

Merci également à Matthieu pour ses encouragements et son éternelle positivité.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1. MISE EN CONTEXTE.....	3
1.1 Notions et concepts clés	3
1.1.1 Changements climatiques	3
1.1.2 Vulnérabilité	5
1.1.3 Résilience	6
1.1.4 Atténuation.....	7
1.1.5 Adaptation.....	7
1.2 Zones à l'étude	9
1.2.1 Côte Pacifique.....	9
1.2.2 Côte Atlantique.....	10
1.3 Contexte légal et politique.....	11
1.3.1 Contexte politique et légal international	12
1.3.2 Contexte politique et légal canadien	14
2. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	17
2.1 Impacts sur les systèmes physiques	17
2.1.1 Augmentation des températures.....	18
2.1.2 Modification des régimes de précipitations.....	21
2.1.3 Fonte des glaces	24
2.1.4 Réchauffement océanique.....	25
2.1.5 Élévation du niveau océanique	26
2.1.6 Acidification océanique.....	28
2.1.7 Augmentation des phénomènes extrêmes	30
2.1.8 Intrusion d'eau salée	32
2.1.9 Érosion.....	33
2.2 Impacts sur les systèmes biologiques	35
2.2.1 Perturbations sur la faune et la flore marine et côtière.....	35
2.2.2 Perte d'habitat et dégradation de milieux naturels marins et côtiers.....	37

3 IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	40
3.1 Impacts sociaux des changements climatiques	40
3.1.1 Santé et sécurité	40
3.1.2 Infrastructures et transport.....	42
3.1.3 Culture et bien-être.....	43
3.2 Impacts économiques des changements climatiques	43
3.2.1 Agriculture et foresterie	44
3.2.2 Pêche et aquaculture.....	45
3.2.3 Tourisme.....	46
4 STRATÉGIES D'ADAPTATION.....	48
4.1 La stratégie.....	48
4.1.1 La planification	49
4.1.2 L'action	49
4.2 Stratégie d'adaptation fédérale.....	51
4.2.1 Rôles et objectifs.....	51
4.2.2 Moyens et outils d'adaptation	52
4.3 Stratégies d'adaptation des provinces côtières.....	55
4.3.1 Rôles et objectifs d'adaptation	55
4.3.2 Moyens et outils d'adaptation provinciaux.....	59
4.4 Stratégies d'adaptation locales.....	63
4.4.1 Rôles et objectifs d'adaptation	63
4.4.2 Moyens et outils d'adaptation	66
5 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS.....	68
5.1 Analyse	68
5.1.1 Stratégie fédérale	68
5.1.2 Stratégies provinciales	69
5.1.3 Stratégies locales.....	70
5.2 Recommandations.....	71
CONCLUSION.....	73

RÉFÉRENCES	75
ANNEXE 1 - TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CONSTATS ET PRÉVISIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES SYSTÈMES PHYSIQUES COTIERS CANADIENS.....	91
ANNEXE 2 - INCERTITUDES ET EXEMPLES RÉGIONAUX RELATIFS AUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	93

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 2.1	Scénario des températures annuelles en Colombie-Britannique en 2050	19
Figure 2.2	Scénario des températures annuelles au Canada Atlantique en 2050	20
Figure 2.3	Scénario des précipitations annuelles en Colombie-Britannique en 2050	22
Figure 2.4	Scénario des précipitations annuelles au Canada Atlantique en 2050.	23
Figure 2.5	Sensibilité des côtes de Colombie-Britannique face à l'élévation du niveau de la mer	27
Figure 2.6	Sensibilité des côtes du Canada Atlantique face à l'élévation du niveau de la mer	28
Figure 2.7	Impacts d'ondes de tempête en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick.	30
Figure 2.8	Moyenne du nombre d'événements extrêmes survenus en Colombie-Britannique et dans les provinces du Canada Atlantique entre 1948 et 2012.	31
Figure 2.9	Intrusion d'eau salée causée par l'élévation du niveau de la mer.	33
Figure 2.10	Exemple de cas d'érosion sur l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick.	35
Tableau 1.1	Récapitulatif des caractéristiques des provinces côtières à l'étude	11
Tableau 2.1	Projections des températures minimales et maximales par région côtière d'ici 2050.	21
Tableau 2.2	Projections de l'évolution des précipitations minimales et maximales par région côtière d'ici 2050.	24
Tableau 3.1	Sommaire des impacts liés aux changements climatiques sur les secteurs socio-économiques dans les zones côtières	47
Tableau 4.1	Stratégie d'adaptation et plans d'action sur les changements climatiques des cinq provinces côtières, et leurs objectifs associés.	56
Tableau 4.2	Exemples de stratégie d'adaptation officielle de communautés côtières	64

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

C.-B.	Colombie-Britannique
CCAP	<i>Climate change adaptation project</i>
C-CIARN	<i>Climate Change Impacts and Adaptation Research Network</i>
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CFC	Chlorofluorocarbures
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
COP	<i>Conference of the Parties</i>
ENSO	<i>El Niño-Southern Oscillation</i>
FCM	Fédération Canadienne des Municipalités
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts Climatiques
ICAR	Initiatives de collaboration pour l'adaptation régionale
ICLEI	<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i>
I.-P.-É.	Île-du-Prince-Édouard
MCCAP	<i>Municipal Climate Change Action Plan</i>
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NAO	<i>North Atlantic Oscillation</i>
NAPA	<i>National Adaptation Programme of Action</i>
N.-B.	Nouveau-Brunswick
N.-É.	Nouvelle-Écosse
OCP	<i>Official Community Plans</i>
ONU	Organisation des Nations Unies
PIB	Produit intérieur brut
PNUE	<i>Programme des Nations Unies pour l'Environnement</i>
PQA	<i>Programme sur la qualité de l'air</i>
RGS	<i>Regional Growth Strategies</i>
SACCA	Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique
SACO	Substances appauvrissant la couche d'ozone
SFDD	Stratégie fédérale de développement durable
T.-N.-L.	Terre-Neuve-et-Labrador

INTRODUCTION

Les côtes sont parmi les écosystèmes les plus vulnérables, et seront exposées de façon croissante aux impacts des changements climatiques au cours du siècle (Groupe Intergouvernemental d'Experts Climatiques (GIEC), 2007a). Avec 27 000 km de côte à l'ouest et 40 000 km de côte à l'est, le Canada sera confronté à d'importantes problématiques relatives à la gestion de ses zones côtières. L'atténuation n'est plus la seule option envisagée par les décideurs pour lutter contre les changements climatiques. L'adaptation est un processus complexe, multisectoriel et transversal, qui nécessite d'être planifié et implanté en coordonnant les ressources et les actions de tous les intervenants impliqués. Elle est une solution complémentaire à l'atténuation et apporte ses bénéfices sur le long terme. Elle est nécessaire pour faire face aux impacts climatiques inévitables, comme dans le cas des communautés côtières, qui doivent agir dès maintenant pour limiter les dommages futurs prévus, dont l'élévation du niveau de la mer et l'érosion des côtes.

Le Canada a récemment intégré l'adaptation à son agenda politique. Les communautés côtières et les gouvernements doivent planifier dès maintenant leur adaptation, afin d'être préparés pour faire face aux futures perturbations climatiques. Une partie des municipalités sont déjà affectées par des problématiques côtières, ce qui risque d'empirer dans les décennies à venir (Lemmen et autres, 2008). Cinq provinces sont directement concernées, soit la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick, L'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et le Terre-Neuve-et-Labrador. Les impacts présents et futurs des changements climatiques sont de mieux en mieux connus tandis que des outils toujours plus performants sont développés. Les gouvernements canadiens ont suffisamment de ressources pour parvenir à préparer adéquatement leur adaptation.

L'adaptation aux changements climatiques est donc une problématique plus actuelle que jamais. Elle pose de grands défis de gestion à long terme concernant des problématiques encore méconnues. Pourtant, il est primordial de s'y attarder, car la planification choisie aujourd'hui déterminera les conditions de vie futures des populations de demain.

Le Canada, les provinces côtières et leurs municipalités sont tous concernés par les changements climatiques, et doivent donc s'investir dans l'adaptation à leur niveau. L'objectif de cet essai est de déterminer quelles sont les stratégies d'adaptation employées au sein des régions côtières de l'est et de l'ouest du Canada, en analysant leur mode de planification et d'intervention dans l'adaptation. Pour y parvenir, un premier sous-objectif est d'identifier les limites de la planification. Un deuxième sous-objectif est d'identifier les objectifs gouvernementaux ainsi que leurs responsabilités dans l'articulation de la stratégie d'adaptation. Finalement, le dernier sous-objectif est de déterminer les types d'actions entreprises pour permettre l'adaptation. L'utilisation de documents

gouvernementaux officiels ainsi que d'articles scientifiques a permis de mener à bien cette analyse, grâce à la valeur respectivement qualitative et technique de ces deux types d'ouvrages.

Le premier chapitre consiste en une mise en contexte qui présente les concepts clés relatifs à l'adaptation, les zones à l'étude, qui s'avèrent nombreuses et diversifiées, et enfin, les contextes légal et politique international et canadien relatifs aux changements climatiques. Le deuxième chapitre identifie les principaux impacts environnementaux des changements climatiques sur les régions côtières canadiennes concernées. Le troisième chapitre présente les impacts socioéconomiques des changements climatiques. Le quatrième chapitre traite des stratégies d'adaptation du gouvernement fédéral, des cinq gouvernements provinciaux côtiers et des gouvernements locaux. Finalement, le chapitre cinq consiste en l'analyse des limites des stratégies et l'émission de recommandations.

1 MISE EN CONTEXTE

Les changements climatiques sont des phénomènes complexes. Avant d'aborder les nombreux impacts qui en sont issus, il est nécessaire de mettre en contexte cette problématique dont l'envergure est tant internationale que locale. Tout d'abord, sont introduits les concepts et notions clés qui encadrent les changements climatiques et qui forment la base conceptuelle de l'adaptation aux changements climatiques. Ensuite, les zones à l'étude sont présentées. Finalement, le contexte politique et légal relatif aux changements climatiques est dressé à l'échelle internationale et à l'échelle du Canada.

1.1 Notions et concepts clés

L'influence anthropique sur les changements climatiques est maintenant reconnue par la majorité scientifique comme étant avérée, tel qu'en témoigne le dernier rapport d'évaluation sur les changements climatiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (GIEC, 2013b). Répondre adéquatement aux changements climatiques constitue l'un des plus grands défis auxquels fait face la société humaine actuelle, en raison de l'étendue de leurs impacts et des conséquences potentielles multilatérales pour les populations (McClanahan et Cinner, 2012).

Un cadre conceptuel est associé à la notion d'adaptation et à l'évaluation des impacts des changements climatiques (Burton et Schipper, 2009). Les principaux concepts formant le ciment de la science de l'adaptation sont : la résilience, la vulnérabilité, l'atténuation, ou « mitigation », ainsi que l'adaptation. Ce cadre conceptuel permet de cerner les modes de réactions humaines passives et actives face aux problématiques soulevées par les changements climatiques. Chaque concept relatif à l'adaptation aux changements climatiques est interdépendant à un ou plusieurs autres concepts, qui l'aident à être défini ou délimité. Ils constituent des concepts fondamentaux pour comprendre le processus d'élaboration de stratégie d'adaptation. Cette section a donc pour but de caractériser les concepts sur lesquels repose l'adaptation aux changements climatiques.

1.1.1 Changements climatiques

L'association des termes « changements climatiques », qu'elle soit écrite au singulier ou au pluriel, concerne le même phénomène, soit toute modification durable d'une ou de plusieurs des caractéristiques statistiques du climat découlant de la comparaison entre le climat sur une période passée avec une projection du climat sur une période future, pour une ou plusieurs variables d'une région donnée ou de la planète entière. Les changements climatiques peuvent se concrétiser par « des modifications dans la moyenne statistique, dans la variabilité, ou encore dans la fréquence, l'intensité ou la durée des événements extrêmes », généralement sur le moyen et le long terme. Ils

entraînent donc la modification, la disparition ou l'apparition de phénomènes météorologiques et physiques (Ouranos, s.d.a). La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la majorité de la communauté scientifique emploient les termes « changements climatiques » pour désigner les modifications climatiques constatées ou prévues, attribuables directement ou indirectement aux activités anthropiques (Lemmen et autres, 2008). Dans la littérature, on retrouve parfois le terme de « réchauffement climatique ». Cette notion fait directement référence à l'augmentation progressive de la température moyenne de l'atmosphère, qui ne constitue qu'un aspect du phénomène global que représentent les changements climatiques (Environmental Protection Agency (EPA), 2014).

Selon le GIEC, « les substances et processus naturels et anthropiques qui modifient le bilan énergétique de la Terre sont des facteurs qui provoquent le changement climatique » (GIEC, 2013b). Le processus qui participe à l'évolution du bilan énergétique de la Terre et qui est à la base des changements climatiques est l'effet de serre. Une grande partie du rayonnement solaire est absorbée par la Terre, tandis qu'une autre partie de cette énergie est réfléchiée vers l'espace sous forme de rayonnement infrarouge. L'énergie absorbée est piégée par les gaz à effet de serre (GES) accumulés dans l'atmosphère. L'effet de serre réchauffe naturellement la surface de la Terre et permet à la température moyenne d'atteindre environ 15 °C (Institut national de santé publique, 2010a). Cependant, plus il y a accumulation de GES, plus la couche de GES s'épaissit ce qui réduit alors la proportion de rayons infrarouges renvoyés. Ce déséquilibre à la hausse occasionné, ou « forçage positif » anthropique du bilan énergétique terrestre, se traduit par le réchauffement global de la surface de la Terre que l'on connaît actuellement (Ouranos, 2004).

L'augmentation importante du nombre de sources de GES d'origine anthropique s'est faite à partir de l'ère industrielle (EPA, 2014). Entre 1970 et 2004, cette tendance a augmenté de façon exponentielle, avec une augmentation de 70% de l'émission globale de GES (GIEC, 2007c). Les deux principales activités humaines à l'origine de ces émissions croissantes de GES sont : l'utilisation des combustibles fossiles liés au secteur de l'énergie, et le changement dans l'utilisation des sols, lié à la déforestation et à l'agriculture (GIEC, 2013b). Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal GES émis par les activités humaines, pour lequel on prévoit une contribution globale annuelle à l'effet de serre entre 50% et 60% d'ici les cent prochaines années, avec une augmentation annuelle de +0,4%. Le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) sont respectivement à la deuxième et troisième place en termes de contribution globale d'effet de serre pour les cent prochaines années, en risquant d'y contribuer conjointement jusqu'à hauteur de 25% (Olivier, 2012). Les concentrations actuelles de ces trois GES sont les plus fortes constatées depuis 800 000 ans (GIEC, 2013b). Ainsi, bien que le climat terrestre ait toujours connu des variations naturelles périodiques, le GIEC ainsi que la majorité de la communauté scientifique estiment qu'il

est extrêmement probable que l'influence des activités humaines soit la principale cause de l'augmentation des concentrations de GES et du réchauffement de l'atmosphère observé depuis le milieu du 20^e siècle, et donc des impacts environnementaux cumulatifs qui en découlent (GIEC, 2013b).

1.1.2 Vulnérabilité

Dans le contexte des changements climatiques, il faut tout d'abord mentionner que les notions d'adaptation, de vulnérabilité et de résilience sont toutes intégrées dans un « système socioécologique » (Adger, 2006 ; Gallopin, 2006). Ce type de système repose sur l'idée que les structures sociales (économie, organisation politique, institutions, etc.) et les systèmes naturels (biophysiques et biologiques) font partie intégrante de l'environnement. Ces systèmes sont donc co-dépendants (Adger, 2006). Autrement dit, les actions humaines ont une influence sur l'environnement et ses dynamiques écologiques tandis que d'importants changements arrivant dans un système écologique risquent de bouleverser le système socio-économique humain (McClanahan et Cinner, 2012). Un système peut être stable face aux perturbations des changements climatiques, mais il peut aussi être vulnérable ou encore résilient. Les interactions entre l'homme et l'environnement au sein d'un système peuvent être envisagées à des échelles différentes, qu'elles soient individuelles, locales, régionales ou nationales (Burton et Schipper, 2009).

Il existe une multitude de définitions. Certains auteurs considèrent que la vulnérabilité correspond aux caractéristiques d'une personne ou d'un groupe qui influencent leur capacité à anticiper, faire face, résister et se remettre de l'impact d'un risque naturel ou d'un stimulus (Wisner et autres, 2003). La vulnérabilité est donc la susceptibilité d'un système à être endommagé ou affectés par des perturbations, et de subir une transformation lorsqu'il est confronté à un changement, par exemple, dans le cas d'inondation de communautés côtières ou encore d'érosion des côtes (Burton et Schipper, 2009 ; Gallopin, 2006 ; GIEC, 2007b).

La vulnérabilité a trois grandes composantes : l'exposition qui correspond à la durée et au degré auquel le système est en contact avec la perturbation ; la sensibilité qui correspond au degré auquel le système sera modifié ou affecté par une perturbation ; et la capacité d'adaptation, relative à l'habilité de s'ajuster à une perturbation, modérer les dommages potentiels ou prendre avantage de la situation (Gallopin, 2006 ; McLaughlin et Dietz, 2008). On peut ajouter que la vulnérabilité dépend aussi de la perception du risque, du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels le système est exposé (Gouvernement du Canada, 2004). Différents types de vulnérabilité peuvent être identifiés en fonction des caractéristiques de chaque communauté

côtière : ces vulnérabilités peuvent être biophysique, socio-économique ou politique (McLaughlin et Dietz, 2008). Le GIEC propose sept critères permettant d'identifier ces vulnérabilités spécifiques, ou vulnérabilités « clés » : la magnitude des impacts, le moment des impacts, la persistance et la réversibilité des impacts, la probabilité des impacts et la certitude qui l'accompagne, le potentiel d'adaptation de la communauté, la distribution des impacts (géographique et sociale) et l'importance associée au système touché (GIEC, 2007b). La perception de la notion de risque peut varier d'une communauté à l'autre en raison de l'incertitude relative aux changements climatiques et du contexte dans lequel la communauté évolue. La différence de perception du risque face à un impact des changements climatiques peut donc influencer les actions entreprises par celles-ci pour réduire la vulnérabilité (Burton et Schipper, 2009).

Procéder à une évaluation des vulnérabilités clés des communautés côtières permet de cibler les enjeux prioritaires à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation spécifique. Il est pertinent de réaliser une évaluation d'impact en complément d'une évaluation de la vulnérabilité puisqu'elle permet de déterminer la magnitude et la distribution des conséquences des changements climatiques qui sont liées aux vulnérabilités clés des communautés côtières (Burton et Schipper, 2009). Finalement, l'évaluation des risques est une étape indispensable à l'adaptation afin de déterminer les priorités d'action à mettre en place par chaque communauté (Ouranos, 2010).

1.1.3 Résilience

La résilience est liée aux notions d'adaptation aux changements climatiques et à la vulnérabilité. La résilience est la capacité d'un système à absorber un choc ou une perturbation en développant ses fonctions, sa structure et son identité à travers le rétablissement ou la réorganisation du système (Chapin et autres, 2009). Elle est caractérisée par l'ampleur des perturbations que peut absorber un système avant qu'il change radicalement sa structure et ses fonctions ainsi que sa capacité à s'organiser et s'adapter aux nouvelles circonstances émergentes (Adger, 2006 ; Levina et Tirpak, 2006 ; Walter et Salt, 2006). La réponse aux perturbations extérieures va dépendre de plusieurs facteurs : le contexte du système, des connexions entre ses différentes échelles et de son état au moment du choc (Walker et Salt, 2006). On peut considérer qu'il existe un seuil de changements qu'un système ne doit pas dépasser pour être considéré comme résilient. La résilience peut donc disparaître si le seuil d'absorption des chocs par le système est dépassé, entraînant un trop grand changement du système ou de ses fonctions (Walker et Salt, 2006).

La notion de capacité d'adaptation ou « adaptabilité » fait partie du concept de résilience. Elle désigne la capacité des acteurs d'un système socioécologique à gérer la résilience de leur système, notamment en agissant de façon à faire reculer le seuil de changements, ou à le rendre

plus difficile à atteindre (Walker et Salt, 2006). Les communautés et les individus ne développent pas forcément d'eux-mêmes leur capacité d'adaptation. Pour permettre aux communautés d'atteindre leur plein potentiel, elles doivent devenir des parties prenantes au travers de consultations et de négociations avec les experts et les décideurs. Elles doivent participer à la recherche commune de solutions profitables à tous, par le partage et l'intégration de connaissances scientifiques et par le partage des ressources (GIEC, 2007b).

La « transformabilité » est un autre élément intégré dans la résilience et peut être considérée comme la capacité de créer un nouveau système quand les structures écologiques, économiques ou sociales font que le système existant n'est plus viable. La « transformabilité » permet donc d'atteindre la stabilité du système par le biais de changements à différentes échelles, sans pour autant dépasser le seuil de changements permis pour demeurer résilient. (Folke et autres, 2010)

1.1.4 Atténuation

Le concept d'atténuation ou « mitigation » se distingue de celui de l'adaptation par le type d'action qu'elle met en œuvre et par le résultat recherché. Selon le GIEC l'atténuation consiste en une intervention anthropique pour réduire les sources ou accroître les puits de GES (GIEC, 2007b). Elle passe par l'élaboration de politiques sociales, économiques, ou technologiques. Elle passe aussi par des changements technologiques et des substitutions énergétiques dans le but de réduire les émissions de GES (GIEC, 2007c).

Le recours à l'atténuation a longtemps été privilégié par rapport à l'adaptation dans les sphères politiques internationales et nationales (Bauer et Steurer, 2014). Cependant, ces deux concepts sont complémentaires, car ils agissent sur deux « fronts ». L'atténuation modifie la situation en tentant de diminuer ou d'éviter l'aggravation des changements climatiques tandis que l'adaptation consiste à s'ajuster à la situation. Ce sont donc deux moyens différents, mais nécessaires à utiliser conjointement dans la lutte contre les changements climatiques et leurs impacts.

1.1.5 Adaptation

La notion d'adaptation est centrale pour comprendre le processus d'élaboration de stratégie d'adaptation et un grand nombre de définitions sont proposées par les scientifiques. Elles divergent en fonction de l'auteur, de son domaine académique et de leur contexte d'application. Certains facteurs peuvent influencer la définition et l'utilisation du concept d'adaptation, tels que le domaine d'application (économique, social, etc.) ainsi que la période de temps sur laquelle elle est appliquée (un mois, une année, etc.) (Smit et Wandel, 2006).

Le GIEC définit l'adaptation comme un « ajustement dans un système naturel ou humain en réponse à un stimulus climatique actuel ou attendu, qui modère les dommages ou exploite des opportunités bénéfiques » (Traduction libre de : GIEC, 2001a). L'adaptation peut être passive, active ou anticipative (Burton et Schipper, 2009). L'adaptation passive fait référence à un mode d'adaptation survenant spontanément, par opposition à l'adaptation active qui résulte d'une prise de « décision politique » délibérée et planifiée. L'adaptation anticipative ou proactive consiste à planifier stratégiquement son adaptation en fonction des stress climatiques prévus dans le futur. Ce type d'adaptation permet de réduire les impacts négatifs pouvant potentiellement survenir et permet de se préparer aux changements futurs (Burton et Schipper, 2009). De plus, l'adaptation est multisectorielle, puisqu'elle peut être technologique, politique, comportementale ou encore managériale (Joint Liaison Group of the Rio Conventions, s.d.).

La croissance des émissions de GES est une tendance qui va persister au cours des prochaines décennies (GIEC, 2007c). Tel que mentionné précédemment, l'atténuation n'est donc pas la seule réponse possible aux changements climatiques. L'adaptation diverge de l'atténuation dans la mesure où elle ne réduit pas l'intensité, ni n'empêche les changements climatiques de se produire. En revanche, elle offre la possibilité aux communautés et aux nations de se préparer et d'agir spécifiquement face aux modifications systémiques prévues afin de modérer les dommages (Wolf et autres, 2013). Selon le GIEC, l'atténuation produit des bénéfices sur le long terme et au niveau global, tandis que l'adaptation favorise des bénéfices sur le court terme, le moyen et le long terme, principalement à l'échelle locale (GIEC 2007a). L'adaptation prend toute sa légitimité par rapport à l'atténuation dans la mesure où les effets des changements climatiques risquent de s'intensifier dans les années à venir. Les mesures d'atténuation n'auront pas d'effets immédiats, et ne seront pas suffisantes étant donné que les changements climatiques sont déjà en cours et que la lenteur des progrès dans le domaine de la réduction des émissions de GES persiste (Fort et Smit, 2004). L'adaptation est donc une solution complémentaire à celle de l'atténuation (Gouvernement du Canada, 2004). Elle permettra de réduire les effets négatifs sur le court terme en tirant profits des nouvelles conditions environnementales imposées par les divers stress climatiques qui seront inévitables (Burton et Schipper, 2009). Mais malgré ses avantages, l'adaptation peut se voir limiter par le manque de mobilisation et de moyens technologiques ou financiers de la part des parties prenantes à toutes les échelles (The Cariboo Regional District, 2011).

Dans une autre mesure, le concept de « maladaptation » existe pour caractériser une stratégie d'adaptation choisie qui ne permet pas de diminuer la vulnérabilité d'un système, mais qui au contraire, l'accroît (Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), 2009).

La vulnérabilité et la résilience sont des caractéristiques que toute communauté côtière possède, mais à des degrés différents. En connaissant les vulnérabilités « clés » de leurs communautés côtières, les décideurs pourront identifier les impacts « clés » pouvant leur être le plus dommageable et ainsi prioriser leurs actions en fonction des principaux enjeux identifiés (GIEC, 2007b). De plus, en connaissant, voire en développant leur résilience, les communautés seront mieux « équipées » pour cibler la stratégie d'adaptation qui leur sera la plus bénéfique. La vulnérabilité et la résilience sont donc des facteurs qui vont influencer sur le mode d'adaptation qui sera choisi par le système touché. La stratégie d'adaptation mise en place suite à la prise en compte de ces éléments complètera les initiatives d'atténuation prise à l'échelle nationale ou provinciale dans la recherche de solutions face aux changements climatiques.

Connaitre les différents concepts associés à l'adaptation aux changements climatiques va permettre d'envisager efficacement des stratégies d'adaptation. Tenir compte de ces concepts permet de mieux comprendre et anticiper le fonctionnement de ces communautés face aux impacts des changements climatiques et ainsi, cerner la stratégie d'adaptation qui leur serait optimale.

1.2 Zones à l'étude

Le Canada est bordé par trois océans : l'océan Arctique, l'océan Pacifique et l'océan Atlantique. Le pays est constitué de 240 000 kilomètres de côtes avec plus de 38 % de la population canadienne habitant dans un rayon de 20 kilomètres des côtes. Le Canada se trouve face à un enjeu de taille dans le contexte du réchauffement climatique qui risque d'impacter de nombreuses provinces et communautés côtières (Stanton et autres, 2010). Les provinces et territoires côtiers bordés par l'océan Arctique présentent une topographie, des caractéristiques biophysiques et météorologiques très différentes des deux autres grandes côtes canadiennes. Aussi, le contexte social, politique et économique de ces communautés se distingue des deux autres grandes régions côtières canadiennes. Pour ces raisons, seules les côtes pacifique et atlantique du Canada font partie de la zone à l'étude. Le Québec n'est pas considéré dans cette étude car il comporte des caractéristiques politiques, sociales et géographiques différentes des autres provinces de l'est et n'est pas bordé directement par l'océan Atlantique. Cette section présente donc les caractéristiques pertinentes à l'identification des zones à l'étude.

1.2.1 Côte Pacifique

La côte ouest est constituée de la Colombie-Britannique. Elle est la troisième province du Canada la plus peuplée avec plus de 4 millions d'habitants tandis que sa région côtière compte environ 800 000 habitants répartis sur plus de 27 000 km. La région côtière est constituée d'un grand nombre de petits bassins versants côtiers et possède une topographie complexe (Pacific Climate

Impacts Consortium, 2013). Elle comprend notamment l'île de Vancouver, l'archipel Haida Gwaii ou « îles de la Reine-Charlotte », ainsi qu'une étroite plaine côtière constituée de hauts plateaux et donnant sur une partie de la cordillère, et un fjord de plus de 190 km (Environnement Canada, 1997a). Une grande partie de la population habite sur la côte : 59 municipalités sur 161, ainsi que 14 des 29 districts régionaux sont considérés comme des communautés côtières ou sont exposés directement à la côte (The Arlington Group Planning & Architecture Inc. et autres, 2013).

Globalement, la province connaît un climat maritime humide et les températures les plus chaudes du Canada se manifestent au sud de la côte. La côte de la Colombie-Britannique est sujette à de grandes variations climatiques entre l'hiver, caractérisé par des tempêtes cycloniques de moyenne latitude favorisant d'abondantes précipitations, et l'été, avec un anticyclone subtropical faisant diminuer la fréquence de tempêtes et des précipitations. Les variations du climat de cette province sont produites « en réaction aux changements d'intensité de ces systèmes de pression océaniques, qui sont eux-mêmes associés aux changements de la température et des courants de l'océan. Par conséquent, la variabilité de la plupart des climats de la Colombie-Britannique est liée à des phénomènes océaniques et atmosphériques de grande échelle comme « El Niño ». (Lemmen et autres, 2008)

La Colombie-Britannique se trouve dans l'écozone Maritime du Pacifique. En ce qui a trait à ses caractéristiques biophysiques, elle est l'une des plus diversifiées du Canada. Cependant, bien que la province comporte une grande diversité écologique et biogéoclimatique, la région côtière est un milieu homogène (Lemmen et autres, 2008).

1.2.2 Côte Atlantique

La côte est canadienne est caractérisée par une grande diversité topographique, faunique et écosystémique, répartie parmi ses quatre provinces. Trois provinces sont regroupées sous le nom des « Provinces des Maritimes », soit le Nouveau-Brunswick, l'Île-du-Prince-Édouard, et la Nouvelle-Écosse, mais n'incluent pas le Terre-Neuve-et-Labrador. Ces quatre provinces regroupent plus de 2 millions d'habitants et plus de 40 000 km de côtes (Statistiques Canada, 2014 ; Environnement Canada 1997b). Une majorité de la population vit généralement sur le littoral, comme c'est le cas au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse où respectivement 60% et 70% de la population vit dans un périmètre de 60 km des côtes (The Arlington Group Planning & Architecture Inc. et autres, 2013 ; Université de Waterloo, s.d.).

La topographie est différente d'une province à l'autre. Le Nouveau-Brunswick a une partie de sa côte dans le Golfe du Saint-Laurent. Il partage la Baie de Fundy avec la Nouvelle-Écosse, caractérisée par des falaises abruptes et des plages de graviers. L'Île-du-Prince-Édouard est

constituée de plaines vallonnées, de dunes et de plages. Les îles composant le Terre-Neuve-et-Labrador ont une topographie diversifiée, en passant de plaines vallonnées à des falaises et un littoral « escarpé ». (Ressources Naturelles Canada, 2013a)

La physiographie des quatre provinces est hétérogène. Le climat de la région est influencé par sa topographie hétérogène, les courants océaniques et la température de la mer en surface (Environnement Canada, 1997b). Les Maritimes appartiennent à l'écozone Maritime atlantique, tandis que Terre-Neuve fait partie de l'écozone du Bouclier boréal et que le Labrador fait partie du Bouclier taïga, du sud de l'Arctique, du Bouclier arctique ainsi que du Bouclier boréal (Environnement Canada, 1997b). Cette diversité se manifeste par « un climat continental humide frais à la toundra arctique, en passant par le climat subarctique, sans oublier l'influence du courant chaud du Gulf Stream, au sud, qui cède la place au courant du Labrador, froid, au nord ». La côte atlantique est partagée entre des milieux forestiers composés de forêts mixtes, des milieux humides avec des marais salants ainsi que des milieux arctiques avec un climat boréal, ou encore la toundra (Lemmen et autres, 2008). Elle possède donc une grande diversité biologique.

Tableau 1.1 Récapitulatif des caractéristiques des provinces côtières à l'étude (tiré de The Arlington Group Planning & Architecture Inc. et autres, 2013)

	BC	NB	NE	IPÉ	TNL
Kilomètre de côte (en km)	~29 000	~5 500	~13 000	~3 200	~29 000
Nombre d'habitants	+4 400 000	+750 000	+ 900 000	+ 140 000	+ 500 000
Population côtière vivant entre 5 km et 60 km de la côte (%)	~80%	~70%	~60%	Non disponible	~90%
Nombre de comtés, villes, municipalités ou villages	- 29 districts régionaux - 161 municipalités (mun.)	-8 comtés -50 mun.	-18 comtés -3 mun. régionales -110 mun. -31 villages - + 3800 îles, baies et estuaires	31 mun.	-3 villes -277 villages

1.3 Contexte légal et politique

Les changements climatiques constituent une problématique globale aux effets locaux et internationaux. La communauté internationale tout comme les États individuels ont choisi d'y donner davantage d'intérêt et de s'engager communément afin de parvenir à éviter la réalisation des pires scénarios climatiques. Puisqu'il en va d'un intérêt économique et social commun, le monde c'est engagé à créer des cadres consultatifs et décisionnels internationaux qui se sont installés progressivement à partir des années 1980. Il en va de même pour l'État canadien, qui a

progressivement adopté et intégré l'adaptation à ses prérogatives politiques. Cette section présente le contexte légal et politique, d'abord à l'échelle internationale, puis nationale, relative aux changements climatiques et à l'adaptation.

1.3.1 Contexte politique et légal international

Le contexte décisionnel international en matière de changement climatique est complexe. La politique et la législation internationale se heurtent à de nombreuses incertitudes, notamment scientifiques et socio-économiques, auquel s'ajoute l'obligation pour les décideurs de mener des actions sur le long terme (GIEC, 1996). Face à cette problématique globale, la prise de conscience politique de la nécessité de recourir à des actions communes s'est faite progressivement. La Conférence des Nations Unies sur l'environnement (appelé aussi Sommet de la Terre) à Stockholm en 1972 a été le premier effort de reconnaissance commune et internationale de l'importance de la préservation et de l'amélioration de la qualité de l'environnement (UNEP, s.d). Une décennie plus tard, la première mobilisation de la communauté internationale en lien avec les changements climatiques s'est faite autour de la nécessité d'agir pour limiter la déplétion de la couche d'ozone. Elle s'est concrétisée par la Convention de Vienne en 1985. Elle a débouché en 1987 sur le Protocole de Montréal, initié par l'Organisation des Nations Unies (ONU). Elle avait pour objectif de réduire les émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO), dont les chlorofluorocarbures (CFC), jusqu'à en imposer leur remplacement définitif après les années 1990 (Gibbens, 2011). En 1992, le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro a permis d'instaurer un cadre de réunion internationale annuelle au travers de la Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC ou UNFCCC en anglais) (Gaudette, 2013). Dans sa charte, le CNUCC a donné priorité à l'atténuation comme moyen de lutte contre les changements climatique, tel qu'en atteste le texte de la Convention à l'article 2 :

« L'objectif ultime [...] est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz effet de serre dans l'atmosphère un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable ». (CNUCC, 1992)

Les pays signataires se sont entendus sur le principe de responsabilités communes, mais différenciés, passant par la reconnaissance de la contribution respective de chaque pays développé ou en développement aux émissions de GES. Ce principe repose aussi sur le fait que les pays du Nord, qui se sont rapidement développés depuis l'ère industrielle, moyennant d'importantes émissions de GES, doivent prendre davantage de responsabilités dans l'atténuation que les pays en développement qui sont généralement en pleine expansion économique et qui

estiment inévitable l'émission des GES pour permettre leur développement (Gibbens, 2011). Le Protocole de Kyoto en 1997 a été signé et ratifié par la majorité des pays du monde, sauf les États-Unis, avant d'entrer en vigueur en 2005, avec pour première échéance l'année 2012. L'engagement principal des pays signataires était de baisser leurs émissions de GES de 5.2% en moyenne, par rapport à l'année 1990 d'ici 2012 tandis que le Canada avait choisi une première cible stricte de 6% (Gibbens, 2011 ; Hollo et autres, 2013). L'adoption du Protocole de Kyoto a marqué une nouvelle étape dans l'intégration d'une gestion nationale et internationale des changements climatiques.

L'effort d'atténuation, originellement privilégié par la communauté internationale jusque dans les années 2000, a laissé place progressivement à davantage d'effort de recherche et d'action dans le domaine de l'adaptation. La principale raison de ce revirement étant que la prise de conscience internationale que la capacité à gérer la réduction des émissions de GES ne serait pas suffisante pour empêcher les futures conséquences des changements climatiques de survenir (Burton et Schipper, 2009). L'adaptation a été de plus en plus encouragée à partir de 2001, notamment par le GIEC dans son troisième rapport d'évaluation et par la Septième Conférence des Parties (COP-7) cette même année (Burton et Schipper, 2009). Ce plus grand intérêt pour l'adaptation a débouché sur la création d'initiatives internationales. À titre d'exemple, des programmes de soutien et la création de fonds pour favoriser ce mode de réponse aux changements climatiques ont vu le jour, tels que le *National Adaptation Programmes of Action* (NAPAs) ou encore le *Kyoto Protocol Adaptation Fund* destinés aux pays en développement signataires (Ford et Smit, 2004). D'autres initiatives parmi les pays développés sont apparues, telles que le *European Climate Adaptation Platform* qui offre un cadre et des mécanismes d'aide à l'élaboration de stratégie d'adaptation aux pays de l'Union Européenne (Climate-ADAPT, 2014).

Bien que la communauté scientifique et les décideurs perçoivent de plus en plus la nécessité de trouver des solutions face aux changements climatiques, les négociations et concertations internationales se heurtent souvent aux intérêts économiques et politiques nationaux et au manque de cohésion entre les pays. De plus, l'avancement relativement lent des négociations auquel s'ajoute le scepticisme de certains pays engendrent régulièrement à l'échelle internationale une remise en question de l'efficacité du Protocole de Kyoto (La documentation française, 2011). La communauté internationale s'est engagée à adopter conjointement d'ici 2015, lors de la vingt-et-unième Conférence des Parties à Paris (COP-21) : « un nouveau protocole, un autre type d'instrument légal ou encore une solution concertée ayant force de loi applicables à toutes les parties » dont l'implantation sera effective en 2020 (Commission Européenne, 2014). Beaucoup d'attentes, mais aussi de réticence entourent ce prochain événement, qui sera déterminant pour renforcer la cohésion de la communauté internationale et l'effort respectif de tous les pays signataires autour de l'adaptation.

L'aspect légal des changements climatiques soulève de nombreuses difficultés. Le caractère global et complexe des changements climatiques, auquel s'ajoutent les divergences d'intérêts politiques et économiques entre les pays, entrave la mise en place d'une législation internationale dans le domaine. De plus, le lien entre les changements climatiques et les droits de l'Homme ne sont pas encore clairement reconnus par la communauté internationale. Pourtant, les changements climatiques auront des impacts importants sur l'apport en nourriture, en eau potable, sur la santé, les infrastructures et l'accès aux ressources naturelles des individus. Ceci risque de mettre à mal certains droits fondamentaux des individus, tels que le droit à vivre en sécurité, ceux relatifs à la santé des populations, le droit à la propriété, etc. (Aminzadeh, 2006). De nombreux progrès, aussi bien politiques que législatifs, restent à faire dans le domaine des changements climatiques.

1.3.2 Contexte politique et légal canadien

Le gouvernement fédéral possède certaines compétences qui lui sont exclusives, tandis qu'il partage d'autres responsabilités avec les provinces, notamment en ce qui a trait à l'environnement et l'énergie (Houle et McDonald, 2011). Initialement, le gouvernement fédéral privilégiait le volontarisme comme moyen pour réduire les émissions de GES canadiennes. Le *National Action Program on Climate Change* instauré en 1995 cherchait à implanter une politique incitative commune pour la lutte contre les changements climatiques auprès des structures fédérales et provinciales. À partir de 2002, le principe de volontarisme a été remplacé en partie au profit d'une approche réglementaire et donc plus contraignante et hiérarchique, dissociant alors la politique fédérale des politiques provinciales (MacDonald et autres, 2011). Le gouvernement fédéral joue un grand rôle dans l'atténuation, qui nécessite de prendre des mesures politiques et légales aux échelles nationale et internationale. Il représente officiellement les provinces dans le cadre des accords, conférences ou sommets internationaux relatifs aux changements climatiques. Il joue aussi un grand rôle dans le financement de programmes nationaux de recherche sur les prévisions et les impacts des changements climatiques, ainsi que de programmes relatifs à l'adaptation (Environnement Canada, 2013a).

En ce qui concerne l'aspect légal au niveau fédéral, il n'existe qu'un cadre réglementaire restreint autour des changements climatiques. En 2011, le Canada s'est d'ailleurs retiré du Protocole de Kyoto, tout en revendiquant le maintien de sa réponse à certaines exigences du Protocole et de ses engagements dans le cadre de l'Accord de Cancun et de la quinzième Conférence des Parties à Copenhague (COP-15) en 2009 (Environnement Canada, 2011). En signant l'Accord de Copenhague, le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de GES de 17% d'ici 2020 par rapport au niveau d'émission de 2005 (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (SCTC), 2013). Cette cible demeure moins ambitieuse que celle initialement choisie dans le cadre du Protocole de

Kyoto, ce qui a fait naître certaines critiques envers la politique gouvernementale employée par le Canada dans la lutte contre les changements climatiques (Hollo et autres, 2013). La *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto* adoptée en 2007, où le gouvernement s'engageait à produire annuellement un plan d'action assurant la prise de mesures pour réduire les émissions de GES dans le respect de son engagement au sein du Protocole de Kyoto, a été abrogée en 2012 après le retrait du Canada (Hollo et autres, 2013). À l'heure actuelle, les lois et règlements fédéraux en lien avec les changements climatiques sont majoritairement d'ordre technique ou financier. Il existe la *Loi sur le fond d'investissement technologique de lutte contre les gaz à effet de serre*, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* en vertu de laquelle a été créé le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passager et à camion léger*, le *Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone — secteur de l'électricité thermique au charbon* ainsi que le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules lourds et de leur moteur*. Ces lois et règlements concernent des mesures d'atténuation, mais n'intègrent pas l'adaptation. Seul le programme sur la qualité de l'air adopté en 2006, dans le cadre de la Stratégie fédérale de développement durable (SFDD), mentionne l'adaptation en allouant 148 millions de dollars pour financer des programmes d'adaptation sur la période 2011-2016 (Environnement Canada, 2013b). Cependant, peu d'informations sont actuellement disponibles quant au contenu et aux résultats de ce programme.

En parallèle, l'engagement politique des provinces demeure essentiel puisqu'elles gèrent elles-mêmes les ressources de leur territoire et leurs émissions de GES (Larsson, 2010). La Colombie-Britannique a été la première province, avec le Québec, à élaborer un plan d'action sur les changements climatiques en 1995, suivi de deux autres plans en 2004 et 2007. Les provinces de l'Atlantique ont élaboré des plans plus tardivement, en 2001 et 2008 pour l'Île-du-Prince-Édouard, en 2005 pour le Terre-Neuve-et-Labrador, en 2007 puis 2014 pour le Nouveau-Brunswick et en 2009 pour la Nouvelle-Écosse (Houle et MacDonald, 2011). L'engagement politique varie d'une province à l'autre, en partie à cause de leur contexte économique respectif. En effet, certaines provinces comme le Terre-Neuve-et-Labrador, dont l'économie repose en partie sur les industries pétrolière et gazière qui sont de fortes émettrices de GES, ont pu se montrer plus réticentes ou moins ambitieuses quant à leurs objectifs et mesures d'atténuation (MacDonald et autres, 2011). Certaines provinces comme le Terre-Neuve-et-Labrador et l'Île-du-Prince-Édouard, ont préféré mettre en place des mesures relatives à l'énergie, et notamment aux énergies propres, plutôt que d'imposer une législation sur les émissions de GES qui pourrait s'avérer trop contraignante pour les industries émettrices dont sont dépendantes ces provinces (Marshall, 2008 ; Houle et Macdonald, 2011).

En ce qui concerne l'aspect légal au niveau provincial, la Colombie-Britannique reste la plus active parmi les cinq provinces à l'étude. Elle s'est engagée à réduire de 33% ses émissions de GES d'ici 2020 par rapport au niveau d'émission de 2007 (Gouvernement de Colombie-Britannique, 2012). Cet engagement a été accompagné en 2008 de l'adoption d'une grande série de lois et de programmes budgétaires relatifs à la réduction des émissions de GES, dont le *Greenhouse Gas Reduction Targets Act* et le *Tax Carbon Act*, dont la taxe est aujourd'hui de 30\$ par tonne de CO₂ (Marshall, 2008). En revanche, on constate des variations parmi les provinces de l'Atlantique. Seule la Nouvelle-Écosse a adopté une loi liée aux changements climatiques : le *Goals and Sustainable Prosperity Act* adopté en 2007, fixant l'objectif de réduire de 10% ses émissions de GES d'ici 2020 par rapport à 1990 (Marshall, 2008). S'en est suivi en 2009 l'ajout du *Greenhouse Gas Emissions Regulations* à l'*Environment Act*, qui prescrit des plafonds croissants d'émissions de GES jusqu'en 2030 (Gouvernement de Nouvelle-Écosse, 2013). Finalement, le Nouveau-Brunswick s'est fixé une cible de 10% d'ici 2020 tandis que l'Île-du-Prince-Édouard et le Terre-Neuve-et-Labrador n'ont pas fixé de cible de réduction de leurs émissions de GES (Marshall, 2008).

Finalement, la réduction des gaz à effet de serre dépend aussi des individus, dont la consommation et les habitudes de vies sont à l'origine d'émissions de GES (Larsson, 2010). Les individus sont aussi les plus sévèrement touchés par les impacts directs des changements climatiques, ce qui rend leur participation indispensable dans l'élaboration de stratégies d'adaptation. Les provinces et les localités ont donc des rôles clés à jouer dans la mise en place de mesures d'atténuation et de stratégies d'adaptation (Bauer et Steurer, 2014). Cependant, certaines provinces et municipalités sont plus actives que d'autres, politiquement et législativement. Il existe de grandes disparités d'ambitions et d'actions entre celles-ci. Quant à la structure fédérale, elle conserve des responsabilités réglementaires et financières, mais ne semble pas mettre à profit son plein potentiel pour élaborer des politiques plus contraignantes. Bien que les changements climatiques et l'adaptation fassent progressivement partie de l'agenda politique canadien, les initiatives fédérales dans le domaine n'ont que peu de visibilité par rapport aux mesures d'atténuation. De même, les mesures législatives prises au niveau provincial, comme au niveau fédéral, n'incluent pas ou très peu l'adaptation.

2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les scientifiques sont mobilisés afin d'augmenter les connaissances sur les effets des changements climatiques sur l'ensemble des systèmes atmosphérique, hydrologique et biologique. La complexité des interactions entre les phénomènes atmosphériques, météorologiques, océaniques et écosystémiques nourrit l'incertitude qui entoure les prévisions scientifiques sur les impacts potentiels des changements climatiques sur les régions côtières. Même si leur exactitude se précise au fil des ans, les disparités entre les données disponibles d'un phénomène à l'autre ou d'une région à l'autre influencent la capacité à anticiper l'ampleur et l'apparition de certains impacts de façon uniforme, notamment au niveau régional. Les différentes incertitudes qui touchent l'évaluation des impacts des changements climatiques ne les rendent pas moins dangereux pour les populations. Tous sont évalués au mieux des connaissances scientifiques actuelles afin d'anticiper leur apparition et de formuler des modes de réponse favorisant l'adaptation des communautés côtières.

Les effets des changements climatiques et leurs conséquences varient en fonction de leur intensité, de leur fréquence, de leur distribution, mais varient aussi en fonction de la résilience et des vulnérabilités des communautés touchées (GIEC, 2007b). Les côtes sont des systèmes dynamiques et témoignent d'une grande variabilité de réaction en fonction du phénomène qui les touche, ce qui peut rendre difficile l'estimation précise des impacts qu'elles vont subir (GIEC, 2007a). De plus, la diversité géographique et biophysique du Canada, aussi bien à l'échelle nationale que régionale, entraîne de fortes variations de la gravité, de la fréquence et de l'intensité des impacts au sein des différentes régions côtières, ainsi que dans leur capacité de réponse et d'adaptation (Adaptation Learning Mechanism (ALM), 2009). La côte Pacifique et la côte Atlantique partagent des problématiques environnementales communes aggravées par les changements climatiques. Ainsi, les impacts des changements climatiques sur les systèmes physiques et sur les systèmes biologiques côtiers sont présentés dans ce chapitre.

2.1 Impacts sur les systèmes physiques

Le climat terrestre a toujours subi des variations naturelles issues de l'interface entre le système atmosphérique et hydrologique. Cependant, depuis quelques décennies, les activités humaines couplées aux changements climatiques perturbent et accentuent certains phénomènes naturels, qui impactent alors les systèmes physiques avec une intensité variable. Ces impacts vont de la fonte accélérée des glaces, à l'augmentation des précipitations et des températures, en passant par l'acidification des océans. Ils se produisent à toutes les échelles, mais à des degrés différents. Les échelles globale, régionale et locale étant reliées, la manifestation d'impacts à l'échelle à plus

grande échelle entraîne généralement une cascade d'autres impacts au niveau régional et local. Cette section présente donc les différents impacts physiques sur l'environnement, issus des changements climatiques. Les annexes 1 et 2 récapitulent les éléments présentés dans ce chapitre.

2.1.1 Augmentation des températures

La tendance au réchauffement mondial s'est manifestée par l'augmentation d'environ 0,85 °C entre 1880 et 2012 de la température moyenne globale de la surface terrestre, océans et terres émergées combinés (GIEC, 2013b). D'ici 2100, la température moyenne mondiale pourrait augmenter de 1,4 à 5,8 °C, ce qui représenterait une hausse plus importante que toutes celles survenues au cours des 10 000 dernières années (CCNUCC, 2001). Cette tendance est d'autant plus forte au Canada, qui a connu depuis 1948 une augmentation moyenne de ses températures entre 1,3 °C et 1,4°C (Lemmen et autres, 2008 ; Statistique Canada, 2012).

Les températures et les précipitations peuvent être influencées naturellement par certains phénomènes climatiques. L'*El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) ou « El Niño-Oscillation australe » est le plus important phénomène faisant l'interface entre l'atmosphère et l'océan dans la région Pacifique et qui est à l'origine de fortes variations interannuelles de précipitations et de température océanique de surface (Earth System Research Laboratory, 2014). Même si certains considèrent que le réchauffement climatique est susceptible d'induire des changements soudains dans certains modèles climatiques régionaux, dont El Niño, il n'a pas encore été prouvé avec certitude que les changements climatiques aggraveront dans le futur la fréquence et l'amplitude des effets d'ENSO sur la région pacifique (Stern, 2007 ; Organisation météorologique mondiale, 2011).

La côte ouest risque de connaître la même tendance au réchauffement climatique, avec une augmentation possible de ses températures moyennes annuelles de 2 °C à 4°C d'ici 2050 ou encore de 2° à 7 °C d'ici 2080, selon les scénarios (Ministère de l'Environnement, 2007 ; Ressources Naturelles Canada, 2009a ; Lemmen et autres, 2008). Les fortes variations atmosphériques que connaissent la Colombie-Britannique et sa côte sont principalement influencées par le phénomène El-Niño-oscillation austral (ENSO) ainsi que l'oscillation décennale du Pacifique (PDO). El Niño favorise une augmentation des températures et une diminution des précipitations tandis que la Niña favorise des conditions fraîches et humides, notamment en Colombie-Britannique (Lemmen et autres, 2008). Les effets des changements climatiques, couplés au PDO qui influencent l'ENSO, agissent sur les températures, les précipitations, les niveaux saisonniers de la mer ainsi que sur les ondes de tempêtes et autres événements extrêmes (Lemmen et autres, 2008 ; Organisation météorologique mondiale, 2011).

Globalement, les températures ont augmenté en Colombie-Britannique, même si son littoral n'est pas la région qui a subi et qui va subir la plus grande augmentation de températures et de précipitations annuelles (Lemmen et autres, 2008). La figure 2.1 illustre le scénario de température annuelle entre 1961-1990 et 2040-2060 en Colombie-Britannique formulé par Ressources Naturelles Canada (2009a). La côte pacifique connaîtra une augmentation de ses températures de l'ordre de 3 à 4°C d'ici 2050, à l'exception de Haida Gwaii et du nord de l'île de Vancouver qui connaîtront une augmentation de leur température moyenne annuelle de 2 à 3°C.

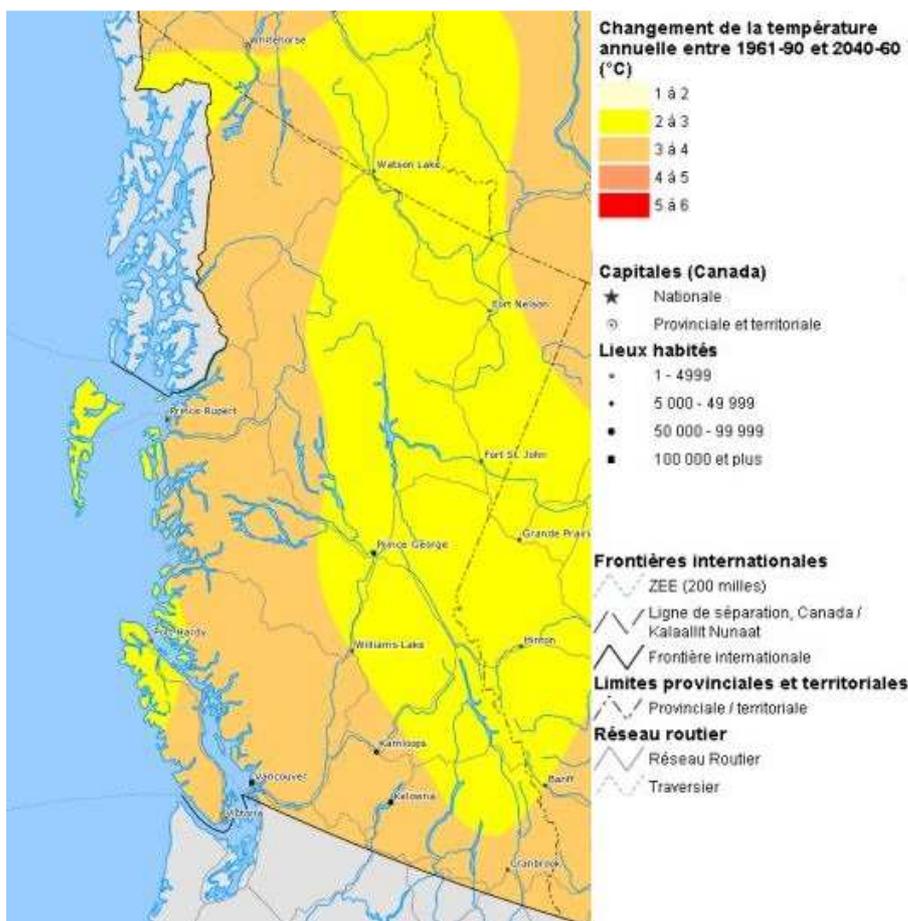


Figure 2.1 Scénario des températures annuelles en Colombie-Britannique en 2050 (inspirée de : Ressources Naturelles Canada, 2009a)

La Colombie-Britannique subira des variations régionales de températures, aussi bien en hiver qu'en été. Ces variations régionales seront en moyenne de +2°C à +4°C en hiver et de +2°C à

+3°C en été (Ressources Naturelles Canada, 2009b ; Ressources Naturelles Canada, 2009c ; Ministère de l'Environnement, 2007).

En ce qui concerne le Canada Atlantique, il connaîtra une augmentation moyenne annuelle de l'ordre de 1°C jusqu'à 4°C, dépendamment de la région concernée (Ressources Naturelles Canada, 2009a). La figure 2.2 ci-dessous illustre ces variations inter-provinces mais aussi intra-provinces, notamment au Terre-Neuve-et-Labrador. L'augmentation future de ces températures sera accompagnée par un accroissement des précipitations dans la région, déjà constaté depuis 1948 (Lemmen et autres, 2008).

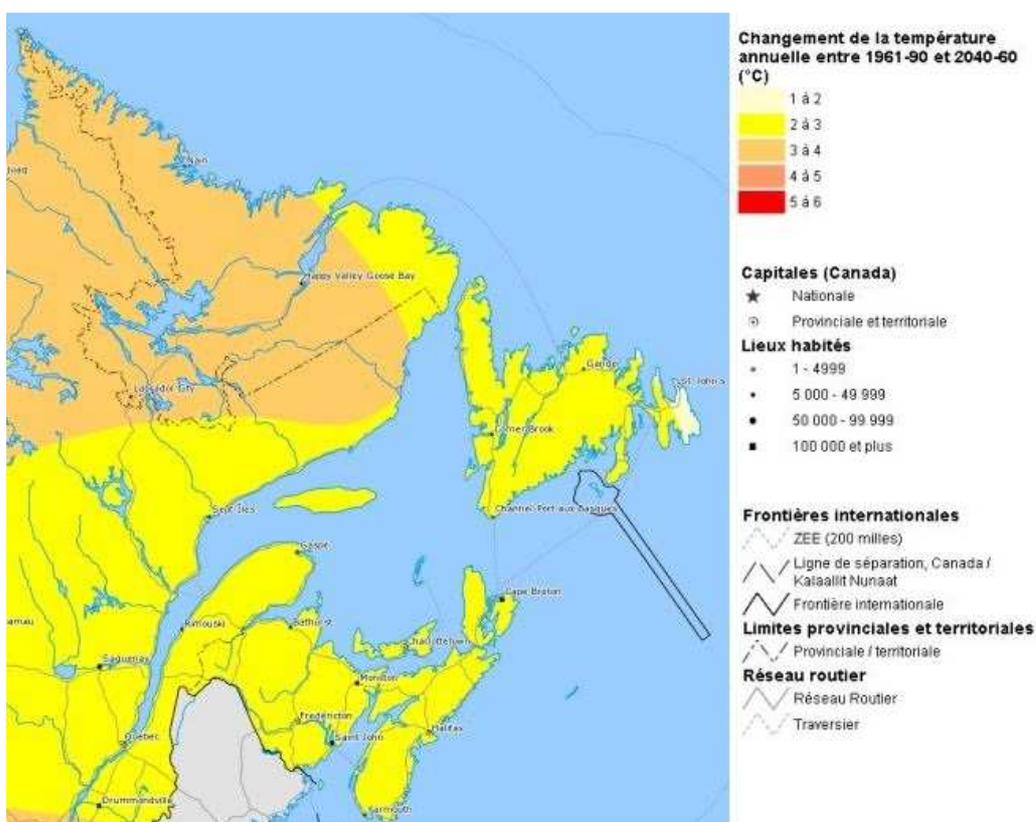


Figure 2.2 Scénario des températures annuelles au Canada Atlantique en 2050 (inspirée de : Ressources Naturelles Canada, 2009a)

Les provinces des Maritimes pourraient voir leurs étés se réchauffer de 2 °C à 4 °C, voire jusqu'à 5°C et leurs hivers de 1,5 °C à 6 °C d'ici 2050, voire jusqu'à 7°C selon les scénarios (Lemmen et autres, 2008 ; Ressources Naturelles Canada, 2009b ; Ressources Naturelles Canada, 2009c). Bien que le Terre-Neuve-et-Labrador connaisse des variations de température différentes des Maritimes, notamment à cause de l'influence de l'oscillation nord-atlantique (NAO), la province risque de suivre cette tendance au réchauffement dans le futur (Lemmen et autres, 2008). La NAO

ses variations ont une influence importante sur les provinces de l'Atlantique, car elle « peuvent avoir une incidence directe ou indirecte sur l'écoulement glaciaire, la température océanique, la force du courant du Labrador ainsi que la répartition et la biologie des espèces marines » (Pêches et Océans Canada, 2012a).

Le Terre-Neuve-et-Labrador sera la province qui connaîtra les plus fortes variations régionales parmi toutes les provinces de la côte atlantique, et principalement en hiver. La température hivernale moyenne y sera de l'ordre de +2°C à +7°C d'ici 2050. Les températures les plus élevées seront alors au nord et les moins élevées seront au sud-est (Ressources Naturelles Canada, 2009b).

Le tableau 2.1 résume les projections d'augmentation des températures régionales d'ici 2050, pour la côte ouest et la côte est. Celui-ci inclut les températures minimales et maximales prévues aux périodes hivernale, estivale et annuelle.

Tableau 2.1 Projections des températures minimales et maximales par région côtière d'ici 2050 (tirée de : Ressources Naturelles Canada, 2009a ; Ressources Naturelles Canada, 2009b ; Ressources Naturelles Canada, 2009c)

	B-C		Canada Atlantique	
	Minimale	Maximale	Minimale	Maximale
Température hivernale	+2°C	+4°C	+2°C	+7°C
Température estivale	+3°C	+4°C	+1°C	+5°C
Température annuelle	+2°C	+4°C	+1°C	+4°C

2.1.2 Modification des régimes de précipitations

Selon un degré de confiance élevé, les précipitations dans l'hémisphère nord ont augmenté depuis 1951. Parallèlement, il est probable que la fréquence et l'intensité de fortes précipitations dans certaines régions d'Amérique du Nord aient plus augmenté qu'elles n'ont diminué (GIEC, 2013a).

Depuis le 20^e siècle, la Colombie-Britannique aurait vu augmenter ses précipitations moyennes annuelles de 20% par siècle (Jost et Weber, 2012). Une exception à cette tendance concerne les chutes de neige, dont on a observé une diminution dans la partie sud-ouest du Canada entre 1950 et 2009 (Mekis et Vincent, 2011). La Colombie-Britannique connaîtra une augmentation de ses précipitations moyennes annuelles jusqu'à 12% d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009d ; Pacific Climate Impacts Consortium, 2012). La figure 2.1 illustre la simulation des changements projetés pour les précipitations annuelles moyennes de 1961 à 1990 jusqu'à la période de 2040 à 2060 pour la Colombie-Britannique.

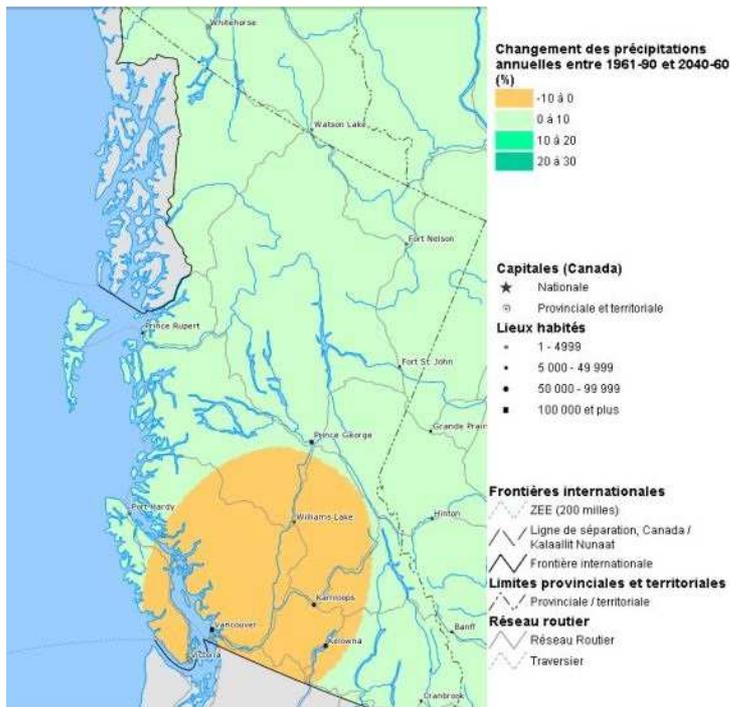


Figure 2.3 Scénario des précipitations annuelles en Colombie-Britannique en 2050 (inspirée de Ressources Naturelles Canada, 2009d)

La partie sud de la côte connaîtra une diminution des précipitations annuelle entre 0% et -10% tandis que la côte nord et le reste de la province connaîtront une augmentation (Ressources Naturelles Canada, 2009d). Ces différences entre diminution et augmentation des précipitations sont attribuables aux fortes variations que connaîtront la province et son littoral entre l'hiver et l'été. En effet, cette région connaîtra une augmentation de ses précipitations annuelles hivernales de 5 % à 20 %, voire de 10% à 30%, tandis qu'elle verra ses précipitations estivales chuter -20% (Thomson et autres, 2008 ; Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f).

L'augmentation des précipitations moyennes annuelles au Canada Atlantique se fera de façon uniforme. La figure 2.2 démontre que la totalité des provinces atlantiques connaîtra une augmentation des précipitations nationales annuelles de 0 à 10% d'ici 2050. Cependant, certaines régions, dont le nord-est de la Nouvelle-Écosse, connaîtront à la fois une augmentation des précipitations de 0 à 10% et une baisse de précipitation de 0% à -10% (Ressources Naturelles Canada, 2009d).



Figure 2.4 Scénario des précipitations annuelles au Canada Atlantique en 2050 (inspirée de Ressources Naturelles Canada, 2009d).

Moins prononcées qu'en Colombie-Britannique, la côte atlantique connaîtra quand même certaines variations régionales entre l'hiver et l'été. Dans le Canada atlantique, il y a des disparités entre ces deux saisons : le nord-ouest du Labrador, l'est de la Nouvelle-Écosse, l'est de l'Île-du-Prince-Édouard et la totalité du Terre-Neuve verront leurs précipitations hivernales augmenter jusqu'à 10% tandis que le reste du Canada Atlantique verra ses précipitations diminuer jusqu'à -10% d'ici 2050. Inversement en été, la quasi-totalité des provinces subira une augmentation de 10% des précipitations tandis que la majeure partie du Labrador subira une diminution de précipitations jusqu'à -10% d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f)

Le tableau 2.2 résume les projections d'évolution des précipitations régionales d'ici 2050, pour la côte ouest et la côte est. Celui-ci inclut les données sur les précipitations hivernales, estivales et annuelles.

Tableau 2.2 Projections de l'évolution des précipitations minimales et maximales par région côtière d'ici 2050 (tiré de : Ressources Naturelles Canada, 2009d ; Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f)

	Colombie-Britannique		Canada Atlantique	
	Minimale	Maximale	Minimale	Maximale
Précipitations hivernales	0%	+30%	-10%	+10%
Précipitations estivales	-20%	0%	-10%	+20%
Précipitations annuelles	-10%	+10%	-10%	+10%

2.1.3 Fonte des glaces

La fonte des glaces est un phénomène qui touche la majorité des glaciers du monde. Le Groenland a probablement connu une augmentation de la fonte de ses glaces de 34 Gt de 1992 à 2001 et de 215 Gt de 2002 à 2011. De même, la calotte glaciaire de l'Antarctique aurait probablement connu une augmentation de sa perte de glace de 30 Gt de 1992 à 2001 et de 147 Gt de 2002 à 2011 (GIEC, 2013b). Quant à l'Arctique, dont la fonte très rapide touche certaines provinces de la côte Est et la côte Ouest, aurait subi une diminution de son étendue glaciaire de 3,5% à 4,1% par décennie depuis 1979 (GIEC, 2013a ; GIEC, 2013a ; National Snow and Ice Data Center (NSIDC), 2013a).

Entre 1960 et 2011, la majorité de l'Arctique a connu une augmentation de 2°C de sa température annuelle (NSIDC, 2013b). La fonte massive des glaces favorise la diminution de l'étendue et de la durée des glaces de mer « ce qui risque d'augmenter les étendues d'eau libre et d'accroître l'érosion côtière provoquée par l'énergie des vagues » produite par l'influence accrue des vents sur la mer (Environnement Canada, 1997b). De plus, une plus grande étendue d'eau libre de glace permet à une plus grande quantité de rayons solaires d'atteindre la surface, entraînant une augmentation des températures de l'eau, mais aussi de l'atmosphère (UNEP, 2009).

Au niveau régional, les glaciers de la Colombie-Britannique représentent une importante source d'approvisionnement en eau pour la province. Or, on constate déjà que la fonte des glaces survient plus tôt au printemps ce qui risque, sur le long terme, de déséquilibrer le régime hydrologique des rivières. Un débit de pointe printanier survenant plus tôt diminue le débit estival des rivières, une période où la demande en eau augmente, aussi bien pour les écosystèmes que pour les sociétés humaines (Lemmen et autres, 2008). À l'est, les perturbations que connaît la cryosphère touchent cumulativement toutes les provinces de l'Atlantique. L'Île-du-Prince-Édouard et le Nouveau-

Brunswick sont particulièrement touchés par l'érosion engendrée par la fonte des glaces. La circulation des glaces dans cette région est tributaire de la présence de la NAO, pouvant parfois obstruer les ports ou le drainage des estuaires (Lemmen et autres, 2008). La circulation des glaces cumulée à l'augmentation de la hauteur et de l'énergie des vagues le long de la côte nord de l'Île-du-Prince-Édouard peut aggraver les cas d'érosion voire, modifier la morphologie des côtes (Shaw, 2001). La poussée et l'empilement des glaces le long des côtes sont d'autres impacts dévastateurs issus de la fonte des glaces en Arctique (Shaw, 2001). De tels impacts ont par exemple été constatés lors d'une onde de tempête qui a traversé les Maritimes en direction du nord le 21 janvier 2000, où des résidents, des centres commerciaux et des écoles ont dû être évacués (Ressources Naturelles Canada, s.d.).

De plus, la fonte rapide des glaciers pourrait causer de nombreux déséquilibres sur la côte ouest du Canada, dans la mesure où ils jouent un rôle majeur en Colombie-Britannique pour l'apport en eau fraîche dans le système hydrologique, nécessaire aux écosystèmes comme à la consommation humaine (Lemmen et autres, 2008).

2.1.4 Réchauffement océanique

Les océans ont un rôle majeur sur l'évolution du climat de la Terre, ce qui en fait le principal facteur de changement sur les côtes, mais aussi le système qui participe à un grand nombre d'impacts ou les accentue (GIEC, 2007b).

Il est certain à 99 % que la température de surface des océans, soit jusqu'à 700 mètres de profondeur, a augmenté entre 1971 et 2010, tandis que l'océan superficiel, entre zéro et 75 m de profondeur, a augmenté de 0,11 °C en moyenne par décennie à l'échelle mondiale (GIEC, 2013a). Les eaux profondes, soit jusqu'à 1500 m, ont connu un réchauffement depuis 2005 (GIEC, 2013a).

Les océans sont les plus grands réservoirs thermiques de la Terre et l'augmentation globale de leur température et leur capacité de captation de CO₂ atteste de l'augmentation des GES dans l'atmosphère (GIEC, 2007b). Entre 1971 et 2010, l'océan superficiel a emmagasiné 64 % de l'augmentation nette d'énergie absorbée par le système climatique tandis que les eaux plus profondes (entre 700m et 1500 m) en ont emmagasiné l'équivalent de 30 %. L'océan a donc capté plus de 90 % de l'énergie entre 1971 et 2010 (GIEC, 2013a ; GIEC, 2013 b).

L'océan Atlantique Nord est celui qui aurait subi le plus grand réchauffement de ses eaux (GIEC, 2013a). La côte ouest, comme la côte est, voit la température des océans qui bordent ses côtes augmenter. Depuis les cinquante dernières années, des augmentations de la température des eaux

de surface allant jusqu'à 0,9 °C ont été enregistrées au large des côtes de la Colombie-Britannique (Ministère de l'Environnement, 2007).

2.1.5 Élévation du niveau océanique

Le niveau de la mer connaît des modifications depuis les dernières décennies. Au niveau mondial, la moyenne d'élévation du niveau de la mer a été d'environ 1,7 millimètre par an, entre 1901 et 2010 (GIEC, 2013b). L'élévation du niveau de la mer est un impact majeur du réchauffement climatique et a pour effet d'amplifier d'autres impacts, dont l'érosion des falaises et des plages, amplifier les dommages causés par les inondations et les tempêtes, ou encore favoriser l'intrusion de sel dans les eaux souterraines et de surface (Douglas, 2001)

L'élévation du niveau de la mer est due à plusieurs facteurs : la dilatation thermique de l'océan se réchauffant (« variabilité stérique »), l'ajout de nouvelles quantités d'eau issues de la diminution des calottes glacières de l'Antarctique et du Groenland et de la fonte des glaciers (« variabilité eustatique »), ou encore la modification de processus atmosphérique et océanique (« variabilité régionale ») (Hengeveld, 2000 ; UNEP, 2009 ; Thomson et autres, 2008, ; et autres, 2012). Cependant, depuis 1970, l'expansion thermique des océans est à elle seule à l'origine de 75 % de leur élévation (GIEC, 2013b).

L'élévation du niveau de la mer représente un enjeu majeur pour la plupart des communautés côtières concernées par ce phénomène, car il augmente les risques d'inondation, d'érosion et de déplacement de sédiments côtiers et peut être dévastateur si elle est couplée avec des événements extrêmes fréquents (Environnement Canada, 1997b). Parmi les espaces côtiers les plus vulnérables, les deltas se placent en première position, car ils sont généralement à basse altitude et très peuplés (Leatherman, 2001).

Au Canada, un tiers des localités côtières ont une vulnérabilité modérée à ce phénomène (Warren et Lemmen, 2014). Au niveau régional, l'élévation du niveau de la mer va différer entre la côte ouest-pacifique et la côte est-atlantique du Canada, ainsi qu'au sein même de la région. La figure 2.5 ci-dessous présente le niveau de vulnérabilité face à l'augmentation du niveau de la mer des côtes de Colombie-Britannique.

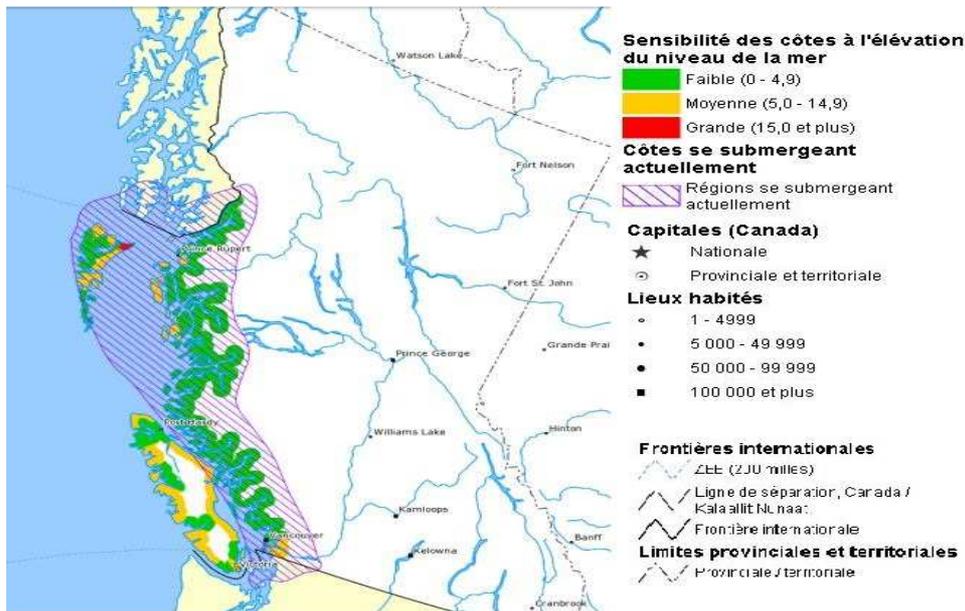


Figure 2.5 Sensibilité des côtes de Colombie-Britannique face à l'élévation du niveau de la mer (inspirée de : Ressources Naturelles Canada, 2009i)

L'évolution des températures et les modifications hydrologiques étant différentes, les projections sont variables. Le Canada Atlantique, qui a déjà connu une élévation du niveau de la mer de 30 cm depuis le 20^e siècle, pourrait la voir s'élever de 50 cm à 70 cm d'ici 2100 à l'est des Maritimes, tandis qu'on prévoit une élévation de la mer entre 30 et 60 cm sur les côtes de la Colombie-Britannique, dans l'est du Pacifique d'ici 2100 (Lemmen et autres, 2008 ; Hengeveld, 2000). Il existe donc des disparités interprovinces, mais aussi intraprovince.

Une partie de la côte Atlantique fait partie des régions les plus menacées par l'élévation du niveau de la mer. La figure 2.6 présente la sensibilité des côtes du Canada Atlantique face à l'élévation du niveau de la mer.

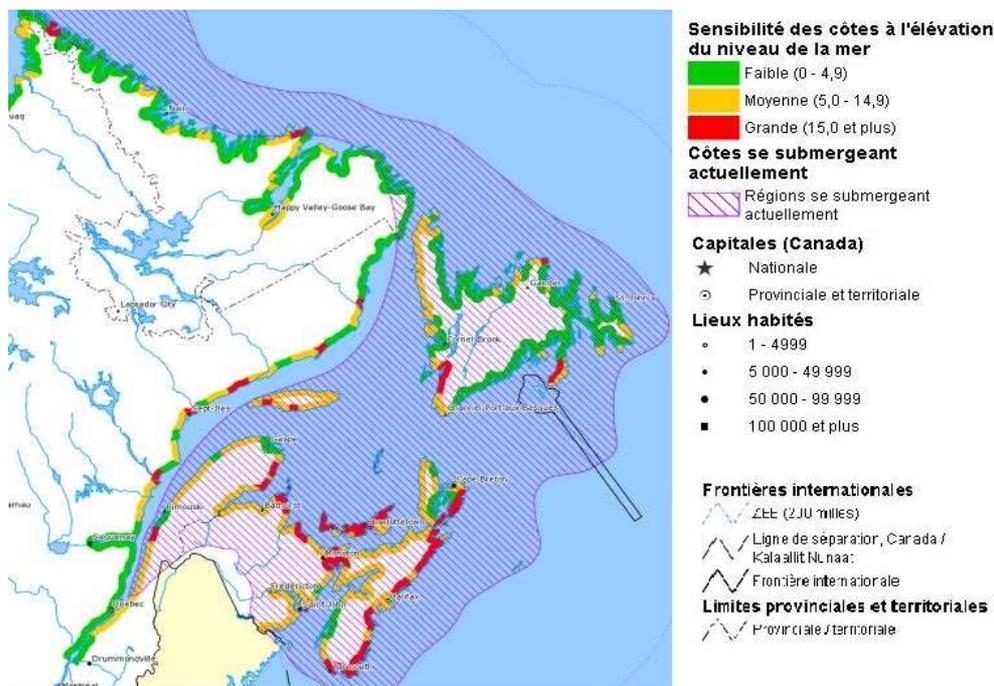


Figure 2.6 Sensibilité des côtes du Canada Atlantique face à l'élévation du niveau de la mer (inspirée de : Ressources Naturelles Canada, 2009i)

Une grande partie de la côte est du Nouveau-Brunswick possède une sensibilité élevée à l'augmentation du niveau de la mer tandis que la partie sud-sud-ouest possède une sensibilité faible ou moyenne (entre Saint John et Calmouth). De plus, l'Île-du-Prince-Édouard et la Nouvelle-Écosse sont les provinces de l'Atlantique les plus vulnérables à ce phénomène. En comparaison, la majeure partie de la côte est du Terre-Neuve-et-Labrador présente une sensibilité faible (Lemmen et autres, 2008). La figure 2.6 illustre les disparités interprovinciales et intraprovinciales qu'on retrouve au Canada Atlantique en ce qui concerne la vulnérabilité des côtes face à l'élévation du niveau de la mer.

Sur la côte est comme sur la côte ouest, une élévation trop importante du niveau de la mer peut représenter un risque pour les infrastructures côtières et les populations qui y vivent. Cette problématique sera davantage abordée dans le chapitre 3.

2.1.6 Acidification océanique

Une grande partie de l'énergie captée par les océans est constituée de dioxyde de carbone (CO_2) rejeté dans l'atmosphère et est majoritairement issue des activités anthropiques. L'acidification océanique consiste en la dissolution de CO_2 qui se combine ensuite aux molécules d'eau et produit de l'acide carbonique, qui est à l'origine de l'acidification de l'océan, et donc de l'abaissement de

son pH (Gouvernement du Canada, 2012b ; Institut Français de Recherche et d'Exploitation de la mer (IFREMER), s.d.).

Selon le GIEC, le pH de surface global moyen des océans est de 8,1 et aurait diminué de 0,1 depuis 250 ans. Or, si la tendance croissante d'émission de GES se poursuit, selon le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, « le pH océanique en 2050 sera plus bas qu'il ne l'a été depuis environ 20 millions d'années », ce qui aurait des conséquences dramatiques sur la viabilité des écosystèmes marins que nous connaissons aujourd'hui (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2010 ; GIEC, 2013a).

Avec la tendance mondiale à l'acidification des océans, les impacts vont être visibles à l'échelle régionale, mais leur degré va varier d'une région à l'autre. Le Canada est un bon exemple puisque la côte pacifique est plus sensible à l'acidification que la côte est : ses eaux peu profondes sont naturellement sous-saturées, ce qui signifie que les minéraux de carbonate (CaCO_3), tels que l'aragonite et la calcite, qui constituent les squelettes et coquilles d'un grand nombre d'espèces marines, a naturellement tendance à se dissoudre dans ce type d'eau, diminuant leur capacité à se former. L'abondance de CO_2 dissout dans l'eau amplifie ce phénomène, en entraînant une diminution du point sous lequel les squelettes et coquilles se dissolvent (nommé « profondeur de saturation par l'aragonite ») (National Oceanic and Atmospheric Administration, s.d. ; Okey et autres, 2012). Certains scénarios prévoient que « l'état de saturation des eaux de surface en aragonite et en calcite diminuera de 45% d'ici 2100 », ce qui pourrait signifier la disparition de nombreuses espèces calcifiantes dans le futur (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2010). Il en résultera des perturbations dans la chaîne alimentaire, mais aussi des pertes économiques pour les marchés qui reposent sur l'exploitation des mollusques.

L'acidification des océans risque d'entraîner aussi une réduction des taux de croissance et une hausse de la mortalité chez certaines espèces marines (Pêche et Océan Canada, 2012a). Ce phénomène risque donc de menacer de nombreuses espèces, dont beaucoup en surface, ou d'en faire migrer certaines qui fuiront les eaux trop acides (Okey et autres, 2012). De fortes perturbations de la chaîne trophique pourraient s'en suivre.

La côte Atlantique canadienne est aussi touchée par l'acidification des océans. Elle se manifeste notamment dans le plateau néo-écossais par une diminution de pH de 0,1 à 0,2 unité depuis les années 1930, et par une diminution du pH des eaux de fond du Golf du St-Laurent (de 170 à 335 mètres) de 0,2 à 0,3 unité, entre 1934 à 2007 (Pêches et Océans Canada, 2012a).

2.1.7 Augmentation des phénomènes extrêmes

Les phénomènes extrêmes sont caractérisés par la rareté de leur fréquence et de leur intensité (Hengeveld, 2000). Ces événements aux lourdes conséquences environnementales, économiques et sociales sont notamment les ondes de tempêtes, les cyclones (hivernal ou tropical), les phénomènes météorologiques violents ou encore les inondations (Lemmen et autres, 2008 ; Environnement Canada, 1997b). Ce type d'événement peut survenir naturellement. Cependant, la modification de la circulation de phénomènes hydrologique et atmosphérique et la fonte précipitée des glaces sont des facteurs qui expliquent en partie l'augmentation probable du nombre d'événements extrêmes. Globalement, on a constaté une augmentation mondiale du nombre de ces phénomènes, de leur fréquence et de leur sévérité (GIEC, 2013b ; Lemmen et autres, 2008).

Les phénomènes extrêmes tels que les ondes de tempête favorisent les risques d'érosion du littoral par les vagues et le vent, et d'inondation des infrastructures côtières (Environnement Canada 1997b). Certaines provinces sont davantage exposées aux tempêtes, dont le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse (Lemmen et autres, 2008). Le Nouveau-Brunswick a connu l'une des ondes de tempête les plus dévastatrices en 2000, qui s'est produite à marée haute et où le niveau d'eau des inondations a atteint jusqu'à 3 mètres (Daigle, 2012). La figure 2.7 présente des exemples des dégâts occasionnés par des ondes de tempête. La photo de gauche montre la route de Queensland Beach, en Nouvelle-Écosse, endommagée par une récente tempête (Davies, 2011). La photo de droite représente une tempête survenue le 6 décembre 2010 à Dalhousie au Nouveau-Brunswick. Lors de cet événement extrême, la Route 134 a été partiellement fermée et 20 maisons ont été évacuées (Taylor et autres, 2013).



Figure 2.7 Impacts d'ondes de tempête en Nouvelle-Écosse (gauche) et au Nouveau-Brunswick (droite) (tirée de : Davies, 2011, p. 8 ; Taylor et autres, 2013, p. 1).

Sur la côte ouest, la succession récente d'ondes de tempête, de sécheresses et de fortes précipitations a engendré de nombreux glissements de terrains et des inondations (Lemmen et autres, 2008). Ces problématiques sont devenues l'un des principaux enjeux auxquelles les municipalités côtières se préparent et mettent en place des moyens de réponse et d'adaptation.

La figure 2.8 illustre l'évolution de la quantité moyenne d'événements extrêmes survenus au sein des provinces côtières atlantique et pacifique entre 1948 et 2012. Bien que l'on constate d'importantes fluctuations d'année en année durant toute cette période, on observe à partir de 1999 une tendance à l'augmentation du nombre moyen d'événements extrêmes répertoriés par Sécurité publique Canada. Cette tendance est commune aux provinces de l'est et de l'ouest : toutes ont connu des alternances entre des années avec plusieurs événements extrêmes, et d'autres sans aucune catastrophe (Sécurité publique Canada, 2014). Cependant, ce graphique ne permet pas d'établir l'impact des changements climatiques sur l'évolution du nombre d'événements extrêmes survenant sur les côtes canadiennes. Le cycle d'apparition d'événements extrêmes reste très variable, passant de phases « d'activité » à des phases « sans activité ». Cependant, depuis une dizaine d'années, les événements extrêmes survenant dans une phase « d'activité » semblent être plus nombreux que par le passé. Autrement dit, lorsqu'un événement extrême survient, il sera probablement suivi de plusieurs autres lors d'une même période.

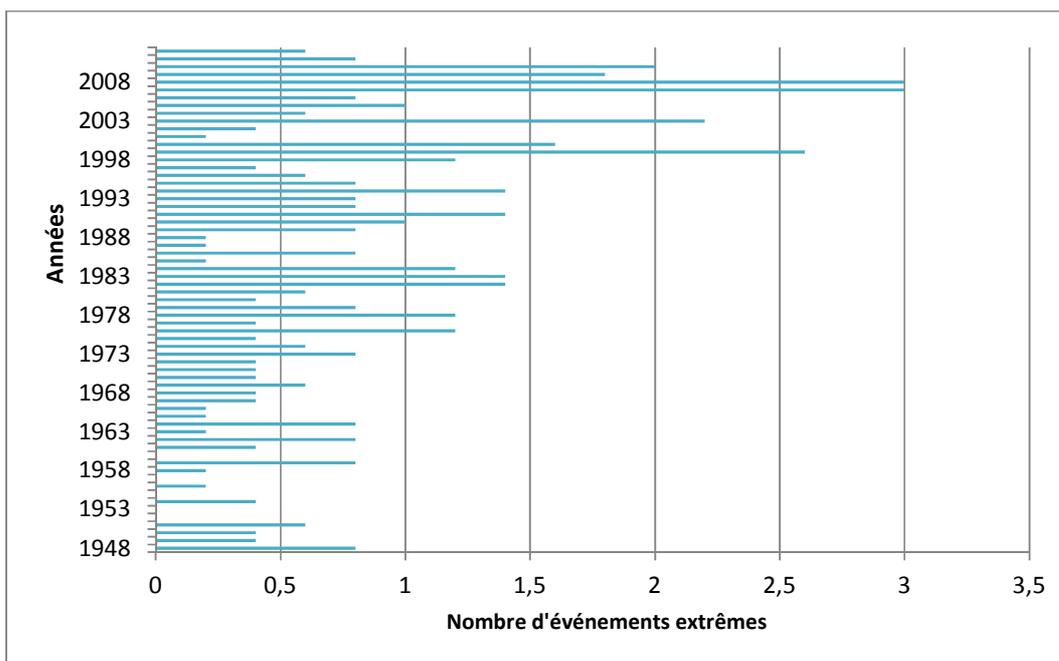


Figure 2.8 Moyenne du nombre d'événements extrêmes survenus en Colombie-Britannique et dans les provinces du Canada Atlantique entre 1948 et 2012 (inspirée de : Sécurité publique Canada, 2014).

Les critères suivants ont été retenus par Sécurité publique Canada pour déterminer dans quel cas un événement extrême peut être caractérisé comme tel : dix personnes ou plus ont été tuées, cent personnes ou plus ont été touchées, blessées, évacuées ou se sont trouvées sans logement, une demande d'aide a été effectuée à l'échelle nationale ou internationale, la catastrophe revêt une importance historique, les dommages ou l'interruption des processus normaux étaient tels que la

collectivité touchée n'a pu se rétablir seule. Les événements extrêmes pris en compte pour l'élaboration de ce graphique sont : les désastres naturels météorologique et hydrologique, les épisodes de chaleur, les épisodes de froid, les feux de forêt, les inondations, les ondes de tempête, les orages géomagnétiques, les orages et orages graves, les ouragans et orages tropicaux, les sécheresses, les tempêtes hivernales, les « tempêtes non précisées/autres », et les tornades (Sécurité publique Canada, 2014).

Bien que les GES issus des activités anthropiques participent en partie à l'apparition d'épisodes de canicule et d'intensification des précipitations dans l'hémisphère nord, il n'est pas certain que les changements climatiques aient induit tous les événements climatiques extrêmes récemment observés (GIEC, 2013a). Les événements extrêmes étant peu fréquents par nature, il est difficile d'évaluer leur évolution et d'en déterminer précisément la cause (McBean et Henstra, 2003). L'influence des changements climatiques sur les régimes climatiques naturels (tels que ENSO), n'a pas non plus été établie avec certitude.

À l'heure actuelle il n'est pas possible d'affirmer avec certitude que les changements climatiques induisent une tendance à la hausse de tous les événements extrêmes dans les provinces côtières canadiennes. La quantité restreinte de données collectées, à laquelle s'ajoute l'incertitude relative à l'influence des changements climatiques sur les phénomènes climatiques naturels récurrents tels que l'ENSO, le PDO et le NAO, augmentent le nombre de facteurs à prendre en compte pour déterminer un lien de causalité entre changements climatiques et augmentation d'événements extrêmes. Afin de réduire cette incertitude, il est donc nécessaire de collecter dès à présent un plus grand nombre de données relatives aux événements extrêmes, tout en développant la recherche sur la portée des impacts que pourraient avoir les changements climatiques sur certains phénomènes climatiques naturels.

2.1.8 Intrusion d'eau salée

L'intrusion d'eau salée est un impact cumulatif et indirect des changements climatiques. Il consiste en l'intrusion d'eau de mer dans les systèmes d'eaux souterraines côtiers, contaminant alors l'apport en eau douce des communautés locales (Département de l'Environnement, 2011b). Les cas d'intrusion d'eau salée risquent d'augmenter à cause de la diminution des précipitations qui diminuera alors la recharge (le remplissage naturel des aquifères par l'eau de pluie ou la neige), comme ce sera par exemple le cas en Colombie-Britannique en été. L'élévation du niveau de la mer sera aussi un facteur susceptible de favoriser ce phénomène, tel qu'illustré dans la figure 2.9 (Département de l'Environnement, 2011b). L'image (a) représente l'interface eau salée-eau douce

en condition normale, tandis que l'image (b) illustre un scénario d'élévation du niveau de la mer contaminant un puits d'eau douce côtier.

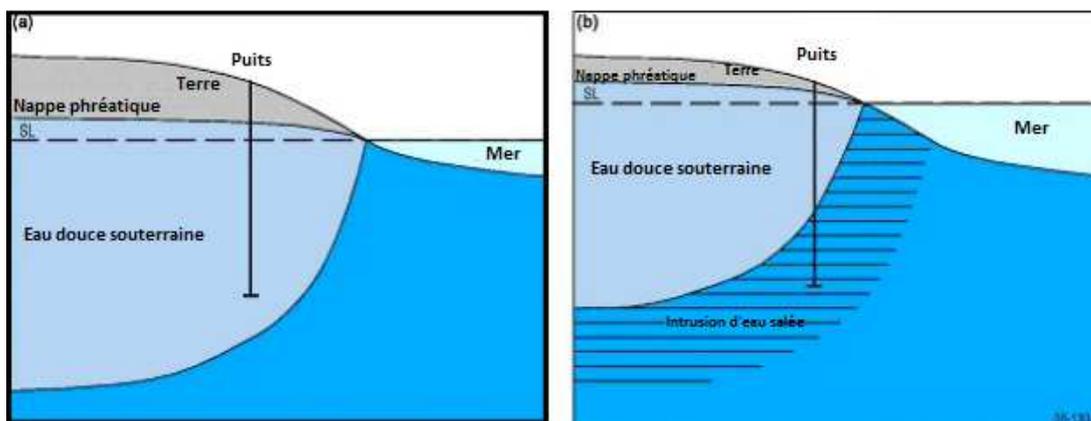


Figure 2.9 Intrusion d'eau salée causée par l'élévation du niveau de la mer (tirée de : Département de l'Environnement, 2011b, p.11).

D'autres impacts issus des changements climatiques pourraient favoriser la contamination des eaux souterraines. L'augmentation d'événements climatiques extrêmes pourrait engendrer d'importantes inondations d'eau salée dans les puits. L'aggravation de l'érosion des côtes est un autre impact pouvant réduire l'interface eau salée-eau douce, et donc contaminer les puits côtiers. (Département de l'Environnement, 2011b).

En plus des impacts des changements climatiques mentionnés précédemment, la surexploitation anthropique des eaux souterraines côtières ajoute un stress important à la disponibilité et à la qualité de l'eau douce. Les communautés locales dépendent de la viabilité des puits d'eau douce, dont elles consomment l'eau. Or, le pompage excessif des eaux souterraines peut aggraver l'intrusion d'eau salée, en la faisant remonter vers la surface dans des puits de pompage, ce qui pourrait alors contaminer les puits alentour (Département de l'Environnement, 2011b).

2.1.9 Érosion

L'érosion consiste en l'enlèvement physique de matériaux sédimentaires par les vagues et les courants (Leatherman, 2001) L'érosion est un phénomène indirect, aggravé par certains autres impacts des changements climatiques combinés aux effets des activités et de l'aménagement côtier anthropique. L'augmentation de l'utilisation du littoral pour la construction d'infrastructure, de résidences et du tourisme ajoute une pression supplémentaire sur les côtes canadiennes à celles exercées par les changements climatiques. Ces derniers entraînent l'érosion au travers de l'élévation du niveau des océans, de la réduction du couvert glaciaire ou encore de l'augmentation

d'événements météorologiques extrêmes (Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010 ; Burgiel et Muir, 2010 ; Lemmen et autres, 2008).

La totalité des régions côtières canadiennes est touchée par cette problématique, mais à des degrés de sévérité différents. La sévérité et la rapidité d'érosion des côtes dépendent des nombreux facteurs. Le premier est le type de côte, certains pouvant être plus vulnérables que d'autres en raison de leurs caractéristiques géomorphologiques. Les côtes canadiennes sont notamment constituées de plages de sable, de dunes, de plateformes rocheuses, d'estuaires et de lagons, de marais salants, etc. Le type de côtes le plus vulnérable étant les plages de sable, les milieux humides côtiers, les deltas et les petites îles (Leatherman, 2001). À titre d'exemple, le nord-est de l'Île-du-Prince-Édouard, l'est et l'ouest de Terre-Neuve ainsi que Haïda Gwaii en Colombie-Britannique, qui comportent des îles vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, partagent une caractéristique commune. Toutes ces provinces sont constituées de dunes sur leur littoral, ce qui les rend grandement vulnérables à l'érosion (Lemmen et autres, 2008). Le deuxième est leur niveau d'exposition à l'océan, aux vagues et aux tempêtes. Le troisième facteur est le type de sédiment ou de roche qui constitue la côte (Davies, 2011). Certains ont un degré de résistance différent des autres. Par exemple, les falaises de granite qu'on retrouve Terre-Neuve-et-Labrador, Nouvelle-Écosse sont résistante avec un taux d'érosion inférieur à 0,5 cm par an tandis que les falaises de lit calcaire mince qu'on retrouve notamment au Nouveau-Brunswick ou en Nouvelle-Écosse, sont modérément résistantes avec un rythme d'érosion allant de 0,5 cm à 5 cm par an. Les falaises ayant leurs roches de shale ou celles développées dans le till ou de shale comme on en trouve sur l'Île-du-Prince-Édouard sont les moins résistantes avec un rythme d'érosion supérieur à 5cm par an (Île-du-Prince-Édouard, 2011). Finalement, le dernier facteur d'érosion est l'action des phénomènes météorologiques et climatiques sur les côtes. Les côtes répondent différemment aux stress naturels qui les touchent, comme le ruissellement ou la gélifraction. De plus, l'élévation du niveau de la mer et des marées, ainsi que l'aggravation de phénomènes naturels extrêmes dont les tempêtes et la force des vagues sont d'autres éléments susceptibles de favoriser l'érosion (Davies, 2011; Catto, 2012). À titre d'exemple, le cas du Labrador est critique en raison de la fonte du pergélisol progressive dû au réchauffement climatique, qui aggravera les cas d'érosion dans les années à venir (Davies, 2011). La figure 2.10 illustre différents cas d'érosion des côtes atlantiques canadiennes.



Figure 2. 10 Exemple de cas d'érosion sur l'Île-du-Prince-Édouard (gauche) et au Nouveau-Brunswick (droite) (tirée de : R.J. Daigle Enviro, 2011, p. 22).

La photo de gauche représente un cas d'érosion des dunes de sable sur le littoral à West-Point, Île-du-Prince-Édouard, tandis que la photo de droite représente un cas d'érosion le long de la Route 350 à Caissie Cape, Nouveau-Brunswick (R.J. Daigle Enviro, 2011). Les deux cas ci-dessous sont loin d'être une exception à l'échelle du Canada. L'érosion, avec l'élévation du niveau de la mer, représentent des enjeux majeurs pour les communautés locales qui sont affectés directement par ces impacts issus des changements climatiques.

2.2 Impacts sur les systèmes biologiques

L'exploitation des ressources marines par la pêche, voire la surpêche, et le développement des activités et de l'aménagement des littoraux imposent un stress important sur les écosystèmes marins et côtiers depuis plusieurs décennies (Gouvernement du Canada, 2012a ; Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010). Or, les changements climatiques constituent un stress supplémentaire qui risque de précipiter la disparition d'espèces animales et végétales, terrestres et marines, ainsi que la dégradation de leur habitat. Selon le GIEC, la résilience des écosystèmes pourrait se voir diminuer par la combinaison des changements climatiques et de leurs impacts cumulatifs, tels que l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, l'érosion des côtes, etc. Leur survie dépend de plusieurs facteurs, dont l'équilibre biogéochimique des océans et des changements physiques et de circulation qu'ils subissent (GIEC, 2007b). Or, les changements climatiques modifient ces équilibres à un degré différent selon la région, les caractéristiques hydrologiques des eaux et les écosystèmes qui y vivent.

2.2.1 Perturbations sur la faune et la flore marine et côtière

Les écosystèmes marins et côtiers sont sensibles aux impacts des changements climatiques sur leur environnement. Les perturbations que la faune et la flore peuvent rencontrer sont un changement dans la distribution des espèces et dans leur phénologie (cycle de migration, d'hibernation, etc.) (Wilson et autres, 2007 ; Environnement Canada, 1997b). Ces changements d'habitude sont favorisés par des modifications des conditions climatiques saisonnières, comme

c'est par exemple le cas pour l'avancement et le réchauffement du printemps (Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010). La flore côtière peut être impactée par l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère et son réchauffement. L'assimilation du CO₂ se faisant différemment d'une espèce végétale à une autre, l'augmentation de celui-ci dans l'atmosphère pourrait alors avantager les espèces qui y répondent positivement, comme c'est le cas des plantes ayant une voie métabolique en C3 (assimilation du CO₂ par un composé à trois atomes de carbone). En ce qui a trait aux espèces végétales aquatiques, une quantité importante de CO₂ dissout dans l'eau peut favoriser le développement d'algues dans les estuaires, susceptibles de faire diminuer la quantité de lumière disponible pour les autres plantes aquatiques, mais aussi de réduire la quantité d'oxygène disponible pour les autres espèces animales ou végétales marines (Burkett et autres, 2008). Il peut en résulter la prolifération d'espèces envahissantes.

En ce qui concerne la faune aquatique, l'acidification et la modification de la température des océans représentent une menace pour leur survie et leur développement. Les changements de température de l'eau peuvent notamment affecter la croissance ou la reproduction de certaines espèces de poissons et rendre vulnérable la progéniture à une plus longue exposition aux prédateurs (Environnement Canada, 1997b). Certaines espèces sont donc avantagées ou plus aptes à s'adapter que d'autres. Le réchauffement, des eaux pourraient avantager des espèces du sud comme le thon tandis qu'elles désavantageraient le saumon du Pacifique (Environnement Canada, 2010b). Les plus vulnérables à l'acidification des océans sont les espèces à squelette ou carapace, qui seront fortement impactées par une forte diminution du pH et la baisse de disponibilité d'ion carbonate (Campbell et Simms, 2009). La calcification causée par l'augmentation de l'acidité de l'eau concernera notamment les coraux d'eau froide, les mollusques, les crustacés, le phytoplancton et le zooplancton. Les poissons se nourrissent de ce dernier, ce qui les rend à leur tour vulnérables (Pêche et Océan Canada, 2012a ; Gouvernement du Canada, 2012b). S'en suit donc une accumulation d'impacts sur le réseau trophique, allant jusqu'à toucher les activités et la consommation humaine. Cette réaction en chaîne crée des impacts socio-économiques dans les domaines de la pêche et de l'aquaculture, qui seront développés dans le Chapitre 3. La distribution des espèces et leur capacité d'adaptation aux changements futurs demeurent des enjeux importants pour la préservation de la biodiversité.

Les changements climatiques pourraient engendrer une importante perte de biodiversité. De 15% à 40% des espèces pourraient être menacées d'extinction lorsque la terre atteindra un réchauffement global de 2°C (Stern, 2007). Les espèces côtières comme les espèces marines seront touchées. Le réchauffement des océans s'avère nocif pour la biodiversité et l'habitat des espèces aquatiques en eau profonde. Il est à l'origine des « zones mortes » ou « hypoxie ». L'hypoxie consiste en la présence insuffisante d'oxygène dissout pour permettre la vie sous-marine. Le réchauffement de

l'eau participe à l'apparition de « zones mortes », car plus l'eau est chaude, moins il y a d'oxygène disponible (Pêches et Océans Canada, 2012a). Cependant, des incertitudes demeurent quant à la nature et l'étendue des impacts négatifs qui toucheront les différentes espèces (Commission Européenne, 2013).

À l'échelle régionale, le plateau continental de la côte pacifique (qui s'étend de 12 à 200 milles marins) ainsi que les eaux « subsuperficielles » à l'ouest de l'île de Vancouver connaissent à la fin de l'été de graves périodes d'hypoxie. Par ailleurs, il y a eu en 2006 et en 2009 une chute record du taux de saturation en oxygène à 10 %, mesuré au large du sud-ouest de l'île. Aussi, les détroits de la Reine Charlotte et d'Hécate abritent une grande quantité de ressources halieutiques en eau profonde, qui pourrait être amenée à disparaître à cause de la progression du réchauffement climatique. Dans la côte est du Canada, le plateau néo-écossais et notamment le bassin Émeraude, sont les principaux touchés par la diminution de la quantité d'oxygène dissout dans les eaux profondes. (Pêches et Océans Canada, 2012a). Une diminution drastique des stocks de poissons et d'autres espèces aquatiques pourrait être dommageable pour les économies côtières de l'est et de l'ouest du Canada, qui reposent en partie sur l'exploitation de ces ressources.

Les espèces envahissantes représentent un autre danger pour la biodiversité au niveau local et régional. Leur prolifération est un phénomène susceptible d'être aggravé par les fortes variations climatiques, de concentration de CO₂ dans l'atmosphère ou dans la mer. Le déplacement de ce type d'espèce pourrait aussi devenir plus fréquent avec l'augmentation de phénomènes climatiques extrêmes tels que les inondations ou les tempêtes (Burgiel et Muir, 2010).

2.2.2 Perte d'habitat et dégradation de milieux naturels marins et côtiers

Les changements climatiques peuvent engendrer la détérioration de la qualité de l'eau et de milieux naturels, voire même leur destruction. Les régions côtières détiennent une grande richesse de milieux naturels côtiers. Les milieux humides côtiers ainsi que les forêts côtières font partie de ces milieux vulnérables aux changements climatiques et aux activités humaines, mais qui offrent pourtant une grande diversité de services écologiques aux communautés côtières.

Les changements climatiques peuvent altérer la qualité de source d'eau claire de plusieurs manières. Le réchauffement de l'eau peut engendrer la prolifération d'algues qui pourraient diminuer la qualité de l'eau comme mentionnée dans la sous-section 2.2.2. De plus, l'augmentation de l'intensité des tempêtes est un autre élément perturbateur, pouvant faire pénétrer des matières organiques dans le développement des plantes, des animaux et des espèces benthiques, mais aussi en perturbant les niveaux d'oxygène et de salinité dans les milieux d'eau douce (Linham et Nicholls, 2010). La diminution des ressources en eau induite par le changement des températures

ou des régimes hydrologiques peut aussi avoir des impacts sur la viabilité des écosystèmes et les milieux naturels.

Les milieux humides constituent un autre type de milieu naturel pouvant être impacté par les changements climatiques. Les milieux humides comprennent les tourbières, les marais, les marécages et les étangs et constitue 14% de la superficie du Canada (Environnement Canada, 2010a). Parmi les milieux humides reconnus par la liste Ramsar comme étant d'importance nationale et internationale, il en existe neuf présents sur les côtes canadiennes. Trois sont au Nouveau-Brunswick, trois en Nouvelle-Écosse, un en Colombie-Britannique, un au Terre-Neuve-et-Labrador et un sur l'Île-du-Prince-Édouard (Ramsar, 2014). On estime que 80% des milieux humides du Bassin Fraser en Colombie-Britannique et 65% des marais côtiers du Canada Atlantique ont disparu (Conseil nord-américain de conservation des terres humides, 2003 ; Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010). Parmi les nombreux services écosystémiques qu'ils rendent, les milieux humides côtiers régulent le climat (gaz à effets de serre, température, précipitation, etc.), permettent la régulation biologique (résistance aux espèces envahissantes, préservation de la diversité biologique, etc.), protègent de l'érosion des côtes par la rétention des sols et la stabilisation des sédiments, et protègent des désastres naturels en contrôlant les crues, les inondations et les effets des tempêtes (Millenium Ecosystem Assessment (MA), 2005 ; The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), 2013). Les milieux humides abritent une grande biodiversité terrestre et aquatique et servent de barrière de protection contre les événements climatiques et océaniques extrêmes (Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010). Cependant, l'augmentation de la sévérité et de la fréquence de tempêtes, de la hauteur des vagues et de l'élévation du niveau de la mer causés par les changements climatiques fragilisent ces milieux naturels et leur capacité à absorber les chocs et à protéger la côte. À ces stress importants s'ajoutent ceux issus du développement d'activités anthropiques, notamment résidentielles, industrielles ou touristiques (Hall et autres, 1998 ; Leatherman, 2001).

Les forêts côtières constituent aussi des milieux naturels offrant une gamme de services écosystémiques bénéfiques aux communautés côtières, dont la séquestration du carbone, la protection contre les événements climatiques extrêmes et contre l'érosion (TEEB, 2009). Au Canada, bien que toutes les provinces côtières comportent des forêts sur leur côte, la Colombie-Britannique a la particularité d'être constituée de la forêt pluviale tempérée du Grand Ours qui s'étend sur plus de 64 000 km², le long de la côte centre et nord pacifique (Coast Forest Conservation Initiative, 2013).

Les forêts côtières sont vulnérables à l'aggravation de la sévérité des tempêtes qui pourrait occasionner le bris des arbres, des chablis et causer des glissements de terrain. L'élévation du niveau de la mer, l'augmentation du niveau des marées et du nombre d'inondation risquent de favoriser l'érosion, l'intrusion d'eau salée et la diminution de la disponibilité d'eau douce, ce qui entraînerait la destruction de nombreuses espèces arboricoles. L'interaction de ces phénomènes peut ainsi engendrer des modifications topographiques en causant davantage d'érosion et de sédimentation. (Williams et autres, 2003 ; Williamson et autres, 2009). L'augmentation des températures estivales couplée à la diminution des précipitations estivales et à l'augmentation des événements climatiques extrêmes pourrait favoriser des périodes de sécheresse et accroître les risques de feu de forêt, principalement en Colombie-Britannique. Les écosystèmes terrestres seraient alors gravement touchés (Ministère de l'Environnement, 2007 ; Williamson et autres, 2009). À l'horizon de 2100, on anticipe une augmentation modérée de la taille des zones touchées par les incendies en raison des changements climatiques dans les forêts mixtes du Canada Atlantique tandis qu'on prévoit une augmentation élevée dans les forêts du Canada Pacifique (Lemprière et autres, 2008).

Les forêts et les milieux humides côtiers constituent des « zones tampons » pour la côte. Cependant, leur surexposition aux phénomènes extrêmes amplifiés par les changements climatiques les rend vulnérables. Il s'agit d'une réaction en chaîne, où les impacts des changements climatiques vont détériorer ces barrières protectrices naturelles, ce qui va exposer davantage les côtes et les communautés qui y vivent aux impacts des changements climatiques, qui le sont déjà grandement. Finalement, ce sont donc les services écosystémiques de ces milieux qui pourraient être dégradés ou supprimés (Briner et autres, 2013). La protection de ces milieux est donc indispensable dans un contexte où les changements climatiques vont continuer d'aggraver certains phénomènes destructeurs pour l'environnement, mais aussi les communautés côtières.

3 IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'intégrité des sociétés humaines dépend de certaines conditions environnementales. Or, celles-ci risquent d'être dégradées progressivement par les changements climatiques et d'entraîner des stress importants sur les systèmes sociaux et économiques (Scheffran, 2011). Les zones côtières sont des emplacements stratégiques pour le développement social et économique. L'ouverture au monde par l'océan et l'accès direct aux ressources marines représentent des atouts commerciaux et économiques dont résulte l'augmentation d'habitants et d'infrastructures côtières. Ce développement croissant le long des côtes implique divers stress sur les écosystèmes côtiers et les ressources qu'on y trouve (Leatherman, 2001). À ces perturbations anthropiques s'ajoute la forte exposition des communautés côtières aux phénomènes naturels extrêmes, notamment ceux relatifs à la mer. Les communautés côtières sont donc économiquement et socialement vulnérables aux phénomènes engendrés ou aggravés par les changements climatiques. Cependant, leur vulnérabilité et leur exposition varient d'une région et d'une communauté côtière à l'autre (Dolan et Walker, 2006). Ce chapitre présente les impacts sociaux puis les impacts économiques issus des changements climatiques. Ils y sont présentés de façon générale, car toutes les provinces côtières canadiennes risquent de rencontrer ces impacts au cours du siècle, mais selon un degré et sur une période différente.

3.1 Impacts sociaux des changements climatiques

Les changements climatiques entraînent de nombreux impacts environnementaux risquant de se répercuter prochainement sur les systèmes sociaux des communautés côtières. Le GIEC considère que les impacts sociaux des changements climatiques seront exacerbés par la pression humaine croissante induite par l'augmentation des populations et de leurs usages sur les côtes (GIEC, 2007b). Mais les changements climatiques restent d'importants vecteurs d'insécurité et de problématiques touchant tous les pans de la société. Les impacts sociaux présentés sont relatifs à la santé et la sécurité, aux infrastructures, ainsi qu'à la culture et au bien-être des communautés côtières.

3.1.1 Santé et sécurité

Les changements climatiques peuvent nuire à la santé humaine à travers plusieurs impacts environnementaux. Ils peuvent avoir des conséquences directes ou indirectes sur l'être humain (Santé Canada, 2004). Parmi les conséquences directes, il y a les problèmes de santé, tels que des coups de chaleur, la déshydratation ou des difficultés cardiovasculaires. Ceux-ci pourraient s'avérer plus fréquents avec l'augmentation des températures saisonnières. Le réchauffement climatique et les vagues de chaleur peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de l'air et

engendrer de maladies respiratoires liées à la pollution de l'air croissante des zones urbaines (Santé Canada, 2004). L'ozone et les particules fines représentent des problématiques urbaines mondiales, dont la gravité varie régionalement (Commission des communautés européennes, 2009). À Vancouver notamment, les épisodes de smog sont déjà récurrents (Ministry of water, land and air protection (MWLAP), 2002). Les événements climatiques et océaniques extrêmes sont aussi à l'origine de conséquences directes sur la santé, voire sur la vie humaine. Les inondations et les canicules sont généralement la cause d'un plus grand nombre de décès, bien que les autres types d'événements extrêmes puissent être aussi dangereux pour la population (Institut national de santé publique, 2010b). En juillet 2009 dans la région de Vancouver et du Fraser, la température est montée jusqu'à 34°C, faisant plus d'une centaine de décès liés à cet épisode de chaleur intense (Sécurité Publique, 2014). Les feux de forêts sont aussi des événements extrêmes qui mettent directement en danger la vie des populations à proximité. Ce type d'événement dramatique pourrait s'avérer plus fréquent au fil des décennies et s'aggraver, en raison de l'augmentation démographique des régions côtières.

Les changements climatiques peuvent avoir des impacts indirects sur la santé et la sécurité. Ils peuvent être à l'origine du développement de certaines maladies : l'augmentation des températures peut exacerber l'apparition ou la prolifération de certains virus ou bactéries pathogènes et notamment ceux associés à la nourriture, comme c'est le cas pour la salmonelle (Lake et autres, 2012). De plus, les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les ondes de tempêtes et leurs impacts secondaires ou encore de fortes précipitations, peuvent être à l'origine de maladies hydriques « dues à la mobilisation de pathogènes ou à une vaste contamination de l'eau à la suite d'un débordement des égouts » (Commission des communautés européennes, 2009, p 7). Les changements climatiques peuvent affecter de diverses manières l'accès aux ressources naturelles des communautés côtières. Certaines communautés dépendent de la pérennité des milieux côtiers et de leur source d'approvisionnement en eau. Or, plusieurs problématiques sanitaires liées à l'eau peuvent apparaître. La diminution du débit d'eau en été, causée par la fonte précoce des glaces au printemps, peut entraîner une contamination bactérienne ou chimique de l'eau. L'augmentation des températures et des vagues de chaleur peut faire augmenter la demande en eau des communautés côtières et des écosystèmes, surtout si elles apparaissent lors de saisons naturellement plus sèches. Cela ajoute un stress supplémentaire à des aquifères parfois déjà surexploités. La Colombie-Britannique tente depuis plusieurs années d'anticiper une gestion efficace de ses eaux souterraines et de surfaces, mais avec difficulté (Lemmen et autres, 2008). Des problématiques par rapport à l'approvisionnement en nourriture et à sa qualité peuvent survenir après la perte conséquente de terres cultivables ou la diminution de la productivité des stocks et de la qualité des poissons (GIEC, 2007a). Finalement, les événements climatiques et océaniques extrêmes peuvent

aussi menacer indirectement la sécurité des communautés côtières : les dégâts directs faits aux infrastructures ou à la suite de ces événements peuvent causer des blessures ou la mort, en plus de l'événement lui-même (Institut national de santé publique, 2010b). En plus de dommages physiques, il résulte de ces événements extrêmes des dommages psychosociaux, dont la détresse psychologique vécue par les victimes après l'accident (Institut national de santé publique, 2010b). Cependant, la littérature scientifique reste mince quant à cette problématique.

Les plus vulnérables sont les enfants dont le métabolisme est encore en développement et les personnes âgées dont les conditions physiques sont généralement plus fragiles (Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2009). Cependant, plus les individus se rapprochent des côtes, plus ils demeurent exposés à certains impacts, comme l'élévation du niveau de la mer et les événements climatiques et océaniques extrêmes, pouvant alors représenter des risques pour toute une communauté.

3.1.2 Infrastructures et transport

Le terme « infrastructure » englobe les installations relatives aux transports, aux habitations résidentielles et à tout autre type de construction humaine ayant une utilité et se trouvant proche de la côte. Les principales menaces qui planent sur les infrastructures côtières sont les événements climatiques extrêmes, l'érosion des côtes et l'élévation du niveau de la mer aussi bien à l'est qu'à l'ouest (Lemmen, 2007). Le fort développement urbain proche des côtes ne fait qu'augmenter la vulnérabilité des communautés côtières à ces phénomènes. Les barrières côtières contre les intempéries, les puits d'eau potable, les habitations, les bâtiments privés et les routes sont autant d'infrastructures sujettes à une détérioration potentielle provoquée par les changements climatiques (GIEC, 2007b). Rien qu'en Colombie-Britannique, les coûts liés aux dégâts engendrés par les feux de forêts, les inondations et les tempêtes répertoriées entre 1950 et 2012 par Sécurité Publique Canada s'élèvent à un coût approximatif de 960 740 907 \$ (Sécurité Publique Canada, 2014). Comme les infrastructures, le transport représente un élément essentiel pour le tourisme, le commerce et le développement urbain des communautés côtières. Ce secteur est particulièrement sensible aux fluctuations entre les extrêmes de température, aux cycles de réduction de la glace, à l'élévation du niveau de la mer et aux événements climatiques extrêmes la fonte des glaces peut être bénéfique au transport maritime en offrant de nouvelles voies d'accès plus tôt dans l'année, elle peut être négative en rendant dangereuses les conditions de transport. Au niveau terrestre, des événements climatiques extrêmes ont déjà causé de nombreux dégâts matériels aux routes et des voies ferrées construites trop proche des côtes (Lemmen et autres, 2008 ; R.J. Daigle Enviro, 2011). Des coûts faramineux y sont associés tandis que davantage de dépenses sont à prévoir pour couvrir des réparations, l'aménagement de barrières côtières supplémentaires ou le

déplacement de routes. Toutes ces mesures ont déjà été appliquées dans les provinces côtières canadiennes et notamment en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, qui ont connu plusieurs ondes de tempêtes destructrices au cours des deux dernières décennies (Gouvernement de Nouvelle-Écosse, 2005 ; Lemmen et autres, 2008).

3.1.3 Culture et bien-être

Les milieux naturels côtiers comme les forêts et les plages ont une valeur esthétique, culturelle et patrimoniale (Lemprière, 2008). Ils font partie intégrante de l'identité de chaque province côtière et leur dégradation pourrait porter atteinte au bien-être des communautés qui en jouissent actuellement. Le bien-être représente ici la possibilité de disposer librement d'un bien individuel ou collectif. Ce terme englobe donc la possession de propriétés personnelles telles qu'une maison en bord de mer, ou encore la possibilité d'effectuer des activités récréatives grâce à un bien collectif tel qu'une plage aménagée. Le bien-être des communautés côtières peut être remis en question par l'augmentation des événements climatiques extrêmes ou l'érosion des côtes qui peuvent dans certains cas dramatiques, les isoler complètement. En effet, les évacuations répétées lors de catastrophes naturelles peuvent empêcher les habitants de profiter sereinement de leur habitation, voire même faire diminuer considérablement la valeur de leur bien immobilier s'il le territoire devient une « zone à risque » (Lemprière, 2008). Les événements extrêmes peuvent grandement détériorer les accès à certaines communautés isolées du reste de la région à travers des infrastructures détruites (communication téléphonique, électricité, routes, etc.), ce qui prive temporairement une partie de la population de disposer de ces biens collectifs (Lemmen et autres, 2008). À titre d'exemple, entre 2000 et 2010, les provinces du Canada Atlantique ont connu plusieurs événements extrêmes qui ont résulté en d'importants cas d'érosion des côtes, de dégradation de routes, et des plages (R.J. Daigle Enviro, 2011). Un autre impact des changements climatiques sur le bien-être des communautés côtières est que les activités récréatives liées au bord de mer pourraient diminuer ou disparaître en cas d'élévation du niveau de la mer (Gouvernement de Nouvelle-Écosse, 2005).

3.2 Impacts économiques des changements climatiques

Les changements climatiques auront une incidence sur les fluctuations des marchés mondiaux des ressources naturelles. Bien que les industries risquent d'en subir les conséquences au cours du siècle, les premières touchées seront les localités dont les sources de revenus principales reposent généralement sur des secteurs d'activités liés à l'exploitation des ressources naturelles tels que la pêche ou le tourisme (Williamson et autres, 2009). On peut considérer que les changements climatiques peuvent engendrer des impacts économiques « positifs » en créant des situations

avantageuses telles que l'augmentation de la productivité agricole d'un produit particulier ou la diminution des dépenses associées à l'énergie comme le chauffage grâce au réchauffement climatique (Burton et Schipper, 2009). Cependant, ces effets positifs sont moindres face aux impacts négatifs prévus dans le futur. D'importantes pertes économiques restent à prévoir dans différents secteurs si aucune mesure d'adaptation n'est prise. Cette sous-section présente les impacts économiques engendrés sur les principaux secteurs d'activité des provinces côtières canadiennes : l'agriculture et la foresterie, la pêche et l'aquaculture ainsi que le tourisme.

3.2.1 Agriculture et foresterie

Selon le GIEC, les changements climatiques auront des impacts significatifs sur l'agriculture et dans une moindre mesure, sur la foresterie (GIEC, 2007a). Le secteur agricole et agroalimentaire a une place importante dans l'économie canadienne, car il se place au troisième rang en termes de contribution au produit intérieur brut (PIB) du Canada (Financement agricole Canada, 2013). Les terres cultivées occupent 4% du territoire de l'écozone maritime des Provinces des Maritimes, 0,1% de l'écozone boréale du Terre-Neuve-et-Labrador et 0,4% de l'écozone maritime du Pacifique (McConkey et autres, 2010). L'agriculture est sensible à l'évolution des conditions climatiques. Les fluctuations extrêmes de température et de précipitation pourraient avantager certains types de culture, tandis qu'elles provoqueraient des effets négatifs pour d'autres (GIEC, 2007a ; Lemmen et autres, 2008). Le rallongement des saisons pourrait avantager certaines cultures plus lentes à se développer et l'augmentation des températures pourrait par exemple bénéficier aux arbres fruitiers, au maïs et au soja. En contrepartie, des conditions météorologiques défavorables ou l'apparition de stress hydrique sont des facteurs influant négativement sur l'agriculture (Bélanger, 2003 ; Lemmen et autres, 2008). Les conséquences à moyen et long termes pourraient être une diminution des rendements et de la qualité des récoltes. À cela s'ajoute l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes qui occasionneraient de nombreuses pertes matérielles et monétaires directes, comme la dégradation des terres cultivables. Elles pourraient aussi être indirectes, par exemple, une diminution des recettes engendrée par la perte d'une partie des terres. Pour ce qui est de l'élevage, le réchauffement climatique pourrait faire augmenter les frais associés à la consommation d'énergie pour exploiter le bétail dans de bonnes conditions, que ce soit le réchauffer lors des hivers plus rudes, le rafraichir lors des étés plus chauds, ou encore l'approvisionner en eau lors de périodes de stress hydrique (Lemmen et autres, 2008).

Les forêts côtières seront affectées de plusieurs manières par les changements climatiques. L'exposition aux ondes de tempête, l'intrusion d'eau salée, la réduction des précipitations ou encore le réchauffement climatique pourraient engendrer des effets négatifs importants (GIEC, 2007a). Les incendies causés par des sécheresses plus intenses et fréquentes ou encore la prolifération

d'espèces ravageuses et de maladies n'en sont que des exemples (Environnement Canada, 2010b). Les provinces côtières du Canada, et particulièrement la Colombie-Britannique, détiennent un pan de leur économie basé sur la foresterie. Les changements climatiques pourraient rendre difficile l'approvisionnement en bois, ce qui se répercuterait négativement sur l'industrie forestière canadienne en termes de coûts et de quantité de ressource ligneuse exploitable. La productivité variera régionalement, mais aussi internationalement. D'importantes fluctuations des marchés mondiaux du bois sont à prévoir au cours du siècle et joueront en la défaveur de l'économie canadienne et des communautés locales dépendantes de ce secteur d'activité (Lemprière et autres, 2008 ; Williamson et autres, 2009). Dans un contexte où aucune stratégie d'adaptation ne serait déployée, les scénarios les plus pessimistes comme les plus optimistes prévoient des impacts économiques négatifs se concrétisant en Colombie-Britannique et au Canada Atlantique par des variations négatives du PIB d'ici 2100 (Ochuodho et autres, 2012).

3.2.2 Pêche et aquaculture

La pêche et l'aquaculture constituent un secteur important de l'économie pour le Canada et pour les communautés côtières de l'est et de l'ouest, après la foresterie et l'agriculture. La plupart des exportations concernent les fruits de mer et le saumon (Lemmen et autres, 2008). L'aquaculture est notamment en pleine expansion au Canada. En Colombie-Britannique et au Canada Atlantique, la valeur annuelle de leur production aquacole respective, poisson et mollusques confondus, atteignait plus de 533 millions de dollars et plus de 344 millions de dollars en 2010 et 2009 (Atlantic Canada Opportunities Agency, 2013 ; Pêches et Océans Canada, 2011).

Tout comme l'agriculture, la pêche et l'aquaculture pourraient tirer certains bénéfices des changements climatiques. Cependant, de nombreux effets négatifs accompagnent ces changements. Par exemple, l'aquaculture pourrait profiter d'une plus longue saison grâce à la hausse de la température moyenne annuelle (Environnement Canada, 2010b). En contrepartie, le réchauffement de l'eau combiné à la fonte des glaces pourrait entraîner une modification de la circulation de l'eau, poussant certaines espèces à se déplacer vers le nord, espèces « utiles » ou espèces envahissantes confondues (Lemmen et autres, 2008). Les effets négatifs potentiels sont encore nombreux. D'une part, la viabilité, la disponibilité et la qualité de certains stocks de poissons et de crustacés pourraient se dégrader en raison de la modification de la salinité et de l'acidité de l'eau, du réchauffement de l'eau, de la perte d'habitat ou encore du déplacement de sédiment engendrés par l'érosion (Gouvernement de Nouvelle-Écosse, 2005 ; GIEC, 1996). La prolifération d'espèces envahissantes porte aussi atteinte aux activités de pêches et d'aquacultures sur les côtes canadiennes. À titre d'exemple, le crabe vert représente une grande menace tant pour la côte est que la côte ouest car il consomme de nombreuses espèces de mollusques indigènes exploités

commerciallement par les provinces, dont les huîtres les moules (Pêches et Océans, 2014). D'autre part, l'augmentation de la fréquence d'événements climatiques extrêmes pourrait perturber le déroulement normal des activités de pêche et d'aquaculture.

De toutes ces perturbations, il résulterait des pertes économiques pour les industries et les recettes à l'échelle du Canada, mais entrainerait aussi des pertes économiques et matérielles pour les travailleurs locaux. Une partie de la population côtière dépend directement de l'exploitation des ressources marines et aquacoles, que ce soit parce qu'ils ont un emploi dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture, que ce soit, pour favoriser le tourisme ou que ce soit pour la consommation personnelle. À terme, cela aurait alors une incidence sociale et économique importante sur la viabilité de certaines communautés côtières.

3.2.3 Tourisme

Le tourisme est un autre secteur important pour les provinces côtières du Canada, et particulièrement pour l'Île-du-Prince-Édouard (Lemmen et autres, 2008). Les changements climatiques pourraient avoir des avantages pour l'industrie touristique balnéaire qui tirerait profit de saisons estivales plus chaudes et plus longues (Lemprière et autres, 2008). En revanche, l'érosion des plages pourrait diminuer l'attrait touristique de certaines régions et porter atteinte aux aménagements faits en de bord de mer (Leatherman, 2001). De plus, l'évolution des modèles de précipitations et des températures, tout comme l'érosion côtière, peuvent aussi constituer un facteur discriminant pour le choix d'une destination touristique (GIEC, 2007b). Tous les secteurs touristiques ne seront pas touchés de la même manière. Certaines activités telles que les croisières pourraient devenir plus populaires puisqu'elles ne sont pas touchées par certaines problématiques telles que l'érosion des côtes, tandis que d'autres activités telles que le « Iceberg viewing » au Terre-Neuve-et-Labrador pourraient totalement disparaître d'ici la fin du siècle en raison de la fonte rapide des glaces (GIEC, 2007b ; Lemmen et autres, 2008). L'industrie devra donc devoir s'adapter aux nouvelles attentes des touristes et aux nouveaux contextes environnementaux. De plus, l'industrie touristique des provinces côtières dépend en grande partie de la mer et devra donc faire face à l'augmentation des événements climatiques et océaniques extrêmes, dont résulteront probablement de nombreux dégâts sur les infrastructures balnéaires (Lemmen et autres, 2008).

Le tableau 3.1 récapitule les impacts liés aux changements climatiques et les secteurs socio-économiques sur lesquels ils ont une incidence. Une incidence peut être forte, faible ou négligeable.

Tableau 3.1 Sommaire des impacts liés aux changements climatiques sur les secteurs socio-économiques dans les zones côtières (traduit de GIEC, 2007b, p. 331)

Secteur socio-économique côtier	Impacts liés aux changements climatiques						
	Hausse des températures (air et eau de surface)	Événements extrêmes (tempêtes et vagues)	Inondation (niveau de mer, ruissellement)	Élévation du niveau de la mer	Érosion (niveau de la mer, tempêtes, vagues)	Intrusion d'eau salée (niveau de mer, ruissellement)	Effets biologiques (tout facteur climatique)
Ressource d'eau douce	X	X	X	X	-	X	x
Agriculture et foresterie	X	X	X	X	-	X	x
Pêches et aquaculture	X	X	x	-	x	X	X
Santé	X	X	X	x	-	X	X
Récréation et tourisme	X	X	x	-	X	-	X
Biodiversité	X	X	X	X	X	X	X
Installation, Infrastructures	X	X	X	X	X	X	-

X = fort ; x = faible ; - = négligeable ou non établi

Chaque secteur socio-économique est touché par plusieurs impacts liés aux changements climatiques. Davantage de recherches doivent être entreprises afin d'anticiper plus précisément les impacts directs et indirects des changements climatiques sur les secteurs économiques liés à l'exploitation des ressources naturelles, qui représentent les principaux secteurs d'activités des provinces côtières. Il en est de même pour l'estimation des coûts et des pertes matérielles qui risquent de toucher toutes les provinces côtières dans le futur. À la lumière des impacts potentiels environnementaux, économiques et sociaux des changements climatiques, il semble clair que les coûts d'adaptation nécessaires aux communautés côtières vulnérables pourraient s'avérer largement inférieurs aux coûts de l'inaction (GIEC, 2007b).

4 STRATÉGIES D'ADAPTATION

L'adaptation aux changements climatiques « réfère tant au processus conduisant vers l'adaptation qu'aux stratégies et actions qui en résultent » (Ouranos, s.d.b.). L'adaptation se fait dans le cadre d'une gouvernance multi-niveau (Bauer et Steurer, 2014 ; Biesbroek et autres, 2010). Pour que l'adaptation se fasse efficacement, tous les niveaux de gouvernance doivent intégrer des stratégies d'adaptation à travers différents secteurs et échelles, et ce, de façon coordonnée (Biesbroek et autres, 2010). L'adaptation est un processus en plusieurs étapes, dont la planification et l'implantation de mesures concrètes sont des étapes importantes. Or, les disparités qui existent dans la mobilisation, dans les ressources financières et techniques disponibles ainsi que dans les choix de priorités d'adaptation influent fortement sur les modes de planification et d'implantation employés respectivement par les différentes instances gouvernementales et administratives pour s'adapter. Les trois paliers gouvernementaux (fédéral, provincial et municipal) ont leur rôle respectif, partagent certains objectifs et opèrent selon différentes stratégies d'adaptation en fonction de leurs compétences propres. Ce chapitre vise donc à établir la stratégie d'adaptation du gouvernement fédéral, des provinces côtières, et du milieu municipal côtier grâce à l'analyse de leur rôle, de leurs objectifs et des moyens choisis respectivement pour permettre l'adaptation aux changements climatiques à leur échelle.

4.1 La stratégie

L'expression « stratégie d'adaptation » est souvent mentionnée dans la littérature sur l'adaptation, mais son sens diffère en fonction du contexte et de l'échelle dans lesquels elle est utilisée. Elle a trois significations principales. Premièrement, elle est utilisée en tant que synonyme d'action, de mesure ou d'option d'adaptation. Deuxièmement, elle sert à désigner un document (ou plan) officiel de gestion et de planification établissant la vision, les objectifs d'adaptation, les priorités et parfois le calendrier d'actions prévues, d'un pays, d'une province ou d'une municipalité (Biesbroek et autres, 2010 ; Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (SACCA), s.d.). Il n'existe pas de structure universelle pour un tel document, mais certaines entités politiques internationales proposent, voire en imposent l'élaboration, selon un cadre spécifique. C'est le cas des *National Adaptation Programmes of Action* (NAPA), encadrés par le CCNUCC, ou les *National Adaptation Strategy* imposés par la Commission Européenne à ses pays membres. Troisièmement, elle peut être utilisée pour faire référence au sens général d'une stratégie, mais appliquée dans le contexte de l'adaptation. Dans ce cas, elle désigne une tactique regroupant un ensemble des choix d'objectifs et de moyens qui orientent à moyen et à long terme les activités d'adaptation d'un groupe, d'un organisme ou d'une entité gouvernementale (Office québécoise de la langue française, 2012). À des fins de clarté, le présent document n'utilise pas les termes « stratégie

d'adaptation » selon la première situation mentionnée précédemment, mais préférera les termes « actions », « mesures » ou « option » d'adaptation. Les deux autres significations seront utilisées, mais il sera précisé de quel type de stratégie d'adaptation il retourne selon le contexte dans lequel elle sera utilisée le cas échéant.

L'adaptation survient souvent de façon rétroactive, sans préméditation ni sans qu'aucune planification n'ait été entreprise préalablement. Cependant, ce mode d'adaptation ne permet pas de prévenir les dommages importants pouvant être causés par les changements climatiques. Il n'est donc pas privilégié au sein de l'analyse. Dans un souci de gestion intégrée des impacts des changements climatiques, on considère qu'il est important que l'adaptation soit planifiée avant d'être implantée politiquement ou techniquement. Pour qu'elle soit optimale, elle doit être stratégique. Une stratégie d'adaptation comporte deux grands volets importants, soit la planification et l'action, qui sont présentés dans les sections suivantes.

4.1.1 La planification

Une stratégie d'adaptation n'aura pas la même forme et la même portée au niveau fédéral, provincial et local. Cependant, l'adaptation nécessite de passer par différentes étapes avant la mise à exécution. Ce processus doit donc s'effectuer sur le long terme et comprend généralement entre quatre et six grandes étapes. La première est le lancement. Elle consiste en l'identification et au rassemblement de parties prenantes qui vont participer au processus. La deuxième étape est la recherche, qui regroupe l'évaluation des vulnérabilités, des risques, des impacts locaux, voire de scénarios, lorsque possible. La troisième étape est celle de la planification de la stratégie. Elle se fait sur le long terme et nécessite l'identification de la vision, des objectifs, du choix des actions et de leurs échéances. La quatrième étape est la mise en œuvre, à l'aide d'outils préalablement choisis. Finalement, la dernière étape est celle de la surveillance et du suivi, étape indispensable pour déterminer les forces et faiblesses de sa stratégie afin d'estimer ses résultats (International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), 2010 ; Ribeiro et autres, 2009). L'adaptation est un processus itératif dont chaque étape doit être suivie et mesurée afin de progresser. Elle nécessite un engagement constant et à long terme des parties prenantes (GIEC, 2014a ; Warren et Lemmen, 2014). Ces étapes garantissent l'élaboration d'une stratégie complète et structurée afin de planifier au mieux les actions qui seront nécessaires d'entreprendre pour s'adapter aux changements climatiques.

4.1.2 L'action

Certains des impacts environnementaux physiques issus des changements climatiques vont susciter l'emploi des mesures d'adaptation technologiques ou opérationnelles. En ce qui a trait aux

zones côtières, elles s'attaquent notamment à l'élévation du niveau de la mer, aux événements extrêmes, à l'érosion du littoral ou encore à l'intrusion d'eau salée. Les technologies sont utiles lorsqu'une intervention à court terme est nécessaire. Elles peuvent servir une approche différente : la protection, l'accommodement, le repli et dans certains cas, l'évitement (The Arlington Group Planning & Architecture Inc. et autres, 2013). La première peut prendre la forme de méthodes de protection des rives telles que l'empierrement ou l'élévation d'autres types de barrières. L'accommodement consiste à occuper la côte, mais à réajuster les activités humaines ou les infrastructures, par exemple en construisant une maison sur pilotis. Le retrait, qui consistera généralement en un repli des habitations et des infrastructures trop proches des côtes, peut s'avérer coûteux et difficile à mettre en pratique (Gouvernement du Canada 2004, Ouranos, 2004 ; European Environment Agency (EEA), 2013). Finalement, l'évitement peut être une alternative d'adaptation lorsque le contexte le permet, mais demande des parties prenantes qu'elles privilégient la prévention à la réparation, et qu'elles soient donc proactives dans leur intervention.

Les mesures d'adaptation « vertes » relèvent d'une approche écosystémique où l'intervention humaine et ses impacts sont limités. Elle favorise le fonctionnement de systèmes d'adaptation des milieux naturels déjà existants, ou la restauration des fonctions des écosystèmes endommagés. Ce type d'adaptation désigne aussi l'utilisation durable des ressources et les actions qui augmentent ou améliorent la capacité des puits de carbone ou tout du moins réduit les sources d'émissions de GES souvent causées par la dégradation d'habitats. La restauration ou la création de milieux humides, la plantation d'arbres ou encore la création d'infrastructures vertes en sont des exemples (EEA, 2012 ; Groupe de travail sur le changement climatique du Conseil canadien des parcs, 2013).

Les mesures d'adaptation « douces » sont les plus largement utilisées. Elles regroupent les mesures ayant trait à la planification, la régulation, la législation et la politique (EEA, 2013). Les exemples sont nombreux, allant d'une nouvelle gestion de l'aménagement du territoire, au développement de normes ou de permis, en passant par la création de politique ou de règlement (The Arlington Group Planning & Architecture Inc. et autres, 2013). Elles sont privilégiées pour faire face à tous les types d'impacts environnementaux et socioéconomiques.

Certaines actions ne rentrent pas dans une catégorie bien définie, tandis qu'elles sont souvent combinées à d'autres types d'actions, soit vertes, soit grises, soit douces, voire les trois (EEA, 2012). En effet, l'adaptation est transversale et il peut s'avérer pertinent d'intervenir sur une même problématique avec des approches différentes, mais complémentaires (EEA, 2012 ; Ouranos, 2004). Par exemple, procéder à un retrait d'infrastructures touchées par l'érosion des côtes peut

autant relever de la technologie, par le déplacement physique des bâtiments, que de la planification, au travers la mise en place d'un nouveau mode de zonage du littoral.

Le choix des mesures d'adaptation va dépendre du type d'intervenant et de l'échelle à laquelle est sollicitée l'action. Il dépendra aussi des ressources financières et techniques à disposition de l'intervenant. Les trois niveaux gouvernementaux canadiens ne choisiront pas forcément la même combinaison d'action pour répondre à un même impact environnemental.

4.2 Stratégie d'adaptation fédérale

L'adaptation aux changements climatiques, bien que promue par le gouvernement fédéral, semble faire l'objet d'un nombre inférieur d'initiatives et de mesures en comparaison à l'atténuation. Cependant, celui-ci accroît progressivement son intervention dans le domaine de l'adaptation en développant de nouveaux projets, acquérant toujours plus de connaissances par le biais d'évaluations scientifiques diverses. Le gouvernement fédéral est la plus haute entité politique du Canada en ce qui concerne les questions relatives à ses compétences, notamment relatives aux eaux navigables, à la pêche et certains aspects des zones côtières. La stratégie d'adaptation qu'il adopte représente la première impulsion politique globale faite vers l'adaptation dans une approche *top-down*. Après avoir présenté ses rôles et objectifs, les mesures et les outils d'adaptation favorisés par le gouvernement fédéral seront énoncés.

4.2.1 Rôles et objectifs

Afin d'encadrer l'adaptation à l'échelle nationale, le gouvernement fédéral s'est doté en 2011 d'un *Cadre stratégique fédéral sur l'adaptation*. Il y est mentionné que ce cadre stratégique « guide les mesures prises à l'échelle nationale par le gouvernement du Canada relativement à l'adaptation aux impacts de la variabilité et des changements climatiques » et « [...] vise à mettre en place des stratégies à moyen terme » (Gouvernement du Canada, 2011). Ce document, disponible uniquement sur demande, fournit peu de détails sur les stratégies ou les mesures concrètes d'adaptation que le gouvernement fédéral souhaite mettre en œuvre dans les prochaines années. En revanche, il énonce trois objectifs :

« Les Canadiens comprennent la signification des changements climatiques et des impacts de ceux-ci sur leur qualité de vie ; Les Canadiens ont les outils nécessaires pour s'adapter efficacement aux changements climatiques ; Le gouvernement fédéral, en tant qu'institution, fait preuve de résilience par rapport aux changements climatiques » (Gouvernement du Canada, 2011).

Autrement dit, le premier objectif vise le partage de connaissances, le deuxième vise l'autonomisation des entités gouvernementales sous-jacentes par la diffusion d'aides et d'outils

d'adaptation et le dernier objectif vise une intégration et une application accrues de l'adaptation par le gouvernement fédéral. Avec ce document, le gouvernement fédéral projette les lignes directrices que ses organisations et ministères fédéraux doivent suivre pour établir leurs priorités d'adaptation, ce qui sous-entend que l'intégration de l'adaptation aux activités du gouvernement reste limitée. Ce document reste donc général, car il n'apporte pas d'information précise en termes de planification d'adaptation, d'échéance ou de moyens de mise en œuvre choisis par le gouvernement général.

Le gouvernement fédéral donne suite à son cadre stratégique en incluant de nouveaux objectifs d'adaptation dans un pan de sa stratégie nationale de développement durable. En effet, dans la *Stratégie fédérale de développement durable 2013-2016* (SFDD), le thème I « Relever les défis des changements climatiques et de la qualité de l'air » comporte deux objectifs relatifs au climat. Seul l'objectif 1 concerne les changements climatiques et propose deux cibles : la « cible 1.1 atténuation des changements climatiques » et la « cible 1.2 adaptation aux changements climatiques ». Les stratégies de mise en œuvre de la cible 1.2 ne sont constituées que de treize actions générales, ce qui est largement inférieur en comparaison à la cible 1.1 qui en possède cinquante-sept. Les stratégies relatives à l'adaptation reposent sur deux principaux modes d'action : l'acquisition de connaissances et la collaboration, qu'elle soit avec des entités politiques, civiles ou scientifiques (Environnement Canada, 2013c).

Le gouvernement fédéral actuel n'a pas officiellement proposé de plan d'action ni de stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques. La stratégie d'adaptation du gouvernement prend la forme d'une combinaison de politiques, de programmes fédéraux et de partenariats avec les provinces, le milieu municipal et certaines organisations. Cette stratégie a une visée informative, sensibilisatrice et accompagnatrice ce qui fait du gouvernement fédéral un « agent et facilitateur de l'adaptation » (Warren et Lemmen, 2014). Étant l'entité gouvernementale la plus élevée du Canada, le gouvernement fédéral a opté pour une approche *top-down* et hiérarchique (Bauer et Steurer, 2014). Il occupe un rôle d'accompagnateur scientifique, de coordonnateur politique, ainsi que de contributeur financier envers les provinces et ultimement, les collectivités locales.

4.2.2 Moyens et outils d'adaptation

En ce qui a trait à l'adaptation aux changements climatiques, la majeure partie des actions entreprises par le gouvernement fédéral sont des actions douces, qui relèvent de la planification, du législatif et du politique. Actuellement, il n'existe pas de législation fédérale spécifiquement relative à l'adaptation. Le gouvernement agit donc principalement à travers la planification et la coordination de programmes fédéraux afin de favoriser l'adaptation au niveau national, mais aussi provincial et local. L'investissement financier et le nombre de ministères fédéraux impliqués ont presque doublé

depuis les années 2007, passant d'un investissement de 85,9 millions de dollars répartis sur quatre ans parmi quatre ministères (budget par ordre décroissant : Ressources Naturelles Canada, Santé Canada, Environnement Canada et Affaires Autochtones et développement du Nord Canada) à 149,9 millions de dollars en 2011 répartis sur cinq ans entre neuf agences et ministères fédéraux (Ressources Naturelles Canada, Environnement Canada, Affaires Autochtones et développement du Nord Canada, Santé Canada, Pêches et Océans Canada, Agence de la santé publique Canada, Transports Canada, Industries Canada et Parcs Canada) (Warren et Lemmen, 2014). Les ministères fédéraux les plus actifs dans le domaine de l'adaptation sont Ressources Naturelles Canada et Environnement Canada, qui ont reçu dernièrement un budget respectif de 35 millions et 30 millions de dollars. Ceux-ci sont notamment chargés de réaliser des évaluations d'impacts et d'approfondir la recherche scientifique dans le domaine des changements climatiques (Westerhoff et autres, 2010).

Il existe différents types de programmes mis en œuvre à moyen terme dans des contextes différents, mais la majorité d'entre eux visent deux grands enjeux : la recherche en lien avec les changements climatiques ou l'adaptation, et la sensibilisation et le partage des connaissances avec diverses parties prenantes. Certains programmes ou sous-programmes ont été créés récemment dans le cadre de la SFDD 2013-2016, comme c'est le cas du « Programme 2.1 : Services météorologiques et environnementaux pour les Canadiens » d'Environnement Canada, qui vise la surveillance, la diffusion d'information, de prévisions et d'avertissements fiables par rapport aux variations météorologiques, climatiques ou de qualité de l'air (Environnement Canada, 2014). D'autres programmes ont la particularité d'être transversaux, dont le *Programme sur la qualité de l'air* (PQA). Créé en 2006, une partie de son mandat a été consacré à l'adaptation aux changements climatiques à partir de 2010, avant que le programme ne soit renouvelé en 2011. Il implique plusieurs ministères fédéraux dans des domaines spécifiques, dont la santé ou l'amélioration des connaissances techniques et scientifiques canadiennes en matière de changements climatiques (Environnement Canada, 2013c). Un de ses sous-programmes concerne explicitement l'adaptation et vise la sensibilisation et le partage des connaissances associés aux risques des changements climatiques et à la prise de décision avec les « principaux intervenants de tout le Canada » (Ressources Naturelles Canada, 2014). D'autres encore, ont une visée collaborative avec les provinces. Les Initiatives de collaboration pour l'adaptation régionale (ICAR) créées en 2009 par Ressources Naturelles Canada sont considérées comme les programmes les plus actifs par les décideurs (Bauer et Steurer, 2014). Elles font suite au *Climate Change Impacts and Adaptation Research Network* (C-CIARN) créé en 2001, dont le mandat était de promouvoir la recherche sur l'adaptation en permettant des interactions entre les chercheurs et les décideurs au niveau régional dans le but de développer des outils d'aide à la décision

(Westerhoff et autres, 2010). Les ICAR offrent une grande variété de projets concentrés généralement sur des problématiques rencontrées à l'échelle municipale ou régionale. ICAR-Canada Atlantique agit principalement dans les domaines de la planification communautaire des inondations et des côtes, de la protection des eaux souterraines, ainsi que du renforcement des capacités des intervenants, tandis qu'ICAR-Colombie-Britannique s'intéresse au domaine de la gestion de l'eau, des forêts et de la pêche, à la protection contre les inondations et l'adaptation communautaire en général. Bien que la création des ICAR soit une prérogative fédérale, elles sont cofinancées par Ressources Naturelles Canada et par ses partenaires régionaux (Bauer et Steurer, 2014). Dès leur lancement, elles ont participé activement à l'amélioration des connaissances dans le domaine de la planification de l'adaptation ainsi que des impacts des changements climatiques aux échelles régionales et locales. Dans ce même objectif, Ressources Naturelles Canada a lancé en 2014 « la Plateforme d'adaptation » qui regroupe l'ICAR et des décideurs professionnels, scientifiques ou politiques désireux de collaborer et partager sur des thèmes divers d'adaptation, dont la gestion des côtes (Gouvernement du Canada, 2014). Finalement, le gouvernement fédéral intervient spécifiquement dans la gestion des zones côtières canadiennes : Ressources Naturelles Canada contribue à réduire les risques et à rechercher des solutions d'adaptation visant les vulnérabilités et les infrastructures côtières, tandis que Pêche et Océans Canada participe à améliorer les méthodes de prévisions des conditions maritimes et côtières (Gouvernement du Canada, 2014).

Le Gouvernement du Canada peut entreprendre des actions à portée technologique ou écosystémique dans le cas où il serait primordial d'intervenir à court terme dans des secteurs exclusifs à la compétence fédérale, dont le transport maritime, la pêche et les océans. Cependant, ces types d'actions sont moins souvent entrepris au niveau fédéral ou ne font pas l'objet d'une grande visibilité.

Le gouvernement fédéral mise sur l'intégration de l'adaptation dans son agenda politique par l'intermédiaire de la création de plus de programmes fédéraux, dont la plupart favorisent l'acquisition de nouvelles connaissances par la recherche sur les changements climatiques ou des solutions d'adaptation. La création de certaines initiatives rassembleuses, telles qu'ICAR ou la Plateforme d'adaptation permettent de mixer un partage des connaissances parmi les parties prenantes (industries, citoyens, décideurs) avec la sensibilisation. Le cadre stratégique et la SFDD permettent d'orienter minimalement les activités et actions du gouvernement dans l'adaptation. Cependant, ce sont des orientations encore peu détaillées. Les résultats et avancées du Canada dans le domaine sont peu visibles ou disponibles. L'adaptation est souvent mentionnée dans les documents officiels relatifs aux changements climatiques, aux mesures d'atténuation prises à

l'échelle du Canada, aux programmes fédéraux, ou d'autres documents liés à l'environnement. Cependant, elle est souvent mentionnée sans davantage de détails.

4.3 Stratégies d'adaptation des provinces côtières

Les provinces côtières sont celles exposées à un plus grand nombre d'impacts négatifs liés aux changements climatiques, puisque leur zone côtière constitue un secteur supplémentaire aux autres secteurs potentiellement vulnérables qu'il faut gérer. Elles sont d'importantes actrices et gestionnaires de l'adaptation aux changements climatiques. Elles font l'interface entre le gouvernement fédéral et les gouvernements locaux, et doivent faire face à une grande diversité d'enjeux relatifs à leur adaptation dans des contextes sociaux et politiques variés. Leurs rôles et objectifs seront présentés, suivis des principaux moyens et outils d'adaptation employés par les cinq provinces côtières à l'étude.

4.3.1 Rôles et objectifs d'adaptation

Bien que l'implication des provinces soit sollicitée par le fédéral comme le local, et que l'adaptation soit unanimement considérée comme nécessaire, l'adaptation des provinces côtières n'est pas uniforme. La collaboration, l'engagement et l'élaboration d'un document stratégique d'adaptation se font sur une base volontaire (Bauer et Steurer, 2014). Il existe des différences dans les objectifs, le degré d'implication et les moyens choisis par les provinces côtières pour s'atteler à l'adaptation aux changements climatiques. Cela s'explique en partie par les différences politiques et économiques qui existent entre les provinces canadiennes. Ces différences influencent les priorités, les moyens de mise en œuvre et la période de temps choisie pour construire et mettre à exécution leur stratégie (Biesbroeck et autres, 2010). De plus, l'inexistence de mesure coercitive fédérale ou de cadre commun d'élaboration de stratégie d'adaptation au Canada ne permet pas de renforcer la coordination entre les provinces.

Au Canada, deux documents officiels désignés en tant que stratégie d'adaptation ont été produits : le premier par la Colombie-Britannique et le second, par le Canada atlantique. Il n'y a pas d'uniformité dans leur structure ni leur contenu, mais ils partagent le même but : présenter les grandes lignes directrices de l'engagement des provinces pris exclusivement pour l'adaptation. Plutôt que d'élaborer une stratégie d'adaptation indépendante comme la Colombie-Britannique, les provinces atlantiques ont individuellement choisi d'incorporer l'adaptation au sein de leur plan d'action sur les changements climatiques. Le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard se sont toutefois engagés à produire une stratégie d'adaptation dans le futur (Fondation David Suzuki, 2012). Ces plans d'action identifient leurs propres objectifs et cibles d'atténuation des changements climatiques en incluant, à un degré variable l'adaptation. Le tableau 4.1 ci-dessous présente les

stratégies d'adaptation, les plans d'action officiels sur les changements climatiques adoptés par les cinq provinces côtières, et les objectifs principaux qui y sont associés. Les cases grises indiquent les objectifs faisant clairement mention de l'adaptation au sein du document officiel.

Tableau 4.1 Stratégie d'adaptation et plans d'action sur les changements climatiques des cinq provinces côtières, et leurs objectifs associés

Stratégie d'adaptation ou plan d'action	Objectifs ou approches stratégiques			
<i>Preparing for Climate Change: British Columbia's Adaptation Strategy</i> (2009) (Ministère de l'Environnement, 2010)	1. Construire une solide base de connaissance	2. Intégrer l'adaptation dans les activités du gouvernement	3. Évaluer les risques et implanter des actions prioritaires dans les principaux secteurs sensibles au climat	
Stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans le Canada atlantique (2008) (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2008)	1. Accroître la résilience et la capacité d'adaptation au changement climatique des collectivités du Canada atlantique.	2. Intégrer les mesures d'adaptation au changement climatique à même les activités de développement actuelles par l'intégration des conditions climatiques dans les décisions.	3. Promouvoir une collaboration générale fructueuse, la coordination et la mise en commun de pratiques exemplaires sur l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les décisions en matière de développement.	
<i>British Columbia Climate Action Plan for the 21st century</i> (2010) (Gouvernement de Colombie-Britannique, 2010)	Aucun objectif mentionné			
Plan d'action du Nouveau-Brunswick sur les changements climatiques 2014-2020 (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2014)	1. Améliorer la résilience face aux effets des changements climatiques	2. Réduire les émissions de GES tout en assurant la croissance économique.	3. Faire preuve de leadership face aux changements climatiques	4. Mesurer les progrès et en rendre compte
<i>Toward a greener future: Nova Scotia's climate change action plan</i> (2009) (Nova Scotia Environment, 2009)	1. Réduire les émissions de GES de la province	2. Se préparer pour faire face aux changements climatiques inévitables		

Stratégie d'adaptation ou plan d'action	Objectifs ou approches stratégiques			
<i>Prince Edward Island and climate change: a strategy for reducing the impacts of global warming (2008)</i> (Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, 2008)	1. Réduire les émissions de GES pour atténuer les effets des changements climatiques	2. Améliorer les puits de carbone pour réduire l'accumulation dangereuse de CO ₂ dans l'atmosphère	3. Améliorer la capacité d'adaptation aux changements climatiques de la province	4. Sensibiliser davantage le public
<i>Newfoundland Labrador, Charting our course: climate change action plan (2011)</i> (Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador, 2011)	1. Améliorer la résilience de la province face aux impacts des changements climatiques	2. Réduire les émissions de GES de la province	3. Faire preuve de leadership face aux changements climatiques	4. Faire avancer l'action face aux changements climatiques à travers la collaboration avec les autres gouvernements

La Colombie Britannique a produit sa stratégie d'adaptation officielle en 2009 intitulée *Preparing for Climate Change: British Columbia's Adaptation Strategy*. Elle prend la forme d'un document général d'une dizaine de pages qui énonce les trois « approches stratégiques » prioritaires pour la province, soit : la construction d'une solide base de connaissance, l'intégration de l'adaptation dans les activités du gouvernement ainsi que l'évaluation des risques et l'implantation d'actions prioritaires dans les principaux secteurs sensibles au climat (Ministère de l'Environnement, 2010). Les quatre provinces de l'Atlantique ont choisi de favoriser la collaboration régionale pour l'élaboration du document. Le Canada atlantique a élaboré une stratégie d'adaptation officielle en 2008 intitulée « Stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour le Canada atlantique », effective sur une période de 5 ans. Elle est le fruit de la collaboration des gouvernements des quatre provinces par l'intermédiaire de leur ministère de l'environnement respectif. Tout comme celle de la Colombie-Britannique, elle prend la forme d'un document général d'une dizaine de pages adoptant trois approches stratégiques similaires qui sont : l'identification des risques climatiques, l'intégration des conditions climatiques dans les décisions et la collaboration régionale. Elle vise trois objectifs :

« Accroître la résilience et la capacité d'adaptation au changement climatique des collectivités du Canada atlantique, intégrer les mesures d'adaptation au changement climatique à même les activités de développement actuelles par l'intégration des conditions climatiques dans les décisions, ainsi que promouvoir une collaboration générale fructueuse, la coordination et la mise en commun de pratiques exemplaires sur l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les décisions en matière de développement » (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2008).

Arrivée à échéance en 2012, aucune mise à jour ni suivi de cette stratégie régionale ne semble avoir été effectué depuis. Globalement, aucune échéance ni aucun moyen pour atteindre les

objectifs cités dans ces deux documents ne sont mentionnés, ce qui en fait des stratégies d'adaptation relativement générales.

Aucune province du Canada atlantique n'a produit individuellement de stratégie d'adaptation officielle. Toutes ont préféré élaborer un plan d'action sur les changements climatiques. Ceux-ci ne sont pas structurés de manière identique : certains sont détaillés, tandis que d'autres demeurent élusifs dans les actions qui seront entreprises, surtout en ce qui a trait à l'adaptation. Ils sont donc difficilement comparables. Seuls les plans d'action de la Nouvelle-Écosse et du Terre-Neuve-et-Labrador décrivent les actions qui seront ou qui ont déjà été entreprises pour atteindre chaque objectif ou sous-objectif d'adaptation mentionné. La Nouvelle-Écosse a étalé ses livrables entre 2010 et 2013, consistant en 86 actions dont 14 concernent spécifiquement l'adaptation telles que la création d'un fonds destiné à l'adaptation d'ici 2009 ou la réalisation d'une stratégie spécifique au développement de la résilience des communautés côtières intitulée *Sustainable Coastal Development Strategy* d'ici 2010 (Nova Scotia Environment, 2009). Cependant, la province n'a pas rempli tous ses engagements, comme c'est le cas par exemple pour la stratégie de développement durable des zones côtières néo-écossaises, qui n'en est encore qu'à l'étape de l'ébauche. En ce qui concerne le Terre-Neuve-et-Labrador, plusieurs actions sont énumérées pour atteindre ses sous-objectifs d'amélioration de l'intégration de l'adaptation dans le processus décisionnel et d'engagement proactif des gouvernements pour identifier les possibilités de collaboration sur les changements climatiques, bien qu'aucune échéance ne soit mentionnée (Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador, 2011). Le Nouveau-Brunswick propose « des mesures clés pour 2014–2020 », qui demeurent générales et pour lesquelles un échéancier précis n'est pas défini. En revanche, elle est la seule province côtière qui soulève l'importance d'effectuer l'évaluation et le suivi sein de son plan d'action, même si cet objectif insiste davantage sur les mesures d'atténuation que sur l'adaptation (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2014). L'Île-du-Prince-Édouard a la particularité d'attribuer des objectifs spécifiques à l'adaptation au sein de son plan d'action qui sont les suivants : améliorer la résilience et la capacité d'adaptation de la province, intégrer des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le processus décisionnel et promouvoir une collaboration pertinente, la coordination et le partage de bonnes pratiques (Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, 2008). Cependant, le manque de moyen pour implanter une telle politique demeure une barrière importante. Dans une autre mesure, la province pacifique à elle aussi produit un plan d'action sur les changements climatiques. Il est fortement orienté vers l'atteinte des cibles d'atténuation qu'elle s'est fixées pour plusieurs secteurs, mais il mentionne certaines de ses initiatives relatives à l'adaptation.

D'après le tableau 4.1, on constate que les stratégies et les plans d'action provinciaux sur les changements climatiques soutiennent aussi bien l'adaptation que l'atténuation, en s'appuyant sur

plusieurs objectifs principaux, parfois similaires. Mis à part dans les stratégies d'adaptation officielles de la Colombie-Britannique et du Canada Atlantique, l'adaptation n'occupe qu'une place infime dans les plans d'action officiels sur les changements climatiques. La mise en œuvre d'actions concrètes dans le domaine semble encore à ses débuts tandis que l'intégration de l'adaptation à l'agenda politique des provinces côtières canadiennes reste encore « timide ». Malgré les initiatives et projets croissants à l'échelle provinciale, l'adaptation n'obtient pas autant de visibilité et ne sollicite pas autant d'engagements concrets de la part des provinces qu'elle le devrait.

Trois grands types d'objectifs sont privilégiés par les provinces : l'amélioration de la résilience et de la capacité d'adaptation locales, l'intégration accrue de l'adaptation au sein des processus décisionnels et des préoccupations gouvernementales provinciales, ainsi que l'intensification de la collaboration pour permettre l'acquisition et le partage de connaissances (Warren et Lemmen, 2014). Ces objectifs sont similaires à ceux recherchés par le gouvernement fédéral. Il en va de même pour leurs rôles : elles interviennent en tant qu'accompagnateur et contributeur en termes de ressources techniques et financières. La différence est que les provinces sont plus proches des municipalités que ne l'est le gouvernement fédéral. Elles assument à la fois un rôle de leader qui se doit de promouvoir l'adaptation, mais aussi un rôle de partenaire privilégié pour certains enjeux de compétences provinciales ayant une forte incidence sur les communautés locales (Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard 2008).

4.3.2 Moyens et outils d'adaptation provinciaux

De même que le gouvernement fédéral, les provinces ont tendance à employer majoritairement des actions douces, notamment par l'intermédiaire du « financement de la recherche sur l'adaptation aux changements climatiques, l'amélioration des initiatives actuelles de préparation aux situations d'urgence, le renforcement de la planification relative à l'aménagement urbain et rural et de l'investissement dans l'infrastructure en intégrant l'adaptation, la prestation de conseils, l'offre de coordination et le partage des données et des leçons retenues » (Warren et Lemmen, 2014). Les provinces côtières agissent beaucoup par le biais de partenariats et de programmes régionaux, voire transnationaux dans le cas de la Colombie-Britannique. À leur échelle, elles peuvent faire l'interface entre différentes parties prenantes de différentes envergures, dont les organisations non gouvernementales, les universités, les collectifs de scientifiques, les industriels et entreprises, les décideurs locaux ou encore les citoyens.

Les provinces côtières sont plus actives que le gouvernement fédéral en termes d'actions douces légales et politiques. Certaines de ces actions sont clairement orientées et spécifiques à

l'amélioration des modes d'adaptation de la province. Ce n'est pas toujours le cas, mais il arrive que les provinces côtières implantent des politiques servant de cadre officieux d'implantation d'initiatives politiques ou règlementaires d'adaptation. La Colombie-Britannique est un chef de file provincial en matière d'adaptation ainsi que de politiques liées aux changements climatiques (Fondation David Suzuki, 2012). Parmi les cinq provinces côtières du Canada considérées, elle est la seule à avoir adopté une stratégie d'adaptation indépendante, un plan d'action face aux changements climatiques et à avoir formé des conseils consultatifs scientifiques dans l'optique « d'orienter les efforts dans le domaine de l'adaptation » (Warren et Lemmen, 2014). De plus, son implication politique et légale est constante dans le domaine de l'atténuation. Elle procède au contrôle soutenu de ses émissions de GES et de la qualité de l'air, ce qui offre un climat politique et social propice à l'application de nouvelles mesures pour faire face aux changements climatiques. À travers un amendement fait en 2008 au *Local Government Act*, la Colombie-Britannique impose aux gouvernements locaux et régionaux que soit inclus des cibles et des stratégies relatives aux changements climatiques au sein de leur *Official Community Plans* (OCP) ou leur *Regional Growth Strategies* (RGS) (Dale et autres, 2013). La Nouvelle-Écosse procède de manière similaire en demandant à ses municipalités de préparer un *Municipal Climate Change Action Plan* (MCCAP) intégrant des initiatives liées à l'adaptation aux changements climatiques, imposé dans le cadre de la *Gas Tax Agreement 2010-2015* (SACCA, s.d.). Par ailleurs, la province s'est engagée dans son *Climate Change Action Plan* à fournir un soutien technique, mais aussi financier aux initiatives d'atténuation et de planification de l'adaptation entreprises au niveau municipal (Merill et autres, 2010). Ces politiques peuvent être sectorielles, comme c'est le cas au Nouveau-Brunswick avec sa Politique de protection des zones côtières (SACCA, s.d.). Sans forcément intégrer explicitement l'adaptation à leurs initiatives managériales, politiques ou juridiques, ces actions douces représentent un pas de plus vers la généralisation de l'adaptation au sein des agendas politiques régionaux et municipaux. Au Canada Atlantique, plusieurs lois déjà existantes peuvent faciliter l'adaptation, tels que le *Clean Water Act* et le *Clean Environment Act* au Nouveau-Brunswick, le *Water Resources Act* et le *Environmental Protection Act* au Terre-Neuve-et-Labrador, le *Environmental Goals and Sustainable Prosperity Act* en Nouvelle-Écosse, etc. (Robichaud et Wade, 2011). La volonté politique des dirigeants reste un facteur ayant une grande influence dans l'évolution du cadre législatif.

Les moyens d'adaptation privilégiés par les provinces relèvent principalement de la collaboration, du développement des connaissances ainsi que du partage de l'information dans une optique d'autonomisation des collectivités locales dans la planification de leur adaptation. Les cinq provinces côtières poursuivent l'approche *top-down* en fournissant aux municipalités des outils d'évaluations diverses, d'élaboration de mesures et de stratégies d'adaptation ou encore d'aide à la

décision et à la planification (Gouvernement du Canada, 2014). Les actions et outils employés sont diversifiés, visent différents objectifs, généralement informatifs ou managériaux, et ciblent différents publics, dont le grand public et les citoyens, les entreprises et les industries ou les décideurs politiques locaux. Beaucoup de ces moyens ont été confectionnés avec l'aide des ICAR. Parmi les outils utilisés dans le cadre d'actions douces on retrouve : des guides pratiques d'aide à la planification et à la décision municipale telle que *Adapting to Climate Change, an Introduction for Canadian Municipalities* contenant des exemples d'intégration de l'adaptation à des plans officiels de communautés, tandis que certains ont une portée régionale spécifique, tel que *Preparing for Climate Change: An Implementation Guide for Local Governments in British Columbia* (Fraser Basin Council, s.d.). D'autres guides aident à élaborer des évaluations de vulnérabilité ou de risques, comme par exemple avec le guide *7 Steps to Assess Climate Change Vulnerability in Your Community* proposé par le gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador. Le Nouveau-Brunswick, a choisi de réaliser au niveau local douze études d'évaluation des risques et des vulnérabilités des collectivités sur des problématiques typiques des zones côtières, soit les inondations, l'érosion, la protection des eaux souterraines et l'élévation du niveau de la mer (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2014). D'autres encore, concernent des secteurs précis, tel que le *Urban Forests: A Climate Adaptation Guide* (Gouvernement de Colombie-Britannique, 2010). Des outils interactifs fournissent des données scientifiques ou informatives, tel que l'outil interactif *Plan2dapt* qui permet de simuler les scénarios et impacts futurs des changements climatiques notamment pour les districts régionaux ou pour la Colombie-Britannique entière (Fraser Basin Council, s.d.). Les provinces utilisent aussi les séminaires (ou « *workshop* ») et consultations publiques pour aider à planifier, informer ou sensibiliser localement.

La plupart des outils relatifs aux impacts des changements climatiques et à l'adaptation sont disponibles par le biais de plateformes en ligne. Elles représentent une source d'information facilement accessible pour les parties prenantes souhaitant consulter des outils d'adaptation développés par les provinces par l'intermédiaire de partenariats ou de collaborations diverses. Pour la Colombie-Britannique, il existe deux plateformes régionales d'information qui hébergent la plupart des outils disponibles : le *Pacific Climate Impacts Consortium* (PCIC) et le *Pacific Institute for Climate Solutions* (PICS). La seconde plateforme est dédiée à la recherche scientifique universitaire dans le domaine des changements climatiques et met à disposition de nombreux livres, thèses ou articles scientifiques dont une partie concerne l'adaptation aux changements climatiques dans la région, visant globalement un public cible varié. D'autres sites internet offrent des outils d'information et de gestion pertinente, dont le site *Retooling for Climate Change* du Fraser Basin Council, ou le *BC Climate Action Toolkit*. Dès 2008, la province de l'ouest a investi plus de 90 millions de dollars dans le domaine de la recherche, ce qui démontre son engagement

et l'importance qu'elle donne à la collaboration, à l'acquisition et la distribution de connaissances dans le domaine de l'adaptation (Gouvernement de Colombie Britannique, 2012). Pour le Canada Atlantique, la plateforme de référence est celle de Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (SACCA). Elle a été créée dans le cadre de l'ICAR-Canada Atlantique et offre aussi de nombreux outils d'évaluation de vulnérabilité et de risques, de planification. Elle met à disposition une vaste base de données de projets techniques, d'études de cas, et de données scientifiques sur les sujets privilégiés (SACCA, s.d.).

Les champs de compétences des provinces concernent des enjeux régionaux et locaux, dont la santé, les ressources naturelles ou le milieu municipal. Les provinces vont davantage agir au niveau macro avec des actions combinant la planification et la technologie ou les écosystèmes. Elles délèguent généralement l'application locale d'actions technologiques et écosystémiques aux municipalités tout en participant à la mise en œuvre de certaines actions en fournissant l'expertise ou les ressources financières nécessaires, sauf dans les secteurs qui relèvent exclusivement de sa juridiction. Par exemple, le Nouveau-Brunswick a effectué des évaluations de risques et de vulnérabilité de communautés côtières tout en mettant à disposition un Fonds en fiducie pour l'environnement qui incite les municipalités à effectuer ce genre d'initiatives et à s'impliquer davantage dans l'adaptation (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2014). L'implication d'une province va dépendre du type d'action à mettre en œuvre, du contexte d'application et du secteur touché. S'il y a nécessité d'agir technologiquement dans un domaine où la compétence est exclusivement provinciale ou partagée avec le fédéral, elle sera alors chargée de la mise en œuvre de l'action. Ce sera notamment le cas en ce qui concerne la gestion des forêts, la santé publique et les transports. En fonction de la situation, des actions grises ou vertes seront appliquées par la province, ou déléguées à la municipalité si la province le juge nécessaire. Des exemples d'actions grises provinciales sont l'aide au déplacement de résidences et autres infrastructures vulnérables dans une zone de feux de forêts récurrents, ou encore la construction de nouvelles stations de surveillance météorologique pour prévenir l'apparition des vagues de canicule. Des actions vertes provinciales seraient par exemple de créer des incitatifs pour favoriser la culture de couverture en agriculture pour protéger les sols des sécheresses plus nombreuses, occasionnées par l'augmentation de la température moyenne et la tendance à la diminution des ressources en eau. Dans le cas de la gestion côtière, une province pourrait participer à la réintroduction de zones tampons naturelles, telles que des milieux humides, le long des côtes vulnérables aux événements extrêmes, en collaboration avec des organisations et des décideurs locaux.

4.4 Stratégies d'adaptation locales

Les municipalités et collectivités locales canadiennes sont nombreuses et très diversifiées. Elles divergent de par leur taille, leur structure et leurs vulnérabilités, de par leur exposition aux phénomènes climatologiques liés à la mer, de par les ressources financières et techniques à leur disposition. Leur mode de planification et leur degré d'engagement dans l'adaptation sont aussi variables. Ces facteurs rendent donc difficile la comparaison des communautés côtières entre elles. En revanche, des similarités apparaissent quant à leur rôle et leurs objectifs généraux d'adaptation, mais la combinaison d'objectifs spécifiques et de mesures d'adaptation choisies est propre à chaque communauté côtière. Après avoir présenté les rôles et objectifs communs parmi les stratégies d'adaptation locales, les moyens et outils d'adaptation employés localement seront discutés.

4.4.1 Rôles et objectifs d'adaptation

Les changements climatiques sont une problématique globale ayant des répercussions directes au niveau local. Les gouvernements locaux sont souvent considérés comme étant le plus à même d'élaborer des stratégies d'adaptation en pouvant répondre spécifiquement aux enjeux jugés prioritaires par leur communauté. Dans la limite des compétences accordées aux municipalités, leur rôle est de maintenir le bien-être de leurs citoyens et la viabilité des services et des infrastructures municipaux en prenant les mesures d'adaptation nécessaires. Ce sont les entités politiques les plus proches de la population et font l'interface entre des acteurs locaux et d'autres acteurs ayant les capacités d'expertise ou des moyens financiers supérieurs. Les gouvernements locaux sont des intervenants directs de l'adaptation puisqu'ils participent à l'acquisition de connaissances, collaborent avec plusieurs partenaires dans des domaines différents, et doivent intégrer l'adaptation à leur politique municipale avant de participer à l'implantation politique ou technique des options qu'ils auront choisies pour s'adapter.

Les avantages de privilégier l'élaboration de stratégie d'adaptation à l'échelle locale sont la réactivité importante des structures institutionnelles de petites dimensions et l'aspect « sur-mesure » de l'élaboration d'une stratégie d'adaptation pouvant être élaborée à cette échelle (The Cariboo Regional District, 2011). L'inaction face aux changements climatiques reste probablement l'approche la plus coûteuse en termes financier, structurel et humain. Les collectivités côtières doivent donc considérer l'adaptation comme un moyen primordial pour préserver la qualité de vie des citoyens et les ressources de leur territoire.

Les municipalités côtières font face aux mêmes problématiques que toutes les autres municipalités canadiennes, à la différence qu'elles doivent intégrer un autre type de gestion à leur agenda

politique, qui est la gestion des zones côtières, un secteur fortement exposé aux impacts des changements climatiques. Elles sont davantage exposées à l'élévation du niveau de la mer, aux événements extrêmes et leurs impacts résiduels que sont des inondations, l'intrusion d'eau salée et l'érosion des côtes. La stratégie d'adaptation de certaines municipalités va être de se concentrer sur la gestion de problématiques spécifiques, dont l'élévation du niveau de la mer dans de nombreux cas, parfois au détriment d'autres problématiques (Picketts et autres, 2014).

Il existe très peu de documents stratégiques officiels relatifs à la planification de l'adaptation locale. Le tableau 4.3 présente les stratégies d'adaptation officielles, disponibles parmi les provinces côtières, sauf le Terre-Neuve-et-Labrador pour lequel aucune stratégie ou plan d'adaptation n'a été trouvé. Tous les documents existants ne sont pas mentionnés, car certaines stratégies municipales sont en cours d'élaboration, certaines sont prévues prochainement ou d'autres ne revêtent pas un caractère stratégique. Plusieurs municipalités dans ce tableau ont produit des documents à valeurs stratégiques et sont donc mentionnées.

Tableau 4.2 Exemples de stratégie d'adaptation officielle de communautés côtières

Localités	Stratégie d'adaptation	Autres documents stratégiques
Colombie-Britannique		
Saanich (Great Victoria) (~100 000 hab)	<i>Saanich climate change adaptation plan</i>	-
Vancouver (~550 000 hab)	<i>City of Vancouver climate change adaptation strategy</i>	<i>Greenest city: 2020 action plan</i>
Nouveau-Brunswick		
Moncton (~65 000 hab)	Stratégie d'adaptation aux changements climatiques et de gestion des inondations (2013)	<i>Climate change adaptation measures for greater Moncton area, New-Brunswick (2011)</i>
Nouvelle-Écosse		
Halifax (~350 000 hab)	Élaboration d'une stratégie d'adaptation en cours d'élaboration depuis 2009 (Warren et Lemmen, 2014)	<i>Halifax Regional Municipality Climate SMART Community Action Guide to Climate Change and Emergency Preparedness (2010)</i>
		<i>Climate Change Risk Management Strategy for Halifax Regional Municipality (2007)</i>

Localités	Stratégie d'adaptation	Autres documents stratégiques
Yarmouth (~6 000 hab.)	-	<i>Yarmouth: A Case Study in Climate Change Adaptation (2012)</i>
Île-du-Prince-Édouard		
Stratford (~9 000 hab.)	<i>Climate change adaptation action plan for Stratford, P.E.I (2010)</i>	-

Moncton, au Nouveau-Brunswick et Stratford, sur l'Île-du-Prince-Édouard, sont de bons modèles d'élaboration de stratégie d'adaptation au niveau local. La première est l'une des villes les plus grandes et les plus actives de la province. Elle a su tirer avantage de ses nombreuses collaborations, notamment dans le cadre de l'ICAR (SACCA, s.d). Le point positif de sa stratégie est qu'elle a établi un plan d'action détaillé complet pour gérer les inondations, impacts des changements climatiques jugés prioritaires par la ville. Ce plan d'action comprend des échéances, une prévision des coûts et une attribution des tâches. Des évaluations de risques et des scénarii ont préalablement été faits. Les objectifs de ce plan sont donc d'améliorer l'état des connaissances de la ville et d'accroître ses capacités d'adaptation en identifiant des mesures adaptées (Comité des mesures d'adaptation aux changements climatiques de la Ville de Moncton 2013). La seconde ville, Stratford, est une petite ville dont la participation active aux projets de l'ICAR-Canada Atlantique a permis d'augmenter ses connaissances concernant les impacts locaux qu'elle risque de subir, ses vulnérabilités et les domaines dans lesquels elle doit agir en priorités. Sa stratégie consiste à émettre plusieurs recommandations dans tous les domaines potentiellement touchés par les changements climatiques où la municipalité serait apte à agir, dont les infrastructures routières, les eaux pluviales, le service municipal d'urgence, etc. La mise en œuvre de ces recommandations semble être en cours mais n'est pas complétée. Un autre cas représentatif est celui de Yarmouth en Nouvelle-Écosse. Aucun plan stratégique n'a été produit, mais une gamme de projets a été menée dans des domaines variés : les prévisions d'élévation du niveau de la mer, les infrastructures, les vulnérabilités sociales et les capacités d'adaptation municipales. Cette tactique a l'avantage de favoriser la collaboration et d'impliquer le milieu municipal, entrepreneurial et citoyen à améliorer l'état des connaissances liées à leur collectivité locale tout en offrant un modèle de planification reproductible par elle-même, ou par d'autres municipalités (SACCA, s.d.).

Il est à noter que des communautés non côtières ont su se démarquer dans leur efficacité et leur volonté à s'adapter dès maintenant aux changements climatiques, et peuvent servir de modèle aux autres municipalités du Canada. Prince George en Colombie-Britannique, en fait partie.

Si certaines municipalités n'ont pas adopté de stratégie ou de plan d'adaptation officiel, certaines intègrent toutefois des objectifs ou des mesures d'adaptation dans d'autres types de document municipaux. Leur participation à l'adaptation est officieuse lorsqu'elles planifient et mettent en œuvre des initiatives politiques ou légales servant implicitement de base à l'adaptation. Bon nombre d'entre elles ont répondu aux sollicitations externes de programmes collaboratifs régionaux tel qu'ICAR, ou municipaux, tel que la Fédération Canadienne des Municipalités (FCM). Certaines villes de grande taille ont entrepris des initiatives d'adaptation à partir de processus décisionnel interne, comme Halifax avec son plan d'aménagement des installations portuaires (Warren et Lemmen, 2014). L'implication locale en matière d'adaptation est très variable et ne fait pas toujours l'objet d'une grande visibilité. Les projets et les initiatives d'adaptation locales auxquels les communautés côtières participent ne sont pas toujours visibles ou documentés. La majorité des communautés côtières n'ont pas encore entrepris de planifier leur adaptation tandis que les plus petites, qui sont généralement les plus vulnérables, semblent le moins enclines à planifier leur adaptation de façon proactive (Programme d'adaptation aux changements climatiques (PACC), 2014).

4.4.2 Moyens et outils d'adaptation

Localement, il existe plusieurs barrières à l'adaptation. Premièrement, l'accès aux ressources, qu'elles soient financières, techniques ou politiques, varie en fonction de la taille et du développement de la ville ou de la municipalité. Généralement, les grandes métropoles possèdent davantage de moyens pour entreprendre rapidement des mesures d'adaptation et sont généralement les premières à s'impliquer de façon visible dans l'adaptation. Cette barrière est souvent perçue par les plus municipalités comme provenant d'un manque de capacité d'adaptation. Les informations disponibles au niveau local peuvent s'avérer insuffisantes dans certains cas, notamment en ce qui concerne les données climatiques ou les scénarios prévisionnels, auxquels n'ont pas accès toutes les communautés (Warren et Lemmen, 2014). Deuxièmement, l'incertitude qui entoure les impacts des changements climatiques ainsi que l'estimation des coûts de l'adaptation sur le court terme peut représenter un frein et diminuer la volonté politique. À cela s'ajoute le scepticisme de la part des contribuables de financer des projets ayant une portée à moyen ou long terme. Finalement, le manque d'intérêt de certains décideurs et de celui du public pour cette problématique peut ralentir le processus d'adaptation. La sensibilisation et la consultation sont des outils importants pour solliciter ces parties prenantes (Ligeti et autres, 2007).

En théorie, beaucoup d'actions peuvent être appliquées au niveau local. En pratique, certaines options sont peu privilégiées ni même envisagées. C'est le cas de certaines actions technologiques qui nécessitent de l'expertise, des moyens financiers et techniques pour les mettre en œuvre. Dans

le cas de la gestion des zones côtières, les municipalités et les riverains utiliseront des mesures de retrait seulement si aucune autre alternative n'est possible ou en cas d'extrême urgence. Les actions douces sont des moyens d'adaptation très répandus au niveau local puisqu'elles peuvent s'appuyer sur des ressources déjà existantes pour être appliquées. L'élaboration de politiques et règlements municipaux, la mise à jour de plans d'urgence municipaux et l'aménagement urbain sont facilement exploitables par les municipalités locales. Les municipalités peuvent aussi s'investir dans des projets, des programmes ou des partenariats locaux pour maximiser leur accès au savoir et à des ressources techniques (City of Vancouver, 2012). L'augmentation du nombre de ressources et d'outils rendus disponibles grâce aux partenariats régionaux et à l'expertise des gouvernements favorise une certaine autonomie locale pour initier la base de leur adaptation. Les municipalités peuvent donc montrer proactives.

Sur le terrain, les citoyens peuvent aussi être un moteur d'action lorsqu'ils sont bien informés des facteurs pouvant les affecter. Dans une approche *top-down*, les individus ne sont pas seulement des spectateurs passifs qui subissent l'intervention de tous les décideurs gouvernementaux. L'action passe aussi par un changement des mentalités des plus indifférents ou plus septiques des citoyens face aux changements climatiques. La sensibilisation est donc primordiale pour engager le public à agir de concert avec les intervenants de l'adaptation.

5 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS

Cette section présente les limites des stratégies d'adaptation employées au sein des régions côtières de l'est et de l'ouest du Canada, en fonction de ses trois niveaux de gouvernance. Des recommandations sont ensuite formulées.

5.1 Analyse

Globalement, les trois niveaux de gouvernements partagent ces trois objectifs : favoriser la collaboration pour permettre l'amélioration du processus décisionnel, acquérir plus des connaissances concernant les impacts des changements climatiques, et intégrer davantage l'adaptation dans l'agenda politique (Warren et Lemmen, 2014). En revanche, ils ne sont pas arrivés au même niveau d'avancement dans l'adaptation. Ce chapitre analyse donc l'avancement et les limites des stratégies d'adaptation fédérale, provinciales et locales.

5.1.1 Stratégie fédérale

Le Canada fait preuve d'un effort croissant pour mieux comprendre et pallier aux impacts futurs des changements climatiques. Ses initiatives sont incrémentales dans la mesure où le gouvernement induit de légères modifications des structures institutionnelles et politiques déjà existantes (GIEC, 2014b). Le Fédéral a adapté le mandat et les missions de certains organismes fédéraux et de leurs programmes pour qu'y soit inclus un volet relatif à l'adaptation aux changements climatiques. Il y a eu peu de transformation et de création significative d'entités ou de programmes destinés spécifiquement à l'adaptation. Le gouvernement fédéral garde la responsabilité de s'impliquer à une échelle globale et dans des secteurs où il a une compétence exclusive tout en apportant son soutien pour des enjeux régionaux ou provinciaux. Il possède l'expertise, les ressources et l'autorité nécessaires pour mettre en place un solide cadre décisionnel d'adaptation aux changements climatiques qui lui permettrait de devenir un chef de file en la matière (GIEC, 2014b). Cependant, ses capacités actuelles semblent davantage dévolues à l'atténuation des changements climatiques. L'atténuation fait l'objet de plusieurs programmes, initiatives ou lois pour l'encadrer. En revanche, l'adaptation n'a aucune législation ni politique lui étant dédiée. La transversalité de l'adaptation rend difficile de légiférer dans certains secteurs dont les frontières entre les diverses compétences sont floues (exemple: la diminution des stocks de poissons et la pêche, etc.) (Warren et Lemmen, 2008). De plus, l'adaptation est souvent perçue comme une stratégie « additionnelle » à l'atténuation, et non comme un moyen complémentaire à celle-ci pour faire face aux changements climatiques. L'ampleur des efforts et des avancées qui restent à faire dans le domaine de l'adaptation aux changements climatiques nécessiterait pourtant qu'une plus grande attention lui soit exclusivement consacrée.

Le fonctionnement *top-down* de l'adaptation au Canada implique une hiérarchisation des actions et des initiatives entreprises dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques. Le gouvernement fédéral a choisi un cadre d'intervention décentralisé qui lui permet de prescrire des lignes directrices tout en déléguant aux gouvernements et organismes sous-jacents. Les désavantages d'une telle pratique sont que l'adaptation est répartie inégalement et qu'elle est réactive au lieu d'être proactive (GIEC, 2014a).

Le commissaire à l'environnement et au développement durable estimait dans son rapport de 2010 sur le développement durable qu'une stratégie et un plan d'action sont nécessaires pour « remédier aux incertitudes et aux lacunes liées à la capacité du gouvernement de s'adapter aux impacts des changements climatiques » et concluait que sans une telle stratégie,

« Les ministères n'ont donc pas reçu l'orientation centrale nécessaire pour coordonner leurs efforts et établir les priorités en vue de définir des approches plus efficaces et efficaces pour la gestion des risques liés aux changements climatiques » (Bureau du Vérificateur Général du Canada, 2010).

En 2014, sans stratégie d'adaptation nationale officielle adoptée par le gouvernement, ce constat s'applique donc toujours. La visibilité des actions et des résultats de toutes les entités gouvernementales est essentielle, puisqu'elle permet aussi bien aux décideurs à toutes les échelles, qu'aux citoyens, de connaître l'avancement du pays dans l'adaptation aux changements climatiques et de diminuer petit à petit l'incertitude relative aux changements climatiques.

5.1.2 Stratégies provinciales

Les provinces côtières ne sont pas toutes aussi actives ou avancées dans leur adaptation. L'engagement est variable d'une province à l'autre, faisant qu'un écart se creuse progressivement entre elles. Bien qu'elles soient libres de procéder selon leur volonté, ces différences flagrantes de fonctionnement ont des répercussions importantes. Un tel écart ne peut que ralentir le processus d'intégration de l'adaptation au cadre décisionnel canadien. Le retard ou l'inertie partielle de certaines provinces côtières a non seulement des répercussions au niveau local, mais aussi à l'échelle du Canada. Elles sont à même de créer des fenêtres d'opportunités dans les domaines qu'elles jugent prioritaires. De plus, l'engagement respectif des gouvernements municipaux et fédéral repose en partie sur l'intervention provinciale et leur implication politique dans certaines problématiques. L'adaptation nécessite un effort commun et constant de tous les acteurs jouant un rôle dans son implantation. Dans le cas contraire, l'avancement au niveau global et local est ralenti, l'intégration de l'adaptation au cadre décisionnel canadien et l'acquisition et le partage des connaissances aussi. Il y a un net manque de cohésion entre les provinces. Plus tôt leurs actions seront coordonnées, plus rapides seront les avancées. Ce manque d'uniformité est représentatif

des difficultés de dialogue rencontrées dans le domaine de l'adaptation aux changements climatiques entre les deux plus hautes instances gouvernementales canadiennes, et entre les provinces elles-mêmes. Cette tendance semble s'inverser depuis peu, mais de nombreux efforts restent à faire pour favoriser une planification de l'adaptation concertée et cohérente.

Il est pourtant primordial que les provinces mettent en place une gestion commune et planifiée de l'adaptation puisqu'elles rencontrent les mêmes problématiques environnementales, économiques et sociales, bien que parfois à une intensité différente. Leur autonomie dans de nombreux champs de compétences leur confère une grande liberté d'action dans des domaines où la planification de l'adaptation sur le long terme est nécessaire. Un cadre de planification commun maximiserait l'acquisition collective de connaissances et faciliterait la recherche et l'implantation de mesures d'adaptation.

5.1.3 Stratégies locales

Les municipalités sont des actrices à part entière de l'adaptation. Elles ont les avantages de connaître leur territoire et de pouvoir intervenir à plus court terme que leurs homologues provinciaux et fédéral. Les gouvernements locaux ont souvent des ressources restreintes par rapport aux autres niveaux gouvernementaux. Le contexte politique et structurel municipal soulève de nombreuses barrières pour planifier l'adaptation sur le long terme, dont une autonomie politique limitée et une forte tendance à une gestion réactive plutôt que proactive. En général, les municipalités insèrent brièvement l'adaptation à leur plan d'action sur les changements climatiques déjà existant, plutôt que de procéder au processus itératif complet d'élaboration d'une stratégie d'adaptation municipale. La taille et les moyens disponibles ne sont pas forcément un facteur explicatif d'action ou d'inaction parmi les municipalités. Ce constat va dans les deux sens puisque toutes les grandes villes de la côte est n'ont pas produit de stratégie d'adaptation, ou n'ont pas entrepris d'actions d'adaptation explicites, et inversement, toutes les petites municipalités ne sont pas restées inactives. Avec des moyens réduits, des petites villes ont entrepris des activités concrètes d'adaptation, probablement motivées par la forte conscience des populations ou des dirigeants locaux face à des problématiques qu'elles rencontrent déjà. Pousser toutes les municipalités ou les comtés régionaux à élaborer une stratégie ou un plan d'adaptation officiel diminuerait les vulnérabilités des gouvernements locaux face aux impacts des changements climatiques et amplifierait leur leadership. Augmenter les connaissances quant aux coûts relatifs à l'adaptation proactive issue de la planification, par rapport aux coûts engendrés par l'inaction et la réactivité en cas de situation d'urgence, pourrait réduire certains freins politiques. Favoriser l'implication politique et la sollicitation du public est aussi primordial puisqu'elles impulsent l'action au niveau local et permettent de la maintenir et de l'améliorer.

L'engagement des municipalités est de première importance puisqu'elles doivent gérer de nombreuses problématiques environnementales et sociales tout en tenant compte des limites de leurs compétences et de leurs ressources ; elles doivent agir sur le terrain en adoptant des mesures d'adaptation concrètes en prenant en compte les risques associés à leurs actions ; elles doivent faire l'interface entre toutes les parties prenantes en informer et impliquer le public, tout en s'informant et en s'impliquant elles-mêmes auprès des juridictions gouvernementales supérieures (Ouranos, 2010). La planification de leur adaptation est donc indispensable pour qu'elle soit optimale.

5.2 Recommandations

La section suivante présente des recommandations destinées aux trois échelles gouvernementales des provinces côtières canadiennes suite à l'analyse faite concernant l'avancement de leur stratégie d'adaptation.

Recommandation 1 - Intégration

Il est recommandé au gouvernement fédéral, aux provinces et aux municipalités côtières d'intégrer en tant que priorité l'adaptation aux changements climatiques dans leur cadre décisionnel officiel. Il serait bon de créer une structure institutionnelle dédiée à l'adaptation. L'adaptation doit être considérée comme une solution qu'il faut appliquer au même titre que l'atténuation, et non la reléguer au second plan. Les décideurs doivent prendre conscience de l'importance et du caractère pressant d'intégrer l'adaptation à la planification gouvernementale en matière de changements climatiques. Un moyen d'y parvenir serait de remanier les plans d'actions sur les changements climatiques, ou autres documents officiels, pour y incorporer explicitement et en détail, des objectifs concrets et mesurables d'adaptation, et les mesures d'adaptation à adopter avant d'en effectuer un suivi.

Recommandation 2 - Leadership fédéral

Il est recommandé au gouvernement fédéral d'adopter une stratégie d'adaptation officielle qui coordonnerait les actions des ministères et favoriserait une intervention proactive et cohérente selon des objectifs clairement établis. Elle devrait contenir des mesures de suivi et de surveillance des progrès, afin de favoriser un processus d'amélioration continue, tel que doit contenir un processus d'adaptation efficace. Une stratégie d'adaptation officielle témoignerait de la mise en marche effective du processus itératif d'adaptation par le gouvernement fédéral. Elle supposerait

que le gouvernement s'implique dans toutes les étapes relatives à l'adaptation, de la consultation des parties prenantes, jusqu'au suivi et la surveillance des progrès réalisés.

Recommandation 3 - Sensibilisation du public

Il est recommandé au gouvernement fédéral d'améliorer la visibilité de ses activités et la transparence de ses résultats envers le grand public. Pour y parvenir, un moyen facile serait de garder à jour l'information relative à l'adaptation sur les sites internet gouvernementaux, ce qui généralement n'est pas le cas à l'heure actuelle. Des informations disponibles et à jour témoigneraient du sérieux de l'engagement du gouvernement fédéral, à l'heure où les sites internet sont les vitrines des activités de toute organisation. La Plateforme de l'adaptation est une initiative intéressante, mais elle est réservée aux intervenants, aux industriels et aux décideurs (Ressources Naturelles Canada, 2013b). Le grand public ne doit donc pas être laissé pour compte en termes d'accès à l'information puisqu'il est directement concerné par les changements climatiques et les actions d'adaptation prises en conséquence. Il est aussi recommandé que les localités coordonnent davantage le dialogue entre les provinces et les populations afin que les citoyens se sentent concernés et participent pleinement aux efforts à mener. La sollicitation et la participation à des consultations publiques en sont des moyens.

Recommandation 4 - Améliorer la capacité locale d'adaptation

Il est recommandé aux provinces de mettre en place des incitatifs pour impliquer davantage les localités à s'engager vers l'adaptation. Ils peuvent être collaboratifs, notamment en offrant de l'expertise ou en maximisant les connaissances spécifiques à l'échelle locale. Ils peuvent aussi être financiers, par exemple avec la création de Fonds pour l'adaptation. Adopter des mesures de soutien est un bon moyen pour insuffler davantage de leadership aux communautés locales et augmenter leur capacité d'adaptation.

Recommandation 5 - Mettre en place des normes et standards communs

Il est recommandé, du fait du dédoublement et du chevauchement de certaines compétences des trois instances gouvernementales, d'envisager la création de normes et de critères communs pour coordonner leur engagement, leurs actions et les outils d'aide aux municipalités. Cela permettra d'améliorer l'efficacité de la planification de l'adaptation au travers d'une coordination multi-niveaux et multisectorielle.

CONCLUSION

L'adaptation aux changements climatiques gagne en importance au Canada, à mesure que les incertitudes concernant leurs impacts négatifs diminuent. La conscientisation politique progressive et l'approfondissement des recherches scientifiques dans le domaine des changements climatiques ont permis d'identifier l'adaptation comme étant aujourd'hui un recours indispensable pour face aux impacts des changements climatiques. Alors que le Canada constate déjà d'importantes modifications de son environnement, les communautés côtières sont celles dont l'exposition aux phénomènes climatiques extrêmes est la plus forte, et représentent les régions plus vulnérables parmi les autres régions canadiennes.

L'objectif de cet essai était de déterminer quelles sont les stratégies d'adaptation employées au sein des régions côtières de l'est et de l'ouest du Canada, en analysant leur mode de planification et d'intervention dans l'adaptation. Pour atteindre cet objectif, il était d'abord nécessaire d'identifier les facteurs à la base de l'apparition de l'adaptation comme solution à la problématique environnementale transversale des changements climatiques.

Pour commencer, une mise en contexte a été nécessaire. La notion d'adaptation s'articule autour de plusieurs concepts clés qui lui confèrent sa portée stratégique et sa complexité. Le contexte politique international et canadien a permis de cerner l'évolution de ce mode de réponse aux changements climatiques, qui a progressé depuis une vingtaine d'années. On est passé la perception de l'atténuation comme étant la solution ultime, à la remise en question de l'efficacité de la communauté internationale à remédier aux émissions massives de GES.

L'adaptation est donc reconnue par les scientifiques et les décideurs comme étant une réponse indispensable aux changements climatiques, pour répondre aux changements climatiques inévitables malgré l'importance des mesures d'atténuation prise à l'échelle mondiale. Les impacts environnementaux et socio-économiques sont nombreux, et le sont d'autant plus pour les régions côtières, pour lesquels des solutions concertées et transversales doivent être apportées.

Tous les gouvernements canadiens s'accordent à dire qu'il faut agir dès maintenant. Malgré leur engagement croissant dans l'adaptation, le gouvernement fédéral, comme les provinces et les municipalités, ne sont qu'au début de sa planification et de son implantation à leur échelle. On constate que le gouvernement fédéral reste mesuré dans la planification et l'application de mesures d'adaptation. Cela influe inévitablement sur les provinces et les municipalités, dont l'engagement est variable. Un nombre restreint d'entres-elles sont actives, voire proactives, et démontrent la volonté de planifier efficacement leur adaptation. La planification ne se fait pas toujours de manière optimale en raison du manque de coordination ou de visibilité dans les mesures d'adaptation mises

en place. Plusieurs barrières politiques, structurelles ou communicationnelles persistent. Le Canada est plus impliqué dans l'atténuation qu'il ne l'est dans l'adaptation, même si cette tendance s'équilibre progressivement en raison d'une plus grande visibilité, d'une sensibilisation accrue et de l'acquisition de nouvelles connaissances sur le sujet. Les trois niveaux gouvernementaux partagent certains objectifs d'adaptation autour deux grands thèmes : l'amélioration de leurs connaissances sur les changements climatiques et l'intégration accrue du processus d'adaptation au sein du processus décisionnel. En revanche, tous les acteurs ne partagent pas la même capacité d'intervention ni les mêmes objectifs spécifiques. On constate que les stratégies d'adaptation des municipalités côtières, des provinces côtières ainsi que du gouvernement fédéral, sont issues d'un mode de planification très différent, et donnent lieu à des mesures d'adaptation diversifiées, parfois complémentaires, parfois qui se chevauchent, parfois insuffisantes.

Pour finir, des recommandations sont proposées pour chaque échelle gouvernementale, afin de remédier à certaines limites rencontrées pour la planification ou l'implantation de mesure d'adaptation. Elles concernent notamment le manque de coordination entre les parties prenantes gouvernementales, le partage d'information et d'outils d'adaptation ou encore le manque de visibilité, de transparence ou de suivi des résultats et progrès des mesures d'adaptation.

L'adaptation se fait de façon transversale et multisectorielle, de la même façon que les changements climatiques affectent les systèmes socio-écologiques sans tenir compte des frontières territoriales et politiques. Elle nécessite l'application d'un ensemble de mesures coordonnées et de l'engagement des gouvernements aux responsabilités et ressources diverses. Il est nécessaire de créer un consensus sur l'importance de la planification, de sorte que toutes réalisent un effort commun. Cette démarche doit être entreprise sur la durée, mais doit aussi s'avérer proactive plutôt que réactive.

L'adaptation est un des enjeux de gestion majeurs du 21^e siècle, car elle nécessite l'implication d'acteurs à tous les niveaux et nécessite l'usage de mesures d'adaptation différentes et complémentaires. En matière d'adaptation aux changements climatiques, il reste beaucoup à faire pour le gouvernement fédéral, les provinces côtières et leurs municipalités. Une importance croissante est accordée à la planification de l'adaptation, mais cette tendance est loin d'être étendue à tout le Canada côtier. La coopération, la cohérence et la visibilité seront des facteurs à exploiter davantage pour faire du Canada et de ses régions côtières des chefs de file en matière d'adaptation aux changements climatiques.

RÉFÉRENCES

- Adaptation Learning Mechanism (ALM) (2009). Country profile - Canada. *In* ALM. <http://www.adaptationlearning.net/canada/profile> (Page consultée le 6 février 2014).
- Adger, N. W. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, vol. 16, no. 3, (p. 268-281).
- Allen, D.M. et Suchy, M. (2001). Results of the Groundwater Geochemistry Study on Saturna Island, British Columbia. *In* Island Trust. <http://islandstrust.bc.ca/poi/pdf/itpoitasrptgrndwtrfinaljun2001.pdf> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Aminzadeh, S.C. (2006). A moral imperative: rights implication of climate change. *Hastings International and Comparative Law Review*, vol. 30, n°2, (p. 231-265).
- Atlantic Canada Opportunities Agency (2013). Aquaculture in Atlantic Canada. *In* Atlantic Canada Opportunities Agency. http://www.acoa-apec.gc.ca/eng/publications/FactSheetsAndBrochures/Pages/B_Aquaculture.aspx (Page consultée le 10 avril 2014).
- Bauer, A. et Steurer, R. (2014). Multi-level governance of climate change adaptation through regional partnerships in Canada and England. *Geoforum*, vol.51, (p. 121-129).
- Bélanger, G. (2003). Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Québec. *In* Agriréseau. <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Belanger.pdf> (Page consultée le 16 mars 2014).
- Biesbroek, G.R., Swart, R.J., Carter, T.R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H., Morecroft, M.D. et Rey, D. (2010). Europe adapts to climate change: comparing National Adaptation Strategies. *Global Environmental Change*, vol. 20, n°3, p. 440-450.
- Briner, S., Elkin, C., Huber, R. (2013). Evaluating the relative impact of climate and economic changes on forest and agricultural ecosystem services in mountain regions. *Journal of Environmental Management*, vol. 129, (p. 414-422).
- Bureau du Vérificateur Général du Canada (2010). L'adaptation aux impacts climatiques. *In* Bureau du Vérificateur Général du Canada. *Automne 2010 - Rapport du commissaire à l'environnement et au développement durable*. http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/docs/parl_cesd_201012_03_f.pdf (Page consultée le 26 mai 2014).
- Burgiel, S.W. and Muir, A.A. (2010). Invasive Species, Climate Change and Ecosystem-Based Adaptation: Addressing Multiple Drivers of Global Change. Global Invasive Species Programme (GISP). <https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/2010-054.pdf> (Page consultée le 18 février 2014).
- Burkett V. R., Nicholls R. J., Fernandez L., Woodrofe C. D. (2008). Climate change impacts on coastal biodiversity. *In* University of Wollongong. <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1251&context=scipapers> (Page consultée le 26 février 2014).
- Burton, I. et Schipper, L. (2009). The earthscan reader on adaptation to climate change. London, Sterling. 459 p.

- Burton, I., Malone, E.L., Huq, S. (2005). *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. Developing Strategies, Policies and Measures*. Cambridge University Press, Cambridge, 263 p.
- Campbell, J.S. et Simms, J.M. (2009). Rapport de situation sur la conservation du corail et des éponges au Canada. *In Pêches et Océans Canada*. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/publications/cs-ce-2009-fra.pdf> (Page consultée le 20 février 2014).
- Catto, N. (2012). Coastal erosion in Newfoundland. *In ACASA*. <http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryospace.upei.ca/acasa/files/Coastal%20Erosion%20in%20Newfoundland.pdf> (Page consultée le 18 mars 2014).
- Chapin, F., Kofinas, G.P., Folke, C., Chapin, M.C. (2009). *Principles of Ecosystem Stewardship : resilience-based natural resource management in a Changing World*. New-York, Springer, 407 pages.
- City of Vancouver (2012). Climate change adaptation strategy. *In City of Vancouver. Green Vancouver*. <http://vancouver.ca/files/cov/Vancouver-Climate-Change-Adaptation-Strategy-2012-11-07.pdf> (Page consultée le 6 juin 2014).
- Crawford, E. et Beveridge, R. (2013). Strengthening BC's Agriculture Sector in the Face of Climate Change. *In PICS*. http://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Strengthening%20BC%27s%20Agriculture%20Sector_0.pdf (Page consultée le 12 mars 2014).
- Coast Forest Conservation Initiative (2013). The Great Bear Rainforest: everything has changed. *In Coast Forest Conservation Initiative*. http://www.coastforestconservationinitiative.com/_GBR_Update/_downloads/CFCI_EBM_Market_Update.pdf (Page consultée le 16 mars 2014).
- Colombie-Britannique. Ministère de l'Environnement (2007). Environmental Trends in British Columbia : 2007. *In Ministère de l'Environnement*. http://www.env.gov.bc.ca/soe/archive/reports/et07/EnvironmentalTrendsBC_2007_fullreport.pdf (Page consultée le 20 février 2014).
- Colombie-Britannique. Ministère de l'Environnement (2010). Preparing for climate change: British Columbia's Adaptation Strategy. http://www.livesmartbc.ca/attachments/Adaptation_Strategy.pdf (Page consultée le 10 mai 2014).
- Colombie-Britannique. Ministry of water, land and air protection (MWLAP) (2002). Indicators of climate change for British-Columbia 2002. *In Ministry of Environment*. <http://www.env.gov.bc.ca/cas/pdfs/indcc.pdf> (Page consultée le 14 mars 2014).
- Comité des mesures d'adaptation aux changements climatiques de la Ville de Moncton (2013). Ville de Moncton : Stratégie d'adaptation aux changements climatiques et de gestion des inondations. *In Ville de Moncton*. <http://www.moncton.ca/Assets/Residents+French/Environment+French/Strat%20a9gie+d%27adaptation+aux+changement+climatiques.pdf> (Page consultée le 3 juin 2014).
- Commission des communautés européennes (2009). Les effets du changement climatique sur la santé humaine, animale et végétale. *In Commission Européenne. Health*. http://ec.europa.eu/health/archive/ph_threats/climate/docs/com_2009-147_fr.pdf (Page consultée le 16 mars 2014).

- Commission Européenne (2013). Climate change adaptation, coastal and marine resources. Bruxelles, Commission Européenne, 38 p.
- Commission Européenne (2014). The 2015 international agreement. *In* European Commission. *Climate action*.
http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/index_en.htm (Page consultée le 15 avril 2014).
- Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada) (2003). L'intendance des terres humides du Canada. *In* Terres humides Canada.
<http://nawcc.wetlandnetwork.ca/Rep03-2f.pdf> (Page consultée le 14 mars 2014).
- Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) (1992). Convention-Texte de la Cadre des Nations Unies sur le changement climatique *In* IPCC.
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf> (Page consultée le 13 février 2014)
- Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) (2001). Changements climatiques - Fiche informative. *In* CCNUCC.
http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2001_fr.pdf (Page consultée le 8 mai 2014)
- Daigle, R. (2012). Élévation du niveau de la mer et inondations. Conséquences pour les communautés côtières du Nouveau-Brunswick. *In* ACASA.
<http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.upei.ca/acasa/files/E%CC%81le%CC%81v-ation-biveau%20de%20la%20mer-NB-2013-web.pdf> (Page consultée le 18 mars 2014).
- Dale, A., Robinson, J., Herbert, Y., Shaw, A. (2013). Climate change adaptation and mitigation: an action agenda for BC decision's-makers. *In* Royal Roads University.
<http://mc3.royalroads.ca/sites/default/files/webfiles/MC3%20Climate%20Action%20Agenda.pdf> (Page consultée le 3 juin 2014).
- Davies, M. (2011). Climate change and shoreline protection. *In* ACASA.
<http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.upei.ca/acasa/files/Climate%20Change%20and%20Shoreline%20Protection%20in%20Atlantic%20Canada.pdf> (Page consultée le 28 février 2014).
- DeMerchant, A., Beckley, T. et Shawn, D. (2013). Potential Effects of Climate Change on New Brunswick Freshwater and Terrestrial Ecosystems: an overview. *In* ACASA.
http://atlanticadaptation.ca/acasa/sites/discoveryspace.upei.ca/acasa/files/ETF%20120171%20UNB%20Beckley_Demerchant%20Potential%20Effects%20of%20Climate%20Change%20on%20New%20Brunswick%20Freshwater%20and%20Terrestrial%20Ecosystems%20-%20-%20FINAL.pdf (Page consultée le 22 avril 2014).
- Dickinson, T. et Burton, I. (2011). Adaptation to climate change in Canada : a multi-level mosaic. *In* Ford, J.D. et Berrang-Ford, L. *Climate change adaptation in developed nation - From theory to practice*.
- Dolan, A.H. et Walker, I.J. (2006). Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks. *Journal of Coastal Research*, vol. 3, n°39, (p. 1316-1323).
- Douglas, B. C. (2001). An Introduction to Sea Level. *In* Douglas, B. C, Kearney M. S et Leatherman S. P., *Sea Level Rise : History and Consequences* (chap. 1, p. 1-11). San Diego, Academic Press, 232 p.

- Earth System Research Laboratory (2014). Multivariate ENSO index (MEI). *In* NAOO. http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/#ref_wt1 (Page consultée le 22 mars 2014).
- Easterling, D.R., Evans J.L, Groisman, P.Y., Karl, T.R., Kunkel, K.E., Ambenje, P. (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review. *In* NOAA. <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/special/extr-bams2.pdf> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Environmental Protection Agency (EPA) (2014). Climate change indicators in the United-States, 2014. *In* EPA. <http://www.epa.gov/climatechange/pdfs/climateindicators-full-2014.pdf> (Page consultée le 1 mai 2014).
- Environnement Canada (1997a). Responding to global climate change in British Columbia and Yukon responding to global -Volume I of the Canada Country Study : Climate Impacts and Adaptation. *In* Environnement Canada. http://www.climateaccess.org/sites/default/files/Taylor_Responding%20to%20Global%20Climate%20Change%20in%20BC.pdf (Page consultée le 23 janvier 2014).
- Environnement Canada (1997b). Climate Change and Climate Variability in Atlantic Canada - Volume IV of the Canada Country Study : Climate Impacts and Adaptation. Ottawa, Environnement Canada, 130 p.
- Environnement Canada (2010a). Les terres humides. *In* Environnement Canada. <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=27147C37-1> (Page consultée le 13 mars 2014).
- Environnement Canada (2010b). L'eau et le changement climatique. *In* Environnement Canada. *Gestion de l'eau*. <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=3E75BC40-1> (Page consultée le 25 février 2014).
- Environnement Canada (2011). Plans sur les changements climatiques aux fins de la *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*. *In* Environnement Canada. http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/En11-11-2011-fra.pdf (Page consultée le 24 janvier 2014).
- Environnement Canada (2013a). Fiche d'information : Engagement continu du Canada en matière d'adaptation aux changements climatiques. <http://ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=2D1D6FA7-1&news=B67A7995-A1CA-4DE3-89D2-E4E3C0E24BFB> (Page consultée le 25 janvier 2014)
- Environnement Canada (2013b). Annexe A : Programme de la qualité de l'air. *In* Environnement Canada. *Développement durable*. <http://www.ec.gc.ca/dd-sd/default.asp?lang=Fr&n=2E6860C6-1> (Page consultée le 10 mai 2014)
- Environnement Canada (2013c). Stratégie fédérale de développement durable 2013-2016. *In* Environnement Canada. *Développement durable*. <http://www.ec.gc.ca/dd-sd/default.asp?lang=Fr&n=A22718BA-1> (Page consultée le 4 juin 2014).
- Environnement Canada (2014). Rapport sur les plans et priorités 2014-2015. *In* Environnement Canada. *Gouvernance*. http://ec.gc.ca/Content/3/1/D/31D9FF32-8842-4CC6-A008-231DEBE41F40/140221_Clean_RPP_Fra_without%20signatures.pdf (Page consultée le 4 juin 2014).

- European Climate Adaptation Platform (Climate-ADAPT) (2014). About climate change adaptation in Europe. *In* Climate-ADAPT. <http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/home> (Page consultée le 12 mai 2014).
- European Environment Agency (EEA) (2013). Adaptation in Europe - Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 136 p.
- Financement agricole Canada (2013). L'industrie agricole et agroalimentaire canadienne et l'économie mondiale en 2013-2014. *In* FAC. <https://www.fcc-fac.ca/fcc/about-fcc/corporate-profile/reports/cage-report/lindustrie-agricole-et-agroalimentaire-canadienne-et-leconomie-mondiale-en-2013-2014.pdf> (Page consultée le 20 avril 2014).
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. et Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* vol. 15, n°4. <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20> (Page consultée le 1 février 2014).
- Fondation David Suzuki (2012). Un bilan disparate 2012 : la lutte contre les changements climatiques province par province. *In* Fondation David Suzuki. http://www.davidsuzuki.org/fr/publications/telechargements/2012/Un_Bilan_Disparate_2012.pdf (Page consultée le 2 juin 2014).
- Force, E.R (2012). Coastal erosion and deposition in the Cap laRonde-Goulet Beach sector of Isle Madame, Cape Breton Island, Nova Scotia. *In* C-Change. http://www.coastalchange.ca/images/stories/Documents_Tab/workingpaper40_force_cape_laronde_2012.pdf (Page consultée le 10 mars 2014).
- Ford, J.D. et Smit, B. (2004). A framework for assessing the vulnerabilities of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change. *Arctic*. vol. 57, n°4, (p. 389-400).
- Fraser Basin Council (s.d.). BC Regional Adaptation Collaborative Program. *In* Climate change and air quality. http://www.fraserbasin.bc.ca/ccaq_bcrac.html (Page consultée le 10 juin 2014).
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*. vol. 16, n°. 3, (p. 293-303).
- Gaudette, J. Notes de cours ENV712 : Système de gestion environnementale. Université de Sherbrooke, 58 pages.
- Giddens, A. (2011). *The Politics of Climate Change*. Cambridge : Polity Press. 269 pages.
- GIEC (2001a). Climate change 2001 : mitigation. *In* IPCC. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/ (Page consultée le 14 janvier 2014).
- GIEC (2001b). Climate change 2001 : impacts, adaptation, and vulnerability to climate change. *In* IPCC. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/ (Page consultée le 16 janvier 2014).
- GIEC (2007a). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, 996 p.

- GIEC (2007b). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 976 p.
- GIEC (2007c). *Climate change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 863p.
- GIEC (2013a). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 1535 p.
- GIEC (2013b). *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques - Résumé à l'intention des décideurs*. In IPCC. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf (Page consultée le 19 février 2014).
- GIEC (2014a). *Summary for policymakers*. In GIEC. Cambridge, Cambridge University Press, p. 1-32.
- GIEC (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability - Final Draft*. In GIEC. <http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/final-drafts/> (Page consultée le 20 juin 2014)
- Gouvernement de Colombie-Britannique (2010). *British Columbia Climate Action Plan for the 21st century*. In Gouvernement de Colombie-Britannique. http://www.env.gov.bc.ca/cas/pdfs/climate_action_21st_century.pdf (Page consultée le 2 juin 2014).
- Gouvernement de Colombie-Britannique (2012). *Making progress on B-C's Climate Action Plan*. In Gouvernement de Colombie-Britannique. <http://www.env.gov.bc.ca/cas/pdfs/2012-Progress-to-Targets.pdf> (Page consultée le 5 mai 2014).
- Gouvernement de Colombie-Britannique. Ministry of Forests, Land and Natural Resource Operations (2011). *Coastal floodplain mapping - guidelines and specifications*. In ICAR. *Adaptation Library*. http://www.adaptationlibrary.ca/media/ractool/attachments/052_BC_CoastalFloodplainMappingGuidelinesSpecifications.pdf (Page consultée le 8 juin 2014).
- Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard (2008). *Prince Edward Island and climate change: a strategy for reducing the impacts of global warming*. In Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard. http://www.gov.pe.ca/photos/original/env_globalstr.pdf (Page consultée le 28 mai 2014).
- Gouvernement de Nouvelle-Écosse (2005). *Adapting to a changing climate in Nova-Scotia : vulnerability assessment and adaptation options*. In Gouvernement de Nouvelle-Écosse. http://www.climatechange.gov.ns.ca/files/02/77/Adapting_to_a_Changing_Climate_in_NS.pdf (Page consultée le 14 mars 2014).
- Gouvernement de Nouvelle-Écosse. Nova Scotia Environment (2011). *Guide to considering climate change in project development in Nova Scotia*. In Nova Scotia. <https://www.novascotia.ca/nse/ea/docs/Development.Climate.Change.Guide.pdf>
- Gouvernement du Canada (2004). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*. Ottawa, Ressources Naturelles Canada, 219 p.

- Gouvernement du Canada (2011). Cadre stratégique fédéral sur l'adaptation. Gatineau, Environnement Canada, 9 p.
- Gouvernement du Canada (2012a). Changement climatique aquatique - transcription de la vidéo. <http://www.science.gc.ca/default.asp?lang=Fr&xml=55AA7B2A-2065-408D-A69F-945A42749338> (Page consultée le 25 février 2014).
- Gouvernement du Canada (2012b). Acidification de l'océan - transcription de la vidéo. <http://www.science.gc.ca/default.asp?lang=Fr&xml=E54D63A4-7E05-4A28-802A-7B3303838C55> (Page consultée le 25 février 2014).
- Gouvernement du Canada (2012c). Fiche d'information sur l'action du Canada en matière de changements climatiques. *In* Changements climatiques. http://www.changementsclimatiques.gc.ca/Content/1/2/A/12A4D3F2-D5B7-44B4-B764-4A37EA9A6EB6/1613_COP19_CC_action_factsheet_F_01_Web.pdf (Page consultée le 14 mai 2014).
- Gouvernement du Canada (2014). Le sixième rapport du Canada sur les changements climatiques. *In* Environnement Canada. <http://ec.gc.ca/cc/16153A64-BDA4-4DBB-A514-B159C5149B55/Le%20sixi%20me%20rapport%20du%20Canada%20sur%20les%20changements%20climatiques.pdf> (Page consultée le 13 juin 2014).
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2008). Stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour le Canada atlantique. *In* Gouvernement du Nouveau-Brunswick. *Environnement et Gouvernements locaux*. <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/StrategieAdaptationCanadaAtlantique.pdf> (Page consultée le 1 juin 2014).
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2014). Plan d'action du Nouveau-Brunswick sur les changements climatiques 2014–2020. *In* Gouvernement du Nouveau-Brunswick. <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/PlanActionChangementsClimatiques2014-2020.pdf> (Page consultée le 7 juin 2014).
- Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador (2011). *Charting our course: climate change action plan*. *In* Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador. http://www.exec.gov.nl.ca/exec/ccee/publications/climate_change.pdf (Page consultée le 4 juin 2014).
- Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada (2010). Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, 148 p.
- Groupe de travail sur le changement climatique du Conseil canadien des parcs (2013). Parcs et aires protégées du Canada : Aider le Canada à faire face au changement climatique. Agence Parcs Canada au nom du Conseil canadien des parcs, 54 p.
- Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1996). Le changement climatique : dimensions économiques et sociales. Contribution au Deuxième Rapport d'évaluation du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat. Paris Dossiers et débats pour le développement durable. Sainte-Foy, Québec, 543 p.
- Hall, K.R., Tschirky, P., Turcke, D.J. (1998). Coastal wetland stability and shore protection. *Journal of coastal research, special issue*, n°26, p. 96-101.

- Hengeveld, H. (2000). Projections du climat futur du Canada : discussions de simulations récemment effectuées avec le modèle canadien du climat du globe. Downsview, Environnement Canada, 54 p.
- Hollo, E.J., Kulovesi, K., Mehling, M. (2013). The climate change and the law. Dordrecht, Springer Netherlands (Collection Ius Getium: Comparative perspectives on Law and Justice), 698 p.
- Houle, D. et MacDonald, D. (2011). Comprendre le choix des instruments de politique publique en matière de changements climatiques au Canada. *Télescope*, vol. 17, n° 2, p. 183-208.
- Île-du-Prince-Édouard (s.d.). Coastal climate change in Prince-Edward Island: Shoreline protection. *In* ACASA. http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.uepei.ca/acasa/files/DEC-00266-PEI%20Shoreline%20Protection%20Case%20Study_HIGHREZ.pdf (Page consultée le 22 février 2014).
- Île-du-Prince-Édouard. Département de l'Environnement (2011a). Coastal erosion and climate change. *In* ACASA. <http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.uepei.ca/acasa/files/Coastal%20Erosion%20and%20Climate%20Change.pdf> (Page consultée le 18 mars 2014).
- Île-du-Prince-Édouard. Département de l'Environnement (2011b). Saltwater intrusion and climate change : a primer for local and provincial decision-maker. *In* ACASA. <http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.uepei.ca/acasa/files/Saltwater%20Intrusion%20and%20Climate%20Change%20in%20Atlantic%20Canada.pdf> (Page consultée le 19 mars 2014).
- Institut Français de Recherche et d'Exploitation de la mer (IFREMER) (s.d.). Chimie, océan et climat? *In* IFREMER. http://www.ifremer.fr/content/download/51441/729852/file/ocean-chimie-climat_ficheA4.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) (2010). Un climat qui change, des collectivités qui changent elles aussi - Guide pour planifier l'adaptation des municipalités aux changements climatiques. http://icleicanada.org/images/icleicanada/pdfs/un_climat_qui_change_des_collectivites_qui_changent_elles_aussi.pdf
- Johannessen, D.I., Macdonald, J.S., Harris, K.A., and Ross, P.S. (2007). Marine environmental quality in the Pacific North Coast Integrated Management Area (PNCIMA), British Columbia, Canada: A summary of contaminant sources, types and risks. *In* Pêches et Océans Canada. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/328420.pdf> (Page consultée le 16 mars 2014).
- Joint Liaison Group of the Rio Conventions (s.d). Adaptation - Under the Frameworks of the CBD, the UNCCD and the UNFCCC - Joint Liaison Group of the Rio Conventions. *In* GIES. http://unfccc.int/resource/docs/publications/adaptation_eng.pdf (Page consultée le 6 mai 2014).
- Jost, G. et Weber, F. (2012). Potential impacts of climate change on BC Hydro's water resources. *In* BC Hydro. http://www.bchydro.com/content/dam/hydro/medialib/internet/documents/about/climate_change_report_2012.pdf (Page consultée le 14 mars 2014).
- La documentation française (2011). La lutte contre le réchauffement climatique. *In* La documentation française. *Le changement climatique*. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/d000122-le-changement-climatique/la-lutte-contre-le-rechauffement-climatique> (Page consultée le 13 janvier 2014)

- Lake, I.R., Hooper, L., Abdelhamid, A., Bentham, G., Boxall, A.B.A., Draper, A., Fair-weather-Tait, S., Hulme, M., Hunter, P.R., Nichols, G. et Waldron, K.W. (2012). Climate change and food security: health impacts in developed countries. *Environmental Health Perspective*, vol. 120, n°11, p. 1520-1526.
- Lapcevic, P. et Kelly, J. (2010). The intrusion of seawater into the fractured bedrock aquifer on East Point peninsula, Saturna Island. *In* Ministère de l'environnement de Colombie-Britannique. http://www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/library/aquifers/saturna_final_report2010.pdf (Page consultée le 20 mars).
- Larsson, N. (2010). Adapting to climate change in Canada. <http://www.tandfonline.com/loi/rbri20>(Page consultée le 16 janvier 2014).
- Leatherman, S.P. (2001). Social and Economic Costs of Sea Level Rise. *In* Douglas, C.B, Kearney, M.S., Leatherman, S.P. *Sea Level Rise: History and Consequences* (chap. 8, p.181-223). San Diego, Academic Press.
- Lemmen, D.S, Warren, J.L et Bush, E. (2008). Vivre les changements climatiques au Canada : édition 2007. *In* Gouvernement du Canada. http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_f.pdf (Page consultée le 12 février 2014).
- Lemprière, T.C., Bernier, P.Y., Caroll, A.L., Flannigan, M.D., Gilsenan, 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. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/29155.pdf> (Page consultée le 10 mars 2014).
- Levina, E. et Tirpak, D. (2006). Adaptation to Climate change: key terms. *In* OECD. <http://www.oecd.org/env/cc/36736773.pdf> (Page consultée le 18 février 2014).
- Ligeti, E., Penney, J. Wieditz, I. (2007). Cities preparing for climate change. A study of six urban area. *In* The Clear Air Partnership. Toronto, Clean Air Partnership, 90 p.
- Linham, M.M. et Nicholls, R.J. (2010). Technologies for climate change adaptation - Coastal erosion and flooding. *In* Technical University of Denmark. http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:86544/datastreams/file_5699563/content (Page consultée le 19 mars 2014).
- MacDonald, D., Houle, D. et Patterson, C. (2011). L'utilisation du volontarisme afin de contrôler les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel au Québec et au Canada : les cas des programmes VCR et ÉcoGEst. *In* Crête, J., *Le volontarisme comme instrument de politiques environnementales au Québec* (chap. 8, p. 75-97). Québec, Les Presse de l'Université Laval, 236 p.
- MacQuarrie, K., Butler, K., Mott, E., Green, N. (2012). A case study of coastal aquifers near Richibucto, New Brunswick: Saline groundwater occurrence and potential impacts of climate change on seawater intrusion. *In* ACASA. http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryospace.ypei.ca.acasa/files/Final%20Report-Oct-2012_0.pdf (Page consultée le 27 février 2014)
- Marshall, D. (2008). Un virage énergétique : Devant l'inaction du fédéral, les provinces s'attaquent aux changements climatiques. *In* Fondation David Suzuki. http://www.davidsuzuki.org/publications/downloads/2008/DSF_ProvincialPowerPlay_08_French_Web.pdf (Page consultée le 13 mai 2014).

- Mathis, J.T. (2013). Ocean acidification: Perceptions, risks and uncertainties. *In* Alaska Center for Climate Change Assessment and Policy.
https://accap.uaf.edu/sites/default/files/Mathis%20OA_Climate%20Webinar_Nov5th_0.pdf
 (Page consultée le 10 mars 2014).
- McBean, G. et Henstra, D. (2003). Climate change, natural hazards and cities. *In* Institute for Catastrophic Loss Reduction.
http://wsm.ezsitedesigner.com/share/scrapbook/42/425698/Climate_Change,_Natural_Hazards_and_Cities.pdf (Page consultée le 19 mars 2014).
- McClanahan, T.R. et Cinner, J.E. (2012). Adapting to a changing environment: confronting the consequences of climate change. New-York, Oxford University Press, 193 p.
- McConkey, B.G., Lobb, D.A., Li, S., Black, J.M.W. et Krug, P.M. (2011). Soil erosion on cropland: introduction and trends for Canada. *In* Publications du Gouvernement du Canada.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=En&n=137E1147-1> (Page consultée le 12 mars 2014).
- McLaughlin, P. et Dietz, T. (2008). Structure, agency and environment: toward an integrated perspective on vulnerability. *Global Environment Change*, vol. 18, n°1, p. 99-111.
- Mekis, É. et Vicent, L.A. (2011). An overview of the second generation adjusted daily precipitation dataset for trend analysis in Canada. *Atmosphere-Ocean*, vol. 49, n°2, p. 163-177.
- Merill, S., Zwicker, G., Bruce, D. (2010).
 Cumberland County Integrated Community Sustainability Plan. Sackville, Rural and Small Town Program, 70 p.
- Millenium Ecosystem Assessment (MA) (2005). Ecosystems and human well-being: wetlands and water - synthesis. *In* MA.
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf> (Page consultée le 15 mars 2014).
- National Oceanic and Atmospheric Administration (s.d.). What is Ocean Acidification ? *In* *Pacific Marine Environmental Laboratory Carbon Dioxide Program*.
<http://www.pmel.noaa.gov/co2/story/What+is+Ocean+Acidification%3F> (Page consultée le 24 février 2014).
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC) (2013a). Arctic vs. Antarctic. *In* NSIDC.
<http://nsidc.org/cryosphere/seaice/characteristics/difference.html> (Page consultée le 4 mars 2014).
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC) (2013b). Climate change in the Arctic. *In* NSIDC.
http://nsidc.org/cryosphere/arctic-meteorology/climate_change.html (Page consultée le 6 mars 2014).
- Nouveau-Brunswick. Ministère de l'Environnement. (2010). Activités de la science de l'adaptation dans la région de l'Atlantique.
<http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/RapportActivitesScienceAdaptationAtlantique.pdf> (Page consultée le 22 janvier 2014).
- Nova Scotia Environment (2009). Toward a green future: Nova Scotia's climate change action plan. *In* Nova Scotia Environment. <http://climatechange.gov.ns.ca/doc/ccap.pdf> (Page consultée le 3 juin 2014).

- Ochuodho, T.O., Lantz, V.A., Lloyd-Smith, P., Benitez, P. (2012). Regional economic impacts of climate change and adaptation in Canadian forests: A CGE modeling analysis. *Forest Policy and Economics*, vol. 25, (p. 100-112).
- Office québécoise de la langue française (2012). Résultats de recherche. *In* Le grand dictionnaire terminologique. <http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/> (Page consultée le 8 juin 2014).
- Okey, T.A., Alidina, H.M., Lo, V., Jessen, S. (2014). Effects of climate change on Canada's Pacific marine ecosystems: a summary of scientific knowledge. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 24, n°1, (p. 519-559).
- Okey, T.A., Alidina, H.M., Lo, V., Jessen, S. 2012. Climate change impacts and vulnerabilities in Canada's Pacific marine ecosystems. *In* CPAWS-BC. http://assets.wwf.ca/downloads/cpaws_wwf_climate_report_1p.pdf (Page consultée le 12 mars 2014).
- Olivier, M.O. (2012). Chimie de l'environnement. Lévis, Les productions Jacques Bernier. 448 p.
- Organisation météorologique mondiale (2011). Rôles de la Nina dans les phénomènes météorologiques extrêmes auxquels nous assistons aujourd'hui : questions-réponses. *In* WMO. <https://www.wmo.int/pages/mediacentre/factsheet/LaninaQA.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2009). Protecting health from climate change. Connecting science, policy and people. *In* OMS. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598880_eng.pdf?ua=1 (Page consultée le 12 mars 2014).
- Ouranos (2004). S'adapter aux changements climatiques. Montréal, Ouranos, 83 p.
- Ouranos (2010). Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Guide destiné au milieu municipal québécois. Montréal, Ouranos, 48 p.
- Ouranos (s.d.a). Que sont les changements climatiques ? *In* Ouranos. *Vers l'adaptation aux changements climatiques*. <http://adaptation.ouranos.ca/fr/concepts-de-base/changements-climatiques/> (Page consultée le 5 mai 2014).
- Ouranos (s.d.b). Le processus d'adaptation. *In* Ouranos. *Vers l'adaptation aux changements climatiques*. <http://adaptation.ouranos.ca/fr/processus-adaptation/> (Page consultée le 29 mai 2014).
- Pacific Climate Impacts Consortium (2012). Summary of climate change for British-Columbia in the 2050s. *In* Plan2adapt. <http://www.plan2adapt.ca/tools/planners?pr=0&ts=8&toy=16> (Page consultée le 15 mars 2014).
- Pacific Climate Impacts Consortium. (2013). Climate summary for: West Coast Region. http://www.pacificclimate.org/sites/default/files/publications/Climate_Summary-West_Coast.pdf (Page consultée le 20 janvier 2014).
- Pêches et Océans Canada (2011). L'aquaculture en Colombie-Britannique. *In* Pêches et Océans Canada. http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/publications/pdfs/aqua_mgmt-gest_aqua-fra.pdf (Page consultée le 10 avril 2014).

- Pêches et Océans Canada (2012). Rapport du Canada sur l'état des océans-2012. *In* Pêches et Océans Canada. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/coe-cde/soto/report-rapport-2012/index-fra.asp#a2> (Page consultée le 6 février 2014).
- Pêches et Océans Canada (2014). Espèces aquatiques envahissantes. *In* Pêches et Océans Canada. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/ais-eae/index-fra.htm> (Page consultée le 3 mai 2014).
- Picketts, I. Déry, S., J., Curry, J. (2014). Incorporating climate change adaptation into local plans. *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 57, n°7, (p. 984-1002).
- Programme d'adaptation aux changements climatiques (PACC) (2014). L'enquête sur l'adaptation aux changements climatiques. *In* PACC. <http://www.paccadaptation.ca/resources/PACC%20R-%20Canada%20Jan%202014.pdf> (Page consultée le 13 juin 2014).
- Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) (2009). IEA Training Manual-Volume II : Vulnerability and Impact assessment for Adaptation to Climate Change. http://www.iisd.org/pdf/2010/iea_training_vol_2_via.pdf (Page consultée le 10 janvier 2014).
- Québec. Institut national de santé publique (2010a). Changements climatiques. *In* Mon climat, ma santé. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/changements-climatiques.aspx> (Page consultée le 8 mai).
- Québec. Institut national de santé publique (2010b). Événements météorologiques extrêmes. *In* Mon climat, ma santé. *Événements extrêmes*. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%A9v%C3%A9nements-extr%C3%AAses.aspx> (Page consultée le 18 mars 2014).
- R.J. Daigle Enviro (2011). Coastal flooding issues. *In* ACASA. <http://atlanticadaptation.ca/acasa/sites/discoveryspace.upei.ca/acasa/files/Coastal%20Flood%20Issues.pdf> (Page consultée le 18 mars 2014).
- Ramsar (2014). The list of wetlands of international importance. *In* Ramsar. <http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf> (Page consultée le 15 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009a). Réchauffement climatique - Scénario de température nationale annuelle : 2050. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/cb8843b0-8893-11e0-9f72-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009b). Réchauffement climatique - Scénario de température nationale hivernale : 2050. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/cdd87540-8893-11e0-8949-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009c). Réchauffement climatique - Scénario de température nationale estivale : 2050. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/cc94d1b0-8893-11e0-9f80-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009d). Réchauffement climatique - Scénario des précipitations nationales annuelles : 2050. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/caf4b640-8893-11e0-9946-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009e). Réchauffement climatique - Scénario des précipitations nationales hivernales : 2050. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/cd418c70-8893-11e0-8a01-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).

- Ressources Naturelles Canada (2009f). Réchauffement climatique - Scénario des précipitations nationales estivales : 2050. *In* Geogratias. http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/cc10d4a1-8893-11e0-890d-6cf049291510.html?pk_campaign=recentItem (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009g). Stress à l'atmosphère - Tendances des émissions de gaz à effet de serre, 1998 à 2010. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/e13ac4cf-8893-11e0-a433-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009h). Changement climatique - Sensibilité des régions fluviales au changement climatique au Canada Atlantique. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/dec88c4f-8893-11e0-b860-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009i). Changement climatique - Sensibilité des côtes à l'élévation du niveau de la mer. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/dc9817c0-8893-11e0-82bc-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2009j). Changement climatique - Sensibilité des tourbières au changement climatique. *In* Geogratias. <http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/de901730-8893-11e0-bade-6cf049291510.html> (Page consultée le 20 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2012). Climat et tendances et projections d'ordre climatique. 2.1 Températures et précipitations. *In* MRN. <http://www.nrcan.gc.ca/environnement/ressources/publications/impacts-adaptation/rapports/evaluations/2008/10262> (Page consultée le 19 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2013b). The Adaptation Platform - 1st Annual report. *In* Ressources Naturelles Canada. [http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/adaptation/NRCan_AdaptationAR-En\(Web\).pdf](http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/adaptation/NRCan_AdaptationAR-En(Web).pdf) (Page consultée le 12 juin 2014).
- Ressources Naturelles Canada (2014). Couche électronique de RNCAN concernant le rapport sur les plans et priorités pour 2014-2015. *In* Ressources Naturelles Canada. <http://www.nrcan.gc.ca/plans-performance-reports/developpement-durable/2014-15/15537> (Page consultée le 6 juin 2014).
- Ressources Naturelles Canada (s.d.). Études de cas de municipalités : changements climatiques et processus de planifications - Nouveau-Brunswick. http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/climate_change_and_the_planning_process_new_brunswick_FR.pdf (Page consultée le 17 mars 2014).
- Ressources Naturelles Canada. (2013a). Canada Atlantique. <http://www.nrcan.gc.ca/environnement/ressources/publications/impacts-adaptation/rapports/evaluations/2008/ch4/10340> (Page consultée le 22 janvier 2014).
- Ribeiro, M. , Losenno, C., Dworak, T., Massey, E., Swart, R., Benzie, M., Laaser, C. (2009). Design of guidelines for the elaboration of Regional Climate Change Adaptations Strategies. Vienne, Ecologic Institute, 91 p.
- Richardson, G., R., A. (2010). S'adapter aux changements climatiques : Une introduction à l'intention des municipalités canadiennes. Ottawa, Ressources Naturelles Canada, 40 p.
- Robichaud, I. et Wade, T. (2011). Planning and policy in Atlantic Canada. *In* SACCA. <http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.ypei.ca.acasa/files/Climate%20Adaptation>

- [%20Planning%20and%20Policy%20in%20Atlantic%20Canada.pdf](#) (Page consultée le 2 mai 2014).
- Santé Canada (2004). Les changements climatiques et la santé : bilan de recherche. *In* Santé Canada. *In* SACCA. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/climat/climate-report-rapport/research-recherche-fra.pdf (Page consultée le 20 mars 2014).
- Scheffran, J. (2011). Security risks of climate change: vulnerabilities, threats, conflicts and strategies. *In* Brauch, H.G., Spring, U.O., Mesjasz, C., Grin, J., Kameri-Mbote, P., Chourou, B., Dunay, P., Birkmann, J. *Coping with global environmental change disasters and security. Threats, challenges, vulnerabilities and risks* (page 735-756). Berlin, Springer Berlin Heidelberg.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2010). Synthèse scientifique des impacts de l'acidification des océans sur la biodiversité marine. *In* Convention on Biological Diversity (CBD). <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-46-fr.pdf> (Page consultée le 28 février 2014).
- Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (SCTC) (2013). Programme de la qualité de l'air. *In* SCTC. *Rapports sur les plans et les priorités : 2012-2013*. <http://www.tbs-sct.gc.ca/rpp/2012-2013/inst/doe/st-ts03-fra.asp#hi-ih4> (Page consultée le 3 mai 2014).
- Sécurité publique Canada (2014). Base de données canadienne sur les catastrophes. *In* Sécurité publique Canada. <http://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/cndn-dsstr-dtbs/index-fra.aspx> (Page consultée le 18 mars 2014).
- Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Ruz, M.H. and Solomon, S. (1998). Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise. *Geological Survey of Canada*, n° 505, (p. 1–79).
- Shaw, R.W. (2001). Coastal impacts of climate change and sea-level rise on Prince Edward Island. *In* C-Change. [http://www.coastalchange.ca/download_files/external_reports/Shaw_\(2001\)_CoastalImpactsofClimateChangeandSLRonPEI.pdf](http://www.coastalchange.ca/download_files/external_reports/Shaw_(2001)_CoastalImpactsofClimateChangeandSLRonPEI.pdf) (Page consultée le 17 mars 2014).
- Smit, B. et Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, vol.16, (p. 282-293).
- Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (SACCA) (s.d.). Atlantic Climate Adaptation Solution. *In* SACCA. <http://atlanticadaptation.ca/acasa/> (Page consultée le 11 juin 2014).
- Stanton, E. A., Davis, M., Fencl, A. (2010). Costing Climate Impacts and Adaptation - A Canadian Study on Coastal Zones. *In* Stockholm Environmental Institute. http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate-mitigation-adaptation/Economics_of_climate_policy/sei-canada-coastal-zones-june-2010.pdf (Page consultée le 19 janvier 2014).
- Statistique Canada (2012). Climate change in Canada. *In* Statistique Canada. <http://www.statcan.gc.ca/pub/16-201-x/2007000/10542-eng.htm> (Page consultée le 11 mars 2014).
- Statistique Canada (2013). Tableau statistique canadien et Série "perspective géographique", recensement 2011. *In* Statistiques Canada. <http://www.statcan.gc.ca/> (page consultée le 20 janvier 2014).

- Statistique Canada (2014). Chiffres de population et des logements, Canada, provinces et territoires, recensements de 2011 et 2006. <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Table-Tableau.cfm?LANG=Fra&T=101&S=50&O=A> (Page consultée le 18 janvier 2014).
- Stern, N. (2007). Stern review: The economics of climate change. *In* UK Government web archive. http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf (Page consultée le 20 mars 2014).
- The Arlington Group Planning & Architecture Inc., EBA, Tetra Tech EBA, De Jardine Consulting et Sustainability Solutions Group (2013). Sea level rise adaptation primer - A toolkit to build adaptive capacity on Canada's south coasts. *In* British Columbia Ministry of Environment. <http://env.gov.bc.ca/cas/adaptation/pdf/SLR-Primer.pdf> (Page consultée le 12 juin 2014)
- The Cariboo Regional District (2011). Cariboo-Chilcotin Climate Change Adaptation Strategy. *In* ICAR. http://www.retooling.ca/_Library/docs/Cariboo_Chilcotin_Climate_Change_Adaptation_Strategy_-_Final_29-Sept-11.pdf (Page consultée le 12 juin 2014)
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (2009). TEEB climate issue update. *In* TEEB. <http://www.teebweb.org/media/2009/09/TEEB-Climate-Issues-Update.pdf> (Page consultée le 16 mars 2014).
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (2013). TEEB for Water and Wetlands. *In* TEEB. http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/TEEB_WaterWetlands_Report_2013.pdf (Page consultée le 16 mars 2014).
- The Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR) (2012). Telling the weather story. *In* Bureau d'assurance du Canada. http://www.ibr.ca/en/natural_disasters/documents/mcbean_report.pdf (Page consultée le 28 mars 2014).
- The Royal Society et National Academy of Sciences (2014). Climate change : evidence and causes. *In* The Royal Society. *Policy*. <http://royalsociety.org/policy/projects/climate-evidence-causes/> (Page consultée le 24 février 2014).
- Thomson, R.E., Bornhold, B.D., Mazzotti, S. (2008). An examination of the factors affecting relative and absolute sea level rise in coastal British-Columbia. *In* Pêches et Océans Canada. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/335209.pdf> (Page consultée le 18 février 2014).
- United Nation Environment Program (UNEP) (2009). Climate change 2009 : science compendium. *In* UNEP. http://www.unep.org/pdf/ccScienceCompendium2009/cc_ScienceCompendium2009_full_en.pdf (Page consultée le 13 février 2014).
- United Nation Environment Program. UNEP (s.d). Déclaration finale de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement. *In* UNEP. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&I=fr> (Page consultée le 6 juin 2014).
- Université de Waterloo (s.d.). Nova Scotia: Living shorelines. *In* Climate change adaptation project (CCAP). <http://adaptnowcanada.ca/project/nova-scotia-living-shorelines/> (Page consultée le 2 juin 2014).

- Walker, B. et Salt, D. (2006). *Resilience thinking : sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington : Island Press. 175 p.
- Walker, I.J. et Barrie, J.V. (2003). Geomorphology and sea-level rise on one of Canada's most 'sensitive' coasts: Northeast Graham Island, British Columbia. <http://geog.ovic.ca/blast/Publication%20PDFs/Walker-ICS041.pdf> (Page consultée le 13 mars 2014).
- Warren, F.J. et Lemmen, D.S. (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Ottawa, Gouvernement du Canada, 286 p.
- Westerhoff, L., Keskitalo, E. C. H., McKay, H., Wolf, J., Ellison, D., Botetzagias, I., et Reysset, B. (2010). Planned Adaptation Measures in Industrialised Countries: A Comparison of Select Countries Within and Outside the EU. In Keskitalo, E. C. H. *Developing Adaptation Policy and Practice in Europe: Multi-level Governance of Climate Change* (chap. 7, p. 271-332), 376 p.
- Williams, K., MacDonald, M. et Sternberg, L.daS.L. (2003). Interactions of storm, drought, and sea-level rise on coastal forest: A case study. *Journal of Coastal Research*, vol.19 n°4, (p. 1116-1121).
- Williamson, T.B.; Colombo, S.J.; Duinker, P.N.; Gray, P.A.; Hennessey, R.J.; Houle, D.; Johnston, M.H.; Ogden, A.E. et Spittlehouse, D.L. (2009). Les changements climatiques et les forêts du Canada : des impacts à l'adaptation. In MRN. <https://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Houle-Daniel/Rapport-changements-climatiques-Canada.pdf> (Page consultée le 16 mars 2014).
- Wilson, R.J., Davies, Z.G., Thomas, C.D. (2007). Insects and Climate Change: Process, Patterns and Implication for Conservation. In Stewart A.J.A., New T.R., et Lewis, O.T., *Insect Conservation Biology* (chap. 11, p. 245-279). Wallingford, CAB International, 457p.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. et Davis, I. (2003). *At risk : natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2^e édition, New-York, Routledge, 464 p..
- Wolf, J., Aliche, I. et Bell, T. (2013). Values, climate change and implications for adaptation: Evidence of two communities in Labrador, Canada. *Global Environmental Change*, vol. 23, n°2, (p. 548-562).

ANNEXE 1 - TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CONSTATS ET PRÉVISIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES SYSTÈMES PHYSIQUES COTIERS CANADIENS

Types d'impact	Colombie-Britannique		Canada Atlantique	
	Tendances observées	Projections régionales	Tendances observées	Projections régionales
Augmentation des températures moyennes annuelles	Entre +0.5°C et +0.6°C par siècle (MWLAP, 2002)	+ 2°C à + 7°C d'ici 2080 (Lemmen et autres, 2008)	Aucune donnée spécifique disponible	+1°C à +4°C en moyenne dans les Provinces Atlantique d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009a)
Évolution des précipitations	<ul style="list-style-type: none"> +20 % de précipitations annuelles depuis le 20^e siècle (Jost et Weber, 2012) Entre -30 % et -50 % de chute de neige entre 1950 et 2007 (Bruce, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> + 0 % à + 30 % en hiver et de -20 % à + 0% en été d'ici 2050 -15 % rapport de précipitation de neige par rapport au total des précipitations annuelles d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f ; Bruce, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> +10% jusqu'en 1995, la tendance persiste toujours (Ressources Naturelles Canada, 2012) N.-B. et I.-P.-É. : Entre -20 % et +20% de précipitations annuelles entre 1950 et 2007 N.-É. : Entre +5 % et +30 % de précipitations annuelles entre 1950 et 2007 T.-N.-L. : Entre +10 % et +30 % de précipitations annuelles entre 1950 et 2007 (Bruce, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> Entre -10 % et +10 % en été ; entre -10 % et +20 % en hiver (Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f) N.-B. et I.-P.-É. : Entre 0 et +10 % de précipitations annuelles d'ici 2050 ; -10 % de rapport de neige sur les précipitations totales d'ici 2050 N.-É. : Entre +0 % et +10 % de précipitations annuelles ; -8 % de rapport de neige sur les précipitations totales d'ici 2050 T.-N.-L. : Entre +10 % et +15 % de précipitations annuelles d'ici 2050 ; entre -10 % et +10 % de rapport de neige sur les précipitations totales d'ici 2050 (Bruce, 2011)

Types d'impact	Colombie-Britannique		Canada Atlantique	
	Tendances observées	Projections régionales	Tendances observées	Projections régionales
Augmentation des phénomènes extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> Tempête hivernale sévère : fréquence de +8 % entre 1950 et 2007 (Bruce, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> Tempête hivernale sévère : fréquence entre +8 % et +15 % d'ici 2050 (Bruce, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> Tempêtes hivernales sévères ont connu une fréquence de +8 % entre 1950 et 2007 dans toutes les provinces de l'Atlantique. N.-B. et I.-P.-É. : Ondes de tempêtes supérieures à 3,6 m surviennent 1 fois aux 40 ans. (Bruce, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> Tempêtes hivernales sévères connaîtront une fréquence entre +8 % et +15 % d'ici 2050 dans toutes les provinces de l'Atlantique. T.-N.-L. : +50 % feux de forêt dans les zones touchées précédemment (Bruce, 2011) N.-B. et I.-P.-É. : Ondes de tempêtes supérieures à 4 m surviendront 1 fois aux 20 ans et celles supérieures à 3,6 m surviendront 1 fois aux 2 ans (Bruce, 2011).
Élévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> +3,2 cm par décennie entre 1993 et 2007 (Bruce, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> +15 à +25 cm d'ici 2050 (Bruce, 2011) +30 cm à +60 cm d'ici 2100, voire +120 cm dans le Bassin de Fraser (Lemmen et autres, 2008 ; Hengeveld, 2000). 	<ul style="list-style-type: none"> +30cm depuis le début du XXe siècle +3,2 cm par décennie entre 1993 et 2007 dans toutes les provinces du Canada Atlantique. 	<ul style="list-style-type: none"> +15 cm à +25 cm d'ici 2050 dans toutes les provinces du Canada Atlantique (Bruce, 2011).
Augmentation de la température océanique	<ul style="list-style-type: none"> +0,9°C à +1,8°C le long des côtes (MWLAP, 2002) 	Aucune donnée spécifique disponible	Aucune donnée spécifique disponible	Aucune donnée spécifique disponible

ANNEXE 2 - INCERTITUDES ET EXEMPLES RÉGIONAUX RELATIFS AUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
Météorologique et hydrologique	Augmentation des températures	<ul style="list-style-type: none"> • Variations en fonction de la période étudiée et de la méthode de calcul utilisée • Fortes variations régionales et locales (GIEC, 2013a) • Exactitude des scénarios envisagés • Grande incertitude des tendances sur le court terme (GIEC, 2013a) 	<p>Entre +0.5°C et +0.6°C par siècle (MWLAP, 2002)</p> <p>Projection : + 2 °C à + 4 °C de la température annuelle moyenne d'ici 2050 (Ministère de l'Environnement, 2007 ; Ressources Naturelles Canada, 2009a).</p>	<p>Projection de + 1°C à + 4°C de la température moyenne annuelle au Canada Atlantique d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009a).</p>

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
	Augmentation des précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Variations en fonction de la période étudiée et de la méthode de calcul utilisée • Exactitude des scénarios envisagés • Fortes variations régionales et locales 	<p>+ 2 % à + 4 % de précipitations moyennes annuelles par décennie depuis 1929 (MWLAP, 2002)</p> <p>Projection : de - 10 % à + 10 % de précipitations moyennes annuelles, mais - 15 % de précipitation de neige annuelle sur les précipitations totales d'ici 2050 (Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Bruce, 2011)</p>	<p>Entre - 10 % et + 10 % de précipitations moyennes annuelles dans les provinces de l'Atlantique (Ressources Naturelles Canada, 2009e ; Ressources Naturelles Canada, 2009f)</p>
	Augmentation des phénomènes extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de preuve à l'échelle locale (GIEC, 2013a) • Manque de données de qualité et sur le long terme pour quantifier la fréquence des phénomènes extrêmes depuis le 20^e siècle (Easterling, 2000) • Estimation de la part de responsabilité humaine par rapport aux phénomènes climatiques récurrents naturels (Organisation météorologique mondiale, 2011). 	<p>Augmentation de la sévérité des feux de forêts et de leur fréquence à hauteur de 50 % d'ici 2050 (Crawford et Beveridge, 2013 ; ICLR, 2012)</p>	<p>Fortes tempêtes hivernales plus fréquentes de + 8 % à + 15 % d'ici 2050 dans toutes les provinces du Canada Atlantique (Bruce, 2011)</p>

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
Cryosphérique	Fonte des glaces	<ul style="list-style-type: none"> • Exactitude des scénarios envisagés • Incertitude prévisionnelle en raison des fortes variations saisonnières 	Diminution des glaces de l'Arctique de - 4.1 % en moyenne par décennie entre 1979 et 2008 (environ - 500 000 km ² /décennie) (NSIDC, 2013a). Fonte des glaces plus tôt dans l'année, entraînant « une plus grande proportion de glace jeune, plus mince et plus sujette à une débâcle rapide » (Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010).	
Océanique	Acidification	<ul style="list-style-type: none"> • Ampleur future de la dégradation des espèces marines à squelettes et coquilles • Adaptation des espèces et écosystème exposés (Mathis, 2013) • Migration plus au nord d'espèces aquatiques et marines 	Diminution entre 30 et 50 mètres de la profondeur de saturation de l'aragonite au cours du dernier siècle dans l'océan Pacifique nord. Le plateau continental de la C.-B. est particulièrement vulnérable à l'acidification (Pêches et Océans Canada, 2012a)	Diminution du pH entre 0,1 et 0,2 unité de l'eau du plateau néo-écossais depuis les années 1930 (Pêches et Océans Canada, 2012a)

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
	Intrusion d'eau salée	<ul style="list-style-type: none"> • Ampleur des variations saisonnières des précipitations et des températures qui entrainerait un stress important sur la recharge des aquifères (Département de l'Environnement, 2011b). • Ampleur et fréquence d'événements climatiques extrêmes et de l'érosion des côtes susceptibles de contaminer les eaux souterraines (Département de l'Environnement, 2011b) • Manque d'information concernant la part de risques associée aux changements climatiques, à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation des événements climatiques extrêmes 	Cas d'intrusion d'eau salée suspectés ou constatés dans les Îles Gulf, dont l'île Saturna, l'île Galiano et l'île Mayne (Allen et Suchy, 2001 ; Lapcevic et Kelly, 2010).	Cas d'intrusion d'eau salée constatés dans la région de Richibucto, N.-B., où les changements climatiques, l'élévation du niveau de la mer et le pompage anthropique ont tous été considérés comme une cause significative (MacQuarrie et autres, 2012).

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
	Élévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> • Variations régionales et locales • Variation du niveau d'élévation prévu en fonction des données prises en compte et des scénarios • Influence des phénomènes atmosphériques/océaniques (ENSO,...) 	À l'Île Graham, Haïda Gwaii, le niveau relatif de la mer s'élève de 1,6 mm par an (Lemmen et autres, 2008 ; Walker et Barrie, 2003)	Augmentation du niveau de la mer de 32 cm par siècle depuis le 19 ^e siècle constatés à Charlottetown, Î.-P.-É. Projection de +0,7 m à + 1,10 m d'ici 2100 (Shaw, 2001)
	Réchauffement de la température océanique	<ul style="list-style-type: none"> • Variations régionales • Influence des phénomènes atmosphérique-océanique (ENSO,...) 	Jusqu'à + 0,9 °C enregistré au large des côtes de la Colombie-Britannique depuis les cinquante dernières années (Ministère de l'Environnement, 2007).	+ 1,5 °C des températures de l'eau à la surface du Golf du St-Laurent pendant les mois sans glace, entre 1982 et 2010 (Pêches et Océans Canada, 2012a)
Morphogéographique (littoral et côtes)	Érosion des côtes	<ul style="list-style-type: none"> • Variations régionales et locales • Estimation de la part des impacts anthropiques directs (mauvais aménagement du territoire côtier, etc.) par rapport à la part des impacts issus des changements climatiques 	Érosion de 1 à 3 mètres en moyenne par an, le long d'une partie des côtes de C.-B., dont au nord-est de l'Île Graham (Walker et autres, 2007)	À Cap Laronde, Nouvelle-Écosse, l'érosion a accélérée de 0,8 mm/an à partir de 1970, jusqu'à atteindre 1,3 m/an ou plus, en partie causée par l'élévation du niveau de la mer (Force, 2012)

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
Faunique et floristique	Perturbations de la fécondité, du développement et/ou de la survie d'espèces animale et végétale	<ul style="list-style-type: none"> • Estimation de la part des impacts anthropiques directs (surpêche, pollution, etc.) par rapport aux impacts issus des changements climatiques sur la viabilité des écosystèmes marins et aquatiques • Mode d'adaptation variable entre les espèces 	Le réchauffement de l'océan Pacifique le long des côtes de C.-B. pourrait altérer ou faire migrer vers les pôles les populations de zooplanctons, ce qui impacterait les poissons et mammifères marins qui s'en nourrissent, et déséquilibrerait le reste de la chaîne alimentaire (poissons, cétacés, etc.) (Okey, 2012)	Le réchauffement climatique et la modification des cycles des saisons pourrait influencer la floraison, perturber les pollinisateurs ou encore favoriser la migration d'espèces vers le nord ou à de plus grandes élévations pour atteindre des températures mieux adaptées (DeMerchant et autres, 2013).

Secteurs affectés	Impacts	Incertitudes	Exemples d'impacts sur la côte pacifique canadienne	Exemples d'impacts sur la côte atlantique canadienne
Biodiversité et habitats	Perte de biodiversité et d'habitats	<ul style="list-style-type: none"> • Ampleur future des pertes d'habitats, d'espèces ou de migration d'espèces • Mode d'adaptation variable entre les écosystèmes • Vitesse d'adaptation variable entre les écosystèmes 	Taux de saturation en oxygène dissous des eaux de fond du Détroit de la Reine-Charlotte pouvant fortement diminuer, jusqu'à 25 %. Une diminution extrême d'oxygène dissout dans ce détroit riche en ressources halieutiques pourrait impacter la répartition des espèces et leur habitats en eau profonde (Pêches et Océans Canada, 2012a). L'abondance et la répartition d'espèces telles que le saumon du Pacifique et la sardine risquent d'être perturbées (Lemmen et autres, 2008 ; Okey et autres, 2014)	Diminution des niveaux d'oxygène dans les eaux profondes au sein du bassin d'Émeraude du plateau néo-écossais. Cependant, il est nécessaire de recueillir plus de données pour analyser cette tendance (Pêches et Océans Canada, 2012).
	Dégradation ou destruction de milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> • Ampleur future de la dégradation ou destruction de milieux naturels 	Accroissement de la fréquence et de l'intensité des ondes de tempête pourrait favoriser des chablis, des bris d'arbres et l'intrusion d'eau salée (Williamson et autres, 2009)	+ 50% de feux de forêt dans les zones touchées précédemment d'ici 2050 au Terre-Neuve-et-Labrador (Bruce, 2011)