

CHAPITRE 3 : LE DÉFI CÔTIER

Auteurs principaux :

Colleen S.L. Mercer Clarke (*Université d'Ottawa*), Patricia Manuel (*Université Dalhousie*) et Fiona J. Warren (*Ressources naturelles Canada*)

Auteurs collaborateurs :

Michael Davies (*Coldwater Consulting Ltd.*), Thomas S. James (*Ressources naturelles Canada*), Stéphane O'Carroll (*Geo Littoral Consulting*), Danika van Proosdij (*Université Saint Mary's*), Jean-Pierre Savard (*Ouranos*) et Nathan Vadeboncoeur (*Université de British Columbia*)

Notation bibliographique recommandée :

Mercer Clarke, C.S.L., P. Manuel et F.J. Warren. « Le défi côtier », dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2016, p. 69–98.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	72	3.5	PLANIFICATION DE L'ADAPTATION	83
2	ÉVOLUTION DES CÔTES	72	3.5.1	POLITIQUE, PLANIFICATION ET CONCEPTION DU DÉVELOPPEMENT LOCAL	84
2.1	SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES	72	3.5.2	PLANIFICATION EN VUE DE L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER	85
2.1.1	SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES	73	3.5.3	OUTILS POUR FACILITER L'ADAPTATION	88
2.2	SOCIÉTÉ CÔTIÈRE	75	3.6	APPROCHES D'ADAPTATION	89
2.2.1	INFRASTRUCTURE	75	3.6.1	AUCUNE INTERVENTION ACTIVE	90
2.2.2	DÉFIS ÉCONOMIQUES	77	3.6.2	ATTÉNUATION	90
2.2.3	SANTÉ ET BIEN-ÊTRE HUMAINS	81	3.6.3	PROTECTION	90
3	SE PRÉPARER AU CHANGEMENT	81	3.6.4	ÉVITEMENT ET RETRAIT	92
3.1	GOUVERNANCE DES CÔTES	81	3.7	ÉTAT DE PRÉPARATION EN CAS D'URGENCE	92
3.2	PERCEPTIONS ET VALEURS	82	4	RÉFLEXIONS EN CONCLUSION	93
3.3	BUTS ET OBJECTIFS EN MATIÈRE D'ADAPTATION	82	5	RÉFÉRENCES	93
3.4	RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ ET GÉRER LE RISQUE	83			

1 INTRODUCTION

Le littoral canadien, le plus long du monde, est un élément déterminant de notre identité nationale. Les villes portuaires du Canada sont des portes d'entrée au commerce international et à l'immigration dans notre pays ainsi que notre lien au vaste monde, et le demeureront. Les côtes, que l'on vive à proximité de ces dernières ou non, revêtent de l'importance pour les Canadiens en raison de la beauté naturelle ou la biodiversité qu'elles représentent, ou bien des contributions qu'elles font à la société humaine, la culture et l'économie.

Tout au long de l'histoire, les zones côtières ont constitué une source essentielle de nourriture pour les Inuits et les peuples des Premières nations ainsi que le lieu de liens spirituels et culturels profonds. Les premiers Européens se sont installés d'abord le long des côtes de l'Atlantique et du Pacifique où ils ont établi des fermes, des pêches et des industries ainsi que des installations militaires et des villes de commerce avant de s'aventurer plus loin à l'intérieur. Par le passé, les économies côtières au Canada étaient largement fondées sur le traitement et la distribution de biens et services importants (p. ex. nourriture, ressources minérales et énergie). De nos jours par contre, les collectivités côtières sont des milieux de plus en plus urbains et axés sur le consommateur ainsi que des pôles de recherche, de technologie et d'innovation fournissant des biens et services au marché mondial.

Au fur et à mesure que le climat et les conditions météorologiques saisonnières évoluent, les milieux côtiers subissent des changements sur une période relativement courte (Lane *et al.*, 2013; voir aussi le chapitre 2). Anticiper l'incidence de ces changements et comprendre les défis connexes constituent les premiers pas en vue de se préparer à y répondre. Déjà, les collectivités côtières du Canada prennent des mesures visant à réduire les risques associés aux conditions changeantes et à favoriser les avantages que représentent des occasions nouvelles ou croissantes (voir les chapitres 4 à 6). D'autres informations relatives à l'incidence sur les secteurs et aux efforts d'adaptation sont à consulter dans le rapport de Warren et Lemmen (2014).

Le présent chapitre donne un aperçu des changements climatiques courants et prévus ainsi que d'autres facteurs environnementaux qui pourraient avoir une incidence cumulative sur la durabilité des communautés et des milieux côtiers. Le chapitre résume aussi certains éléments clés d'approches pour la planification de l'adaptation et décrit la manière dont cette planification sert dans certaines zones côtières en présence de régimes météorologiques et climatiques différents ainsi que l'intervention proactive adoptée en conséquence. Des informations plus détaillées sur chacune des zones côtières du Canada (de l'est, de l'ouest et du nord) sont à consulter aux chapitres 4 à 6.

2 ÉVOLUTION DES CÔTES

Les paysages côtiers du Canada sont composés de milieux terrestres, aquatiques et maritimes divers liant la terre aux océans Atlantique, Arctique et Pacifique (voir le chapitre 1). L'activité humaine a considérablement modifié les paysages terrestres et côtiers et le littoral dans toutes les régions du pays. Au nombre des exemples de modification de la couverture terrestre et de l'utilisation des terres, on remarque le remplacement de la couverture

terrestre naturelle par des forêts exploitées, des terres agricoles, des villes et des villages. La construction de barrages et de réservoirs, le soutirage d'eau potable et d'irrigation, le remblayage, le dragage et la canalisation ont créé des changements dans les rivières, les lacs et les estuaires. Les zones intertidales et sublittorales ont été mises en valeur (c.-à-d. endiguées) ou remblayées à des fins agricoles et de développement. La construction de digues, d'ouvrages longitudinaux, de brise-lames, de quais et de routes en remblai ainsi que le dragage et le remblayage ont reformé les zones littorales, par nature des écosystèmes très dynamiques (voir le chapitre 2). Même le long des côtes éloignées au nord, les effets de l'activité humaine sont de plus en plus évidents à mesure que l'accès à l'Arctique à des fins de mise en valeur devient de plus en plus facile (Forbes, 2011; Keeling, 2012; ArcticNet, 2013).

Les changements climatiques constituent un facteur de stress supplémentaire sur les régions côtières et les zones et les écosystèmes côtiers, déjà soumises à des accrues du fait de l'activité humaine, risquent d'être touchés les plus durement. Les effets généralisés de tels facteurs de stress cumulatif sur les régions côtières du monde entier ont été regroupés dans des catégories d'impact (Munang *et al.*, 2009; Simpson *et al.*, 2012; Arlington Group *et al.*, 2013; Lane *et al.*, 2013), notamment :

- Les écosystèmes et paysages modifiés et perte ou réduction des services écosystémiques;
- Le littoral de moins en moins stable;
- L'inondation et l'endommagement de terres, de résidences, de l'infrastructure, des industries et des biens culturels;
- La contamination de sources d'approvisionnement en eau;
- La croissance des coûts de protection, d'entretien, d'amélioration ou de remise en état et des assurances;
- La réduction du potentiel d'investissements ou de nouveaux débouchés économiques;
- La modification de modes de vie, les effets sur la santé et le bien-être et la perte de vie.

En fonction de facteurs locaux (p. ex. exposition ou vulnérabilité), certains de ces impacts sinon tous seront observés dans les collectivités et les milieux côtiers partout au Canada. La section suivante donne un aperçu de l'incidence de diverses tendances climatiques (p. ex. températures plus élevées, élévation du niveau de la mer, modification de l'activité orageuse) sur la santé des écosystèmes et le bien-être social et économique en examinant de près les effets de tendances existantes et en présentant de nouvelles possibilités ainsi que de nouveaux défis dans les régions côtières du Canada.

2.1 SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES

Dans le monde entier, la santé des écosystèmes côtiers se détériore en raison des répercussions directes et indirectes de l'activité humaine (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005a, b; Agence européenne pour l'environnement, 2006a, b; Lotze *et al.*, 2006; PNUE, 2010). La déforestation, la surpêche, l'introduction d'espèces envahissantes et le développement de la région sublittorale (p. ex. durcissement du littoral, endiguement de marais salés à des fins d'agriculture, remblayage des eaux sublittorales en vue de développer ces régions et d'y construire des ponts et des routes en remblai) peuvent avoir une incidence directe sur

les écosystèmes et les espèces. Les polluants chimiques et biologiques (y compris des nutriments) qu'entraînent les modifications à la couverture terrestre et les activités d'utilisation des terres dans le bassin versant ou qui se manifestent sous forme de rejets d'activités maritimes peuvent avoir une incidence indirecte sur les écosystèmes côtiers. Les barrages ou la canalisation des eaux de surface peuvent modifier le volume des débits d'eau douce et le moment auquel ces eaux se déversent vers le littoral maritime. Au Canada, l'ampleur de l'incidence anthropique sur les systèmes côtiers peut s'avérer considérable, particulièrement dans les régions plus densément peuplées du sud du pays (Ban et Alder, 2008). Par exemple, plus des deux tiers des marais salés côtiers dans les provinces de l'Atlantique ont fait l'objet de drainage, ont été convertis en terres agricoles ou bien réduits en superficie par le développement urbain ou industriel (Austen et Hanson, 2007).

ÉCOSYSTÈMES RÉSILIENTS

Les écosystèmes, les populations et les espèces sont considérés comme en santé s'ils font preuve de résilience au stress et d'une capacité de gestion de leurs structures et modes de fonctionnement respectifs au fil du temps (Haskell *et al.*, 1992; Costanza et Mageau, 1999). La résilience est une mesure de la capacité d'un écosystème à endurer les facteurs de stress découlant d'influences extérieures et à surmonter les effets de ces pressions et de ce stress, ainsi que la mesure dans laquelle le rétablissement est réussi par rapport aux conditions qui prévalaient dans l'écosystème avant que les facteurs de stress ne se fassent sentir (Costanza et Mageau, 1999; Rapport et Whitford, 1999).

Les écosystèmes s'adaptent en permanence aux changements naturels dans des facteurs physiques, chimiques et biologiques internes et externes qui surviennent dans le temps et dans l'espace, et qui ont des effets sur la structure et la fonction des écosystèmes. La résilience peut déterminer le caractère des effets de ces changements, que ce soit positif, négatif ou tout simplement différent. Les changements dans la santé d'un écosystème peuvent avoir des effets sur les services écosystémiques (p. ex. nourriture, eau, transport et ressources) dont la société humaine dépend.

La compréhension de l'état de santé des écosystèmes sur la plupart des côtes du Canada demeure faible et les documents à ce sujet sont peu nombreux (Mercer Clarke, 2010, 2011). Malgré la collecte de données sur les effets d'activités industrielles sur l'environnement aux fins de conformité à des exigences réglementaires, les renseignements sur les conditions côtières plus générales sont parfois restreints, même ceux portant sur les zones côtières peuplées, et sont particulièrement rares en ce qui a trait au nord du Canada. L'information existante est souvent périmée, fragmentée dans le temps et dans l'espace ou obtenue au moyen de méthodes de recherche et de compte rendu non normalisées, ce qui rend difficile la présentation de conclusions générales sur l'état actuel de santé des écosystèmes, populations et espèces du littoral et les tendances connexes (Hutchings *et al.*, 2012). Les facteurs de stress croissants sur les écosystèmes côtiers qu'entraînent les changements climatiques, de pair avec les pressions de l'activité humaine, pourraient compromettre la capacité des systèmes naturels à absorber les impacts sans subir de modifications permanentes et préjudiciables.

2.1.1 SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Par le biais d'un ensemble de services écologiques, chimiques et physiques, les écosystèmes fournissent des services et des avantages qui soutiennent le bien-être de la société (Thrush et Dayton, 2010). Les services écosystémiques peuvent se regrouper en quatre catégories (Lotze et Glaser, 2009; Snelgrove *et al.*, 2009; de Groot *et al.*, 2010) : 1) la prestation de services (p. ex. la nourriture, l'énergie et les transports); 2) les services de soutien (p. ex. photosynthèse, captage du carbone, eau et habitat); 3) les services de régulation (p. ex. régulation du climat, purification de l'eau, traitement des eaux usées et protection des dangers physiques); 4) les services culturels (p. ex. soutien spirituel, esthétique, loisirs et études). L'exploitation non durable des ressources peut avoir pour effet de nuire à la quantité et à la qualité des services écosystémiques et vraisemblablement, les changements climatiques exacerberont l'incidence d'autres facteurs de stress tels que la surpêche, l'élimination de contaminants, l'enrichissement en matières nutritives et la perte d'habitat par suite d'activités de déforestation et d'urbanisation (figure 1; Mooney *et al.*, 2009; Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010; Hounsell, 2012).

Malgré le nombre croissant de rapports de conditions détériorées dans les milieux océaniques et côtiers, la valeur des services écosystémiques demeure largement non reconnue et peu de travaux entrepris au Canada portent sur la détermination des contributions économiques de services tels que la protection contre les tempêtes côtières, la réception et le filtrage de déchets et la production d'oxygène. D'après une étude (Costanza *et al.*, 2014) à l'échelle mondiale réalisée en 2011, il est estimé que les services écosystémiques fournissent à l'économie mondiale une valeur totale annuelle de 125 000 milliards de dollars américains. L'incidence des changements climatiques sur des services écosystémiques en particulier, notamment la sécurité alimentaire (Rice et Garcia, 2011) et le tourisme côtier (Scott *et al.*, 2012), a aussi fait l'objet d'études. Malgré l'existence de certaines études économiques au Canada portant sur la valeur des services océaniques (p. ex. pêches et transports) pour l'économie du pays (Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd., 2009a, b), il est difficile de tirer des informations sur la valeur de services moins tangibles, notamment l'élimination de déchets et la protection contre les phénomènes météorologiques.

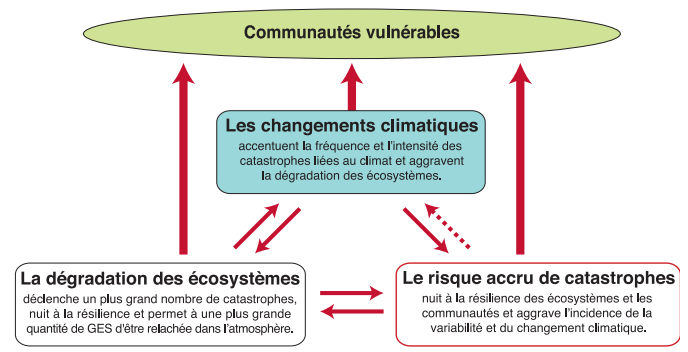
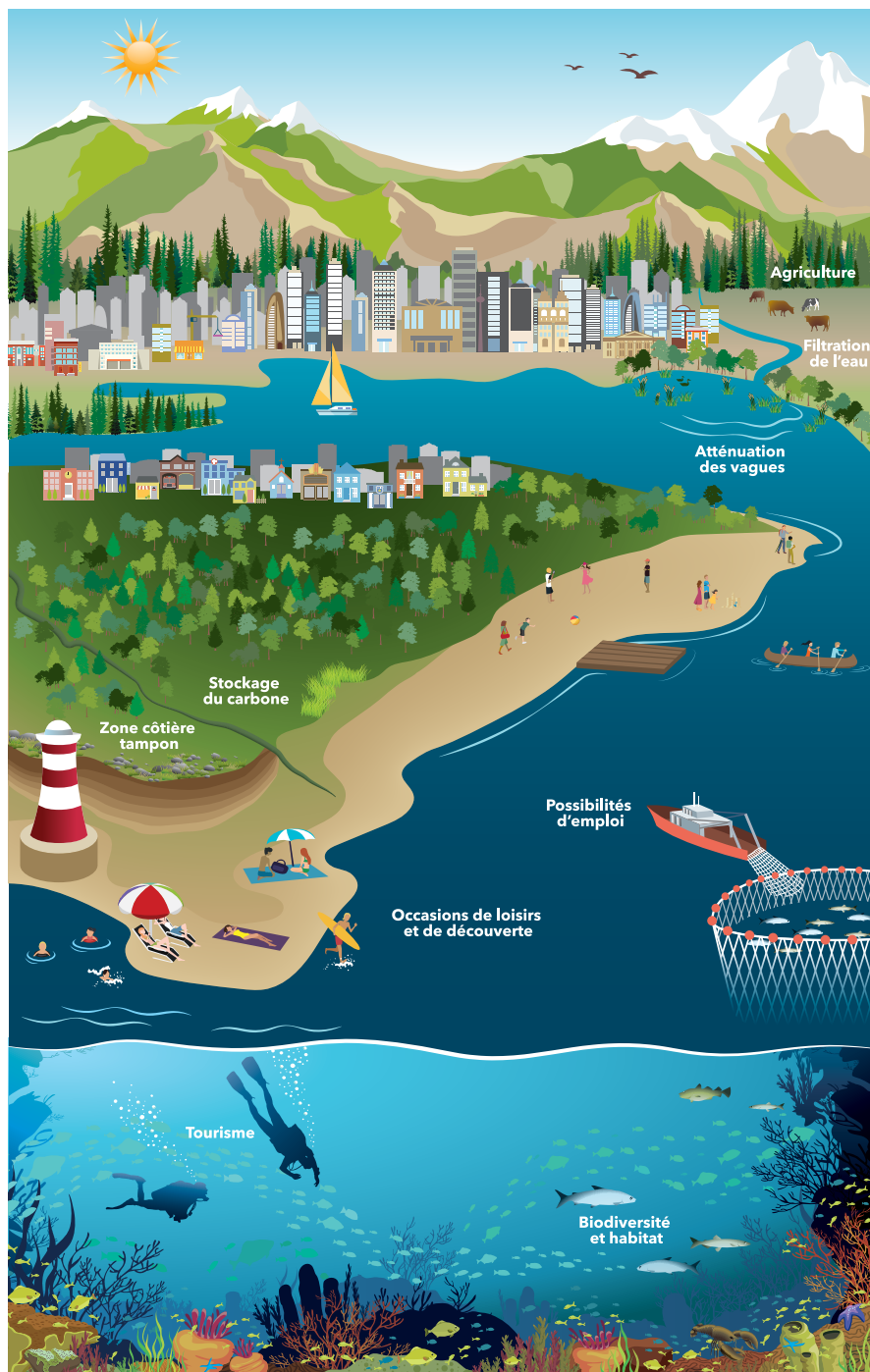


FIGURE 1 : Liens entre l'incidence des changements climatiques, la dégradation des écosystèmes et le risque accru de catastrophes de nature climatique (Nantel *et al.*, 2014, extrait modifié tiré de Munang *et al.*, 2009).

L'incidence de changements physiques et biologiques associés aux changements climatiques sur la biodiversité côtière au Canada de pair avec d'autres pressions de nature anthropique ont des répercussions sur la durabilité des services écosystémiques et ultimement sur le bien-être social et économique des collectivités côtières (Berteaux *et al.*, 2010; Hutchings *et al.*, 2012). La conservation de la biodiversité côtière peut comprendre la gestion des zones protégées existantes ainsi que la création de nouveaux parcs, de réserves fauniques et d'aires marines protégées. Les efforts déployés pour orienter la conception de réseaux d'aires marines protégées résilientes au Canada (Commission de coopération environnementale, 2012) et planifier la mise en œuvre de mesures d'adaptation dans les aires côtières protégées existantes (Parcs Canada, 2007) sont des exemples de tentatives préliminaires en vue de préparer les écosystèmes et les collectivités aux changements climatiques.

Dans l'adaptation planifiée selon une approche axée sur les écosystèmes, on emploie des méthodes durables de planification des terres qui mettent l'accent sur l'optimisation de la résilience dans les communautés naturelles et humaines par le biais de la protection de la biodiversité, le rétablissement du fonctionnement des écosystèmes et l'exploitation durable des ressources (Nantel *et al.*, 2014). Le document de Nantel *et al.* (2014) résume les actions d'adaptation de base suivantes qui servent à soutenir la résilience des écosystèmes :

- Protéger les écosystèmes intacts, la diversité des espèces et la fonction des écosystèmes;
- Lier les aires protégées au moyen de paysages terrestres et marins gérés et durables;
- Remettre en état les écosystèmes dégradés et soutenir le rétablissement des espèces;
- Maintenir ou remettre en état la variabilité naturelle dans l'écosystème d'intérêt;
- Protéger et gérer les limites des aires;
- Adopter des approches de gestion active telles que la migration assistée, s'il y a lieu.



SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES CÔTIERS ET MARINS (FIGURE 2)

Les biens et services que fournissent les écosystèmes côtiers et marins, quoique souvent tenus pour acquis, seraient difficiles — sinon impossible — à remplacer. On compte au nombre des avantages tirés de ces biens et services, la protection de dommages résultant de tempêtes côtières, le filtrage de substances toxiques et de nutriments, la production d'oxygène et le captage du dioxyde de carbone. De plus, la pêche, le tourisme et les loisirs offrent des avantages économiques et appuient des modes de vie qui contribuent à la richesse sociale et culturelle du pays [traduction]. (Pew Oceans Commission, 2003, p. 7).

FIGURE 2 : Services écosystémiques côtiers (extrait modifié tiré de Moser *et al.*, 2014).

2.2 SOCIÉTÉ CÔTIÈRE

Aux fins du présent rapport, une société côtière consiste en des collectivités installées sur le littoral ou à proximité de ce dernier, ainsi que les personnes ayant des liens économiques ou culturels importants avec le littoral. Au Canada, la société côtière se caractérise par les tendances complexes d'établissement, la densité des populations et l'utilisation des paysages par les humains. Bon nombre de collectivités côtières au Canada ont fait preuve de résilience face à des facteurs de stress économique et environnemental ainsi que de la volonté et de la capacité de s'adapter. Dans une société, on entend par « résilience » la capacité des communautés humaines à endurer des facteurs de stress ou de choc, notamment des changements environnementaux ou un bouleversement social, économique ou politique, et à se rétablir par la suite (Adger, 2000; Stockholm Resilience Centre, 2015). Il s'agit de la capacité du système à se rétablir des dommages possibles, notamment par des modifications positives aux éléments essentiels, du moment que ces modifications permettent de réduire la vulnérabilité et d'améliorer le bien-être.

Des statistiques sur les populations côtières du Canada sont parfois difficiles à obtenir, mais Manson (2005) a estimé que la résidence de plus de 13 % de la population canadienne se trouve à une distance de 20 km ou moins du littoral, ce qui représente seulement 2,6 % de la superficie totale du Canada. Partout au Canada atlantique et sur une grande partie de la côte de la Colombie-Britannique, la population devient moins dense à mesure qu'on s'éloigne du littoral (Manson, 2005). Au Nunavut, chacune des 25 collectivités sauf une se trouve sur la côte. Le vieillissement de la population est une tendance importante dans certaines régions et particulièrement dans certaines parties de la Colombie-Britannique et certains milieux ruraux du Canada atlantique (CBCL Limited, 2009; Ressources naturelles Canada, 2014b). Par contre, la population dans le Nord est plus jeune : seulement 3,3 % des habitants du Nunavut sont âgés de 64 ans et plus (Statistique Canada, 2012). Dans certaines régions, il se peut que la restructuration de l'économie et du commerce sur le plan national et international ait eu une incidence sur le profil démographique des côtes, tout comme les changements économiques dans les industries primaires à l'échelle locale, notamment la fermeture des pêches de poissons de fond de l'Atlantique, l'exploration et l'exploitation de gisements pétroliers et gaziers au large des côtes ainsi que l'intérêt et les investissements accrus dans le tourisme côtier (Dolan et al., 2005).

Depuis le début des années 1900, les populations côtières du Canada se déplacent des régions à caractère essentiellement rural vers les régions à caractère urbain, tout comme bon nombre de populations ailleurs au pays. Les villes côtières, dont Victoria et Vancouver (Colombie-Britannique), Québec (Québec), Saint-Jean (Nouveau-Brunswick), Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard), Halifax (Nouvelle-Écosse) et St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador), sont des d'activités économiques et culturelles. Dans le Nord, Inuvik (Territoires du Nord-Ouest), Iqaluit (Nunavut) et Happy Valley-Goose Bay (Terre-Neuve-et-Labrador) constituent d'importants centres de services régionaux et sont des ports essentiels à l'importation et l'exportation de marchandises. À Iqaluit et dans d'autres collectivités du Nord, il faut faire

face à des changements rapides dans la société et la culture qui découlent en partie de la croissance et la diversification économiques, tout en composant avec le taux croissant de changements au niveau de l'environnement local.

Les sections qui suivent font un survol des effets possibles d'un climat en évolution sur des éléments importants de la société côtière.

2.2.1 INFRASTRUCTURE

Les côtes canadiennes abritent une gamme de ports, de havres et de marinas dans des villes et des villages. Chaque année, du fret valant plus de 160 milliards de dollars passe par les ports plus importants relevant de la compétence d'administrations portuaires individuelles (Association des administrations portuaires canadiennes, 2007). L'infrastructure des ports pour petits bateaux dans les villes et villages vaut plus de 2 milliards de dollars. Cette infrastructure est essentielle aux secteurs de la pêche et des transports étant donné que presque 90 % de tous les débarquements de poisson au pays ont lieu dans un port pour petits bateaux (MPO, 2014a). En reconnaissance de l'importance que les impacts économiques des changements climatiques pourraient avoir au niveau de l'infrastructure côtière industrielle, la province de la Nouvelle-Écosse a commandé la création d'un outil permettant d'évaluer le degré de vulnérabilité des infrastructures servant aux activités de pêche et d'aquaculture (CBCL Limited, 2012).

De nombreux exemples récents existent de dommages à l'infrastructure côtière des transports et de retards dans les transports en raison de phénomènes météorologiques extrêmes et de conditions saisonnières (Andrey et al., 2014). Des conditions météorologiques éprouvantes ont causé des dommages et des retards pour les traversiers et les navires de charge et dans certains cas, elles ont entraîné des périodes d'isolation (p. ex. pendant l'hiver de 2014–2015, les traversiers des Îles-de-la-Madeleine étaient pris dans les glaces; CBC News, 2015). Bon nombre de routes côtières ont été construites de manière à suivre le littoral et les rivières de près, et souvent, des ponts et des routes en remblai permettaient d'assurer la liaison entre elles. De tels réseaux de transports s'avèrent particulièrement vulnérables aux phénomènes climatiques extrêmes, surtout quand l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête s'accompagnent d'une forte précipitation (étude de cas 1).

ÉTUDE DE CAS 1

L'OURAGAN IGOR, TERRE-NEUVE, 2010

(Environnement Canada, 2014; Masson, 2014)

En septembre 2010, l'ouragan Igor est arrivé sur l'île de Terre-Neuve, juste au large de la péninsule Avalon. Au moment où il s'est abattu sur Terre-Neuve, Igor était toujours désigné du nom de « ouragan », mais il a par la suite rapidement été déclassé au stade de tempête post-tropicale. Néanmoins, des vents de force ouragan (120 à 140 km/h) ont balayé certaines régions de

Terre-Neuve et ont obligé 22 villes et villages à déclarer l'état d'urgence. À mesure qu'Igor poursuivait son chemin vers le nord, des routes et des ponts dans toute l'île ont été emportés, isolant ainsi plus de 150 villes (figure 3).

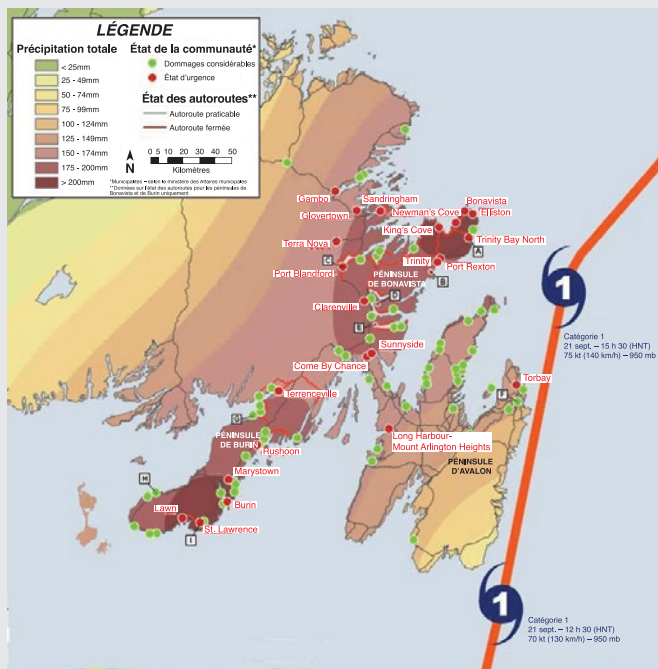


FIGURE 3 : La trajectoire de l'ouragan Igor dans l'est de Terre-Neuve en septembre 2010 ainsi que les régions ayant subi des dommages considérables (Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, 2010).

Un front météorologique de l'atmosphère supérieure important se déplaçant lentement vers l'est sur l'ensemble de l'île s'ajoutait à la force d'Igor, créant ainsi un système météorologique complexe de vents et de précipitations caractérisé par une forte circulation et une vaste portée. À certains endroits, les pointes de vent ont atteint 172 km/h. De nouveaux records de précipitation depuis 100 ans ont été établis, dont celui de 239 mm de pluie en seulement deux heures dans la collectivité de St. Lawrence, dans la péninsule de Burin. Environ 70 000 personnes ont manqué de courant, le carburant en est venu à manquer et des avis d'ébullition d'eau ont été émis pour l'ensemble de la province. Les fortes pluies ont emporté des routes, des ponts et des routes en remblai (figure 4). La Transcanadienne et les principales routes d'accès (à certains endroits, le seul accès par route) ont été fermées pour cause d'emportement par les eaux, d'inondation ou d'endommagement de l'asphalte.

Dans une province reconnue pour ses tempêtes, Igor s'est révélé destructeur. La tempête a modifié le paysage en permanence et a changé la vie de bon nombre de familles. La valeur des déclarations de sinistre a dépassé 65 millions de dollars, soit la valeur la plus élevée de demandes d'indemnisation associées aux conditions météorologiques de l'histoire de la province. Selon certaines estimations, les pertes non assurées se sont élevées jusqu'à 200 millions de dollars. La valeur des dommages causés à l'environnement n'a pas été calculée. En reconnaissance de l'intensité du phénomène météorologique, Environnement Canada et l'Organisation météorologique mondiale ont officiellement fait



FIGURE 4: Emportement par les eaux de l'autoroute et du pont près de Port Rexton, T.-N.-L. Photo gracieuseté des Services des incendies et des urgences de Terre-Neuve-et-Labrador.

retirer le nom « Igor » du roulement officiel des noms d'ouragan dans l'Atlantique.

D'autres infrastructures publiques au Canada telles que l'approvisionnement en eau potable, la gestion des eaux pluviales, les systèmes d'évacuation, les immeubles gouvernementaux et les biens culturels fournissent des services essentiels dont les communautés et l'industrie dépendent. Des études récentes ont révélé qu'une grande partie des infrastructures publiques dans les régions côtières du Canada est en piètre état actuellement et vulnérable aux effets négatifs des changements climatiques (Stanton *et al.*, 2010). Dans une évaluation de l'infrastructure municipale (réseaux d'eau potable, réseaux d'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie, routes municipales) dans l'ensemble du Canada, Félio (2012) a signalé que 30 % de l'infrastructure a été coté de « passable » à « très mauvaise ». Il a établi que l'état de plus de la moitié des routes variait de passable à très mauvais et les coûts de réparation pourraient atteindre 91,1 milliards de dollars (en dollars de 2012; Félio, 2012).

Les changements climatiques aggravent de nombreux risques touchant l'infrastructure existante (Andrey *et al.*, 2014). Par exemple, la plupart des systèmes de traitement des eaux usées dans les régions côtières se trouvent près du littoral afin de faciliter l'alimentation par gravité des eaux usées vers l'usine de traitement (réduisant ainsi les coûts de pompage) et l'élimination des effluents traités dans les eaux réceptrices à proximité (J.D. Clarke, communication personnelle, 2014). Les usines sur place dans de tels endroits sont vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et aux inondations causées par les ondes de tempêtes et les vagues dont les effets sont exacerbés par les changements climatiques. Malgré la hausse des dépenses en infrastructure publique au Canada (figure 5; Infrastructure Canada, 2011), il reste beaucoup à faire. À l'avenir, les investissements en réparations et en nouvelles constructions profiteraient de la prise en considération de changements courants et prévus des conditions environnementales qu'entraînent les changements climatiques (p. ex. élévation du niveau de la mer, tempêtes et précipitations de plus en plus intenses).

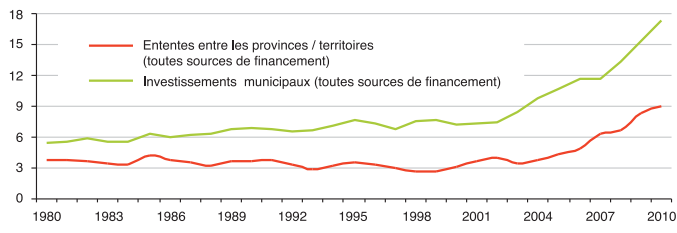


FIGURE 5 : Investissements gouvernementaux (en G\$) en infrastructures publiques de base (ponts, routes, réseaux d'eau et d'eaux usées, transports, installations culturelles et de loisirs; Infrastructure Canada, 2011).

Par le passé, les bâtiments tels que les maisons, les entreprises, les écoles et les églises dans les régions côtières ont été généralement construits à courte distance de la côte, sur des terres considérées comme raisonnablement à l'abri de dangers maritimes (telles les marées hautes et les ondes de tempête) et favorables pour d'autres raisons (p. ex. activités agricoles et accès par route). Dans de nombreuses collectivités, les premiers tracés des routes côtières suivaient le littoral et les vallées fluviales. Plusieurs de ces routes ont été améliorées, mais n'ont pas été relocalisées en terrain plus élevé. Avec le temps, la dynamique côtière, les tempêtes, l'élévation du niveau de la mer et la construction humaine ont profondément modifié certaines parties du littoral (voir le chapitre 2), entraînant la perte de terres qui agissaient comme une zone tampon naturelle en protégeant les collectivités contre les vagues, ou la détérioration des constructions de protection, notamment les digues à la mer et les ouvrages longitudinaux. Bon nombre des biens culturels et sites historiques les plus anciens (p. ex. Forteresse de Louisbourg, au Cap Breton, en Nouvelle-Écosse) sont de plus en plus menacés par l'élévation du niveau de la mer.

Au cours des dernières décennies, l'évolution des normes sociales et la croissance de la demande pour des résidences riveraines ont donné lieu à des modifications considérables relatives aux tendances d'établissement. De nos jours, l'aménagement du secteur riverain à des fins résidentielles et commerciales caractérise de nombreuses collectivités côtières et a remplacé les quais, jetées et entrepôts d'aparavant. De nombreuses façons, ces nouveaux aménagements sont néanmoins plus vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et au temps violent. Même aux endroits protégés par des digues ou des ouvrages longitudinaux, les vagues plus hautes, les marées ou les ondes de tempête sont de plus en plus susceptibles de déborder les structures existantes (voir le chapitre 2). Les provinces côtières et notamment la Colombie-Britannique se préoccupent des changements du niveau de la mer et ont élaboré de nouvelles lignes directrices relatives à l'entretien et à la

réparation des digues existantes qui tiennent compte de l'élévation future du niveau de la mer (voir le chapitre 6; Bornhold, 2008; Ausenco Sandwell, 2011c; Delcan, 2012).

Les changements climatiques posent un éventail de défis aussi bien au niveau de l'infrastructure vieillissante que des codes et des critères en fonction desquels de nouvelles installations seront établies, conçues, construites et entretenues (encadré 1; Félio, 2012; Boyle et al., 2013). La majorité de l'infrastructure moderne a été conçue et construite conformément à des normes fondées sur des conditions climatiques historiques. Il se peut que les critères de ces normes ne suffisent plus à protéger contre les changements attendus, notamment en ce qui concerne les vents et la surcharge de neige, ni à intervenir de manière sécuritaire en cas de phénomènes météorologiques plus violents (Auld et MacIver, 2007). Depuis 2005, un corpus d'articles évalués par les pairs de plus en plus important se concentre sur le processus d'adaptation de l'infrastructure du Canada aux changements climatiques (figure 6). L'emploi d'outils tels que les évaluations de protocoles d'ingénierie du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP) a permis de constater qu'une infrastructure bien maintenue est plus résiliente aux changements climatiques puisque souvent, il est possible de composer avec des modifications progressives aux tendances dans les régimes de température et de précipitation par des cycles réguliers d'entretien et de modernisation, ou par l'adoption de modifications aux politiques et procédures de fonctionnement et d'entretien (Andrey et al., 2014).

2.2.2 DÉFIS ÉCONOMIQUES

En général, les tentatives récentes d'évaluation des avantages économiques directs et indirects des régions côtières pour le bien-être local et national n'ont pas connu beaucoup de succès (p. ex., Mandale et al., 1998, 2000; Canmac Economics et al., 2002; Roger A. Stacey Consultants Ltd., 2003; le Conseil économique des provinces de l'Atlantique, 2004; Gardner et al., 2005, 2009; Newfoundland and Labrador Department of Finance, 2005; GSGislason & Associates Ltd., 2007; Heap, 2007; Kildow et al., 2009; Kildow et McIlgorm, 2010). La détermination et l'évaluation économique des secteurs côtiers sont souvent compliquées par des interprétations concurrentes de la délimitation des zones côtières et de ce qui constitue une industrie côtière. Par exemple, à Terre-Neuve-et-Labrador, la valeur du secteur minier s'est accrue, passant de 967 millions de dollars en 2000 à 4,584 milliards de dollars en 2010 (Stothart, 2011). Une proportion considérable des produits de l'industrie minière est expédiée par voie maritime, mais de façon générale, l'industrie n'est pas considérée comme une « industrie côtière ».

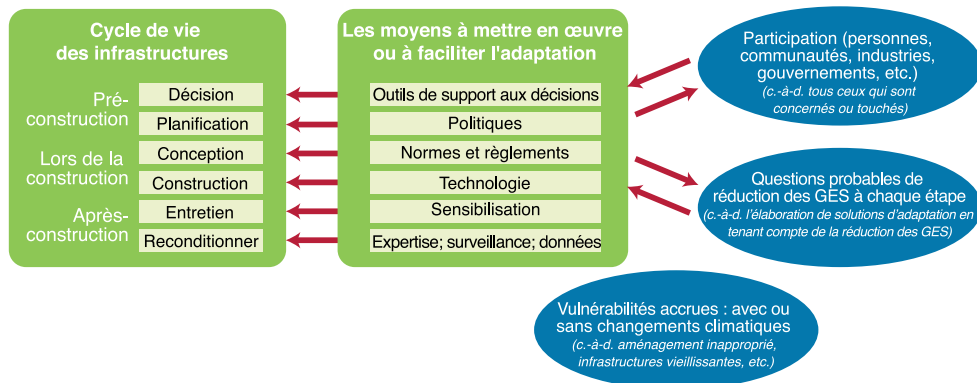


FIGURE 6 : Adaptation dans le cycle de vie de l'infrastructure (Larrivée et Simonet, 2007).

ENCADRÉ 1 **CODES, NORMES ET** **INSTRUMENTS CONNEXES** **(CNIC)**

(Andrey et al., 2014, p. 239)

Le Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP), sous la direction de l'organisation Ingénieurs Canada, s'est penché sur ses études de cas portant sur l'infrastructure des ressources en eau afin de formuler des recommandations quant à des changements aux Codes, normes et instruments connexes (CNIC). L'infrastructure des ressources en eau est visée par des CNIC de tous genres, notamment des règlements, des codes et des normes, des règlements administratifs de gouvernements locaux et des lignes directrices nationales. Le CVIIP a constaté que les données climatiques servant à l'élaboration des CNIC n'étaient pas toujours faciles à obtenir ou bien signalées, faisant en sorte que dans la mise à jour des CNIC, il ne s'agit pas tout simplement de mettre à jour les données climatiques qu'ils renferment. Les recommandations d'action relatives aux CNIC tiennent compte de la non-stationnarité du climat et du besoin de faciliter l'adaptation, notamment des manières suivantes : 1) améliorer les données climatiques; 2) considérer les options progressives au cours du cycle de vie de l'infrastructure; 3) élargir la portée des CNIC pour inclure le rendement physique, fonctionnel et opérationnel; 4) accroître la souplesse au niveau de la conception afin de permettre l'adaptation aux changements climatiques (CVIIP, 2012).

En Colombie-Britannique, selon les estimations issues d'une évaluation économique du secteur des océans comprenant la foresterie, la construction navale et les loisirs océaniques, la valeur du PIB annuel pour le secteur est de 5,7 milliards de dollars, créant 84 000 années-personnes en emplois (GSGislason & Associates Ltd., 2007; Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd., 2009a, b). En 2013, les pêches maritimes commerciales du Canada ont atteint une valeur totale au débarquement de plus de 2,25 milliards de dollars (dont 89 % provenant de la région de la côte Est), auxquels 935 millions de dollars additionnels venait s'ajouter grâce à la production de l'aquaculture (MPO, 2014b).

Par le passé et dans toutes les régions côtières du Canada, les secteurs économiques ont connu des hauts et des bas dans la prospérité des industries, notamment la foresterie, la construction navale, les pêches, les pâtes et papiers, l'extraction et la fusion des métaux communs. Dans certaines régions, de nouvelles industries d'extraction (p. ex. pétrolière et gazière) ont vu le jour et un certain nombre de villes côtières canadiennes sont de nos jours des pôles d'enseignement supérieur, d'activités de recherche et de développement technologique. En raison de l'évolution du climat,

certains de ces domaines devront faire face à de nouveaux défis s'ils veulent demeurer compétitifs sur les marchés locaux, nationaux et mondiaux.

LES PÊCHES

Certaines pêches de capture au Canada sont très sensibles à la variabilité et au changement climatiques (Barange et Perry, 2009; Rice et Garcia, 2011) alors que l'aquaculture marine est considérée en général comme plus apte à s'adapter à des conditions changeantes (Campbell et al., 2014). Le long des côtes méridionales, de nombreuses collectivités de pêcheurs ont connu des réductions dans les populations propres à la pêche, la fermeture des pêches ou des virages vers de nouvelles espèces cibles (Campbell et al., 2014). Les changements climatiques ont une incidence sur le comportement des poissons (p. ex. changements dans la répartition verticale et géographique et migrations quotidiennes), la composition des espèces et les chaînes alimentaires. Dans les régions où les collectivités sont largement dépendantes d'une seule pêche, l'adaptation comprend la diversification, notamment par des changements dans les espèces cibles et le virage vers d'autres industries (p. ex. tourisme côtier), ou bien l'émigration, ce qui peut avoir des répercussions sur le profil démographique et la structure de ces collectivités. Le long des côtes septentrionales, les changements dans la biodiversité ainsi que dans l'aire de répartition de bon nombre d'espèces marines et terrestres ont une incidence sur la disponibilité et la qualité des sources traditionnelles de nourriture dont dépendent bon nombre de collectivités, et sur l'accès à ces sources de nourriture (Furgal et Prowse, 2008; Hansen et al., 2008; Wheeler et al., 2010).

Lors d'une évaluation des pêches canadiennes et des changements climatiques à l'échelle nationale, Campbell et al. (2014) ont trouvé que : la poursuite des changements climatiques pourrait avoir pour conséquence des effets considérables sur la biodiversité et le biote qui soutiennent les pêches régionales; les effets en cascade de changements dans la production écosystémique pourraient donner lieu à des perturbations dans les phases du cycle de vie des espèces qui soutiennent les pêches; les aires de répartition et les populations des espèces pourraient changer; les espèces envahissantes pourraient faire une concurrence accrue. Malgré les défis anticipés à ces égards, Campbell et al. (2014) ont conclu que le Canada demeurera probablement un exportateur net d'aliments d'origine aquatique vu l'augmentation prévue de la biomasse totale de la production des pêches sauvages découlant des virages dans la répartition des poissons en raison de changements climatiques.

LA FORESTERIE, L'EXTRACTION MINIÈRE ET L'ÉNERGIE

Le long des côtes, les activités d'exploration et de mise en valeur ainsi que le traitement et l'expédition de ressources naturelles terrestres et marines sont vulnérables à des conditions environnementales dangereuses, lesquelles sont susceptibles d'augmenter sous l'effet des changements climatiques. Les effets biophysiques des changements climatiques sur les ressources naturelles sont assez bien compris à bien des égards, mais les

démarches en vue de s'assurer que les changements climatiques soient pris en considération au niveau de la planification et de la gestion des entreprises sont jusqu'ici limitées (Lemmen *et al.*, 2014).

Les secteurs de la foresterie, de l'extraction minière et de l'énergie contribuent considérablement à l'économie des régions des côtes Est et Ouest du Canada, mais l'on ne dispose que de peu de données portant précisément sur les régions côtières. Par exemple, les activités minières dans les zones côtières comprennent l'extraction de métaux communs et l'exploitation de carrières afin de produire des matériaux de gros œuvre aux fins de construction de bâtiments et de routes. Les zones côtières offrent un accès facile à la mer pour le transport de biens d'exploitation et de matériaux en vrac. Les possibilités et les défis relevés à ce jour qui sont liés au climat et pertinents aux secteurs des ressources naturelles dans les régions côtières (Lemmen *et al.*, 2014) comprennent les suivants :

- La réduction des glaces marines dans l'Arctique ouvrira des corridors de transport maritime, donnant ainsi plus d'accès à des fins d'exploration et de mise en valeur de nouvelles mines et mettant l'accent sur l'importance de la collaboration entre les sociétés minières et les utilisateurs traditionnels des terres et de la mer (p. ex. Lemmen *et al.*, 2014; étude de cas 4, p. 79).
- Des changements dans le schéma des précipitations pourraient compromettre l'intégrité et la viabilité des bassins de résidus et les installations de traitement des eaux usées, ce qui pourrait accroître le risque de pollution des rivières et des eaux sublittorales par des contaminants.
- Là où les produits sont expédiés d'installations de chargement en vrac, il se peut qu'il faille procéder à des changements aux installations d'entreposage et aux quais (y compris les installations de chargement ou de déchargement) pour composer avec des conditions changeantes telles que des vents plus forts, de fortes pluies, l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête.

La variabilité et les changements climatiques (figure 7) ainsi que l'élévation du niveau de la mer auront une incidence sur la demande en ressources énergétiques dans les zones côtières et le transport de ces ressources. Les ressources énergétiques, y compris le charbon canadien et importé ainsi que le pétrole et le gaz extracôtiers, sont expédiées à des points de chargement ou de débarquement côtiers de la Colombie-Britannique, du Québec, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve-et-Labrador. Au sein du secteur, le choix de site des principaux terminaux de pipelines et des installations d'expédition des ressources énergétiques proposés sur les côtes Est et Ouest fait l'objet d'une attention toute particulière. Bon nombre de nouveaux projets de production d'énergie renouvelable, dont l'énergie hydroélectrique, éolienne et marémotrice, pourraient aussi être réalisés dans des zones côtières. De grands parcs éoliens ont déjà été établis dans des lieux tels que le marais de Tantramar dans la partie supérieure de la baie de Fundy, à Lower West Pubnico au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et au cap-North, situé à l'extrémité nord-ouest de l'Île-du-Prince-Édouard. La mise

en valeur de l'énergie marémotrice dans la baie de Fundy en est aux premières étapes de l'évaluation environnementale et de la mise en place d'installations prototypes.

Récemment, des conditions météorologiques extrêmes ont fait des ravages au sein du réseau de transport de l'électricité de toutes les régions côtières du Canada et surtout sur la côte Est (notamment les ouragans Juan et Igor), touchant les vies de dizaines de milliers de personnes, entraînant des perturbations coûteuses dans l'approvisionnement en électricité et nécessitant des réparations importantes à l'infrastructure de transmission locale et régionale. Le secteur du pétrole et du gaz se penche depuis peu sur les risques possibles aux installations extracôtiers d'exploration et de production que peuvent entraîner l'augmentation du nombre de tempêtes et les dangers que posent les changements au niveau de l'état des glaces (Office national de l'énergie 2011; Lemmen *et al.*, 2014).

LE TOURISME

Après le déclin des secteurs économiques classiques (tels que la pêche et la foresterie) dans certaines régions, le tourisme est devenu une industrie importante dans plusieurs régions côtières au Canada et constitue l'industrie primaire pour bon nombre de petites collectivités (tableau 1; Beshiri, 2005; Scott, 2011; Gouvernement du Canada, 2012a, b).

L'incidence de l'élévation du niveau de la mer sur l'infrastructure et les ressources du secteur du tourisme est une préoccupation dans certaines régions côtières. Certaines ressources culturelles (notamment l'archipel Haida Gwaii et la forteresse de Louisbourg) sont menacées par les niveaux d'eau plus élevés et les plages dans certaines régions (p.ex. le parc national de l'Île-du-Prince-Édouard) pourraient rétrécir ou disparaître. Les températures plus élevées sont aussi un facteur pouvant avoir des répercussions sur le secteur du tourisme : un climat plus chaud aura une incidence sur les activités hivernales telles que le ski et la motoneige (notamment à Whistler, en Colombie-Britannique et au parc national du Canada du Gros Morne, à Terre-Neuve) et prolongera la saison du tourisme d'été dans la plupart des régions. La saison d'été plus longue pourrait exercer des pressions accrues sur les parcs nationaux et provinciaux et d'autres aires protégées en raison d'un plus grand nombre de visiteurs (p. ex. dans le réseau de parcs nationaux, le nombre de visites pourrait augmenter de 30 % d'ici 2050; Jones et Scott, 2006). Là où les propriétaires et les exploitants dans le secteur du tourisme peuvent anticiper les effets climatiques et s'y adapter efficacement, les changements climatiques offriront des occasions de croissance économique dans de nombreuses régions du Canada. Pourtant, jusqu'à maintenant, le secteur du tourisme au Canada est considéré en général comme étant mal rédigé aux changements climatiques (Scott *et al.*, 2008, 2012; KPMG, 2010), en partie en raison du fait qu'au niveau de la planification des affaires, on a tendance à se pencher sur des scénarios à court terme au sein desquels les changements climatiques sont généralement perçus comme étant sans importance par rapport à la variabilité climatique et d'autres facteurs.

VARIABILITÉ ET CHANGEMENT CLIMATIQUES

FIGURE 7 : Impact possible des changements climatiques sur le secteur de l'énergie touchant l'approvisionnement, le transport et la demande (Lemmen et al., 2014).

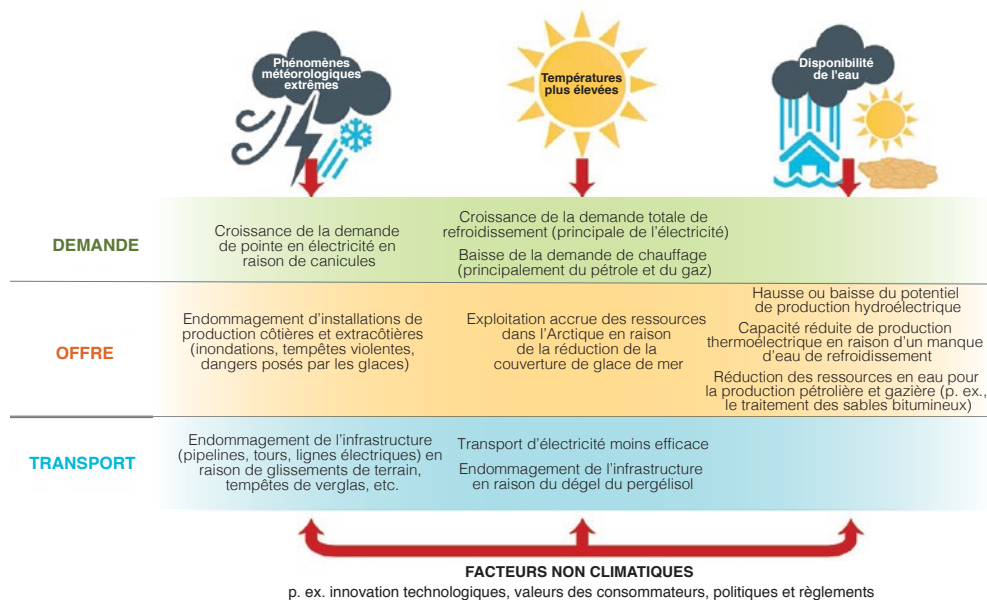


TABLEAU 1 : Contribution économique du tourisme dans les provinces et territoires côtiers du Canada (extrait modifié tiré de l'Association de l'industrie touristique du Canada, 2012). Les données présentées représentent la compétence au complet et non pas seulement les zones côtières dans bon nombre de provinces; ceci étant dit, le tourisme dépend principalement de ce qu'offrent les paysages et les attraits des côtes dans le cas de certaines d'entre elles.

Provinces et territoires	Produit intérieur brut en 2011 (en dollars indexés de 2002)	Emplois dans le secteur du tourisme en 2011
Terre-Neuve-et-Labrador	316 M\$	8 136
Île-du-Prince-Édouard	121 M\$	2 866
Nouvelle-Écosse	683 M\$	16 636
Nouveau-Brunswick	438 M\$	12 090
Québec	5 357 M\$	130 018
Colombie-Britannique	4 913 M\$	96 877
Yukon – Territoires du Nord-Ouest – Nunavut	147 M\$	Données non disponibles
Total	11,975 G\$	266 623

ASSURANCES ET INVESTISSEMENTS

Au Canada comme ailleurs, l'industrie des assurances et celle de la réassurance réagissent à la croissance rapide des pertes découlant de phénomènes climatiques extrêmes (figure 8; Kovacs et Thistlethwaite, 2014; Robinson, 2015). À l'échelle mondiale, les pertes sont particulièrement remarquables dans les milieux côtiers (H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, 2000; Keillor, 2003; Heap, 2007; Nicholls et al., 2008; Simpson et al., 2012). Au Canada, le risque de pertes catastrophiques en raison d'inondations causées par des ondes de tempête s'accroît à mesure que le niveau de la mer s'élève et que les conditions météorologiques mauvaises deviennent plus fréquentes (McBean et Henstra, 2003; Feltmate et Thistlethwaite, 2012). Stanton et al., (2010) ont prévu que d'ici les années 2020, le coût des dommages annuels aux côtes du Canada causés par l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête pourrait être de 2,6 à 5,4 milliards

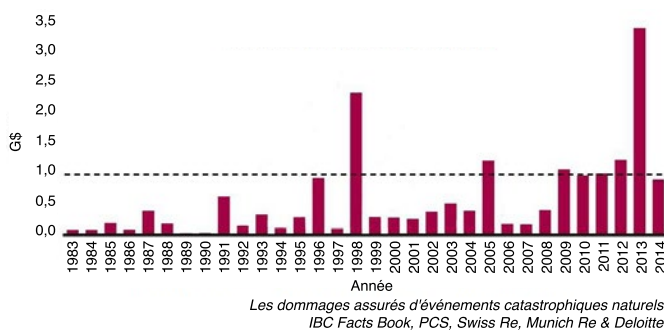


FIGURE 8 : Réclamations d'assurance en raison de catastrophes au Canada de 1983 à 2014. Valeurs en \$ CAD 2014. Le trait interrompu indique des réclamations d'assurance d'une valeur de 1 milliard de dollars. En 1998, les réclamations découlaient des tempêtes de verglas dans l'est du Canada. En 2013, les réclamations étaient attribuables aux inondations en Alberta et dans la région du Grand Toronto (extrait modifié tiré de Robinson, 2015).

de dollars et, selon les estimations, il pourrait grimper jusqu'à 48,1 milliards de dollars d'ici 2080. Partout au Canada et ailleurs dans le monde, les organismes et les établissements responsables de la gestion des urgences et de la réduction des risques de catastrophe cherchent à modifier les pratiques de planification et de conception afin de favoriser l'adoption de mesures d'adaptation proactive susceptibles de leur permettre de gérer plus efficacement les risques pour l'environnement et les services ainsi que pour la sécurité et le bien-être humains (H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, 2000; McBean et Henstra, 2003; Sussman et Freed, 2008; Banque mondiale 2008; Yohe et al., 2011; Feltmate et Thistlethwaite, 2012).

2.2.3 SANTÉ ET BIEN-ÊTRE HUMAINS

Les menaces découlant des changements climatiques pour la santé et le bien-être humains dépendent d'un bon nombre de facteurs, notamment l'exposition à des dangers climatiques, la sensibilité de certaines personnes et populations aux changements environnementaux (les personnes âgées et celles ayant des problèmes de santé préexistants étant généralement plus sensibles) et la capacité des personnes ou des populations à planifier de manière proactive en vue des changements ou à intervenir en cas de catastrophe (Seguin, 2008; Seguin et Berry, 2008; Costello et al., 2009). Le stress et l'anxiété relevant de phénomènes météorologiques extrêmes, de l'endommagement de biens et de la perte des moyens de subsistance peuvent porter atteinte à la santé tant physique que psychologique.

Peu de recherches ont été réalisées dans le domaine de la santé relativement aux changements climatiques et plus précisément sur les régions côtières du Canada (Dolan et al., 2005; Dolan et Walker, 2006). Des phénomènes tels que l'ouragan Igor à Terre-Neuve (étude de cas 1) témoignent de la manière dont les phénomènes climatiques extrêmes peuvent nuire à la capacité locale d'intervention d'urgence, aux soins actifs de santé et aux services pour les familles déplacées (Sécurité publique Canada, 2013). Les changements climatiques peuvent aussi nuire à la quantité et à la qualité des sources d'eau potable sous l'effet de températures plus élevées, de périodes de sécheresse et de fortes pluies causant la contamination de l'écoulement de surface et la salinisation des eaux souterraines en raison d'une demande croissante ou de l'infiltration de l'eau de mer qu'entraîne l'élévation du niveau de la mer (Lemmen et al., 2008). Les compétences du Canada atlantique se sont penchées sur le risque que pose l'infiltration de l'eau salée, surtout à l'Île-du-Prince-Édouard, où la population dépend entièrement des eaux souterraines pour s'approvisionner en eau potable. Dans certaines régions, l'infiltration de l'eau salée a déjà fait l'objet de rapports et la conjugaison des pressions exercées par le développement accru des côtes à l'élévation prévue du niveau de la mer porte à croire que le problème ne fera que s'aggraver à l'avenir (Prince Edward Island Department of Environment, Labour and Justice, 2011). En outre, dans certaines régions du Canada atlantique, la population rurale sur les côtes est vieillissante, ce qui accentue la vulnérabilité de cette population aux changements climatiques.

3 SE PRÉPARER AU CHANGEMENT

Les effets des changements climatiques varieront en fonction des régions et communautés diverses ainsi qu'en feront état en détail les chapitres suivants de la présente évaluation. L'ampleur de l'incidence est relative à un grand nombre de facteurs biophysiques et humains (voir les chapitres 1 et 2), dont celui de la capacité de la société humaine à s'adapter (Boateng, 2008; Simpson et al., 2012). Dans la présente section, on discute des facteurs touchant la réaction communautaire, notamment les complexités associées à la gouvernance des côtes et le rôle que jouent les perceptions et les valeurs. De plus, la section présente un survol des éléments clés du processus d'adaptation et discute d'approches d'adaptation. La définition de l'adaptation aux changements climatiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014, p. 5) est la suivante :

Démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Dans les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences.

3.1 GOUVERNANCE DES CÔTES

Au Canada, la gouvernance des zones côtières est souvent un processus complexe. La gestion des divers éléments se fait au moyen d'une grande gamme d'établissements et d'organismes, dont des ministères fédéraux et provinciaux, des administrations locales, des organismes non gouvernementaux ainsi que des agences et des sociétés indépendantes. Ces établissements fonctionnent selon des critères précis et ont des rôles et responsabilités déterminés par l'autorité des compétences respectives. Les ministères et les programmes de tous les ordres de gouvernement poursuivent des buts particuliers visant la mise en valeur, la conservation ou la gestion des activités et des biens des côtes. Dans certains cas, il se peut que ces buts ne soient pas harmonisés à l'échelle des compétences. Par exemple, les règlements fédéraux et provinciaux peuvent servir d'appui aux politiques et aux objectifs d'administrations locales. Par contre, dans certaines situations, ils peuvent constituer des obstacles à la prise de décisions locales, voire exiger la mise en place de modifications à de restrictions relatives au développement local (Burton, 2008). De plus, il peut être difficile pour les collectivités d'avoir accès aux données et aux compétences requises pour gérer les risques climatiques de manière efficace, puisque les données techniques sur les conditions côtières proviennent souvent de différents ordres de gouvernement, des ministères et d'organismes divers (Savard et al., 2009; Anthony et Sabatier, 2013).

De façon générale, le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux régissent l'infrastructure des transports côtiers, notamment les ports et les havres, les traversiers, les aéroports, les réseaux routiers et les chemins de fer. Ils sont également responsables des processus d'évaluation environnementale et d'examen prévus par la loi, de la réglementation des

mesures prises pour protéger le littoral et de la gestion de secteurs tels que la santé, les transports et les ressources naturelles ainsi que de certains éléments d'autres secteurs, notamment les pêches, l'extraction minière et l'exploitation du gaz et du pétrole. Les administrations locales et les collectivités des Premières nations sont responsables de la gestion de la plupart des activités d'aménagement des terres côtières à des fins résidentielles et commerciales ou pour des commerces au détail et des établissements au moyen d'outils tels que l'établissement de plans directeurs, le zonage, les normes de construction, l'inspection des bâtiments et les permis d'occuper (p. ex. Richardson et Otero 2012). Bon nombre d'autres organismes sont aussi actifs sur les côtes, notamment les administrations portuaires, les conseils d'administration des hôpitaux, les sociétés de parcs industriels et de plus en plus, des partenariats public-privé qui possèdent ou exploitent des infrastructures énergétiques et de gestion de l'eau, des eaux usées et des déchets solides. Les groupes de défense ou de préservation de l'environnement, les clubs philanthropiques locaux et d'autres organismes bénévoles peuvent aussi avoir une incidence importante sur les objectifs et pratiques de gestion et de planification locales.

L'absence de structures officielles de gestion des côtes aux fins de la surveillance ou de la coordination de la gouvernance des côtes au Canada a souvent été soulignée et depuis plus de 25 ans, une approche plus intégrée à la gestion des côtes a été recommandée (Hildebrand, 1989, 1995; Hildebrand et Norrena, 1992; Ricketts et Harrison, 2007). Cependant peu de progrès ont été réalisés en vue de mettre au point les outils institutionnels et réglementaires que rendent nécessaire l'obligation d'adopter une telle approche (Mercer Clarke, 2010).

3.2 PERCEPTIONS ET VALEURS

Les gens sont attirés aux côtes et les considèrent comme un espace de vie et de travail très apprécié, et ce malgré l'expérience de conditions météorologiques mauvaises (Spalding *et al.*, 2014). La perception de risque et la valeur accordée à un bien menacé, que ce bien soit naturel ou bâti, peuvent varier considérablement (Niven et Bardsley, 2013). Souvent, on parle d'un phénomène climatique extrême selon la probabilité de son intervalle de récurrence (p. ex. « tempête du siècle »), mais il est difficile pour les gens de conceptualiser la gravité d'un tel phénomène ou d'en comprendre les répercussions. Alors que l'ouragan Juan frappait Halifax en septembre 2003, le Centre canadien de prévision des ouragans émettait des avertissements d'ouragan et de hautes vagues. Selon l'émission de nouvelles locales de Radio-Canada, il ne semblait pas que les avertissements de l'arrivée de Juan étaient pris au sérieux et qu'ils aient même eu pour effet indésirable d'attirer un certain nombre de gens à la côte pour voir les hautes vagues (CBC News, 2003). Par contre, en 2009, les attitudes avaient changé : 82 % des Néo-Écossais ayant répondu à un sondage croyaient que les conditions météorologiques mauvaises étaient devenues plus fréquentes. Ils disaient vérifier le bulletin météo tous les jours et prendre les mesures recommandées de précaution (Silver et Conrad, 2010). Les différences dans la perception du risque que présentent les changements climatiques peuvent avoir une influence sur le choix et la réussite des mesures d'adaptation (Eyzaguirre et Warren, 2014).

3.3 BUTS ET OBJECTIFS EN MATIÈRE D'ADAPTATION

Les principaux objectifs en matière d'adaptation consistent à atténuer l'incidence adverse des changements climatiques et à miser sur les nouvelles occasions (l'encadré 2 traite d'autres objectifs propres aux régions côtières). Une adaptation efficace renforce la résilience et la durabilité, améliore la santé et le bien-être et rehausse la valeur économique et la compétitivité. L'établissement d'objectifs aide à concentrer les efforts d'adaptation de façon à établir la priorité des activités, éviter des attentes non réalistes et obtenir le soutien nécessaire d'une vaste gamme d'intervenants.

Il est possible de faire progresser des objectifs généraux d'adaptation par l'atteinte d'objectifs ciblés (Simpson *et al.*, 2012) qui :

- Se fondent sur une évaluation scientifique des changements au niveau des risques et de la vulnérabilité des côtes;
- Rehaussent l'état de préparation et l'intervention en cas d'urgence;
- Protègent l'infrastructure et les biens publics estimés et ayant une importance écologique et culturelle;
- Réduisent les facteurs de stress de nature non climatique sur les systèmes et les biens vulnérables;
- Réglementent les terres dangereuses par le zonage en vue d'en restreindre l'utilisation et d'y prévenir l'implantation de nouveaux projets d'aménagement;
- Encouragent l'aménagement dans des zones moins vulnérables;
- Intègrent les principaux intervenants dans les processus de prise de décisions relatives à l'adaptation.

ENCADRÉ 2

OBJECTIFS DANS LES RÉGIONS CÔTIÈRES EN MATIÈRE D'ADAPTATION

La liste suivante d'objectifs en matière d'adaptation a été dressée à partir de celle de Simpson *et al.*, (2012) et d'autres études nationales et internationales (Ballinger *et al.*, 2000; Field *et al.*, 2001; Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick, 2005; PNUE/GPA, 2005; United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2006a, b; Tomlinson et Helman, 2006; Commission océanographique intergouvernementale, 2009; Munang *et al.*, 2009; OCDE, 2009; United Kingdom Department for Communities and Local Government, 2010; Government of Western Australia, 2012) :

- Réduire les risques pour la santé et la sécurité humaines;
- Maintenir la santé des écosystèmes côtiers;
- Réduire la vulnérabilité du milieu bâti et les risques pour le milieu bâti;
- Assurer l'accès public aux ressources côtières et l'utilisation publique de ces ressources;
- Maintenir et diversifier les options et les occasions relatives aux moyens de subsistance;
- Renforcer les cadres de gouvernance;
- Éviter de payer les coûts de risques privés en puisant des ressources publiques.

La collaboration est le principe fondamental de bon nombre d'initiatives en matière d'adaptation (Eyzaguirre et Warren, 2014). L'expérience dans les régions côtières semble indiquer que souvent, des activités itératives auxquelles participent des intervenants multiples et qui tentent de travailler avec les processus côtiers naturels plutôt que d'aller à l'encontre de ces derniers constituent la meilleure façon d'atteindre des objectifs en matière d'adaptation (Lane *et al.*, 2013; Macintosh, 2013; Niven et Bardsley, 2013). Il y a de plus en plus d'exemples d'efforts de collaboration dans la planification à l'échelle locale en vue des changements climatiques entre intervenants provenant de divers milieux, notamment du gouvernement, des universités, d'établissements et de divers secteurs et professions (voir les chapitres 4 à 6; Bowron et Davidson, 2012; Lane *et al.*, 2013).

On parle de plus en plus au cours de discussions théoriques sur l'adaptation aux changements climatiques de deux nouveaux concepts, soit le « changement transformationnel » et les « limites à l'adaptation ». Actuellement, la plupart des actions visant l'adaptation au Canada et ailleurs consistent en des changements cumulatifs aux systèmes existants (Eyzaguirre et Warren, 2014). Par changement transformationnel, on entend les changements aux attributs fondamentaux d'un système; le changement transformationnel peut être nécessaire en cas de limites à l'adaptation. Dans le Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007, p. 733), la définition des limites à l'adaptation est la suivante :

... les conditions ou les facteurs qui rendent l'adaptation inefficace comme réaction aux changements climatiques et qui sont largement insurmontables [traduction].

Les activités de recherche entreprises à ce jour au Canada n'ont porté que peu d'attention aux concepts de limites à l'adaptation et de changement transformationnel (Warren et Lemmen, 2014), mais il se peut que ces concepts s'appliquent particulièrement à certaines des questions relevant des côtes.

3.4 RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ ET GÉRER LE RISQUE

La gestion du risque est un processus par lequel des collectivités, des organismes ou des particuliers évaluent leurs vulnérabilités respectives, déterminent les choix à faire et établissent la priorité de mesures à court et à long terme à mettre en œuvre afin d'éviter, de réduire ou d'éliminer ces vulnérabilités (Noble *et al.*, 2005; Simpson *et al.*, 2012). Dans l'évaluation des risques, il faut considérer la vraisemblance d'un impact (la probabilité) et l'ampleur de l'incidence (les conséquences). Pour trouver une stratégie efficace relative aux mesures d'adaptation, il faut considérer les conséquences tant souhaitées que non souhaitées (Lane et Stephenson, 1998). Dans la planification en vue de l'adaptation, il se peut que les choix reflètent la tolérance au risque, c'est-à-dire le niveau de risque qu'une personne ou une société est prête (ou capable) à accepter. La planification en vue de l'adaptation doit aussi considérer l'incidence du temps sur les processus de planification en tenant compte du fait qu'à mesure que les conditions et les connaissances à cet égard évoluent, les options en matière d'adaptation peuvent

aussi changer. Les processus itératifs de planification qui traitent de telles réalités en fonction du temps pourraient être les plus susceptibles d'offrir des options économiques aux collectivités en ce qui a trait à la gestion des risques qui leur sont pertinents. Par exemple, lors de la conception de structures qui servent à protéger contre des niveaux élevés d'eau, il est souvent préférable de construire des structures qui intègrent un certain degré de flexibilité afin de permettre des ajustements au fil du temps à mesure que le niveau de la mer s'élève (Aerts and Botzen, 2013).

L'affectation claire des coûts (et des bénéfices) de l'aménagement sublittoral aux personnes et aux organismes qui prennent la décision de mettre en valeur des zones sublittorales est l'une des considérations relevant de la gestion des risques (Titus, 1998; United States Climate Change Science Program, 2009; Titus *et al.*, 2009). Tel que Stanton *et al.* (2012, p. 89) l'ont conclu, la mise en place s'impose de politiques et de pratiques en fonction desquelles les propriétaires sont prévenus explicitement qu'aucune protection ne sera fournie ni permise et qu'aucun dédommagement ne sera versé pour des pertes ou des dommages subis s'il est déterminé que l'aménagement ou l'occupation se fait dans une zone dangereuse. Même si de l'aide humanitaire sera toujours fournie en temps de crise, la gestion des risques exige par contre que l'on examine les raisons pour lesquelles les fonds publics devraient servir à compenser des dommages subis par des personnes qui défient les dangers connus afin de profiter des avantages de l'aménagement sur les côtes à risque sujettes à des dangers courants ou anticipés (p. ex. ondes de tempêtes et vents forts; Titus, 1998; United States Climate Change Science Program, 2009; Grannis, 2011). La décision de ne pas construire, ou de réimplanter des structures existantes et l'utilisation connexe dans des zones dorénavant déterminées comme dangereuses peut s'avérer difficile et contentieuse, qu'il s'agisse d'une décision prise en privé ou rendue nécessaire en raison de changements dans le zonage ou les exigences d'occupation.

3.5 PLANIFICATION DE L'ADAPTATION

Parmi les activités associées à la planification de l'adaptation en vue de changements climatiques sur les côtes, on compte la surveillance des conditions changeantes (tendances et projections), l'évaluation de données scientifiques et de connaissances nouvelles et l'application de ces dernières au soutien des politiques et pratiques et de la prise de décisions (Lane *et al.*, 2013; Macintosh, 2013; Niven et Bardsley, 2013; Eyzaguirre et Warren, 2014). La planification de l'adaptation porte surtout sur l'évaluation des vulnérabilités, l'avancement de la gestion des risques et la détermination d'approches et d'outils les plus susceptibles d'assurer la durabilité et la résilience (Burby *et al.*, 1999, 2000; Simpson *et al.*, 2012).

En général, les efforts de planification de l'adaptation prennent la forme de processus itératifs qui s'engagent parfois sur bon nombre de chemins différents et peuvent comprendre divers éléments tels que la mise à jour de politiques, de lois et de règlements; la modification de pratiques opérationnelles; l'application de nouveaux outils et de nouvelles technologies; la révision des pratiques relatives aux investissements et aux assurances; la modification des comportements sociaux et des attentes (figure 9;

Eyzaguirre et Warren, 2014). Dans de nombreux cas, la façon la plus efficace d'entreprendre l'adaptation est dans le cadre de processus existants de planification et d'élaboration de politiques, une pratique grâce à laquelle il est possible d'intégrer l'adaptation en vue de changements climatiques dans le processus de planification plus général.

Les changements auront lieu sur diverses échelles spatiales et temporelles et nécessiteront souvent le recours à des stratégies souples qui préparent les collectivités à mieux affronter les nouvelles réalités associées aux dangers accrus et au cycle de vie moins long des bâtiments (figure 10). Les approches proactives à la planification tiennent compte du fait qu'en général, il est plus efficace et économique d'éviter ou de prévenir des dommages découlant de conditions météorologiques mauvaises ou de changements climatiques que d'intervenir en cas d'effets adverses et parfois catastrophiques (Nicholls *et al.*, 2007; Stern, 2007; Tescult Inc., 2008; Anthoff *et al.*, 2010; Stanton *et al.*, 2010; Brown *et al.*, 2011; Doiron, 2012; GIEC, 2014).

Afin de traiter du bien-être actuel et futur de manière efficace, la planification de l'adaptation doit aussi tenir compte d'une vaste gamme d'effets, liés les uns aux autres et souvent en cascade, sur les régions, les collectivités et les personnes (notamment les répercussions économiques touchant les industries primaires, le chômage, les dommages causés dans les parcs et les changements au niveau de la santé et du bien-être humains). La détermination et l'analyse de l'incidence de l'effet de retombée sur les quatre piliers (l'environnement, l'économie, la société et la culture) de la durabilité permettront d'assurer la compréhension par tous les secteurs de la société des enjeux pouvant avoir des conséquences pour la durabilité ainsi que la minimisation des effets négatifs et l'optimisation des nouveaux débouchés grâce à l'application d'efforts pertinents et opportuns.

Lorsque les processus d'adaptation ne sont pas fondés sur de bonnes informations ou l'attention prêtée à la planification et la conception est insuffisante, la conséquence peut être l'inadaptation, c'est-à-dire des mesures possiblement coûteuses et inadéquates à plus long terme qui, en fin de compte, accentuent les vulnérabilités aux changements climatiques (p. ex. ouvrages longitudinaux mal conçus; Bernatchez *et al.*, 2008; Brown *et al.*, 2011; Bernatchez et Fraser, 2012; GIEC, 2013, 2014). À court terme, les mesures inadaptées risquent aussi d'empêcher la mise en œuvre d'activités plus appropriées à l'avenir en consommant les ressources financières dont on dispose et en occupant des terres de valeur.

Le nombre d'exemples d'expérience pratique en planification de l'adaptation au Canada augmente sans cesse, particulièrement à l'échelle communautaire (p. ex. Forbes *et al.*, 2009; Vasseur, 2012; Lane *et al.*, 2013; Ressources naturelles Canada, 2014a). D'autres exemples sont présentés dans les chapitres portant sur les régions de la présente évaluation (voir les chapitres 4 à 6).

3.5.1 POLITIQUE, PLANIFICATION ET CONCEPTION DU DÉVELOPPEMENT LOCAL

Au Canada, la planification et la gestion de l'aménagement des terres se font au sein de gouvernements et de secteurs divers, mais elles sont souvent la responsabilité d'administrations locales. On compte au nombre des principaux instruments directeurs, les plans

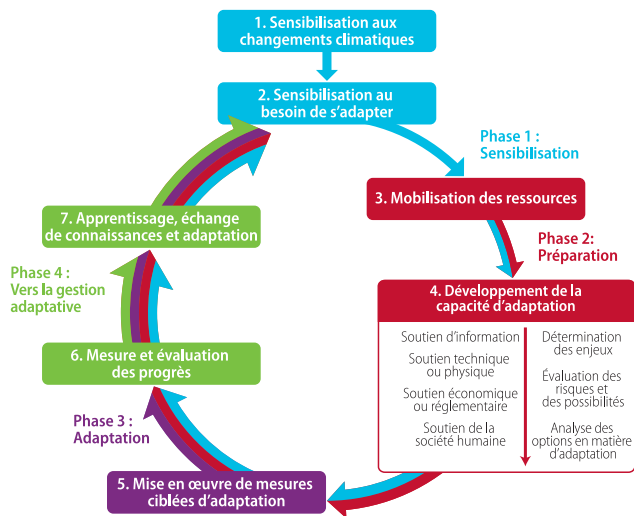


FIGURE 9 : Étapes du processus de planification de l'adaptation (Eyzaguirre et Warren, 2014).

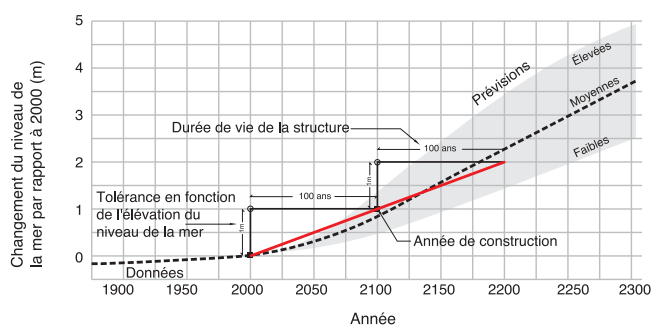


FIGURE 10 : Effets cumulatifs de l'élévation du niveau de la mer sur la planification de structures dont le cycle de vie prévu est de 100 ans (extrait modifié tiré de Ausenco Sandwell, 2011b). La tolérance adoptée en fonction de l'élévation du niveau de la mer dépend de la date de construction d'une structure et du changement prévu dans le niveau de la mer pendant le cycle de vie prévu de la structure. Cette tolérance constitue la base par rapport à laquelle on tient compte d'autres effets tels que les ondes de tempête et la remontée des vagues qui sont des facteurs associés aux niveaux d'eau extrêmes.

régionaux et municipaux officiels, les règlements administratifs, le zonage, les servitudes de protection et les codes du bâtiment (p. ex. Richardson et Otero, 2012). L'emploi de ces instruments donne lieu à de nombreuses possibilités permettant de mieux gérer les risques liés aux changements climatiques. Les collectivités pourraient avoir l'autorité de modifier leurs plans respectifs (p. ex. celle de désigner des zones telles que des plaines inondables comme non convenables à l'aménagement) et d'établir des lignes directrices relatives à l'aménagement et à la conception. Toutefois, elles doivent souvent se conformer aux lignes directrices et aux règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux.

Le risque de responsabilité légale et la possibilité de répercussions financières connexes peuvent être des facteurs dans le choix d'options en matière d'adaptation (voir le chapitre 6). Les responsabilités pourraient être associées aux approbations existantes de zonage de nouveaux aménagements dans des zones qui, selon les prévisions, sont susceptibles d'être touchées par la hausse du niveau de la mer, ou associées à l'élaboration de règlements de zonage plus restrictifs visant à limiter l'aménagement dans les

zones à risque d'inondation ou d'endommagement en raison de ondes de tempête ou d'autres dangers météorologiques. Étant donné la longue durée de vie et les coûts de bon nombre d'investissements dans l'infrastructure, il est important de disposer de solides données techniques sur la vulnérabilité climatique afin d'affecter des ressources de manière appropriée aux projets d'expansion et de mise à niveau. La mise à jour des codes du bâtiment et des lignes directrices fondées sur les pratiques exemplaires afin de tenir compte de l'évolution des conditions environnementales peut aider à établir des critères proactifs en matière de conception.

3.5.2 PLANIFICATION EN VUE DE L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER

Pour les collectivités côtières sur les côtes Est et Ouest du Canada et celles sur le littoral de la mer de Beaufort dans la région de la côte Nord, l'élévation du niveau de la mer pose un défi considérable au niveau de la planification de l'adaptation. À mesure que le niveau moyen de la mer monte, le risque d'inondation s'accroît (Hinkel *et al.*, 2014), et à mesure que les eaux sublittorales deviennent plus profondes, des vagues plus hautes et plus destructrices atteindront les zones exposées de la côte (voir le chapitre 2). Les risques comprennent la dégradation et la perte d'écosystèmes côtiers, l'endommagement de l'infrastructure (p. ex. routes, bâtiments et ports) et les dangers connexes pour la santé et la sécurité humaines (voir les chapitres 4 à 6). En général, plus le niveau de la mer monte, plus les risques sont importants.

L'évaluation de la vulnérabilité à l'élévation du niveau de la mer et l'élaboration de stratégies efficaces d'adaptation sont orientées par divers facteurs, notamment la tolérance au risque du décideur (que ce soit la communauté, l'industrie ou le gouvernement). La tolérance au risque est déterminée après une évaluation informée, qui quoique parfois subjective, tient compte en général de

nombreux facteurs, dont la valeur et le cycle de vie des biens à risque, les conséquences économiques, sociales et environnementales d'effets négatifs (p. ex. inondation) et la capacité d'un système à se rétablir des effets, ou de s'adapter en fonction de ces derniers. La tolérance au risque d'inondation sera faible dans les compétences responsables de zones côtières comptant des biens irremplaçables ou essentiels ou des structures dont la durée de vie est longue. Par contre, la tolérance au risque sera plus élevée dans les compétences où peu d'infrastructure est existante ou prévue sur les côtes (encadré 3; Parris *et al.*, 2012).

Les scénarios de changements climatiques permettent d'établir une gamme de projections plausibles quant à l'élévation du niveau de la mer. Connaître le niveau de tolérance au risque permet de déterminer la projection de la hausse de la mer (en fonction des scénarios de changements climatiques) dont il faudra tenir compte. Par exemple, la plage probable de l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale d'ici 2100, telle qu'elle est présentée dans le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC et employée dans le présent rapport ainsi que dans le document de James *et al.*, (2014, 2015) aux fins de projections des changements du niveau relatif de la mer au Canada (voir le chapitre 2, à l'encadré 8 pour une discussion détaillée), est de 28 à 98 cm (tableau 2). Un autre scénario considéré dans le cadre de ce rapport et dans le document de James *et al.*, (2014, 2015), soit le scénario dit « scénario à émissions élevées plus la réduction de l'inlandsis de l'Antarctique », prévoit une élévation encore plus importante du niveau de la mer (tableau 2). Il est possible que le niveau de la mer monte encore plus, bien que les auteurs du Cinquième rapport d'évaluation du GIEC disent avoir *peu de confiance* en des prévisions « semi-empiriques » du niveau de la mer (voir le chapitre 2; GIEC, 2013). La relation entre la tolérance au risque et les scénarios prévoyant l'élévation du niveau de la mer est bien décrite dans Parris *et al.*, (2012).

ENCADRÉ 3

SCÉNARIOS PRÉVOYANT L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER ET L'ÉVALUATION NATIONALE DU CLIMAT DES ÉTATS-UNIS

Des scénarios prévoyant l'élévation du niveau de la mer ont été créés aux fins de la United States National Climate Assessment (évaluation nationale du climat des États-Unis) réalisée par la United States National Oceanic and Atmospheric Administration (Parris *et al.*, 2012). Les scénarios ont été conçus en vue de permettre la prise en considération de multiples conditions futures et la détermination de multiples options d'intervention dans le but de mettre en place des mesures susceptibles d'atténuer les impacts des changements climatiques à l'avenir. Ainsi, aucune probabilité ni vraisemblance précise n'est affectée aux scénarios individuels. De plus, le rapport souligne qu'aucun des scénarios ne doit être utilisé séparément. Les quatre scénarios prévoient une élévation de la mer allant de 20 à 200 cm au-dessus du niveau moyen de la mer établi en 1992, tenant ainsi compte de la plage entière de changements dans le niveau de la mer d'ici 2100 : la probabilité d'une hausse du niveau de la mer d'au moins 20 cm, sans toutefois dépasser 200 cm, est évaluée à plus de 90 % (Parris *et al.*, 2012).

Dans la prise de décisions, les prévisions les plus optimistes de l'élévation du niveau de la mer (la hausse la moins importante du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale) conviennent dans les cas où la tolérance au risque est élevée, et les prévisions les plus pessimistes (la hausse la plus importante du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale) conviennent dans les cas où la tolérance au risque est faible. Voici un exemple de situation où la tolérance au risque est très faible : la planification d'une nouvelle infrastructure dont le cycle de vie anticipé est long, notamment une centrale (Parris *et al.*, 2012).

Malgré l'écart assez important dans les changements anticipés du niveau de la mer d'ici 2100 entre les divers scénarios, il s'agit pour la plupart de changements au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle (voir le chapitre 2, figure 21). Le choix de projection de l'élévation du niveau de la mer n'a pas beaucoup d'effet sur la tolérance au risque dans un horizon de planification à court ou à moyen terme (c'est-à-dire de 10 à 30 ans). Toutefois, étant donné les prévisions selon lesquelles le niveau de la mer à l'échelle mondiale continuera de s'élever au cours du siècle et bien au-delà de 2100 (voir le chapitre 2; GIEC, 2013), en général les efforts de planification doivent tenir compte des répercussions à plus long terme.

Les coûts sont souvent un facteur clé dans la prise de décisions en matière d'adaptation. Dans de nombreux cas, une planification de plus haut niveau (c'est-à-dire en fonction d'une élévation plus importante du niveau de la mer) ferait grimper les coûts associés aux options d'adaptation. Par exemple, à l'échelle mondiale, Hinkel et al., (2014) ont établi que les coûts des digues (ce qui comprend

la construction, la modernisation et le maintien des digues) en 2100 variaient en fonction du scénario climatique appliqué : selon le scénario à émissions faibles (RCP2.6), les coûts estimés varient de 12 à 31 milliards de dollars américains et selon le scénario à émissions élevées (RCP8.5), de 27 à 71 milliards de dollars américains. Une planification itérative et souple, au cours de laquelle on peut sélectionner et mettre en œuvre des options qu'il est possible de revoir et de mettre à jour au fil du temps, constitue un moyen de réduire les coûts actuels et de faciliter, le cas échéant, l'intégration aux processus de prise de décisions des changements éventuels à l'état des connaissances scientifiques au sujet des prévisions sur le niveau de la mer ainsi que tout autre changement qui pourrait survenir. L'expérience de la province de la Colombie-Britannique est un exemple de planification itérative appliquée au problème de l'élévation du niveau de la mer et de la durée de temps qui peut s'écouler avant que l'on soit en mesure d'apporter des changements éclairés aux politiques (étude de cas 2; voir le chapitre 6).

TABLEAU 2 : Relation entre la tolérance au risque et les changements prévus du niveau de la mer d'ici 2100.

Tolérance au risque de l'élévation du niveau de la mer	Scénarios de changements climatiques*	Hausse du niveau de la mer** à l'échelle mondiale d'ici 2050 (en cm)	Hausse du niveau de la mer à l'échelle mondiale d'ici 2100 (en cm)	Commentaires	Plage des projections des changements du niveau relatif de la mer à l'échelle du Canada d'ici 2100*** (en cm)
Plus élevée	Scénario à émissions faibles (RCP2.6)	Médiane : 22 cm Plage : 16 à 28 cm	Médiane : 44 cm Plage : 28 à 61 cm	28 cm représente le seuil inférieur de la plage probable**** telle qu'elle est déterminée dans le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC	-109 à 62
Élevée	Scénario à émissions modérées (RCP4.5)	Médiane : 23 cm Plage : 17 à 29 cm	Médiane : 53 cm Plage : 36 à 71 cm	—	-100 à 71
Faible	Scénario à émissions élevées (RCP8.5)	Médiane : 25 cm Plage : 19 à 32 cm	Médiane : 74 cm Plage : 52 à 98 cm	98 cm représente le seuil supérieur de la plage probable telle qu'elle est déterminée dans le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC	-84 à 93
Plus faible	Scénario à émissions élevées plus la réduction de l'inlandsis de l'Antarctique	Non précisée	139 cm	Comprenant la réduction de l'inlandsis de l'Antarctique	-13 à 168

* Voir le chapitre 2, encadré 7 pour une description des scénarios.

** Les projections climatiques et du niveau de la mer dans le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC reflètent une synthèse des résultats de modèles informatiques provenant d'un certain nombre de centres de modélisation climatique. Les résultats mis ensemble sont souvent présentés sous forme de moyenne (médiane) et un intervalle de confiance est exprimé en centiles. La plage présentée ici représente l'intervalle de confiance de 90 % (du 5^e centile au 95^e centile). Au 5^e centile, 5 % des passages de modèle étaient inférieurs. Au 95^e centile, 95 % des passages de modèle étaient inférieurs. Même si les 5^e et 95^e centiles ne sont pas de vrais seuils, ils sont souvent considérés comme des seuils inférieurs et supérieurs de prévisions aux fins d'un scénario.

*** En fonction de prévisions faites à 59 sites sur les trois côtes du Canada. Les valeurs représentent la plage des prévisions moyennes pour chacun des scénarios. Elles montrent la forte influence du mouvement vertical de la terre sur les prévisions du changement du niveau relatif de la mer au Canada.

**** Selon le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, la plage probable a une probabilité de 66 à 100 %. La probabilité que le changement actuel observé se situe à l'extérieur de cette plage est donc de 33 %. En ce qui concerne la hausse du niveau de la mer à l'échelle mondiale, l'incertitude est surtout associée au seuil supérieur.

ÉTUDE DE CAS 2

PLANIFIER EN FONCTION DE L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

(tiré de BC Ministry of Environment, 2013; Andrey et al., 2014)

Au cours des dernières années, une série de mesures prises en Colombie-Britannique ont facilité l'intégration de nouvelles données scientifiques sur les changements du niveau de la mer dans les politiques et les processus de planification (figure 11; voir le chapitre 6). De nouvelles estimations des changements futurs du niveau de la mer sont issues d'une analyse du mouvement vertical des terres dans la région et des prévisions générales de l'élévation du niveau de la mer (Bornhold, 2008; Thomson et al., 2008); ces nouvelles données auront des répercussions importantes sur le système actuel de digues littorales qui protègent les infrastructures et les propriétés importantes (figure 12). Des analyses subséquentes réalisées par le gouvernement de la Colombie-Britannique, l'Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia (APEGBC) et d'autres avaient pour but d'aider les décideurs et les planificateurs à intégrer l'élévation du niveau de la mer à l'évaluation du risque d'inondation, à la cartographie des plaines inondables côtières, à la conception des digues littorales et à la planification de l'aménagement des terres (p. ex. Delcan, 2012). Les participants à l'élaboration de lignes directrices conçues aux fins de planification ont entrepris le travail en reconnaissant explicitement qu'il leur faudrait occasionnellement réexaminer ces lignes directrices afin de tenir compte de nouvelles informations et expériences pratiques.

Au nombre des éléments issus des analyses diverses réalisées à ce jour, on note les suivants :

- Une recommandation selon laquelle dans l'aménagement côtier, il faudrait planifier en vue d'une élévation de la mer de 0,5 m d'ici 2050, de 1,0 m d'ici 2100 et de 2,0 m d'ici 2200, modifiée en fonction du mouvement vertical local des terres;
- Des rapports techniques dont l'objet consiste à orienter le calcul de l'élévation de la crête des digues littorales ainsi que des mesures en matière de construction au-dessus du niveau d'inondation qui tiennent compte de la hausse du niveau de la mer, de la dénivellation due au vent, des ondes de tempête et de la remontée des vagues;
- De l'orientation en matière de planification en prévision de l'élévation du niveau de la mer, y compris la désignation de « zones de planification en fonction de l'élévation du niveau de la mer » par les administrations locales;
- Un rapport sur des simulations des effets de la hausse de la mer et des changements climatiques sur les scénarios d'inondation du fleuve Fraser (BC Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2014);

- Un rapport qui présente une comparaison des coûts de diverses options en matière d'adaptation, allant de la construction de digues à la protection contre les inondations en passant par la gestion du retrait (Delcan, 2012); selon l'étude, il est estimé que les coûts des travaux nécessaires de modernisation de l'infrastructure le long des 250 km de littoral endigué et dans les basses terres de Metro Vancouver afin de composer avec une hausse du niveau de la mer de 1 m, y compris l'addition nécessaire de mesures parasismiques, s'élèveraient à environ 9,5 milliards de dollars;
- Des lignes directrices sur la pratique professionnelle destinées aux ingénieurs et aux géoscientifiques afin d'assurer la prise en considération des changements climatiques dans les évaluations du risque d'inondation;
- Des lignes directrices sur la conception parasismique de digues dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, axées sur des facteurs à considérer dans la conception parasismique de digues dont la défaillance entraînerait des conséquences graves.

Cette analyse régionale a incité la municipalité à prendre des mesures. Par exemple, la Ville de Vancouver a offert des ateliers à des ingénieurs, des promoteurs et des membres du personnel de la Ville portant sur l'adaptation de l'infrastructure côtière. À leur tour, ces ateliers ont incité la Ville à examiner ses politiques en matière de protection contre les inondations. En 2013, Vancouver est devenue la première ville en Colombie-Britannique à tenir compte de façon officielle d'une élévation du niveau de la mer de 1 m dans les exigences relatives à la planification et à l'aménagement. Actuellement, la Ville étudie un certain nombre d'autres options en matière de planification de l'aménagement.

Pour que d'autres puissent profiter des nombreuses années de travail et des extraits produits pour la Colombie-Britannique, un groupe de travail composé de représentants du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux, des administrations locales, de l'industrie et du milieu universitaire ainsi que des praticiens a travaillé en collaboration sur un guide d'introduction national à l'élévation du niveau de la mer, le *Sea Level Rise Primer* (<http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/policy-legislation-and-responses/adaptation/sea-level-rise/slr-primer.pdf>), comprenant des exemples de la Colombie-Britannique, du Québec et des provinces de l'Atlantique. Le guide d'introduction aide les collectivités à déterminer leurs options en matière d'adaptation, de les évaluer et de les comparer. De plus, il présente des outils réglementaires et de planification, des outils pour la modification ou la restriction de l'aménagement des terres ainsi que des outils structuraux et non structuraux.

À l'aide d'un nouveau concept lié à la tolérance au risque, au changement du niveau de la mer et à l'inondation, on cherche à déterminer l'élévation à laquelle les inondations causées par des ondes de tempête auront lieu à l'avenir à la même fréquence que les inondations actuelles. De telles informations peuvent éclairer les décisions prises au sujet du choix d'élévations

utilisées dans la planification d'aménagements ou de projets. Des recherches récentes ont permis de mettre au point des méthodes à l'aide desquelles il est possible de déterminer les valeurs de ces élévations (p. ex., Thompson *et al.*, 2009; Hunter, 2010; Hunter *et al.*, 2013; Zhai *et al.*, 2013, 2014). Ces valeurs sont supérieures à

celles du changement prévu du niveau moyen de la mer tout simplement en raison d'incertitudes quant à l'élévation du niveau relatif de la mer à laquelle vient s'ajouter le caractère récurrent des ondes de tempête.

Chronologie des jalons de l'adaptation à l'élévation du niveau de la mer

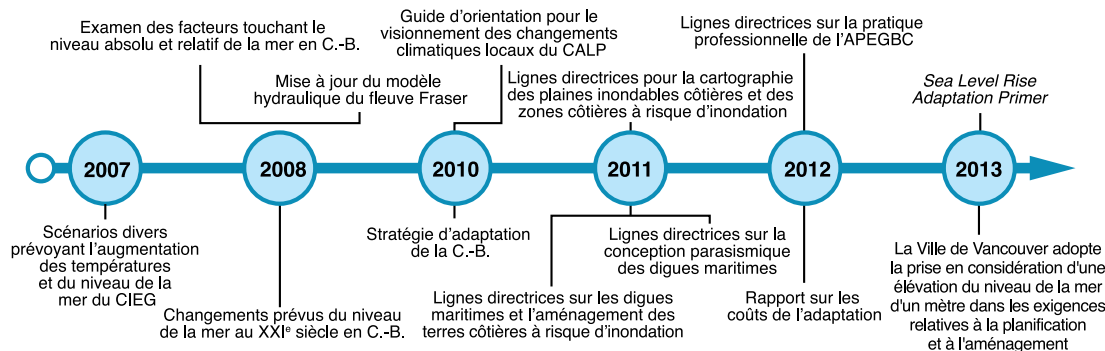


FIGURE 11 : Chronologie des jalons en vue de l'adaptation à l'élévation du niveau de la mer en Colombie-Britannique (extrait modifié tiré de Sustainability Solutions Group et MC3, 2013). Abréviations : APEGBC, Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia; CALP, Collaborative for Advanced Landscape Planning.

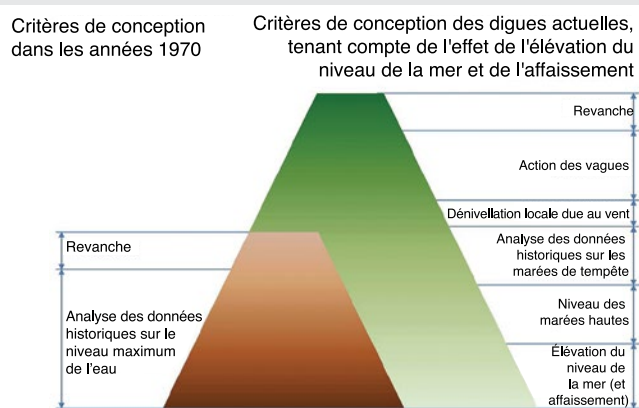


FIGURE 12 : Différences de concept entre les approches nouvelles et anciennes de conception de digues littorales (Delcan, 2012).

3.5.3 OUTILS POUR FACILITER L'ADAPTATION

Depuis quelques années, le nombre d'instruments et d'outils conçus en vue de faciliter la planification de l'adaptation et d'adopter les mesures qui s'imposent le long des côtes s'est accru. Avec la participation du milieu universitaire et des praticiens professionnels, les activités de recherche ont de plus en plus pour résultat la mise au point d'autres outils pour venir en aide à la prise de décisions. On compte parmi les exemples récents au Canada, les outils suivants : le protocole du CVIIP (encadré 4); le *Sea Level Rise Primer* (étude de cas 2; Arlington Group Planning *et al.*, 2013); les lignes directrices en vue de l'adaptation aux changements climatiques concernant les digues et l'aménagement des terres compte tenu des dangers d'inondation côtière en Colombie-Britannique (Ausenco Sandwell, 2011a-c); les lignes

directrices s'appliquant à la gestion des risques dans l'aménagement du littoral à Halifax, en Nouvelle-Écosse (Halifax Regional Municipality, 2007). En outre, il y a de plus en plus d'exemples de collectivités côtières (notamment Gibsons, en Colombie-Britannique et Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard) qui ont eu recours à des données provenant de nouvelles recherches sur les changements prévus du niveau de la mer et des ondes de tempête pour éclairer leurs processus respectifs de planification de leurs zones portuaires et de front de mer (voir les chapitres 4 à 6).

L'emploi de mesures d'incitation afin d'encourager la planification de l'adaptation ou de mesures de désincitation afin de décourager l'aménagement et l'exploitation par les humains de zones à risque s'avère lui aussi un outil pratique pour les gouvernements ainsi que pour le secteur financier et le secteur des assurances. Ces derniers peuvent réclamer un prix plus élevé pour

assurer une propriété considérée à plus grand risque, ou décider de ne pas l'assurer (Aid Environment, 2004; Grannis, 2011; Simpson et al., 2012). Voici divers types de mesures :

- **Les mesures d'incitation**, qui encouragent des activités bénéfiques (notamment une baisse des impôts fonciers du moment que l'aménagement de propriétés se fasse en retrait des côtes);
- **Les mesures de désincitation**, qui pénalisent les promoteurs qui entreprennent des activités considérées comme non durables (notamment l'imposition d'amendes dans le cas de remblayage de marais côtiers ou d'extraction de sable des plages);
- **Les mesures d'incitation indirecte**, afin d'effectuer des changements positifs par l'application de la planification et de la conception progressives (p. ex. traitement des eaux usées afin d'assurer la durabilité de la végétation côtière et recours à la recharge des plages plutôt qu'aux épis et aux ouvrages longitudinaux).

ENCADRÉ 4 EMPLOI DU PROTOCOLE DU CVIIP AUX FINS D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'INFRASTRUCTURE

Le protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP) est un outil important qui aide à évaluer la vulnérabilité de l'infrastructure. Le CVIIP est composé de représentants de gouvernements et d'organismes non gouvernementaux ainsi que d'ingénieurs et a pour objectif, entre autres, de s'assurer que la question des changements climatiques soit prise en considération lorsqu'il s'agit de planifier, de concevoir, de construire, d'exploiter, d'entretenir et de remettre en état des infrastructures publiques au Canada (CVIIP, 2014). Son protocole consiste en un processus formel, applicable à tout type d'infrastructure (p. ex. bâtiments, routes et systèmes de distribution d'eau), permettant d'évaluer la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures aux effets climatiques actuels et futurs et aux risques connexes. Parmi les études de cas réalisées jusqu'à présent, certaines sont d'un intérêt particulier pour les régions côtières, tels que le démontrent les exemples suivants :

- L'infrastructure de collecte des eaux d'égout dans la région de Vancouver, en Colombie-Britannique (Kerr Wood Leidal Associates Ltd., 2008);
- L'infrastructure des ressources en eaux à Placentia, à Terre-Neuve-et-Labrador (Catto, 2008);
- L'usine de traitement des eaux d'égout à Shelburne, en Nouvelle-Écosse (ABL Environmental Consultants Limited, 2011).

Certaines mesures d'incitation sont involontaires, notamment celles qui récompensent des activités non durables (p. ex. zonage inadéquat de l'aménagement des terres ou application inadéquate des règlements de zonage menant tous deux à la mise en valeur effrénée des régions côtières; avantages agricoles offerts pour l'assèchement des marécages; et financement du remplacement d'infrastructures de collecte des eaux de pluie endommagées, mais sans pour autant prévoir leur élargissement).

Le gouvernement de la Nouvelle-Écosse s'est servi de mesures d'incitation pour encourager les collectivités à établir des Municipal Climate Change Action Plans (plans d'action municipaux relatifs aux changements climatiques) ou MCCAP, dont l'objet est de consigner leurs efforts en matière d'atténuation et d'adaptation. Dans le cadre de l'accord de prolongation du Fonds fédéral de la taxe sur l'essence de 2010 à 2014 et de l'entente de financement des municipalités, la province exige des collectivités qui cherchent à avoir accès aux revenus de la taxe d'accise sur l'essence qu'elles préparent un MCCAP pouvant servir de modification à leurs plans intégrés de développement communautaire respectifs (voir le chapitre 4; Comté de Richmond, 2013).

3.6 APPROCHES D'ADAPTATION

Les options existantes suivantes en matière d'adaptation côtière sont souvent regroupées en quatre catégories générales : 1) aucune intervention active; 2) atténuation; 3) protection; 4) évitement ou retrait (Boateng, 2008; Chouinard et al., 2008; Vasseur et Catto, 2008; Commission océanographique intergouvernementale, 2009; Linham et Nicholls, 2010; Nicholls, 2011; Simpson et al., 2012; Arlington Group Planning et al., 2013; Niven et Bardsley, 2013). Ces catégories servent surtout lors de discussions sur l'incidence prévue sur les côtes de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête (figure 13), mais elles peuvent aussi s'appliquer à une plus vaste gamme de dangers et de risques associés aux phénomènes météorologiques violents et aux changements environnementaux (p. ex. précipitations plus intenses ou sécheresses, chaleur ou froid extrême et glissements de terrain).

La plupart des plans d'adaptation comprendront un certain nombre d'initiatives provenant d'une ou de plusieurs de ces catégories d'intervention, choisies en vue de corriger une gamme

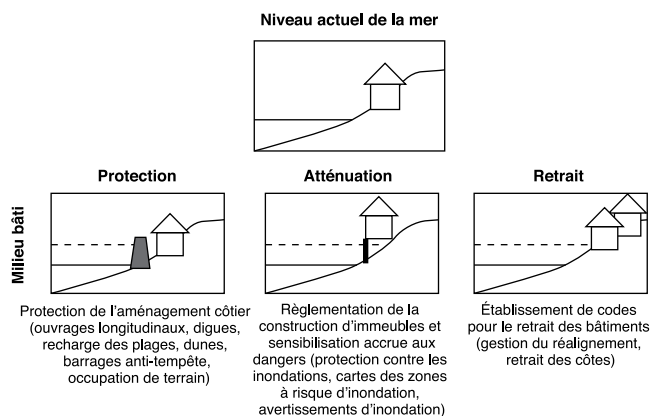


FIGURE 13 : Représentation schématique de mesures d'intervention relatives à l'élévation du niveau de la mer : protection, atténuation et retrait (extrait modifié tiré de Linham et Nicholls, 2010, selon GIEC, 1990).

de vulnérabilités et de risques locaux qui changera au fil du temps. Par exemple, mises ensemble, la recharge des plages et des structures de protection côtière peuvent s'avérer une option fiable et économique dans certaines situations, mais souvent, pour peu de temps.

3.6.1 AUCUNE INTERVENTION ACTIVE

Par « aucune intervention active », on entend la prise de décisions par des décideurs, en connaissance de cause, de ne prendre aucune mesure pour le moment, en se fondant sur une compréhension approfondie des risques possibles. L'absence d'intervention active est une intervention appropriée quand il n'y a pas de risque important, quand il y a peu à faire de façon réaliste pour éviter ou réduire les dangers, ou quand le recours à l'action au moment présent constitue une affectation inappropriée de ressources par rapport à la possibilité qu'une menace puisse se présenter à l'avenir. L'absence d'intervention active est une intervention inappropriée quand elle relève de l'indifférence, mais peut être appliquée dans les cas où les collectivités n'ont accès qu'à des ressources limitées. En général, l'incertitude n'est pas une justification valide pour remettre à plus tard les efforts d'adaptation (p. ex. Lemmen *et al.*, 2008; Macintosh, 2013; Niven et Bardsley, 2013).

3.6.2 ATTÉNUATION

Par l'atténuation, on cherche à réduire le risque de dangers pendant l'exploitation continue de l'infrastructure, des terres et des eaux par les humains. Généralement, l'atténuation permet des impacts occasionnels et à court terme (p. ex. impacts de tempêtes ou d'inondations saisonnières) et constitue une intervention appropriée lorsque le côté pratique de la protection des biens côtiers n'en vaut pas le coût ou lorsque l'efficacité de la mesure d'atténuation serait relativement de courte durée. La prise de mesures d'atténuation peut comprendre des modifications aux lignes directrices et aux normes de planification et de conception afin de : mieux se préparer en cas de périodes de chaleur et de froid extrêmes; mieux se protéger contre les inondations (notamment l'élévation de bâtiments ou la mise en place de liens de transport de remplacement); renforcer les normes relatives à la conception et à la construction dans les codes et les règlements, ainsi que les restrictions imposées par les assureurs et les établissements financiers (Arlington Group Planning *et al.*, 2013).

La protection de bâtiments contre les inondations et une meilleure gestion des eaux pluviales (p. ex. mise en place d'une tuyauterie de plus grand diamètre dans les réseaux de collecte et d'évacuation des eaux pluviales afin de réduire le risque d'inondation, et recours à l'aménagement à incidences limitées afin de réduire l'écoulement dans les réseaux d'évacuation des eaux pluviales et favoriser la restauration des eaux souterraines) constituent des exemples de mesures d'atténuation. La tolérance de l'inondation temporaire de zones non essentielles (p. ex. stationnements et terrains de jeu) constitue un autre exemple. Sur les côtes, les mesures d'atténuation comprennent souvent des mesures de type « sans regrets » et « sans coûts », telles que la protection des marais salés locaux, ou de type « faibles regrets » et « coûts modérés », telles qu'une exploitation limitée de zones désignées (Füssel, 2007).

3.6.3 PROTECTION

On a recours à des mesures de protection depuis des siècles en vue de réduire le risque et accroître la sécurité dans les milieux sublittoraux et par le passé, la protection constituait la méthode préférée pour composer avec l'érosion du littoral sur la plupart des côtes du Canada. Les mesures de protection comprennent des mesures structurelles et non structurelles.

Les mesures structurelles peuvent réduire la vulnérabilité et le risque par la protection de l'infrastructure côtière, là où elle se trouve, en assurant l'immobilité du littoral et le maintien des utilisations courantes (Bijlsma *et al.*, 1996). Voici des exemples de mesures structurelles :

- Les structures sur le littoral, notamment des ouvrages longitudinaux ou des cloisons construites en pierre de carapace, en béton ou en parois de palplanches;
- Les structures de protection contre les inondations, notamment des digues, des aboiteaux et des barrages anti-tempête conçus de façon à empêcher les eaux de crue d'entrer dans les cours supérieurs d'un estuaire ou d'une rivière.

Depuis longtemps, les mesures structurelles sont une caractéristique commune des côtes habitées partout au Canada (figure 14). On compte parmi les exemples de mesures structurelles sur le littoral, le réseau de digues sur la côte de la Colombie-Britannique, les ouvrages longitudinaux le long du bras nord-ouest du havre



FIGURE 14 : Mesures structurelles sur le littoral en Nouvelle-Écosse. Photo gracieuseté de M. Davies.

d'Halifax, en Nouvelle-Écosse, et l'ouvrage longitudinal du parc Stanley à Vancouver, en Colombie-Britannique. L'emploi de mesures structurales pour accroître la superficie utilisable peut rendre les eaux sublittorales plus profondes et plus vulnérables à l'action des vagues. De plus, il peut perturber les zones d'érosion établies sur les côtes ainsi que les régimes des courants littoraux. Dans la plupart des cas, la mise en place de mesures structurales exige que des experts professionnels étudient les options possibles, s'occupent d'obtenir les approbations réglementaires nécessaires et s'assurent que la conception et la construction des mesures se fasse de façon adéquate et compétente afin de prévenir des effets négatifs imprévus sur les milieux naturels et bâtis de la région (étude de cas 3).

ÉTUDE DE CAS 3

ROUTE EN REMBLAI DE COW BAY DANS LA MUNICIPALITÉ RÉGIONALE DE HALIFAX, EN NOUVELLE ÉCOSSE

(Davies et al., 2010b)

Au nord de Halifax, le long de la côte est, le chemin Cow Bay parcourt une route en remblai de 500 m construite au-dessus d'un cordon littoral constitué de galets. Protégé par un revêtement en pierre de carapace, la route en remblai a connu des problèmes d'entretien au cours des derniers dix ans. Les vagues de tempête submergent la route, emportant de grosses pierres et des débris (figure 15). De plus en plus souvent maintenant, le revêtement de surface de la route en asphalte est endommagé par des vagues. La croissance des niveaux relatifs de la mer a réduit la revanche de la route en remblai, donnant lieu ainsi à des dommages plus fréquents et plus graves, alors que l'intensification des tempêtes au large a fait en sorte que des vagues plus hautes atteignent le littoral dans cette zone.



FIGURE 15 : Conséquences du débordement causé par des vagues de tempête sur le chemin Cow Bay; municipalité régionale d'Halifax (Nouvelle-Écosse). Photo gracieuseté de R.B. Taylor.

Une analyse a été entreprise en vue d'évaluer la valeur relative de deux options : la construction d'une barrière en pierre de carapace plus efficace ou le rehaussement de la chaussée. Au moyen d'une approche d'établissement des coûts en fonction du cycle de vie (Davies et al., 2010a), un concept de route en remblai a été mis au point qui minimise les coûts total (les dépenses en immobilisations ainsi que les coûts d'entretien) au cours des 30 prochaines années. À plus long terme, il est probable que la route en remblai devra être abandonnée et que le chemin devra être dévié plus vers l'intérieur. Toutefois, il a été déterminé que la reconstruction de la barrière de protection afin de résister aux niveaux d'eau plus élevés et aux vagues plus hautes constituait l'approche la plus économique pour la période visée des 30 années à venir.

Les mesures non structurales prises dans le cas d'érosion des rivages comprennent celles qui atténuent les effets dommageables des marées, des courants, des vagues et des tempêtes, tout en rehaussant la stabilité des sédiments sublittoraux. Des exemples de telles mesures comprennent le maintien ou le rétablissement de plages et de marais et la protection ou la remise en état de la végétation côtière. Quand les mesures non structurales sont élaborées et mises en œuvre convenablement, elles soutiennent la poursuite des processus côtiers existants tels que l'alimentation en sable des plages et des dunes et la stabilisation des marais salés.

L'approvisionnement en sable des plages peut même devenir une composante des initiatives axées sur le recours aux mesures non structurales du moment qu'il est conjugué à d'autres mesures de protection (figure 16). Les dépôts de sable terrestres ou au large peuvent être des sources d'alimentation en sable. La longévité et l'efficacité des mesures à cet égard sont directement liées aux processus géomorphologiques littoraux continus et à l'incidence des tempêtes.



FIGURE 16 : Mesures hybrides de protection à Basin Head, à l'Île-du-Prince-Édouard; revêtement enseveli recouvert de dunes et d'ammophile à ligule courte. Photo gracieuseté de M. Davies.

Dans les zones où des digues servaient par le passé à créer des terres agricoles qui ne sont plus exploitées, rompre les digues dans le but de permettre le rétablissement des marais salés d'origine constitue une mesure non structurelle qui peut accroître la capacité du rivage local à résister à l'érosion (Bowron *et al.*, 2012; van Proosdij *et al.*, 2014). L'établissement de marais salés du côté de la mer des digues et d'autres projets de mesures structurelles (structures rigides de protection) peuvent également contribuer à la réduction de l'énergie des vagues. Les experts techniques (p. ex. Lamont *et al.*, 2014) font la promotion de l'efficacité de telles approches, mais les mesures semblent largement invisibles et peu comprises par le grand public. En Colombie-Britannique, le Green Shores Program (programme des rivages verts; Lamont *et al.*, 2014) encourage le recours à des politiques et des pratiques axées sur la prise de mesures non structurelles (souples) comme moyen de protection contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations. Sur la Côte-Nord du Québec, les perceptions des collectivités locales quant aux avantages des mesures structurelles ont eu une incidence sur la prise de décisions : la proposition d'une mesure non structurelle sous forme de recharge des plages n'était acceptable pour les résidents qu'à la condition que cette mesure soit accompagnée par la construction d'un ouvrage longitudinal (Bernatchez *et al.*, 2008).

Les mesures structurelles (telles que des ouvrages longitudinaux et des digues) peuvent créer un sentiment accru, et parfois faux, de protection contre l'inondation côtière. Par le passé, alors que les régimes météorologiques étaient établis depuis des décennies, les mesures structurelles bien conçues et bien construites pouvaient assurer un degré élevé de sécurité et de protection contre les vagues et les ondes de tempête. À mesure que les changements climatiques s'intensifient et que le niveau de la mer s'élève, la protection qu'offrent les mesures structurelles est moins sûre, et même de moins en moins fiable à mesure que le temps passe. De plus, il arrive parfois que certaines mesures structurelles aggravent le risque d'inondation, notamment si les structures cèdent lorsque le niveau d'eau s'élève et que les eaux de crue se trouvent piégées derrière elles (Mercier et Chadenas, 2012).

3.6.4 ÉVITEMENT ET RETRAIT

Comme intervention, l'évitement et le retrait sont appropriés lorsque l'on peut établir que les risques pour l'infrastructure ou pour la santé et la sécurité humaines sont inacceptables ou que les mesures de protection ou d'atténuation ne sont pas considérées comme pratiques. L'évitement consiste en l'interdiction de nouveaux projets d'aménagement dans une zone, surtout les zones exposées ou les terres basses où la construction est normalement évitée. Par retrait, on entend les situations où les biens existants sont abandonnés ou bien retirés des zones menacées (à court ou à plus long terme) et où les activités ou l'exploitation par les humains sont limitées. Par la gestion du retrait (Titus, 1998; Tomlinson et Helman, 2006; Turner *et al.*, 2007; Forsythe, 2009), on cherche à se protéger des risques côtiers découlant de changements climatiques par l'abandon planifié ou la relocalisation progressive.

Comme type d'intervention, le retrait peut entraîner des coûts économiques et culturels considérables pour la société et les personnes. Le long du littoral, les bâtiments et les biens constituent souvent les caractéristiques les plus anciennes d'une communauté,

ou ont une valeur commerciale considérable. Que ce soit un bien de valeur historique, culturelle ou environnementale ou des maisons individuelles, leur abandon peut traumatiser l'ensemble de la communauté. Par conséquent, le retrait est généralement l'une des dernières interventions considérées dans la planification de l'adaptation. Étant donné que le retrait est une intervention mal accueillie lorsqu'il s'agit de composer avec les risques côtiers, il arrive souvent que l'intervention soit reportée jusqu'à ce que le danger se matérialise (Mcintosh, 2013; Muir *et al.*, 2013). Les dommages qui s'ensuivent peuvent inciter les décideurs à prendre des mesures immédiates et possiblement coûteuses, sans avoir obtenu les conseils scientifiques et professionnels appropriés, entraînant ainsi le recours à des solutions inefficaces (Cooper et Pile, 2014).

La gestion du retrait est un type d'intervention adopté dans un certain nombre de collectivités canadiennes dont les efforts de planification de l'adaptation sont fondés sur l'évitement des effets associés à l'élévation du niveau de la mer et à des conditions météorologiques violentes. Les plans élaborés pour les zones portuaires et de front de mer de la Ville de Gibsons, en Colombie-Britannique (Ville de Gibsons, 2012) et de Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard (Ekistics Planning and Design, 2012) ont intégré des dispositions concernant de nouveaux projets d'aménagement qui tiennent compte des prévisions quant à l'élévation du niveau de la mer et à la fréquence accrue des ondes de tempête. Selon une ligne directrice sur l'aménagement côtier à Halifax, en Nouvelle-Écosse, il faut éviter la construction de nouvelles structures dans les basses terres où il y a le potentiel d'inondation en raison de l'élévation de la mer et des conditions météorologiques violentes (Halifax Regional Municipality, 2007).

3.7 ÉTAT DE PRÉPARATION EN CAS D'URGENCE

L'amélioration de l'état de préparation en cas d'urgence est un autre élément de la préparation aux changements climatiques. À mesure que les phénomènes météorologiques extrêmes deviennent plus fréquents et plus intenses en raison des changements climatiques, le besoin d'apporter des modifications aux procédures afin de mieux se préparer en cas d'urgence devient plus important. « Se préparer en cas d'urgence » comprend toute activité entreprise avant une catastrophe en vue de renforcer la capacité d'une collectivité à intervenir en cas d'urgence et à faire face à des conditions de tempête (ONU/SIPC et ONU/BCAH, 2008). Au Canada, les organismes de mesures d'urgence fédéraux, provinciaux et locaux coordonnent avec les services de police et d'incendie, les premiers intervenants médicaux et d'autres organismes (p. ex. Croix-Rouge canadienne) afin de coordonner leurs activités et partager leurs ressources.

Au sein des collectivités, les organismes de mesures d'urgence ont des rôles importants à jouer dans la planification de l'adaptation. À mesure que les conditions environnementales évoluent, il se peut que le réexamen des protocoles d'intervention d'urgence, des routes d'évacuation et de l'entreposage des provisions de secours s'impose afin de s'assurer qu'ils sont toujours adéquats. À mesure que les prévisions de phénomènes météorologiques violents s'améliorent, les collectivités peuvent réduire le danger de risque

par une amélioration de l'état de préparation à l'intervention d'urgence, l'évacuation anticipée des populations à risque et la prise de mesures temporaires de protection des bâtiments, des propriétés et des ressources naturelles (étude de cas 4).

ÉTUDE DE CAS 4

LITTLE ANSE SUR L'ÎLE MADAME AU CAP BRETON (NOUVELLE-ÉCOSSE)

(Chung, 2014a)

Little Anse est un petit village côtier qui compte environ 125 habitants. Il est situé sur la côte est de l'île Petit-de-Grat, faisant partie de l'archipel de l'île Madame au Cap Breton, en Nouvelle-Écosse (figure 17). Depuis quelques années, les activités de pêche, auparavant concentrées dans le village, ont migré vers le havre plus grand de Petit-de-Grat. La route qui relie le village à la collectivité plus grande est sujette à des inondations lors de tempêtes, ce qui a pour effet d'isoler les résidents dont bon nombre sont des personnes âgées. Auparavant, la digue à la mer à Little Anse protégeait l'anse et la route traversant les basses terres des effets des tempêtes. Cependant, la digue à la mer a été endommagée et se trouve en état de délabrement.



FIGURE 17 : Photo aérienne de Little Anse, en Nouvelle-Écosse (extrait modifié tiré de Digital Globe et Google, 2016).

La réparation ou le remplacement de la digue à la mer endommagée (dont les coûts pourraient atteindre de 1 à 5 millions de dollars) ou la construction d'une route alternative sont des interventions coûteuses qui créeraient un fardeau financier considérable et possiblement inabordable pour la municipalité et la province (Camare, 2011). Afin d'atténuer les dangers pour la santé et la sécurité humaines qu'entraînent l'inondation de l'accès routier, les responsables du projet C-Change (gestion d'adaptation aux changements environnementaux dans les collectivités côtières : Canada et les Caraïbes) dirigé par l'Alliance internationale de recherche universitéscommunautés (ARUCI) travaillent avec

les premiers intervenants, les dirigeants communautaires et la Croix-Rouge canadienne afin de déterminer et de localiser les personnes au plus grand risque, de s'assurer que l'état de préparation en cas d'urgence et les procédures d'intervention sont adéquats, et de mettre en place d'autres mesures susceptibles d'assurer la sécurité et le bien-être des résidents pendant des tempêtes (Lane *et al.*, 2013; Chung, 2014a, b).

Des efforts de planification sont en cours dans le but de déterminer les options à court terme relatives à l'évacuation de ceux qui sont le plus à risque. Dans l'éventualité où les prévisions météorologiques annonceraient la possibilité d'une onde de tempête qui risque d'inonder la route, les résidents seraient transportés à titre volontaire en lieu sûr (un centre communautaire) où ils s'abriteraient en sécurité le temps de la tempête. La planification d'une telle activité d'atténuation engagera les travailleurs de la santé publique, les services d'urgence, les pharmaciens locaux, les groupes de services et les groupes confessionnels afin qu'ils soient en mesure de fournir de l'aide et des repas aux résidents déplacés et rassurer ces derniers le temps de leur séjour.

4 RÉFLEXIONS EN CONCLUSION

Rockström et Klum (2015) ont affirmé que l'humanité est aux prises avec quatre pressions principales : la croissance de la population et l'affluence, la dégradation des écosystèmes, les changements climatiques et la surprise. La surprise est le produit de changements catastrophiques ou rampants qui se manifestent lorsque des seuils sont franchis et qu'un grand éventail de répercussions se fait sentir dans toutes les sociétés et tous les milieux. Ils ont également souligné la très grande capacité de la société, grâce à la créativité et l'innovation, à s'adapter à ces changements et à prospérer dans un monde en évolution rapide. Alors que ce chapitre a présenté un aperçu de haut niveau des défis que posent les changements climatiques pour les régions côtières du Canada et des approches qui permettent de s'y adapter, les chapitres suivants sur des régions en particulier présenteront des discussions plus détaillées de l'innovation à l'œuvre à l'échelle du pays.

5 RÉFÉRENCES

- ABL Environmental Consultants Limited (2011) : Vulnerability of Sandy Point STP upgrade to climate change; Municipality of the District of Shelburne – From Ocean to Forest, 57 p., <http://www.pievc.ca/sites/default/files/shelburne_sewage_treatment_plant_report.pdf>.
- Adger, W.N. (2000) : Social and ecological resilience: are they related?; *Progress in Human Geography*, vol. 24, p. 347–364.
- Aerts, J. et Botzen, W. (2013) : Climate adaptation cost for flood risk management in the Netherlands; dans *Storm Surge Barriers to Protect New York City Against the Deluge*, D. Hill, M.J. Bowman et J.S. Khinda (éd.); Actes de conférence, Brooklyn, New York, 30–31 mars, 2009, p. 99–113. doi:10.1061/9780784412527.007
- Agence européenne pour l'environnement (2006a) : The changing face of Europe's coastal areas; Agence européenne pour l'environnement, Union européenne, Copenhague, Danemark, AEE Rapport n° 6/2006, 112 p., <http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_6>.
- Agence européenne pour l'environnement (2006b) : The continuous degradation of Europe's coasts threatens European living standards; Agence européenne pour l'environnement, Union européenne, Copenhague, Danemark, 4 p., <http://www.eea.europa.eu/publications/briefing_2006_3>.

- Aid Environment (2004) : Integrated marine and coastal area management (IMCAM) approaches for implementing the convention on biological diversity; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, CBD Technical Series, n° 14, 51 p., <<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-14.pdf>>.
- Andrey, J., Kertland, P. et Warren, F.J. (2014) : Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen, (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 233–252, <http://www.mcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre8-Infrastructures_Fra.pdf>.
- Anthoff, D., Nicholls, R.J. et Tol, R.S.J. (2010) : The economic impact of substantial sea-level rise; *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 15, n° 4, p. 321–355. doi:10.1007/s11027-010-9220-7
- Anthony, E.J. et Sabatier, F. (2013) : Chapter 12: France; dans 2013: Coastal Erosion and Protection in Europe, E. Pranzini et A. Williams (éd.); Routledge, New York, New York, p. 227–253.
- ArcticNet (2013) : Rapport annuel 2011–2013; Université Laval, Québec, Québec, 47 p., <http://www.arcticnet.ulaval.ca/pdf/media/2013_annual_report_fr.pdf>.
- Arlington Group Planning + Architecture Inc., 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; BC Ministry of Environment, 149 p., <<http://www2.gov.bc.ca/gov/DownloadAsset?assetid=41DC41B26B4449D8F54FAA0A8C751A9&filename=slr-primer.pdf>>.
- Association de l'industrie touristique du Canada (2012) : The Canadian tourism industry: a special report; HLT Advisory Inc., Association de l'industrie touristique du Canada (AITC) et VISA Canada, 39 p., <http://tiac.travel/_Library/documents/The_Canadian_Tourism_Industry_-_A_Special_Report_Web_Optimized_pdf>.
- Association des administrations portuaires canadiennes (2007) : Port industry facts; Association des administrations portuaires, Relations publiques, <<http://www.acpa-ports.net/pr/facts.html>>.
- Auld, H. et MacIver, D. (2007) : Changing weather patterns, uncertainty and infrastructure risks: emerging adaptation requirements; Environnement Canada, Division de la recherche sur l'adaptation et les, Document hors-série 9, 18 p., <http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/En57-41-9-2007-eng.pdf>.
- Ausenco Sandwell (2011a) : Climate change adaptation guidelines for sea dikes and coastal flood hazard land use: draft policy discussion paper; BC Ministry of Environment, 45 p., <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/draft_policy_rev.pdf>.
- Ausenco Sandwell (2011b) : Climate change adaptation guidelines for sea dikes and coastal flood hazard land use: guidelines for management of coastal flood hazard land use; BC Ministry of Environment, 22 p., <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/coastal_flooded_land_guidelines.pdf>.
- Ausenco Sandwell (2011c) : Climate change adaptation guidelines for sea dikes and coastal flood hazard land use: sea dikes guidelines; BC Ministry of Environment, 59 p., <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/sea_dike_guidelines.pdf>.
- Austen, E. et Hanson, A. (2007) : An analysis of wetland policy in Atlantic Canada; *Revue canadienne des ressources hydriques*, vol. 32, n° 3, p. 163–178.
- Ballinger, R.C., Potts, J.S., Bradly, N.J. et Pettit, S.J. (2000) : A comparison between coastal hazard planning in New Zealand and the evolving approach in England and Wales; *Ocean and Coastal Management*, vol. 43, n° 10–11, p. 905–925.
- Ban, N. et alder, J. (2008) : How wild is the ocean? Assessing the intensity of the anthropogenic marine activities in British Columbia, Canada; *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 18, n° 1, p. 55–85. doi:10.1002/aqc.816
- Banque mondiale (2008) : The Caribbean catastrophe risk insurance facility: providing immediate funding after natural disasters; Banque mondiale: Amérique latine et Caraïbes, Operational Innovations in Latin America and The Caribbean, vol. 2, n° 1, 15 p., <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDS/IB/2008/07/14/000334955_20080714060343/Rendered/PDF/446950NWP00NS41Box0327407B01PUBLIC1.pdf>.
- Barange, M. et Perry, R.I. (2009) : Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture; dans *Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture: Overview of Current Scientific Knowledge*, K. Cochrane, C. De Young, D. Soto et T. Bahri (éd.); Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Pêches et aquaculture, Document technique 530, p. 7–106. <<http://www.fao.org/docrep/012/i0994e/i0994e00.htm>>.
- BC Ministry of Environment (2013) : Sea level rise and storm surges on the BC coast; Government of British Columbia, Climate Change, Policy, Legislation and Programs, <<http://www2.gov.bc.ca/gov/topic.page?id=F09F1EC7576643CEB5FB1536913730BA>>.
- BC Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2014) : Simulating the effects of sea level rise and climate change on Fraser River Flood scenarios: final report; BC Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, Flood Safety Section, Victoria, Colombie-Britannique, 202 p., <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/Simulating_Effects_of_Sea_Level_Rise_and_Climate_Change_on_Fraser_Flood_Scenarios_Final_Report_May-2014.pdf>.
- Bernatchez, P. et Fraser, C. (2012) : Evolution of coastal defense structures and consequences for beach width trends, Quebec, Canada; *Journal of Coastal Research*, vol. 28, n° 6, p. 1550–1566.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Drejza, S. et Morissette, A. (2008) : Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques; rapport rédigé par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski (UQAR) à l'intention d'Uranos et du Fonds d'action pour le changement climatique (FACC), 256 p., <http://www.uranos.ca/media/publication/145_Bernatchezetal2008.pdf>.
- Berteaux, D., DeBlois, S., Angers, J.-F., Bonin, J., Casajus, N., Darveau, M., Fournier, F., Humphries, M.M., McGill, B., Larivée, J., Logan, T., Nantel, P., Périé, C., Poisson, F., Rodrigue, D., Rouleau, S., Siron, R., Thuiller, W. et Vescovi, L. (2010) : The CC-Bio Project: studying the effects of climate change on Quebec biodiversity; *Diversity*, vol. 2, p. 1181–1204.
- Beshiri, R. (2005) : Une promenade à la campagne: le tourisme dans les régions rurales au Canada; *Bulletin d'analyse: régions rurales et petites villes du Canada*, vol. 6, n° 5, 25 p., <<http://www.statcan.gc.ca/pub/21-006-x/21-006-x2005005-fra.pdf>>.
- Bijlsma, L., Ehler, C. Klein, R. Kulshrestha, S. McLean, R. Mimura, N. Nicholls, R. Nurse, L. Nieto, H.P. et Stakhiv, E. (1996) : Coastal zones and small islands; dans *Changement Climatique 1995: Analyse scientifique et technique des incidences de l'évolution du climat, mesures d'adaptation et d'atténuation*; contribution du Groupe de travail II au Deuxième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), R.T. Watson, M.C. Zinyowera et R.H. Moss (éd.); Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, p. 289–324, <https://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_II/ipcc_sar_wg_II_full_report.pdf>.
- Boateng, I. (2008) : Integrating sea-level rise adaptation into planning policies in the coastal zone; *Coastal Zone Administration, Integrating Generations*, FIG Working Week 2008, Stockholm, Suède, 22 p., <http://research.fit.edu/sealevelriselibrary/documents/doc_mgr/422/UK_SLR_Adaptation_&Planning_-_Boateng_2008.pdf>.
- Bornhold, B.D. (2008) : Projected sea level changes for British Columbia in the 21st century; Gouvernement de la Colombie-Britannique et Gouvernement du Canada, 9 p., <http://www.llbc.leg.bc.ca/public/pubdocs/bcdocs/452793/sea_level_changes_08.pdf>.
- Bowron, B. et Davidson, G. (2012) : Climate change planning: case studies from Canadian communities; rapport rédigé à l'intention de l'Institut canadien des urbanistes, 65 p., <<https://www.cip-icu.ca/files/resources/case-studies-from-canadian-communities-final>>.
- Bowron, T., Neatt, N., van Proosdij, D. et Lundholm, J. (2012) : Salt marsh restoration in Atlantic Canada in restoring tidal flow to salt marshes; dans *Tidal Marsh Restoration: A Synthesis of Science and Management*, C.T. Roman et D.M. Burdick (éd.), Island Press, Washington, District de Columbia, p. 191–210, <<http://islandpress.org/book/tidal-marsh-restoration>>.
- Boyle, J., Cunningham, M. et Dekens, J. (2013) : Climate change adaptation and Canadian infrastructure: a review of the literature; International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Manitoba, 35 p., <http://www.iisd.org/pdf/2013/adaptation_can_infrastructure.pdf>.
- Brown, S., Nicholls, R., Vafeidis, A., Hinkel, J. et Watkiss, P. (2011) : Sea-level rise: the impacts and economic costs of sea-level rise on coastal zones in the EU and the costs and benefits of adaptation; *ClimateCost Project, Technical Policy Briefing Note 2*, 43 p., <<http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/sei-climatecost-sea-level-rise.pdf>>.
- Burby, R.J., Beatley, T., Berke, P.R., Deyle, R.E., French, S.P., Godschalk, D.R., Kaiser, E.J., Kartz, J.D., May, P.J., Olshansky, R., Paterson, R.G. et Platt, R.H. (1999) : Unleashing the power of planning to create disaster-resistant communities; *Journal of the American Planning Association*, vol. 65, n° 3, p. 247–258. doi:10.1080/01944369908976055
- Burby, R.J., Deyle, R.E., Godschalk, D.R. et Olshansky, R.B. (2000) : Creating hazard resilient communities through land-use planning; *Natural Hazards Review*, vol. 1, n° 2, p. 99–106. doi:10.1061/(ASCE)1527-6988(2000)1:2(99)

- Burton, I. (2008) : Progrès sur la voie de l'adaptation, dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 425-440, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch10_f.pdf>.
- Camare, H.M. (2011) : Multi-criteria decision evaluation of adaptation strategies for vulnerable coastal communities; thèse de maîtrise, Université d'Ottawa, 331 p., <https://www.ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/20112/1/Mostofi_Camare_Hoorman_2011_thesis.pdf>.
- Campbell, I.D., Durant D.G., Hunter, K.L. et Hyatt, K.D. (2014) : Production alimentaire, dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 99-134, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre4-Production-alimentaire_Fra.pdf>.
- Canmac Economics, School for Resource and Environmental Studies, Enterprise Management Consultants et le Secrétariat du Atlantic Coastal Zone Information Steering Committee (2002) : The value of the ocean sector to the economy of Prince Edward Island; rapport rédigé à l'intention du Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard et du Gouvernement du Canada, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard, 101 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/266991e.pdf>>.
- Catto, N. (2008) : Water resources public infrastructure vulnerability assessment for Placentia, Newfoundland; rapport rédigé par Cameron Consulting Incorporated à l'intention du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP), 161 p., <http://www.piev.ca/sites/default/files/town_of_placentia_newfoundland_final_report.pdf>.
- CBCL Limited (2009) : Rapport récapitulatif de 2009 sur l'état des côtes de la Nouvelle-Écosse; Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 22 p., <http://www.novascotia.ca/coast/documents/state-of-the-coast/WEB_Summary_FR.pdf>.
- CBCL Limited (2012) : Assessment of infrastructure relevant to the fishing and aquaculture industries; Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (SACCA), 137 p., <http://atlanticadaptation.ca/sites/discoverspace.ypei.ca.acasa/files/Fisheries%20and%20Aquaculture%20Infrastructure_0.pdf>.
- CBC News (2003) : Hurricane Juan a wakeup call: experts; CBC/Radio-Canada, <<http://www.cbc.ca/news/canada/nova-scotia/hurricane-juan-a-wakeup-call-experts-1.359547>>.
- CBC News (2015) : Ice-bound P.E.I.-Îles-de-la-Madeleine ferry now heading to N.S.; CBC/Radio-Canada, <<http://www.cbc.ca/news/canada/prince-edward-island/ice-bound-p-e-i-%C3%AEiles-de-la-madeleine-ferry-now-heading-to-n-s-1.2974986>>.
- Chouinard, O., Plante, S. et Martin, G. (2008) : The community engagement process: a governance approach in adaptation to coastal erosion and flooding in Atlantic Canada; *Revue canadienne des sciences régionales*, vol. XXXI, n° 3, p. 507-520.
- Chung, A.Q.H. (2014a) : Emergency preparedness and response planning: a value-based approach to preparing coastal communities for sea level rise; thèse de maîtrise, Université d'Ottawa, 212 p., <https://www.ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/31446/3/Chung_Alexander_Quoc_Huy_2014_thesis.pdf>.
- Chung, A.Q.H. (2014b) : Operation Breakwater: table-top exercise for the Municipality of the County of Richmond Emergency Operations Centre: the case of Little Anse breakwater failure – after action report; Municipalité du comté de Richmond, Arichat, Nouvelle-Écosse, 46 p.
- Commission de coopération environnementale (2012) : Guide à l'intention des planificateurs et des gestionnaires pour la création de réseaux d'aires marines protégées résilientes dans le contexte des changements climatiques; Commission de coopération environnementale, Montréal, Québec, 32 p., <<http://www3.cec.org/islandora/en/item/10856-guide-planners-and-managers-design-resilient-marine-protected-area-networks-in-fr.pdf>>.
- Commission océanographique intergouvernementale (2009) : Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management (ICAM); Commission océanographique intergouvernementale, UNESCO, Manuals and Guides No 50, ICAM Dossier n° 5, 143 p., <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001832/183253e.pdf>>.
- Conseil économique des provinces de l'Atlantique (2004) : An agenda for growth and prosperity in Atlantic Canada; Conseil économique des provinces de l'Atlantique (CÉPA), Halifax, Nouvelle-Écosse, 24 p.
- Cooper, J. et J. Pile (2014) : The adaptation-resistance spectrum: a classification of contemporary adaptation approaches to climate-related coastal change; *Ocean and Coastal Management*, vol. 94, p. 90-98.
- Costanza, R. et Mageau, M. (1999) : What is a healthy ecosystem?; *Aquatic Ecology*, vol. 33, n° 1, p. 105-115. doi:10.1023/A:1009930313242
- Costanza, R., Kubiszewski, I., de Groot, R., van der Ploeg, S., Sutton, P., Anderson, S.J., Farber, S. et Turner, R.K. (2014) : Changes in the global value of ecosystem services; *Global Environmental Change*, vol. 26, p. 152-158.
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., Friel, S., Groce, N., Johnson, A., Kett, M., Lee, M., Levy, C., Maslin, M., McCoy, D., McGuire, B., Montgomery, H., Napier, D., Pagel, C., Patel, J., Puppim de Oliveira, J.A., Redclift, N., Rees, H., Rogger, D., Scott, J., Stephenson, J., Twigg, J., Wolff, J. et Patterson, C. (2009) : Managing the health effects of climate change; *The Lancet*, vol. 373, n° 9676, p. 1693-1733. doi:10.1016/S0140-6736(09)60935-1
- County of Richmond (2013) : Municipal climate change action plan; rapport rédigé par le Centre de recherche marine, Université Sainte-Anne, à l'intention de la Municipalité du comté de Richmond, Arichat, Nouvelle-Écosse, 80 p.
- CVIIP [Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques] (2012) : PIEVC case studies: codes, standards and related instruments (CSRI) review for water infrastructure and climate change; Ingénieurs Canada, 22 p.
- CVIIP [Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques] (2014) : Bienvenue au site Web du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques; Accueil, <<http://www.piev.ca/fr>>.
- Davies, M., MacDonald, N. et Boyd, G. (2010a) : Development of a life-cycle costing approach for roads exposed to storms and sea level rise; Association des transports du Canada, Congrès annuel, 19 p.
- Davies, M., MacDonald, N. et Wiebe, D. (2010b) : Cow Bay causeway restoration study: technical report; rapport rédigé par la Coldwater Consulting Ltd à l'intention de la Municipalité régionale d'Halifax, 82 p.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. et Willemsen, L. (2010) : Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making; *Ecological Complexity*, vol. 7, n° 3, p. 260-272. doi:10.1016/j.ecocom.2009.10.006
- Delcan (2012) : Cost of adaptation – sea dikes and alternative strategies – final report; BC Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 23 p., <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/cost_of_adaptation-final_report_oct2012.pdf>.
- Doiron, S. (2012) : From climate change plans to by-laws: it's time to act; *Plan Canada*, Institut canadien des urbanistes, p. 30-34.
- Dolan, A.H. et Walker, I.J. (2006) : Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks; *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39, p. 1317-1324.
- Dolan, A.H., Taylor, M., Neis, B., Ommer, R., Eyles, J., Schneider, D. et Montevecchi, B. (2005) : Restructuring and health in Canadian coastal communities; *EcoHealth*, vol. 2, n° 3, p. 195-208. doi:10.1007/s10393-005-6333-7
- Ekistics Planning and Design (2012) : City of Charlottetown: comprehensive waterfront management plan – final report; Ville de Charlottetown, 94 p., <http://city.charlottetown.pe.ca/pdfs/Charlottetown-Waterfront-Final-2012_12_19.pdf>.
- Environnement Canada (2014) : Le puissant Igor; Environnement Canada, Les dix événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2010, <<http://ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=Fr&n=BDE98E0F-1>>.
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005a) : Les écosystèmes and le bien-être humain: synthèse, Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, Island Press, Washington, District de Columbia, 137 p., <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>.
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005b) : Vivre au-dessus de nos moyens : actifs naturels et bien-être humain – Déclaration du Conseil d'administration; Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, Island Press, Washington, District de Columbia, 24 p., <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf>>.
- Eyzaguirre, J. et Warren, F.J. (2014) : Adaptation: établir un lien entre la recherche et la pratique; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 253-286, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre9-Adaptation_Fra.pdf>.
- Félio, G. (2012) : Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes: routes municipales et systèmes d'eau; Association canadienne de la construction, Association canadienne des travaux publics, Société canadienne de génie civil et Fédération canadienne des municipalités, <<http://www.canadainfrastructure.ca/fr/rapport.html>>.

- Feltmate, B. et J. Thistlethwaite (2012) : Climate change adaptation: a priorities plan for Canada; Climate Change Adaptation Project (Canada), Waterloo, Ontario, 122 p., <<https://uwaterloo.ca/environment/sites/ca.environment/files/uploads/files/CCAP-Report-30May-Final.pdf>>.
- Field, J.C., Boesch, D.F., Scavia, D., Buddemeier, R., Burkett, V.R., Cayan, D., Fogarty, M., Harwell, M., Howarth, R. et Mason, C. (2001) : The potential consequences of climate variability and change on coastal areas and marine resources; dans *Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change*; United States Global Change Research Program; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, p. 461-487.
- Forbes, D.L., éditeur (2011) : State of the Arctic coast 2010: scientific review and outlook; International Arctic Science Committee, Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone, Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, et Association internationale du pergélisol; Helmholtz-Zentrum, Geesthacht, Allemagne, 168 p., <http://library.arcticportal.org/1277/1/state_of_the_arctic_coast_2010.pdf>.
- Forbes, D.L., Manson, G.K., Charles, J., Thompson, K. et Taylor, R.B. (2009) : Halifax harbour extreme water levels in the context of climate change: scenarios for a 100-year planning horizon; Commission géologique du Canada, Dossier public 6346, 22 p., <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/248/248196/of_6346.pdf>.
- Forsythe, P.J. (2009) : Planning on a retreating coastline: Oamaru, North Otago, New Zealand; Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited, Dunedin, Nouvelle-Zélande, GNS Science Report 2009/25, 53 p., <https://www.massey.ac.nz/massey/frms/Colleges/College%20of%20Humanities%20and%20Social%20Sciences/Psychology/Disasters/pubs/GNS/2009/SR_2009_25_Planning_for_retreating_coastline-Oamaru.pdf?E4F35A0E9E4030C92B105B82EAB3BC34>.
- Furgal, C. et Prowse, T.D. (2008) : Nord du Canada; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, D. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix, et E. Bush (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 57-118, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch3_f.pdf>.
- Füssel, H.M. (2007) : Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons; Sustainability Science, vol. 2, n° 2, p. 265-275. doi:10.1007/s11625-007-0032-y
- Gardner, M., Fraser, R., Milloy, M. et Frost, J. (2005) : Valeur économique du secteur de l'océan en Nouvelle-Écosse; rapport rédigé par Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd et MariNova Consulting Ltd. à l'intention du Gouvernement du Canada, du Gouvernement de la Nouvelle-Écosse et du Nova Scotia Fisheries Sector Council, Dartmouth, Nouvelle-Écosse, 69 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/316109.pdf>>.
- Gardner, M., MacAskill, G. et DeBow, C. (2009) : Economic impact of the Nova Scotia ocean sector 2002-2006; rapport rédigé par Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd à l'intention du Gouvernement du Canada, du Gouvernement de la Nouvelle-Écosse et du Nova Scotia Fisheries Sector Council, Dartmouth, Nouvelle-Écosse, 27 p., <[http://lunenburgerregion.ca/images/uploads/English_NS_Ocean_Sector_FINAL_Report_\(March,_2009\).pdf](http://lunenburgerregion.ca/images/uploads/English_NS_Ocean_Sector_FINAL_Report_(March,_2009).pdf)>.
- Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd (2009a) : Impact économique des activités maritimes au Canada; Pêches et Océans Canada, Direction générale de l'Analyse économique et statistiques, Série analyses statistiques et économiques, n° 1-1, 94 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/ea-ae/cat1/no1-1/no1-1-fra.pdf>>.
- Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd (2009b) : Impact économique des activités maritimes dans les vastes zones de gestion des océans; Pêches et Océans Canada, Direction générale de l'Analyse économique et statistiques, Série analyses statistiques et économiques, n° 1-2, 110 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/ea-ae/cat1/no1-2/no1-2-fra.pdf>>.
- GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2007) : Changements climatiques 2007: conséquences, adaptation et vulnérabilité; contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden et C. Hanson (éd.); Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 976 p., <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf>.
- GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2013) : Glossaire; dans *Changements climatiques 2013: les éléments scientifiques*; contribution du Groupe de travail I au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Migley (éd.); Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 1447-1465, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_AnnexIII_FINAL.pdf>.
- GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2014) : Résumé à l'intention des décideurs; dans *Changements climatiques 2014: conséquences, adaptation et vulnérabilité*; contribution du Groupe de travail II au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White (éd.); Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 1-32, <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf>.
- Digital Globe and Google (2015) : Google Maps™, image satellite de Little Anse, Nouvelle-Écosse; Google, image, URL <<http://maps.google.ca/maps>> [©2015 Google - Imagery, ©2015 TerraMetrics, Map data, [mai 2015].
- Gouvernement du Canada (2012a) : Survol de l'industrie: secteur touristique; Gouvernement du Canada, Appuyer le tourisme, <http://www.tourism.gc.ca/eic/site/034.nsf/fra/h_00003.html>.
- Gouvernement du Canada (2012b) : Stratégie fédérale en matière de tourisme du Canada: accueillir le monde; Gouvernement du Canada, Appuyer le tourisme, <<http://www.ic.gc.ca/eic/site/034.nsf/eng/00216.html>>.
- Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada (2010) : Biodiversité canadienne: état et tendances des écosystèmes en 2010; Conseils canadiens des ministres des ressources, Ottawa, Ontario, vol. i, 142 p., <http://www.biodivcanada.ca/a519f000-8427-48c-9521-8a95ae287753/fr_biodiversit%3ca9_canadienne_complet.pdf>.
- Government of Western Australia (2012) : State coastal planning policy guidelines: draft state planning policy 2.6; prepared under Part Three of the Planning and Development Act 2005, Western Australian Planning Commission, Perth, Australie, 28 p.
- Grannis, J. (2011) : Adaptation tool kit: sea-level rise and coastal land use – how governments can use land-use practices to adapt to sea-level rise; Georgetown Climate Centre, Washington, District de Columbia, 90 p., <http://research.fit.edu/sealevelriselibrary/documents/doc_mgr/456/SLR_Adaptation_Tool_Kit_-_Grannis_2011.pdf>.
- GSGIslason & Associates Ltd. (2007) : Economic contributions of the oceans sector in British Columbia; rapport rédigé à l'intention du Comité de coordination des océans Canada-Colombie-Britannique, Vancouver, Colombie-Britannique, 77 p., <<http://www.env.gov.bc.ca/omfd/reports/oceansector-economics.pdf>>.
- Halifax Regional Municipality (2007) : ClimateSMART – climate change: developer's risk management guide; Municipalité régionale d'Halifax, Halifax, Nouvelle-Écosse, 26 p., <<http://ccap.org/docs/resources/394/DevelopersGuidetoRiskManagement.pdf>>.
- Hansen, J.C., Deutch, B. et Odland, J.Ø. (2008) : Dietary transition and contaminants in the Arctic: emphasis on Greenland; Circumpolar Health Supplements 2008, vol. 2, 96 p., <http://www.circumpolarhealthjournal.net/public/journals/32/chs/CHS_2008_2.pdf>.
- Haskell, B.D., Norton, B.G. et Costanza, R. (1992) : What is ecosystem health and why should we worry about it?; dans *Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management*, R. Costanza, B.G. Norton et B.D. Haskell (éd.); Island Press, Washington, District de Columbia, p. 239-256.
- Heap, N. (2007) : Hot properties: how global warming could transform B.C.'s real estate sector; Fondation David Suzuki, Vancouver, Colombie-Britannique, 32 p., <http://www.davidsuzuki.org/publications/downloads/2007/DSF_HotProperties_final1.pdf>.
- Hildebrand, L.P. (1989) : Canada's Experience With Coastal Zone Management; Oceans Institute of Canada, Halifax, Nouvelle-Écosse, 118 p.
- Hildebrand, L.P. (1995) : Canadian coastal and ocean management: the emergence of a new era; Ocean Policy Research, vol. 10, p. 37-72.
- Hildebrand, L.P. et Norrena, E.J. (1992) : Approaches and progress toward effective integrated coastal zone management; Marine Pollution Bulletin, vol. 25, n° 1-4, p. 94-97. doi:10.1016/0025-326X(92)90194-B
- Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A.T., Perrette, M., Nicholls, R.J., Tol, R.S.J., Marzeion, B., Fettweis, X., Ionescu, C. et Levermann, A. (2014) : Coastal flood damage and adaptation costs under 21st century sea-level rise; Actes de la National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 111, n° 9, p. 3292-3297.
- H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment (2000) : The hidden costs of coastal hazards: implications for risk assessment and mitigation (2e édition); H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, Island Press, Washington, District de Columbia, 252 p.
- Hounsell, S. (2012) : Biodiversité; dans *Climate Change Adaptation: A Priorities Plan for Canada*, B. Feltmate et J. Thistlethwaite (éd.); Intact Foundation et Université de Waterloo, rapport du Climate Change Adaptation Project (Canada), p. 37-48.

- Hunter, J. (2010) : Estimating sea-level extremes under conditions of uncertain sea-level rise; *Climatic Change*, vol. 99, p. 331–350.
- Hunter, J., Church, J.A., White, N.J. et Zhang, X. (2013) : Towards a global regionally varying allowance for sea-level rise; *Ocean Engineering*, vol. 71, p. 17–27.
- Hutchings, J.A., Côté, I.M., Dodson, J.J., Fleming, I.A., Jennings, S., Mantua, N.J., Peterman, R.M., Riddell, B.E., Weaver, A.J. et VanderZwaag, D.L. (2012) : Le maintien de la biodiversité marine au Canada: relever les défis posés par les changements climatiques, les pêches et l'aquaculture; Société royale du Canada: Académies des arts, des lettres et des sciences du Canada, Ottawa, Ontario, 315 p., <<https://www.rsc-src.ca/fr/groupe-dexperts/src-rapports/le-maintien-de-la-biodiversite%C3%A9-marine-au-canada>>.
- Infrastructure Canada (2011) : Bâtir pour la prospérité: les infrastructures publiques au Canada; *Infrastructure Canada*, 30 p., <<http://www.infrastructure.gc.ca/alt-format/pdf/Plan-Booklet-Livret-fra.pdf>>.
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L. et Craymer, M. (2014) : Relative sea-level projections in Canada and the adjacent mainland United States; *Commission géologique du Canada, Dossier public 7737*, 67 p., <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/295/295574/of_7737.pdf>.
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L. et Craymer, M. (2015) : Relative sea-level projections in Canada and the adjacent mainland United States; *Ressources naturelles Canada, Commission géologique du Canada, Dossier public 7737*, 72 p. doi :10.4095/2955/84
- Jones, B. et Scott, D. (2006) : Climate change, seasonality and visitation to Canada's National Parks; *Journal of Parks and Recreation Administration*, vol. 24, n° 2, p. 42–62.
- Keeling, A. (2012) : Adaptation, industrial development and Arctic communities; *ArcticNet Compendium de recherche annuel (2011–2012)*, 8 p., <http://www.arcticnet.ulaval.ca/pdf/compendium2011-12/3.8_industrial_development.pdf>.
- Keillor, P., éditeur (2003) : Living on the coast: protecting investments in shore property on the Great Lakes; *United States Army Corps of Engineers et Université du Wisconsin, Détroit, Michigan*, 49 p., <<http://www.seagrant.umn.edu/downloads/ch002.pdf>>.
- Kerr Wood Leidal Associates Ltd (2008) : Vulnerability of Vancouver sewerage area infrastructure to climate change; *Metro Vancouver*, 126 p. <http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/AirQualityPublications/Vulnerability_climate_change.pdf>.
- Kildow, J.T. et McIlgorm, A. (2010) : The importance of estimating the contribution of the oceans to national economies; *Marine Policy*, vol. 34, n° 3, p. 367–374. doi:10.1016/j.marpol.2009.08.006
- Kildow, J.T., Colgan, C.S. et Scorse, J.S. (2009) : State of the U.S. ocean and coastal economies; *National Ocean Economics Program*, 56 p., <http://www.mis.edu/media/view/8901/original/NOEP_Book_FINAL.pdf>.
- Kovacs, P. et Thistlethwaite, J. (2014) : Industry; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 65–98, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre5-Industrie_Fra.pdf>.
- KPMG (2010) : Climate change and sustainability services; *KPMG, Topics*, <<http://www.kpmg.com/global/en/topics/climate-change-sustainability-services/pages/default.aspx>>.
- Lamont, G., Readshaw, J., Robinson, C. et St-Germain, P. (2014) : Greening shorelines to enhance resilience, an evaluation of approaches for adaptation to sea level rise; guide rédigé par SNC Lavalin à l'intention du Stewardship Centre for BC et remis à Ressources naturelles Canada, 46 p. <http://www.stewardshipcentrebc.ca/PDF_docs/reports/Greening_Shorelines_to_Enhance_Resilience.pdf>.
- Lane, D.E. et R.L. Stephenson (1998) : A framework for risk analysis in fisheries decision making; *ICES Journal of Marine Science*, vol. 51, n° 1, p. 1–13.
- Lane, D., Clarke, C.M. Forbes, D.L. et Watson, P. (2013) : The gathering storm: managing adaptation to environmental change in coastal communities and small islands; *Sustainability Science*, vol. 8, n° 3, p. 469–489. doi:10.1007/s11625-013-0213-9
- Larivée, C. et Simonet, G. (2007) : Testing the assumptions: assessing infrastructures vulnerability to climate change; *Municipal World*, vol. 117, n° 6, p. 27–28.
- Lemmen, D.S., Johnston, M., Ste-Marie, C. et Pearce, T. (2014) : Ressources naturelles; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 65–98, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre3-Ressources-naturelles_Fra.pdf>.
- Lemmen, D.S., Warren, F.J., Lacroix, J. et Bush, E., éditeurs (2008) : *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 448 p., <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_f.pdf>.
- Linham, M.M. et Nicholls, R.J. (2010) : Technologies for climate change adaptation – coastal erosion and flooding; *TNA Guidebook Series, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)*, 150 p., <http://www.unep.org/pdf/TNAhandbook_CoastalErosionFlooding.pdf>.
- Lotze, H. et M. Glaser. (2009) : Ecosystem services of semi-enclosed marine systems; dans *Watersheds, Bays, and Bounded Seas: The Science and Management of Semi-Enclosed Marine Systems*, E.R. Urban, B. Sundby, P. Malonotte-Rizzoli et J.M. Melillo (éd.); Island Press, Washington, District of Columbia, p. 227–249.
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H. et Jackson, J.B.C (2006) : Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas; *Science*, vol. 312, n° 5781, p. 1806–1809.
- Macintosh, A. (2013) : Coastal climate hazards and urban planning: how planning responses can lead to maladaptation; *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 18, n° 7, p. 1035–1055. doi:10.1007/s11027-012-9406-2
- Mandale, M., Foster, M. et Chiasson, P.Y. (2000) : La valeur économique des ressources associées à la mer au Nouveau-Brunswick; rapport rédigé à l'intention du Ministère des Pêches et de l'aquaculture du Nouveau-Brunswick et Pêches et Océans Canada, 73 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/245997f.pdf>>.
- Mandale, M., Foster, M. et Plumstead, J.E. (1998) : Estimating the economic value of coastal and ocean resources: the case of Nova Scotia; Comité consultatif de l'information sur les zones côtières de l'Atlantique, Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, Nova Scotia Departments of Economic Development and Tourism, Environment, Fisheries and Aquaculture, Chester, Nouvelle-Écosse, 54 p.
- Manson, G.K. (2005) : On the coastal populations of Canada and the world; *comptes rendus de la 12e conférence canadienne sur le littoral, 6–9 novembre 2005*, Dartmouth, Nouvelle-Écosse, 11 p.
- Masson, A. (2014) : The extratropical transition of Hurricane Igor and the impacts on Newfoundland; *Natural Hazards*, vol. 72, n° 2, p. 617–632. doi:10.1007/s11069-013-1027-x
- McBean, G. et Henstra, D. (2003) : Climate change, natural hazards and cities; rapport rédigé par l'Institute for Catastrophic Loss Reduction à l'intention de Ressources naturelles Canada, ICLR Research Paper Series, n° 31, 16 p., <http://www.iclr.org/images/Climate_Change,_Natural_Hazards_and_Cities.pdf>.
- Mercier, D. et Chadenas, C. (2012) : La tempête Xynthia et la cartographie des zones noires sur le littoral français: analyse critique à partir de l'exemple de La Faute-sur-Mer (Vendée); *Noréis*, n° 222, p. 45–60.
- Mercer Clarke, C.S.L. (2010) : Rethinking responses to coastal problems: an analysis of the opportunities and constraints for Canada; thèse de doctorat, Université Dalhousie, Halifax, Nouvelle-Écosse, 352 p., <<http://dalspace.library.dal.ca/handle/10222/12841?show=full>>.
- Mercer Clarke, C.S.L. (2011) : A proposed framework for assessing and reporting on the status and trends in oceans and coastal health in Canada; *The Canadian Healthy Oceans Network (CHONe)*, Université Memorial de Terre-Neuve, St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, 150 p.
- Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick (2005) : A coastal areas protection policy for New Brunswick; Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick, Direction de la planification durable, 15 p., <<http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Water-Eau/CoastalAreasProtectionPolicy.pdf>>.
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., Mace, G.M., Palmer, M., Scholes, R. et Yahara, T. (2009) : Biodiversity, climate change, and ecosystem services; *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, n° 1, p. 46–54. doi:10.1016/j.cosust.2009.07.006
- Moser, S.C., Davidson, M.A., Kirshen, P., Mulvaney, P., Murley, J.F., Neumann, J.E., Petes, L. et Reed, D. (2014) : Coastal zone development and ecosystems; chapitre 25 dans *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*, J.M. Melillo, T.T.C. Richmond et G.W. Yohe (ed.); United States Global Change Research Program, p. 579–618, <http://s3.amazonaws.com/nca2014/low/NA3_Climate_Change_Impacts_in_the_United%20States_LowRes.pdf?download=1>.
- Muir, D., Dawson, A.G., Gagnon, A.S. et O'Mahony, C. (2013) : Vulnerability and adaptation to extreme coastal flooding: an example from the South Ford area, Scottish Outer Hebrides; dans *Coasts, Marine Structures and Breakwaters: From Sea to Shore – Meeting the Challenges of the Sea*; Institution of Civil Engineers, Actes de la conférence du 18–20 septembre 2013, Edinburgh, Royaume-Uni, p. 1–11.

- Munang, R., Liu, J. et Thiaw, I. (2009) : The role of ecosystem management in climate change adaptation and disaster risk reduction; UNEP Copenhagen discussion series, Paper 2, 7 p., <http://www.unep.org/climatechange/Portals/5/documents/UNEP-DiscussionSeries_2.pdf>.
- Nantel, P., Pellatt, M.G., Keenleyside, K. et Gray, P.A. (2014) : Biodiversité et aires protégées; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 159-190, <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre6-Biodiversite_Fra.pdf>.
- Newfoundland and Labrador Department of Finance (2005) : Estimating the value of the marine, coastal and ocean resources of Newfoundland and Labrador: updated for the 2001-2004 period; rapport rédigé par la Direction de l'économie et de la statistique du Ministère des Finances à l'intention de Pêches et Océans Canada, 26 p., <<http://www.economics.gov.nl.ca/pdf2005/oceans/nl.pdf>>.
- Newfoundland and Labrador Statistics Agency (2010) : Hurricane Igor, Newfoundland and Labrador Department of Finance, <<http://www.stats.gov.nl.ca/maps/PDFs/HurricaneIgor.pdf>>.
- Nicholls, R.J. (2011) : Planning for the impacts of sea level rise; *Oceanography*, vol. 24, n° 2, p. 144-157. doi:10.5670/oceanog.2011.34
- Nicholls, R.J., Hanson, S., Herweijer, C., Patmore, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, J., Château, J. et Muir-Wood, R. (2008) : Ranking port cities with high exposure and vulnerability to climate extremes: exposure estimates; *OECD Environment Working Papers*, n° 1, 62 p., <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5kzssgshj742.pdf?expires=1437920507&id=id&acname=guest&checksum=53FCAAFAED82F47F8F1A701B1E30F175A>>.
- Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V.R., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R., Ragoonaden, S. et Woodroffe, C.D. (2007) : Coastal systems and low-lying areas; dans *Changements climatiques 2007: conséquences, adaptation et vulnérabilité; contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)*, M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden et C. Hanson (éd.); Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 315-356, <<https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter6.pdf>>.
- Niven, R.J. et Bardsley, D.K. (2013) : Planned retreat as a management response to coastal risk: a case study from the Fleurieu Peninsula, South Australia; *Regional Environmental Change*, vol. 13, n° 1, p. 193-209. doi:10.1007/s10113-012-0315-4
- Noble, D., Bruce, J. et Egener, M. (2005) : An overview of the risk management approach to adaptation to climate change in Canada; *Global Change Strategies International (GCSI)*, Ottawa, Ontario, 28 p.
- OCDE [Organisation de coopération et de développement économiques] (2009) : *Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement: document d'orientation*; Éditions OCDE, Paris, France, 193 p., <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/development/adaptation-au-changement-climatique-et-cooperation-pour-le-developpement-document-d-orientation_9789264060296-fr#page1>.
- Office national de l'énergie (2011) : La revue des forages extracôtiers dans l'Arctique canadien; Office national de l'énergie, Calgary, Alberta, 54 p., <<http://www.neb-one.gc.ca/nrth/rctd/fshrd/Ingrwv/2011fnlrprt/2011fnlrprt-fra.pdf>>.
- ONU/SIPC [Stratégie internationale de prévention des catastrophes de l'Organisation des Nations Unies] et ONU/BCAH [Bureau de la coordination des affaires humanitaires de l'Organisation des Nations Unies] (2008) : *Préparation à une réponse efficace en cas de catastrophe: ensemble de directives et indicateurs pour la mise en œuvre de la priorité 5 du Cadre d'action de Hyogo*; ONU/SIPC et ONU/BCAH, Genève, Suisse, 57 p., <http://www.unisdr.org/files/2909_ochadisasterpreparednesseffectivere.pdf>.
- Parcs Canada (2007) : Parc national du Canada de l'Île-du-Prince-Édouard et lieu historique national du Canada Dalvay-by-the-Sea: Plan directeur; Parcs Canada, 81 p., <www.pc.gc.ca/~media/pn-pp/pei-ipe/o-z/pd-mp-f_ashx>.
- Parris, A., Bromirski, P., Burkett, V., Cayan, D., Culver, M., Hall, J., Horton, R., Knuuti, K., Moss, R., Obeyseker, J., Sallenger, A. et Weiss, J. (2012) : *Global sea level rise scenarios for the United States National Climate Assessment*; National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, Maryland, NOAA Tech Memo OAR CPO-1, 37 p., <http://scenarios.globalchange.gov/sites/default/files/NOAA_SLR_r3_0.pdf>.
- MPO [Pêches et Océans Canada] (2014a) : À propos des ports pour petits bateaux; Pêches et Océans Canada, Sur l'eau, <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/sch-ppb/aboutsch-approposppb-fra.asp>>.
- MPO [Pêches et Océans Canada] (2014b) : 2014 Info-éclair Pêches canadiennes; Pêches et Océans Canada, <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/facts-Info-14-fra.htm>>.
- Pew Oceans Commission (2003) : *America's living oceans: charting a course for sea change*; Pew Oceans Commission, Arlington, Virginie, A report to the nation - recommendations for a new oceans policy, 140 p., <http://www.pewtrusts.org/~media/Assets/2003/06/02/Full_Report.pdf>.
- PNUÉ [Programme des Nations Unies pour l'Environnement] (2010) : *Nagoya Oceans Statement*; Dixième réunion de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique (CBD COP-10), Nagoya, Japon, 3 p., <https://www.sof.or.jp/en/topics/pdf/20101010_nagoya.pdf>.
- PNUÉ-GPA [Programme des Nations Unies pour l'environnement-Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres] (2005) : *Guiding principles for post-tsunami rehabilitation and reconstruction: the Cairo principles*; Tsunami Disaster Task-Force en collaboration avec le Bureau de coordination du PNUÉ du Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (PNUÉ-GPA), Le Caire, Égypte, 8 p.
- Prince Edward Island Department of Environment, Labour and Justice (2011) : *Saltwater intrusion and climate change: a primer for local and provincial decision makers*; Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard, 26 p., <<http://atlanticadaptation.ca/sites/discoveryspace.uepei.ca/acasa/files/Saltwater%20Intrusion%20and%20Climate%20Change%20in%20Atlantic%20Canada.pdf>>.
- Rapport, D.J. et Whitford, W.G. (1999) : How ecosystems respond to stress: common properties of arid and aquatic systems; *BioScience*, vol. 49, n° 3, p. 193-203. doi:10.2307/1313509
- Ressources naturelles Canada (2014a) : *Études de cas supplémentaires; S'adapter aux changements climatiques: une introduction à l'intention des municipalités canadiennes*, <<http://www.nrcan.gc.ca/environnement/ressources/publications/impacts-adaptation/etudes-cas/11083>>.
- Ressources naturelles Canada (2014b) : *Population distribution, 2006; Ressources naturelles du Canada, Atlas du Canada*, <<http://atlas.nrcan.gc.ca/site/english/maps/population.html#population>>.
- Rice, J.C. et Garcia, S.M. (2011) : Fisheries, food security, climate change, and biodiversity: characteristics of the sector and perspectives on emerging issues; *ICES Journal of Marine Science*, vol. 68, n° 6, p. 1343-1353.
- Richardson, G.R.A. et Otero, J. (2012) : *Outils d'aménagement locaux pour l'adaptation aux changements climatiques*; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 38 p., <<http://www.defisdescommunautescotieres.org/public/documents/nouvelles/index/landuse-f.pdf>>.
- Ricketts, P. et P. Harrison. (2007) : Coastal and ocean management in Canada: moving into the 21st century; *Coastal Management*, vol. 35, n° 1, p. 5-22.
- Robinson, G. (2015) : *State of the industry (2015)*; présentation faite à la 2015 Canadian Insurance Outlook, 30e Petit-déjeuner réunion annuel, 31 mars 2015, Toronto, Ontario, 34 p., <http://media.swissre.com/documents/2015_canadian_bkfst_mtg_robinson_state_industry.pdf>.
- Rockström, J. et Klum, M. (2015) : *Big world, small planet: abundance within planetary boundaries*; Max Ström Publishing, Stockholm, Suède, vidéo, <<https://www.cigionline.org/events/big-world-small-planet-abundance-within-planetary-boundaries>>.
- Roger A. Stacey Consultants Ltd. (2003) : *Canada's ocean industries: contribution to the economy 1988-2000*; Pêches et Océans Canada, 78 p.
- Savard, J.-P., Bernatchez, P., Morneau, F. et Saucier, F. (2009) : *Vulnérabilité des communautés côtières de l'est du Québec aux impacts des changements climatiques*; *La houille blanche*, vol. 2, p. 59-66. doi:10.1051/lhb:2009015
- Scott, D. (2011) : *Climate change and a healthy, sustainable environment: an opportunity for recreation and parks leadership?*; rapport rédigé pour le Sommet national des loisirs 2011, Lake Louise, Alberta, 28 p., <http://lin.ca/sites/default/files/attachments/Scott_Daniel%5B1%5D.pdf>.
- Scott, D., Amelung, B., Becken, S., Ceron, J.-P., Dubois, G., Gössling, S., Peeters, P. et Simpson, M.C. (2008) : *Climate change and tourism: responding to global challenges*; Organisation mondiale du tourisme (OMT) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUÉ), Madrid, Espagne, 256 p., <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0142xPA-ClimateChangeandTourismGlobalChallenges.pdf>>.
- Scott, D., Hall, C.M. and Gössling, S. (2012) : *Tourism and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation*; *Contemporary Geographies of Leisure, Tourism and Mobility*, Routledge, Londres, Royaume-Uni, 464 p.
- Sécurité publique Canada (2013) : *Base de données canadienne sur les catastrophes; Désastre naturel, Inondation, Duncan et North Cowichan (Île de Vancouver) C.-B.*; Sécurité publique Canada, <<http://bdc.securitepublique.gc.ca/dtpg-fra.aspx?cultureCode=en-Ca&provinces=2&eventTypes=%27FL%27&eventStartDate=%2720090101%27&eventEndDate=%2720091231%27&normalizedCostYear=1&eventId=1030>>.

- Séguin, J., éditeur (2008) : Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada; Santé Canada, Ottawa, Ontario, 484 p., <http://publications.gc.ca/collections/collection_2008/hc-sc/H128-1-08-528E.pdf>.
- Seguin, J. and Berry, P. (2008) : Conclusion; chapitre 9 dans Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada, J. Séguin (éd.); Santé Canada, Ottawa, Ontario, 484 p., <http://publications.gc.ca/collections/collection_2008/hc-sc/H128-1-08-528E.pdf>.
- Silver, A. et Conrad, C. (2010) : Public perception of and response to severe weather warnings in Nova Scotia, Canada; *Meteorological Applications*, vol. 17, n° 2, p. 173-179. doi:10.1002/met.198
- Simpson, M.C., Mercer Clarke, C.S.L., Clarke, J.D., Scott, D. et Clarke, J.A. (2012) : Coastal setbacks in Latin America and the Caribbean: a study of emerging issues and trends that inform guidelines for coastal planning and development; Banque interaméricaine de développement, Note technique IDB-TN-476, 175 p., <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37305263>>.
- Snelgrove, P.V.R., Flitner, M., Urban, E., Jr, Ekau, W., Glaser, M., Lotze, H., Philippart, C., Sompongchaiyakul, P., Yuwono, E. et Melillo, J. (2009) : Governance and management of ecosystem services in semi-enclosed marine systems; dans *Watersheds, Bays, and Bounded Seas: The Science and Management of Semi-Enclosed Marine Systems*, E.R. Urban, B. Sundby, P. Malonotte-Rizzoli et J.M. Melillo (éd.); Island Press, Washington, District de Columbia, p. 49-76.
- Spalding, M.D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L.Z., Shepard, C.C. et Beck, M.W. (2014) : The role of ecosystems in coastal protection: adapting to climate change and coastal hazards; *Ocean and Coastal Management*, vol. 90, p. 50-57.
- Stanton, E.A., Davis, M. et Fencl, A. (2010) : Costing climate impacts and adaptation: a Canadian study on coastal zones; rapport rédigé par la Stockholm Environment Institute à l'intention de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, Somerville, Massachusetts, 106 p., <http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate-mitigation-adaptation/Economics_of_climate_policy/sei-canada-coastal-zones-june-2010.pdf>.
- Statistique Canada (2012) : Série Perspective géographique, Recensement de 2011; Catalogue de Statistique Canada, produit no. 98-310-XWE2011004, Produits analytiques, <<http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/as-sa/fogs-spg/Facts-pr-eng.cfm?Lang=fr&GC=35>>.
- Stern, N. (2007) : *The Economics of Climate Change: The Stern Review*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 712 p.
- Stockholm Resilience Centre (2015) : Resilience dictionary; Stockholm Resilience Centre, What is resilience?, <<http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-news/2-19-2015-what-is-resilience.html>>.
- Stothart, P. (2011) : F&F 2011: facts and figures of the Canadian mining industry; L'Association minière du Canada, 120 p., <<http://www.miningnorth.com/wp-content/uploads/2012/04/MAC-FactsFigures-2011-English-small.pdf>>.
- Sussman, F.G. et Freed, J.R. (2008) : Adapting to climate change: a business approach; Pew Center on Global Climate Change, Arlington, Virginie, 35 p., <http://www.pewtrusts.org/~media/legacy/uploadedfiles/wwwpewtrustsorg/reports/global_warming/BusinessAdaptationpdf.pdf>.
- Sustainability Solutions Group and MC3 (2013) : Sea level rise in BC: mobilizing science into action; Fraser Basin Council, p. 1-8, <http://www.retooling.ca/Library/docs/bc_sea_level_rise_en.pdf>.
- Tecslut Inc. (2008) : Analyse coûts-avantages de solutions d'adaptation à l'érosion côtière pour la Ville de Sept-Îles; Ville de Sept-Îles, 150 p.
- Thompson, K.R., Bernier, N.B. et Chan, P. (2009) : Extreme sea levels, coastal flooding and climate change with focus on Atlantic Canada; *Natural Hazards*, vol. 51, p. 139-150.
- Thomson, R.E., Bornhold, B.D. et Mazzotti, S. (2008) : An examination of the factors affecting relative and absolute sea level in British Columbia; Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques 260, 49 p., <<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/335209.pdf>>.
- Thrush, S.F. et Dayton, P.K. (2010) : What can ecology contribute to ecosystem-based management?; *Annual Review of Marine Science*, vol. 2, p. 419-441. doi:10.1146/annurev-marine-120308-081129
- Titus, J.G. (1998) : Rising seas, coastal erosion, and the Takings Clause: how to save wetlands and beaches without hurting property owners; *Maryland Law Review*, vol. 57, n° 4, p. 1279-1400.
- Titus, J.G., Hudgens, D.E., Trescott, D.L., Craghan, M., Nuckols, W.H., Hershner, C.H., Kassakian, J.M., Linn, C.J., Merritt, P.G., McCue, T.M., O'Connell, J.F., Tanski, J. et Wang, J. (2009) : State and local governments plan for development of most land vulnerable to rising sea level along the US Atlantic coast; *Environmental Research Letters*, vol. 4, n° 4, art. 044008. doi:10.1088/1748-9326/4/4/044008
- Tomlinson, R.B. et Helman, P. (2006) : Planning principles for local government management of coastal erosion and beaches, with a changing climate – proactive planning guidelines for coastal inundation, erosion and climate change; Griffith Centre for Coastal Management Research, Report 50, 35 p.
- Turner, R.K., Burgess, D., Hadley, D., Coombes, E. et Jackson, N. (2007) : A cost-benefit appraisal of coastal managed realignment policy; *Global Environmental Change*, vol. 17, n° 3-4, p. 397-407.
- United Kingdom Department for Communities and Local Government (2010) : Planning policy statement 25 supplement: development and coastal change practice guide; United Kingdom Department for Communities and Local Government, Londres, Royaume-Uni, 58 p., <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7771/1499049.pdf>.
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (2006a) : Shoreline management plan guidance – volume 1: aims and requirements; United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs, Londres, Royaume-Uni, 48 p., <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69206/pb11726-smpg-vol1-060308.pdf>.
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (2006b) : Shoreline management plan guidance – volume 2: procedures; United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs, Londres, Royaume-Uni, 77 p., <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69207/pb11726v2-smpg-vol2-060523.pdf>.
- United States Climate Change Science Program (2009) : Coastal sensitivity to sea level rise: a focus on the mid-Atlantic region; United States Environmental Protection Agency, Climate Change Science Program, Subcommittee on Global Change Research, Washington, District de Columbia, Synthesis and Assessment Product 4.1, 320 p.
- van Proosdij, D. Graham, J., Bowron, T., Neatt, N., MacIsaac, B. et Wrathall, C. (2014) : Development and application of guidelines for managed realignment to maximize adaptive capacity and ecosystem services; *Environnement Canada*, 100 p.
- Vasseur, L. (2012) : Getting started with community resilience planning: a kit to implement dialogue on planning community resilience to environmental and climate changes; training manual prepared for the Southern Gulf of St. Lawrence Coalition on Sustainability and the Coastal Communities Challenges—Community University Research Alliance, 20 p.
- Vasseur, L. and Catto, N. (2008) : Canada atlantique; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada* : édition 2007, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, p. 119-170, <http://www.nrnc.gc.ca/sites/www.nrnc.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch4_e.pdf>.
- Ville de Gibsons (2012) : Gibsons Harbour area plan; rapport rédigé à l'intention de la Ville de Gibsons, Gibsons, Colombie-Britannique, 59 p., <<http://www.gibsons.ca/include/get.php?nodeid=251>>.
- Warren, F.J. et Lemmen, D.S., éditeurs (2014) : *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 286 p., <http://www.nrnc.gc.ca/sites/www.nrnc.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet_Fra.pdf>.
- Wheeler, P., Ford, V., Klokov, K. et Syroechkovskiy, E. (2010) : Changes in harvest; dans *Arctic Biodiversity Trends 2010—Selected Indicators of Change*; CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna) International Secretariat, Akureyri, Islande, p. 92-95, <http://www.grida.no/_res/site/file/publications/ABA2010_screen.pdf>.
- Yohe, G., Knee, K. et Kirshen, P. (2011) : On the economics of coastal adaptation solutions in an uncertain world; *Climatic Change*, vol. 106, n° 1, p. 71-92.
- Zhai L., Greenan, B., Hunter, J., James, T.S. et Han, G. (2013) : Estimating sea-level allowances for Atlantic Canada under conditions of uncertain sea-level rise; *Pêches et Océans Canada, Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques* 283, 40 p.
- Zhai, L., Greenan, B., Hunter, J., Han, G., Thomson, R. et MacAulay, P. (2014) : Estimating sea-level allowances for the coasts of Canada and adjacent United States using the Fifth Assessment Report of the IPCC; *Pêches et Océans Canada, Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques* 300, 146 p.