

PROGRAMMATION

2014-2019

Environnement Maritime

Vulnérabilités, impacts et adaptation

«Vers une gestion adaptative des zones côtières»

Rédigé par François Morneau

Octobre 2014

Programme approuvé par le Conseil scientifique d'Ouranos, tel que mandaté par le Conseil d'administration et autorisé à être déployé en mars 2015.



PRÉAMBULE

Ce document de programme a été préparé dans le contexte du renouvellement de la programmation d'Ouranos pour la période 2014-2020.

Le dernier cycle de programmation (2009-2014) a vu une centaine de projets se réaliser, permettant des progrès notables, particulièrement concernant l'analyse du système climatique et la production de scénarios de changements climatiques adaptés aux outils et besoins existants, ainsi qu'à l'étude des impacts et des vulnérabilités face aux changements climatiques. Bien que les efforts dans ces domaines doivent se poursuivre, il convient d'accorder une attention accrue à l'étude des solutions concrètes d'adaptation à court, moyen et long termes comme le réclament les usagers. Le transfert des connaissances devient également une priorité dans le déploiement des programmes.

Ouranos procède maintenant à l'élaboration de son plan stratégique 2014-2020 et de son plan d'affaires couvrant la même période pour orienter le renouvellement des programmes thématiques. Les lignes directrices énoncées dans ces documents suggèrent un développement des programmes davantage axé vers l'adaptation aux changements climatiques (quelles connaissances et méthodes peuvent appuyer la mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques) et qui aborde les enjeux de manière beaucoup plus intégrée. Enfin, les règles de gouvernance de l'organisation prévoient les mécanismes et les processus qui permettent d'opérationnaliser la programmation dans une perspective de transversalité entre les thématiques et au niveau organisationnel.

S'inscrivant dans ce contexte, le présent document décrit les activités de recherche et développement planifiées au cours des prochaines années pour le programme Environnement maritime.

Bonne lecture!

TABLE DES MATIÈRES

Sigles et Acronymes	1
Introduction	2
i. Portrait du Québec maritime	
ii. Impacts appréhendés des changements climatiques	
iii. Historique du programme	
Objectifs du programme	9
i. Objectif général	
ii. Objectifs spécifiques	
Structure du programme	10
i. Axes de recherche du programme	
ii. Priorités du programme	
Approches et stratégies de réalisation	15
i. Leviers préconisés	
ii. Approches privilégiées	
Partenaires, collaborateurs et usagers du programme	18
i. Comité de programme	
ii. Collaborations techniques et scientifiques	
Références	19

SIGLES ET ACRONYMES

Acronyme	Nom officiel
ACA	Analyse coûts / avantages
CC	Changements climatiques
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation
FQM	Fédération québécoise des municipalités
FRSCO	Fond de recherche en Science du climat à Ouranos (financé par le MDEIE)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat
ETC	Équivalent à temps complet
GEM	Global Environmental Multiscale
IDDPNQL	Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador
I/NRS-ETE	Institut national de la recherche scientifique – Eau Terre et Environnement
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IREQ	Institut de recherche d'Hydro-Québec
ISMER	Institut des sciences de la mer
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte au changement climatique
MESRST	Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche de la Science et de la Technologie
MRCC	Modèle régional canadien du climat
MRC/RCM	Modèle régional du climat / Regional climate model
MPO	Ministère Pêches et Océans
MRN	Ministère des Ressources naturelles
MSP	Ministère de la Sécurité publique
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OBV	Organisme de bassin versant
ONGE	Organisation non gouvernementale environnementale
UQAR	Université du Québec à Rimouski
PACC	Plan d'action sur les changements climatiques
SSL	Stratégie Saint-Laurent
TCR	Table de concertation régionale
ZIP	Zone d'intervention spéciale

INTRODUCTION

i. Portrait du Québec maritime

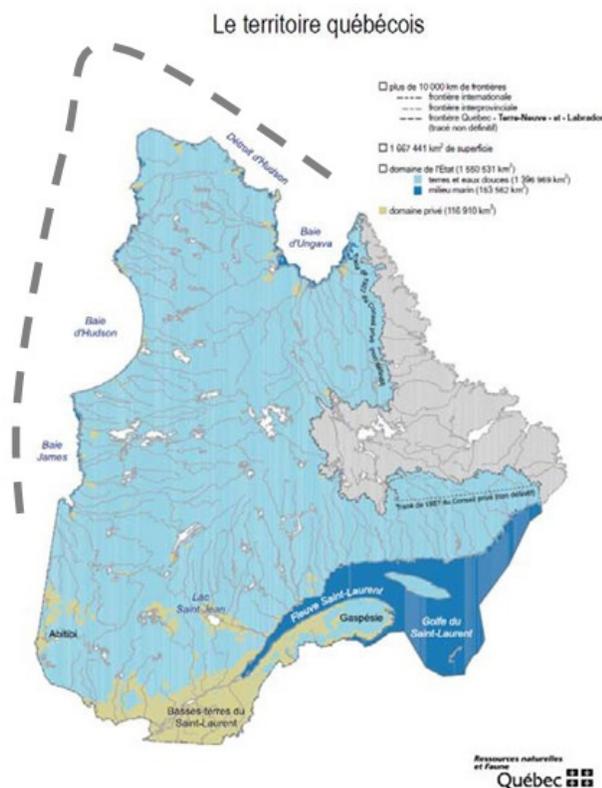


Figure 1 : Le Québec maritime

Le Québec maritime nordique

Bien que la péninsule du Nouveau-Québec soit entourée de mers arctiques, qui regroupent la baie James, la baie d'Hudson, le détroit d'Hudson et la baie d'Ungava, ce vaste territoire marin est sous la juridiction du Nunavut. Le long de cet immense territoire naturel se trouvent les 14 villages côtiers du Nunavik et les cinq communautés cries de la baie James qui totalisent 23 000 personnes³.

La région maritime du bas estuaire et du golfe Saint-Laurent

La région maritime de l'est du Québec correspond essentiellement aux régions, baignées par les eaux salées ou saumâtres, comprises entre la limite amont de l'estuaire moyen du fleuve Saint-Laurent et le golfe, incluant la baie des Chaleurs. La côte du Québec maritime (en eaux salées), d'environ 11,500 km, présente une variété de côtes (rocheuses, meubles) d'habitats (plages, dunes, marais, etc). Elle constitue un réel défi, tant par son étendu que par sa complexité, pour inventorier et comprendre les impacts des changements climatiques. Le Québec maritime couvre donc l'ensemble des régions situées en aval de Québec, soit la côte de Beauport « Îles d'Orléans », Charlevoix, la Côte-Nord, le fjord du Saguenay et bas Saint-Laurent, la Gaspésie, la baie des Chaleurs et les Îles-de-la-Madeleine. L'estuaire maritime et la portion du golfe relevant de la juridiction du Québec couvrent une superficie de 154,000 km².

Le Canada est le pays qui offre le plus grand périmètre côtier au monde totalisant plus de 240 000 km¹. Mis à part Le territoire du Nunavut, le Québec constitue la province canadienne qui a le plus long linéaire côtier maritime du Canada. En considérant les côtes de la baie James, baie d'Hudson, détroit d'Hudson, la baie d'Ungava, l'estuaire et le golfe Saint-Laurent, le littoral québécois totalise au-delà de 30 000 de km de côtes (figure 1).

Autant le long des côtes nordiques que le long de l'axe du Saint-Laurent, les populations riveraines sont déjà aux prises avec diverses problématiques littorales associées particulièrement aux événements hydrométéorologiques tels que les tempêtes maritimes et les mouvements de glaces qui provoquent de la submersion marine et de l'érosion des côtes occasionnant de sérieux problèmes de sécurité civile et de dégradation des environnements côtiers.

Dans le cadre du programme Environnement maritime, le Québec maritime est subdivisé en deux grandes régions maritimes, soit le Québec nordique maritime et la région maritime du bas estuaire et du golfe Saint-Laurent².

1 <http://www.statcan.gc.ca/pub/11-402-x/2011000/pdf/geography-geographie-fra.pdf>

2 Dans le cadre du présent programme, seules les études traitant des interactions entre la climatologie et l'océanographie permettant de mieux anticiper le régime des tempêtes, des vagues et des glaces seront abordées. L'acquisition de ces connaissances permettra d'appuyer les études visant la compréhension des incidences des changements climatiques sur les infrastructures et les modes de vie des communautés côtières qui seront traités au programme Environnement Nordique d'Ouranos.

3 Données issues de l'Institut de la statistique du Québec : <http://www.stat.gouv.qc.ca/>

Les communautés côtières comptant plus de 556 000 personnes⁴, en aval des villes de Québec et de Lévis, se regroupent en 129 municipalités et 9 réserves autochtones (voir tableau 1) qui, pour la grande majorité d'entre elles, voient leur périmètre urbain étalé le long d'une étroite bande de 5 km de largeur longeant les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Près du tiers de cette population, vit à moins de 1 km du rivage généralement établi le long des corridors routiers de la 132 sur la rive-Sud et 138 sur la rive-Nord.

Tableau 1 : Répartition des populations des communautés côtières dans les régions administratives en aval de Québec

<i>Région administrative</i>	<i>Municipalité riveraines</i>	<i>Réserves</i>	<i>Populations</i>
Chaudière-Appalaches (1)	11		31 241
Bas-Saint-Laurent	25		111 531
Gaspésie et Îles-de-la-Madeleine	36	2	90 179
Côte-Nord	31	7	92 039
MRC Fjord du Saguenay (2)	6		151 001
Québec Capitale Nationale (3)	20		80 148
TOTAL	129	9	556 139

Source : Institut de la Statistique du Québec (2014)

1 : excluant la ville de Lévis

2 incluant la ville de Saguenay

3 : excluant la ville de Québec

Une bonne partie de la population de la région maritime du Saint-Laurent est éloignée des grands centres économiques et dispersée le long du littoral. Dans ces communautés côtières plusieurs sont dévitalisées à cause d'une baisse démographique, de l'éloignement des marchés et de la dépendance aux ressources naturelles ou saisonnières et notamment, du déclin des pêches, du moratoire sur les pêches à la morue (1982) et de la crise forestière (2006)⁵. À elle seule, la région de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine constituée de 44 municipalités, ne compte pas moins de 28 municipalités qui sont considérées comme dévitalisées et qui sont habitées par 47 % de la population régionale⁶. Si les autres régions sont dans un contexte socio-économique stable, cette dernière région a vu sa population décroître de 13 % entre 1996 et 2011⁷.

ii. Impacts appréhendés des changements climatiques

Avec le réchauffement accéléré des températures, il est anticipé que le niveau relatif de la mer sera en hausse, que le régime hydrologique ainsi que celui des tempêtes et des glaces sera modifié et que la température et l'acidification des eaux de mer sera en augmentation (tableau 2). Toutes ces modifications du régime côtier ont des impacts directs et cumulatifs qui engendrent des changements graduels et événementiels sur l'environnement côtier et aux activités socio-économiques qui lui sont associées (tableau 2).

4 http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/organisation_municipale/decret_population/decret_population.xls

5 Gouv. du Québec. 2013. p 13

6 *ibid*, p.15

7 *ibid*, p.16

Tableau 2 : Sommaire des impacts associés aux changements climatiques dans l'environnement maritime (modifié de DHI, 2011)

<i>Impacts des CC sur les zones côtières</i>	<i>Impacts secondaires</i>	<i>Impacts cumulatifs potentiels</i>	
		<i>Type</i>	<i>Taux de changement</i>
Augmentation de la température de l'eau de mer	Changement dans les écosystèmes Stress à la faune marine Diminution des couvertures de glace Expansion thermique de l'eau	Perte d'habitat Perte de services écologiques Changement dans la distribution des espèces (faune et flore) Allongement de la saison d'érosion	Graduel
Augmentation du niveau relatif de la mer	Submersion graduelle des zones côtières	Inondation des basses-terres Perte de marais intertidaux (coastal squeeze)	Graduel selon la région et événementiel lors des tempêtes
	Élévation des nappes d'eau souterraines en zones littorales	Inondation des zones des basses-terres	Graduel selon la région côtière
	Perturbation des estuaires	Changements dans les marais intertidaux lagunaires Érosion ou disparition des marais Modification des deltas de flots et jusants et de la dynamique fluviale	Pertes graduelles ou migration potentielles des marais si possible
	Expansion verticale et latérale de l'influence des marées dans les estuaires	Intrusion saline dans les nappes d'eau Érosion des berges	Graduel le long des côtes
Changement dans le régime des tempêtes	Surcote et décote de tempête ou onde de crue	Submersion marine et déferlement et franchissement	Graduel le long des côtes
	Amplitude des vagues	Impacts sur le transport littoral (érosion ou accrétion)	
	Changements dans les directions des vents et des vagues	Changement dans le transport littoral (érosion ou accrétion des plages)	
Changement dans le régime hydrique	Augmentation des apports de sédiments à la côte par érosion et ruissellement	Modification des côtes et des embouchures (érosion ou accrétion, déplacement des deltas de flot et jusant)	Graduel et événementiel
	Augmentation des apports de nutriments aux eaux côtières	Eutrophisation et épisode de cyanobactéries	Graduel et événementiel
Augmentation de l'acidification des eaux	Stress à la faune et à la flore marine	Changement aux populations fauniques et floristiques décroissance des populations, mortalité	Graduel

Région maritime nordique

Contrairement à la région maritime du Saint-Laurent, qui est affectée par le rehaussement du niveau de la mer, les zones côtières nordiques, toujours sous l'influence du rebond isostatique associé à la fonte de l'importante calotte, présentent des côtes en émergence, limitant les problématiques de submersion marine. En revanche, l'érosion de berges le long des côtes meubles et la dégradation du pergélisol est préoccupante. De plus, les impacts des CC auront des conséquences, actuellement mal connues, sur les écosystèmes côtiers qui verront la température de l'eau s'accroître, la salinité se modifier et plusieurs constituantes de base de l'écosystème maritime seront ainsi profondément affectés, entraînant des incidences probablement considérables sur la faune aviaire (sauvagine) et marine, particulièrement sur les mammifères marins. Ces changements déjà perceptibles ont des conséquences majeures sur le mode de vie des Inuits et des Cris qui tirent une partie de leur subsistance de la chasse et de la pêche sur ces mers, notamment en hiver.

Opportunités potentielles associées aux CC

Avec l'ouverture de plus en plus précoce des banquises s'ouvre la perspective d'un développement d'une industrie maritime importante pouvant exploiter ces mers durant une plus longue période de l'année. Cette nouvelle opportunité qui pourrait faciliter le développement des industries fondées sur les ressources de ce vaste territoire nordique, notamment de l'industrie minière (Plan Nord) et de l'industrie touristique (croisiéristes) pourrait engendrer le développement de complexes portuaires qui exigeront de meilleures connaissances en matière d'océanographie, de climatologie et des conditions environnementales côtières. Le détroit d'Hudson, par exemple, pourrait avant longtemps devenir une route de plus en plus fréquentée par les pétroliers et minéraliers, reliant des ports arctiques ou des ports de la Baie d'Hudson tel que celui de Churchill.

L'importance d'acquérir des connaissances pour les projets d'explorations gazières et pétrolières

Au cours des dernières années, la mise à jour de gisements pétroliers dans le golfe et le renforcement des projets d'exploration a suscité d'importantes inquiétudes auprès des communautés côtières et des environnementalistes qui ont mené le Gouvernement du Québec à imposer un moratoire (1998) interdisant tout forage pétrolier et gazier dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent afin de se donner le temps d'évaluer les conséquences environnementales potentielles. Dans ce contexte, une évaluation stratégique a été commandée et le rapport a été déposé en 2013⁸. Le Rapport de l'Évaluation environnementale stratégique sur la mise en valeur des hydrocarbures dans les bassins d'Anticosti, de Madeleine et de la Baie des Chaleurs (EES2) souligne l'insuffisance de l'information disponible sur les ressources exploitables dans le golfe du Saint-Laurent ainsi que sur les risques liés à cette exploitation⁹. Dans ce contexte, il apparaît urgent que les connaissances sur les conséquences des changements climatiques se développent pour appuyer les éventuelles évaluations environnementales et ce particulièrement dans la perspective que d'éventuels projets d'exploration et d'exploitation ne puissent démarrer que dans quelques décennies.

Région maritime du Saint-Laurent

L'influence des changements climatiques est perceptible et mesurable et s'avère prépondérante dans les dynamiques côtières de la région maritime du Saint-Laurent. Depuis 2003, Ouranos avec ses partenaires étudie ces différents paramètres en relation directe avec l'évolution mesurée des processus côtiers, responsables de l'érosion littorale et des problématiques de submersion. Les conditions océanographiques et les processus géomorphologiques côtiers, fortement influencés par le climat, montrent des changements importants depuis plus d'une décennie.

Des risques côtiers grandissants

Malgré les incidences importantes des événements de tempêtes de la dernière décennie et le recul des berges, l'attrait du littoral incite les populations à occuper les zones côtières. Dans ce contexte, la planification urbaine en zone côtière présente un défi majeur puisque cette zone deviendra de moins en moins sécuritaire et propice à l'occupation humaine dans un contexte de haussement du niveau de la mer et d'un accroissement des risques littoraux (tempêtes, vagues déferlantes, submersion marine, poussées glacielles, érosion des berges, intrusion saline dans les sols, etc.). À elle seule, la hausse du niveau moyen des océans, estimée à environ 0,3 à 0,85 m d'ici 2100¹⁰, mais qui pourrait facilement atteindre au-delà d'un mètre¹¹, augmentera le risque de submersion des terres basses qui concernent plus de 43% des zones côtières

8 Lanoue, R., Mousseau, N. 2014.

9 GÉNIVAR. 2010

10 GIEC. 2013

11 Vermeer and Rahmstorf. 2009; Jevrejeva, S. et al., 2012; Rahmstorf, S. 2012

dans les régions de l'Est du Québec, notamment le Bas-Saint-Laurent, la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine. De plus, l'érosion des berges risque fort de s'accroître dans la plupart des régions du golfe en réponse à la hausse du niveau marin, à la réduction de la saison de glaces de mer, aux redoux hivernaux et aux pluies hivernales plus fréquentes¹².

Des écosystèmes fragilisés

Les inventaires réalisés au cours des dernières années démontrent que les écosystèmes côtiers sont déjà menacés par la submersion marine et par des taux d'érosion accrus. Avec le rehaussement du niveau marin, la disparition des glaces, les changements des conditions de température de l'eau, de salinité, d'oxygène dissous et du régime des glaces côtières la dégradation de ces écosystèmes naturels sera d'autant plus sévère. De plus, la gestion des ressources et des milieux naturels doit désormais être abordée en regard des risques pour la santé publique compte tenu des impacts anticipés des CC sur les habitats côtiers, qui affecteront la qualité d'eau, l'émergence d'espèces envahissantes et de contaminants (par des algues toxiques) et des perturbations de la chaîne trophique qui pourraient avoir des conséquences sur des ressources utilisées (sauvagine, mollusques, végétation). Enfin, les milieux naturels exposés aux agents marins, tels que les marais intertidaux, les plages, les flèches et marais des barachois, qui sont particulièrement vulnérables dans un contexte de changement climatique, pourraient disparaître graduellement dans les prochaines années si aucune mesure de planification n'est implantée pour veiller à leur protection.

Vers un renforcement d'une résilience côtière

Le défi principal lié aux CC pour la région maritime du Saint-Laurent consiste à concilier un développement durable des communautés côtières tout en renforçant leur résilience aux problématiques d'érosion et de submersion marine. Face à ces problématiques, les approches privilégiées, jusqu'à maintenant, ont été de réagir au lendemain des tempêtes par la mise en place d'ouvrages de défense, essentiellement des empierrements, généralement réalisés sans réelle planification. Ainsi aujourd'hui, la majorité des zones bâties et les portions de routes bordant le fleuve sont ceinturées par des kilomètres d'empierrements et de murs qui ralentissent le recul de berges, mais accélèrent la dégradation des environnements côtiers, perturbent les fragiles équilibres écosystémiques et contribuent à l'enlaidissant et à la banalisation des paysages maritimes pourtant si névralgiques pour certaines régions. À cet égard, pour la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine, l'industrie touristique représente le deuxième secteur d'emploi sur lequel on compte pour relancer la vitalité économique¹³. D'ailleurs, le Gouvernement du Québec déposait en mars 2014 une Stratégie de mise en valeur du Saint-Laurent touristique 2014-2020 qui vise essentiellement le renouvellement de l'offre touristique en tablant notamment sur le tourisme de nature et d'aventure et sur la mise en valeur des panoramas des corridors routiers. Dans ce contexte, il est urgent de doter les municipalités d'outils d'appréciation des risques littoraux afin de planifier la gestion de leur territoire en prenant compte les CC. Cela implique une réévaluation des risques côtiers et de nouvelles méthodes de gestion de ces risques pour les communautés riveraines.

iii. Historique du programme

L'érosion des berges, une problématique endémique

La problématique de l'érosion des berges du Saint-Laurent constitue une problématique récurrente et endémique dans l'Est du Québec. Au gré des tempêtes maritimes, le recul des berges a justifié des travaux d'urgence pour protéger des infrastructures ou des bâtiments qui ont été généralement réalisés sans de réelles études de site. Les premières études d'ensemble relatives à cette problématique remontent à plus de quarante ans et visaient une première reconnaissance des côtes et un inventaire des zones affectées par l'érosion des berges¹⁴. Toutefois ce n'est qu'au début des années 2000 que s'amorcent les premières études visant une compréhension des processus d'érosion qui ne sont plus perçus comme des phénomènes épisodiques, mais faisant partie intégrante des dynamiques côtières avec lesquelles il faut composer¹⁵.

Programmes gouvernementaux de cartographie des risques côtiers et émergence d'une gestion intégrée

En 2000, cinq ministères de la région de la Côte-Nord (MSP, MTQ, MDDELCC, MRN et MAMOT), associés à la Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, dans le cadre d'une entente spécifique, ont convenu de réaliser un programme de cartographie du littoral établi sur quatre ans. Ce programme a permis la réalisation d'un atlas cartographique

12 Savard et al. 2008 ; Bernatchez et al. 2008

13 Tourisme Québec. 2014. p 18

14 Ministère des travaux publics du Canada 1972

15 Dubois, J.M.M. et al. 2005

portant sur une caractérisation des côtes, une analyse de la dynamique côtière et d'un zonage des risques assortis de propositions d'intervention¹⁶. Cette étude déposée aux autorités en 2005 a fait l'objet d'une importante diffusion auprès des communautés côtières et suscita, auprès du gouvernement du Québec, le développement du Cadre de prévention des principaux risques naturels adopté en 2006. Ce cadre de prévention et l'apport financier du Plan d'action sur les changements climatiques du gouvernement du Québec ont permis de poursuivre les travaux de caractérisation des côtes notamment grâce à la création d'une Chaire de recherche en géoscience côtière à l'UQAR¹⁷.

La première phase (2001-2008) du programme maritime d'Ouranos

Dans la foulée des chantiers menés par le gouvernement du Québec, le programme maritime d'Ouranos s'est développé dès 2003, d'abord pour apporter des connaissances précieuses sur l'influence des facteurs climatiques agissant directement sur les processus d'érosion, en abordant les thèmes relatifs au niveau d'eau, au régime des glaces de mer, aux cycles gel-dégel et au climat des tempêtes.

Cette première phase a vu la réalisation de plusieurs études sectorielles et régionales qui ont permis de dégager certaines tendances relativement aux niveaux d'eau, aux glaces de mer, aux cycles gel-dégel et au régime de tempêtes (voir la description des projets en annexe 1). Directement intégré dans l'ensemble des démarches gouvernementales entreprises avec les communautés côtières les plus affectées, Ouranos s'est impliqué dans des études de cas visant une meilleure compréhension des dynamiques côtières et des possibles évolutions sous les nouvelles conditions climatologiques. L'originalité de ces études de cas reposait sur une approche participative impliquant les principaux acteurs des communautés et des ministères gouvernementaux visés. Ceci a favorisé l'acquisition de bonnes connaissances des processus et un transfert de connaissance vers les acteurs de l'adaptation en matière de processus d'érosion, d'une compréhension dynamique et systémique du littoral, mais surtout d'aborder les réelles problématiques de gestion côtière afin d'envisager des options d'adaptation pertinentes et réalisables en fonction des territoires étudiés. Des mesures d'adaptation pour les trois sites témoins ont été proposées et des actions ont été entreprises pour mettre en œuvre certains projets¹⁸. Dans les villes de Sept-Îles et des Îles-de-la-Madeleine, plusieurs communications publiques ont été tenues pour sensibiliser les citoyens des travaux menés.

La deuxième phase (2009-2013)

La deuxième phase du programme maritime a permis de poursuivre les études sur le régime des glaces et notamment du régime des vagues et des surcotes à l'échelle du golfe Saint-Laurent (voir annexe 2). Par ailleurs, dans le cadre d'un programme de recherche du ministère des Transports du Québec sur la vulnérabilité des infrastructures portuaires au Nunavik, financé par le PACC 2006-2012, Ouranos a participé activement au développement de connaissances relatives aux régimes des glaces et des tempêtes, des ondes de tempêtes (surcotes et décotes, niveaux d'eau extrêmes) et aux régimes des vagues dans la baie d'Hudson, le détroit d'Hudson et le golfe du Saint-Laurent.

La troisième phase (2014-2020) : vers une gestion adaptative et intégrée des zones côtières

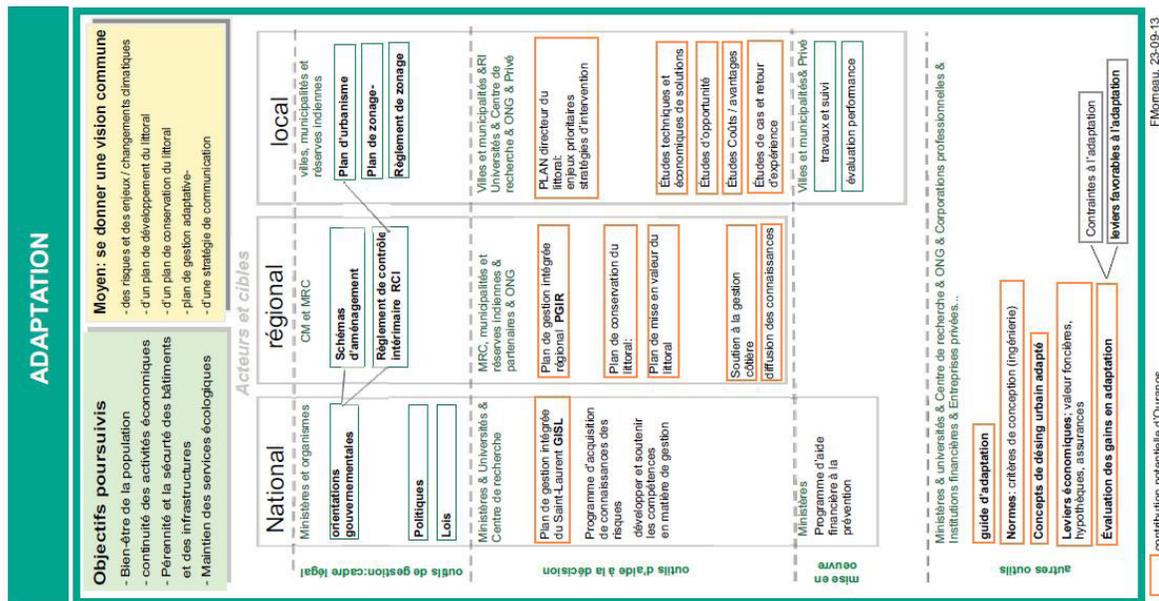
La troisième phase du programme maritime vise une gestion adaptative et intégrée des zones côtières qui s'articule autour de trois composantes : l'analyse des contextes, l'analyse des risques et des enjeux et l'adaptation (figure 2). Le concept de *gestion adaptative* s'impose en raison de la nécessité de s'ajuster aux connaissances d'évolution régulièrement évaluées et corrigées à mesure que les conditions climatiques et socio-économiques évoluent. Ce mode de gestion s'appuie sur plusieurs principes d'actions tels que la promotion de l'innovation et de leur transfert aux agents de la planification à long terme, le choix de mesures *sans ou à faibles regrets*¹⁹, le recours au dialogue entre les principaux acteurs de ces milieux selon une approche de subsidiarité et une prise en compte réelles des connaissances par les autorités locales et régionales. Concrètement, cette gestion adaptative impose une approche évolutive où, selon le *principe de précaution*, l'incertitude ne devrait pas constituer un frein pour adopter des mesures. De plus, la gestion adaptative requiert d'importants ajustements dans l'approche de planification et de mise en œuvre de solutions d'adaptation qui au nom d'une durabilité des ouvrages mènent à des solutions lourdes, peu ajustables dans le temps et qui fixent des choix irrémédiables pour l'avenir des communautés.

16 Ibid

17 http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inter_action/2013/inter-action_vol4_no2_automne2013.pdf

18 Savard et al., 2008

19 Une mesure de «sans ou à faible regret» correspond à une action qui est rentable et utile en soi, ou quelle que soit l'amplitude du réchauffement et le seraient même parfois sans réchauffement.



F.Morneau, 23-09-13

contribution potentielle d'Ouranos

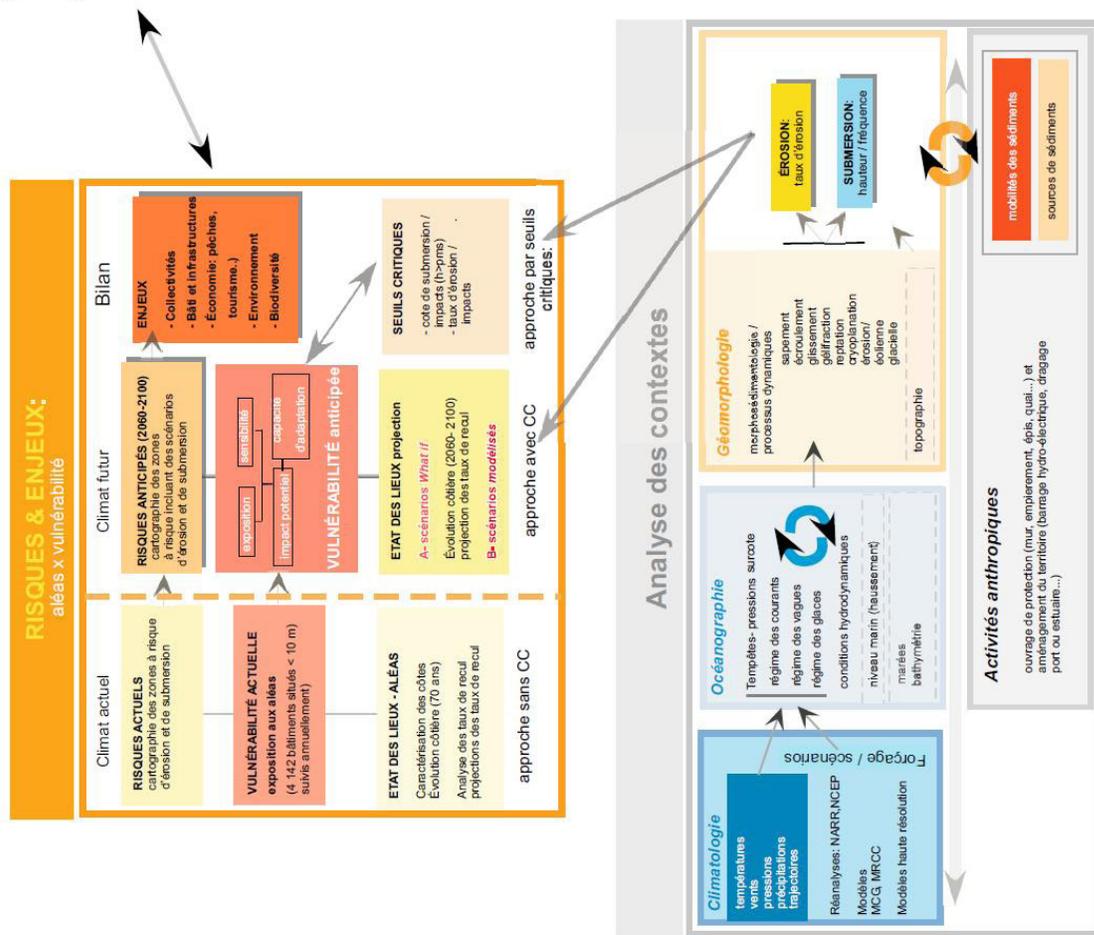


Figure 2: Structure du programme environnement maritime

OBJECTIFS DU PROGRAMME

i. Objectif général

La programmation 2014-2020 vise une *gestion adaptative et intégrée* des zones côtières en appuyant les autorités gouvernementales et régionales à la mise en œuvre de politiques et de mesures flexibles reposant sur une prise en compte effective des connaissances scientifiques relatives aux impacts des changements climatiques.

ii. Objectifs spécifiques

- Poursuivre le développement de la connaissance sur les processus, les agents et les enjeux et d'établir un bilan de leur évolution à l'échelle du Québec maritime dans le but d'orienter les activités à venir;
- Assurer la diffusion des connaissances les plus actuelles auprès des acteurs œuvrant dans la planification du territoire afin d'encourager et faciliter l'adaptation aux CC;
- Regrouper les chercheurs et acteurs œuvrant dans la planification du territoire dans le but de mettre en commun leurs expertises et leurs travaux respectifs afin de favoriser des échanges et des connaissances pour étudier les contraintes à l'application de mesures d'adaptions.

STRUCTURE DU PROGRAMME

i. Axes de recherche du programme

Dans la poursuite des objectifs ci-dessus, le programme Environnement maritime repose sur 5 axes qui guident ses activités :

- Le développement des connaissances sur les processus et les agents;
- La pérennité des infrastructures et la sécurité du cadre bâti;
- Le maintien des services écologiques rendus par les écosystèmes;
- Le renforcement de la résilience des collectivités côtières;
- La diffusion de la connaissance et le réseautage.

AXE 1 : Le développement des connaissances sur les processus et les agents

Le premier axe, qui constitue une démarche de recherche & développement (R & D), vise la compréhension des interactions entre les facteurs de la climatologie, de l'océanographie, de la géomorphologie et des impacts des activités anthropiques qui interagissent dans les processus dynamiques d'érosion et de submersion marine. Bien que des progrès appréciables aient été réalisés en ce qui concerne l'étude de l'impact des changements climatiques sur les niveaux d'eau (surcotes et rehaussement du niveau marin), les vagues, les glaces de mer et l'érosion de falaises meubles, il reste encore beaucoup de travail pour comprendre l'évolution des processus dans l'analyse des risques et des vulnérabilités.

Les nouvelles simulations du climat à Ouranos, à des échelles de plus en plus précises, permettent d'approfondir et de préciser les conséquences des facteurs climatiques sur les processus d'érosion d'une façon plus spécifique à l'échelle régionale. Une attention particulière devra être portée sur les niveaux d'eau anticipés selon des courbes eustatiques régionales afin d'établir pour certaines régions maritimes des seuils d'alertes et des horizons de temps où les risques pour la sécurité des communautés seront plus accentués²⁰. Considérant que plus de 43 % des communautés gaspésiennes et du Bas-Saint-Laurent sont déjà très vulnérables aux processus de submersion, on peut se demander à quel moment les risques seront de moins en moins acceptables²¹. C'est pourquoi les études sur ce thème doivent se poursuivre rapidement et s'appuyer sur des courbes régionales de hausses marines anticipées. Une nouvelle génération de données sur le rehaussement marin relatif du golfe du Saint-Laurent a été produite de même qu'une modélisation détaillée des ondes de tempêtes en climat futur. Cependant, il reste à examiner l'effet combiné de ces deux facteurs sur les risques de niveaux extrêmes futurs. Une étude sur le régime des vagues futures a été complétée, mais le calcul des risques combinés des niveaux élevés et de fortes vagues restent à venir.

Actuellement, le Québec ne dispose pas d'un modèle d'inondation des terres basses sous conditions futures comme cela existe dans les provinces maritimes. Un tel modèle permettrait d'intégrer les risques liés aux niveaux extrêmes et aux vagues en climat futur en incluant le jet de rive « wave run-up » et d'autres facteurs afin de les comparer aux risques actuels. Ces outils permettent de produire des cartes et des vidéos qui sont de très bons outils intégrés de transmission de la connaissance vers les décideurs et les communautés visées.

Moyens privilégiés

- Poursuivre les études sur l'évolution des régimes de tempêtes, des vagues et de leurs influences sur les processus d'érosion et de submersion;
- Soutenir le développement d'un modèle de submersion afin de mieux anticiper les impacts potentiels sur les côtes;
- Comprendre le rôle de la glace côtière (pied de glace) et évaluer les impacts de leur réduction voire leur disparition sur les zones côtières (habitats, rôle sur le déficit sédimentaire des plages, effets sur la submersion et l'érosion);
- Établir des courbes régionales du haussement marin appréhendé sur les côtes selon divers scénarios.

AXE 2 : La pérennité des infrastructures et la sécurité du cadre bâti

Le deuxième axe s'intéresse aux impacts des processus sur les infrastructures et le cadre bâti. Afin d'assurer leur pérennité et leur sécurité l'intégration des connaissances sur les processus dans une analyse de risque demeure cruciale dans

20 Le relèvement isostatique se poursuit notamment sur la Côte-Nord et en amont. Toutefois, les régions de la Baie des Chaleurs et des Îles-de-la-Madeleine sont en subsidence. Ainsi, couplés à un relèvement du niveau moyen des mers, selon la région, les phénomènes peuvent s'additionner comme se soustraire.

21 La submersion affecte 66 % des zones côtières pour le Bas-St-Laurent et 39 % pour la Gaspésie, 70 % pour les îles. 43 % est pour l'est du Québec (incluant la Côte-Nord). Source : Chaire de recherche en géoscience côtière (2014).

un contexte de CC. En ce sens l'analyse spatiale s'avère essentielle afin d'établir des bilans des risques et des enjeux appréhendés. Sur la base de ces documents, il est reconnu qu'ils soutiennent les efforts d'une prise en compte des CC dans la planification du territoire²².

Moyen privilégié

- Évaluer la vulnérabilité à l'échelle des régions maritimes du Québec.

AXE 3 : Le maintien des services écologiques rendus par les écosystèmes

Les écosystèmes côtiers fournissent une panoplie de services écologiques qui permettent de les considérer comme puits de ressources indispensables au maintien de la qualité de vie des collectivités. Parmi l'ensemble des services écologiques rendus par les écosystèmes côtiers, notamment les marais maritimes, ils atténuent les effets des CC en agissant comme puits de carbone contribuant à réduire les gaz à effet de serre et ils assurent la pérennité des infrastructures et la sécurité du cadre bâti en constituant des zones tampons qui atténuent l'énergie des vagues. Bien qu'il est reconnu que la hausse du niveau de la mer et l'urbanisation croissante le long des côtes puissent contribuer voire, susciter une disparition des écosystèmes côtiers et des services écologiques offerts, il n'en demeure pas moins que les connaissances actuelles relatives à ces impacts restent embryonnaires. Les résultats d'une étude en cours dressent un portrait préoccupant de l'impact de CC et des activités humaines sur les écosystèmes côtiers du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent d'ici 2060 (voir annexe 2, projet écosystèmes côtiers). Dans ce contexte, il apparaît urgent que les acteurs du développement du territoire reconnaissent que le maintien de la biodiversité requiert non seulement une bonne compréhension des processus côtiers et des impacts des activités humaines sur les écosystèmes ainsi que de l'importance de maintenir et préserver ces écosystèmes afin conserver les bénéfices environnementaux et économiques qu'ils contribuent dans le soutien des communautés.

Moyens privilégiés

- Dresser un bilan des enjeux en matière de pertes/gains potentiels des écosystèmes associés aux changements climatiques;
- Établir un bilan des pertes anticipées des services écologiques;
- Promouvoir le développement d'un plan d'action résilient aux CC visant la conservation des écosystèmes côtiers qui présente une résilience aux CC.

AXE 4 : Le renforcement de la résilience des collectivités côtières

Fort de ces bilans, des objectifs d'adaptation peuvent être établis et soutenir une vision de développement et de conservation des zones côtières. Dans cette perspective, bien que de la recherche scientifique ciblée soit toujours requise, le renforcement de la résilience des collectivités côtières consiste essentiellement à une démarche d'accompagnement, qui vise à appuyer les autorités gouvernementales et régionales et les communautés dans le transfert de connaissances des enjeux et dans le développement d'une perspective d'aménagement du territoire. Cette perspective d'aménagement devrait être soucieuse de considérer les incidences des changements climatiques non plus seulement comme des éléments de contraintes, mais aussi comme des opportunités potentielles.

La mise en œuvre de l'adaptation s'appuie non seulement sur les connaissances scientifiques disponibles, mais elle s'effectue dans un cadre institutionnel, juridique et politique qui détermine en grande partie la qualité de cette adaptation. Ce processus comprend un nombre considérable de démarches politiques, économiques et financières, sociales, environnementales, juridiques, normatives, réglementaires et parfois, législatives. Cette partie de la démarche vers l'adaptation est mal connue et des études basées sur des cas types constituent une opportunité pour identifier les facteurs qui font obstacle à l'adaptation et les modes d'opération qui permettraient de faciliter la mise en œuvre de l'adaptation. De plus, les expériences récentes et en cours en matière d'exercice de planification auprès des communautés prenant en compte les impacts appréhendés des CC sur leur environnement permettent d'identifier des freins importants aux approches adaptatives. Il s'avère essentiel dans la perspective d'une gestion adaptative, de s'intéresser aux mécanismes de mise en œuvre de solutions durables et évolutives qui soulèvent de nombreuses problématiques d'ordre financier, légal, professionnel, étique et d'équité.

22 Si au cours de la dernière décennie, la réalisation d'inventaires des littoraux et des cartographies des risques littoraux, produite par la Chaire en géosciences côtières de l'UQAR, ont mené à des outils de gestion de plus en plus performants sur lesquels certaines communautés côtières ont pu appuyer leurs réglementations spécifiques régissant le développement en zones côtières, il demeure que la problématique de la submersion marine n'est toujours pas directement prise en compte.

Moyens privilégiés

- Appuyer la gestion intégrée des zones côtières notamment par le soutien aux ajustements règlementaires et d'outils de zonages et par des collaborations aux exercices de planification (plan de gestion intégrée, plan d'adaptation, plan de mise en valeur, etc.);
- Soutenir le développement de nouveaux modes d'adaptation en matière d'aménagement du territoire par l'évaluation technique, environnementale et économique de solutions d'adaptation et d'outils d'aide à la décision (ex. analyse coûts / avantages);
- Développer la connaissance sur le processus d'adaptation lui-même lorsque les étapes préalables sont déjà complétées (évaluation de risque, impact et vulnérabilité et transfert de connaissance, études avantage coûts et concertation des acteurs);
- Développer des critères et des indicateurs pour évaluer le progrès en matière de gestion adaptative des zones côtières et maritimes;
- Évaluer le cadre institutionnel existant afin de renforcer la capacité des décideurs d'atteindre les objectifs de gestion adaptative même lorsque le cadre établi est réfractaire aux nouvelles approches et aux méthodes innovantes.

AXE 5 : La diffusion de la connaissance et le réseautage

L'atteinte d'une bonne gestion adaptative des zones côtières s'appuie sur une compréhension des impacts des CC par les acteurs œuvrant dans la planification du territoire. En ce sens la diffusion des connaissances demeure cruciale. Elle permet, en intégrant les connaissances scientifiques au processus décisionnel afin de soutenir les décideurs à faire des choix éclairés. Bien que la diffusion de la connaissance peut s'effectuer de différentes façons, l'approche intégrée participative sera privilégiée afin que les outils qui seront développés répondent avant tout aux besoins des utilisateurs.

Moyens privilégiés

- Assurer la diffusion des connaissances auprès des partenaires et des usagers notamment des firmes-conseils par le développement ou le soutien au développement, par exemple, de guides, de recueils de normes, de critères de conception, d'atlas, de portails, etc. qui auront fait l'objet de consensus auprès des principaux acteurs;
- Collaborer avec les organisations responsables de la formation des professionnels œuvrant en milieu côtier (aménagistes, ingénieurs, biologistes, etc.) afin qu'ils intègrent dans leur travail les connaissances concernant les impacts appréhendés, les vulnérabilités, les options d'adaptation aux CC et la gestion adaptative;
- Favoriser les échanges de connaissances et d'expériences avec des partenaires régionaux et des centres de recherches, au niveau canadien et au niveau international;
- Valoriser les travaux scientifiques par l'entremise de communications scientifiques;
- Documenter les approches réalisées de la recherche-action.

ii. Priorités du programme

Depuis quelques années plusieurs études ont été réalisées sur différents thèmes associés à l'impact des changements climatiques (figure 3). À partir de ces connaissances, le tableau 3 illustre les thématiques en lien avec les axes de recherche qui devraient être abordées dans le prochain programme. Toutefois dans un contexte où les ressources financières peuvent être limitées, des thématiques devront être privilégiées.

- En matière de développement des connaissances au niveau des impacts et des enjeux, les travaux relatifs au niveau d'eau, notamment aux problématiques associées aux ondes de crue et à la submersion marine, devront être priorités. Une meilleure anticipation des scénarios du relèvement du niveau de la mer pour différentes régions du Québec maritime doit être réalisée. Sur ces connaissances des modèles de submersion et éventuellement des outils cartographiques devront être développés afin d'appuyer des scénarios d'adaptation.
- Les travaux concernant l'adaptation aux changements climatiques devraient prendre une plus large place dans ce programme. Bien que les connaissances actuelles permettent de cibler des secteurs pour des projets d'adaptation, ceux-ci devraient répondre aux besoins du milieu. En ce sens, la stratégie considérera prioritairement les études régionales intégratives, visant une approche participative des acteurs du milieu. Une attention particulière sera portée aux régions côtières d'importances stratégiques (infrastructures de transport, zone urbanisée, écosystèmes sensibles).

Impact et Adaptation		Division	
		MARIN	CÔTIER
		Intertidal	Terrestre
Analyse des contextes	Tempête	Changement sur le régime des tempêtes ^(4, 33) Changement sur le régime hydrodynamique ^(33, 47)	Variation des niveaux d'eau, surcotes, jets de rive ^(33, 47)
	Niveau de la mer	Variation du niveau de la mer ^(45, 47, 49)	
	Glace	Changement sur le régime des glaces de mer ⁽³⁸⁾	Changement sur le régime des glaces de rive ⁽³⁷⁾
	Processus et aléas côtiers	Changement aléas côtiers (érosion, submersion, cycles gel-dégel) ^(4, 5, 6, 10, 32) Changement sur le régime hydrologique	
Enjeux	Environnemental et socio-économique	Dommages aux infrastructures ^(4, 10, 32)	
		Dégradation des écosystèmes et des services écologiques offerts	
		Dégradation des attraits touristiques	
		Diminution de la qualité de l'eau potable (invasion saline)	
Adaptation	Gestion intégrée Et adaptative	Transfert de connaissances et réseautage ^(4, 5, 6, 10, 23, 32)	
		Outils d'aide à la prise de décision ⁽¹⁰⁾	
		Identification de mesures d'adaptation ^(10, 17, 23, 26, 27, 28, 31)	
		Leviers économiques	

(réf.) : Études réalisées (voir bibliographie)

Figure 3 : Thématiques étudiées et susceptibles d'être étudiées dans le cadre du programme Environnement maritime selon les divisions du Saint-Laurent

Tableau 3 : Thématiques abordées par le prochain programme selon les axes de recherche.

AXES	THÈMES	ÉTUDES RÉALISÉES	SOUS-THÈMES À PRIORISER	OBJECTIFS VISÉS	
Analyse des contextes	Le développement des connaissances sur les processus et les agents	Tempête	Changement sur le régime des tempêtes et hydrodynamique (4, 33, 47)	Vague Jet de rive Surcote	Évaluer leur impact sur les enjeux
		Niveau de la mer	Variation du niveau de la mer (45, 47, 49)	Haussement marin	Établir des courbes régionales des niveaux d'eau (influences eustatiques et isostatiques)
		Glace	Changement sur le régime des glaces de mer et glaces de rive (37, 38)	Influence du pied de glace sur l'érosion	Évaluer l'impact de leur mobilité
		Processus et aléas	Aléas, érosion et cycles gel-dégel (4, 5, 6, 10, 32)	Submersion	Évaluer leur impact sur les enjeux
Enjeux	Le maintien des services écologiques rendus par les écosystèmes et La pérennité des infrastructures et la sécurité du cadre bâti	Écosystèmes		Perte des écosystèmes et des services écologiques offerts	Évaluer leur sensibilité aux CC
		Infrastructures et cadre bâti	Vulnérabilité des infrastructures et du cadre bâti (4, 10, 32)	Secteurs déstructurés et dommages aux infrastructures	Évaluer leur vulnérabilité
		Attraits touristiques		Détérioration des attraits	Évaluer leur vulnérabilité
		Qualité de l'eau		Intrusion saline	Évaluer l'impact de l'intrusion saline sur la qualité de l'eau potable
Adaptation	La diffusion de la connaissance et Le renforcement de la résilience des collectivités	Transfert de connaissances et réseautage	Rapports de recherche, articles scientifiques (4, 5, 6, 10, 23, 32)	Diffusion de la connaissance	Assurer la diffusion de la connaissance
		Outils d'aide à la prise de décision	Recueil cartographique (10)	Intégration des outils	Co-construction des outils avec les usagers
		Identification de mesures d'adaptation	Étude d'impact, étude de risque, évaluation environnementale (10, 17, 23, 26, 27, 28, 31)	études régionales intégratives, visant une approche participative	Favoriser un aménagement du territoire résilient aux CC
		Leviers économiques		Assurance, hypothèque, taxes	Promouvoir comme leviers de réduction de la vulnérabilité

(réf.) : Études réalisées (voir bibliographie)

APPROCHES ET STRATÉGIES DE RÉALISATION

i. Leviers péconisés

Sur la base des connaissances acquises au cours de la dernière décennie, le véritable défi consistera essentiellement à se doter d'une vision d'avenir pour ces communautés côtières dont plusieurs sont déjà accablées par une dévitalisation économique qui se traduit notamment par une décroissance de leurs populations au profit des villes centres. L'adaptation aux incidences des changements climatiques pourrait constituer une opportunité pour ces communautés d'envisager leur perspective de développement en préconisant des choix durables en matière d'aménagement, d'exploitation des ressources et d'adaptation aux CC. En ce sens plusieurs leviers d'adaptation seront préconisés :

- L'information et la sensibilisation des acteurs de la gestion côtière;
- La coordination entre experts ainsi que les échanges entre les autorités publiques et communautés;
- L'optimisation des outils et des approches de gestion (systèmes opérationnels, outils d'analyse, gestion intégrée, etc.);
- La planification d'ouvrage de protection ou leur remplacement par d'autres mesures innovantes;
- La planification de l'aménagement du territoire durable;
- La mise à jour de cadres législatifs et réglementaires;
- Une refonte de politique de la protection des rives, du littoral et des plaines inondables fondée sur une véritable prise en compte des CC et de leur impact sur les écosystèmes côtiers, sur le développement en zone côtière et sur les perspectives à long terme.

Enfin, divers éléments de contexte organisationnel et d'orientations gouvernementales récentes peuvent favoriser une prise en compte des changements climatiques dans une perspective de gestion intégrée de la zone côtière au Québec. C'est en cohérence avec ce contexte et ces orientations (programmes, plans, stratégies, politiques, ententes, lois, etc.), présentés de façon non exhaustive au tableau 4, que les activités du programme Environnement maritime devront être développées.

Tableau 4 : Éléments de contexte et d'orientations gouvernementales à considérer pour le développement du programme Environnement maritime

<p>APPRÉCIATION DES RISQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plan d'action sur les changements climatiques - 20013-2020 (en attente) ○ Réseau de stations océaniques sur les niveaux d'eau (ISMER- MSP) ○ <i>Chaire en géosciences côtière UQAR</i> <p>ADAPTATION ET GESTION INTÉGRÉE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Politique nationale de l'eau (PNE) – 2002 ● Création des 40 zones de gestion intégrée par bassin versant (GIEBV) - 2009 ● Loi 27 affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection – 2009 <ul style="list-style-type: none"> ○ Gestion intégrée de l'eau par bassin versant ● Plan d'action Saint-Laurent – 2011-2026 <ul style="list-style-type: none"> ○ Gestion intégrée du Saint-Laurent GISL ○ Mise en place de Tables de concertation régionale TCR visant la gestion intégrée GISL 	<p>ADAPTATION ET L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Loi sur l'aménagement et l'urbanisme LAU ● Révision des orientations en aménagement du territoire ● Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables – 2005 ● Loi sur le développement durable <ul style="list-style-type: none"> • <i>Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013</i> • <i>Loi sur la sécurité civile 2001</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Développement de la connaissance des risques</i> • <i>Plans de sécurité civile</i> • <i>Politique de sécurité civile 2014</i> • <i>Cadre de prévention des principaux risques naturels 2014-2020 :</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Chaire en géosciences côtière UQAR</i> • <i>Chaire en génie maritime INRS</i> <p>STRATÉGIES ET POLITIQUES DE DÉVELOPPEMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Stratégie maritime 2014-2030 ● Stratégie d'intervention gouvernementale pour le développement de la région Gaspésie – Îles de la Madeleine 2013-2018 ● Stratégie de mise en valeur Saint-Laurent touristique 2014-2020 et plan d'action 2014-2017 ● Politique nationale de la ruralité 2014-2024 ● Politique nationale de la recherche et de l'innovation 2014-2019 ● Programme de soutien à la valorisation et au transfert (PSVT); Volet 2 - Soutien aux projets structurants de valorisation de transfert
---	---

ii. Approches privilégiées

L'interdisciplinarité entre les chercheurs

Dans le volet analyse des contextes et l'évaluation des impacts et des vulnérabilités, l'acquisition des connaissances se poursuivra selon l'approche de recherche universitaire classique, mais en tablant davantage sur des projets réalisés par des regroupements de chercheurs. La recherche d'une compréhension des interactions entre les différents phénomènes et processus, dynamiques (trajectoires de tempêtes, climat de vague, température, pressions, vents, glace, marées, courants marins), et les processus géomorphologiques (érosion/accrétion) requiert une interdisciplinarité de haut niveau couplée, à une réelle volonté d'intégration selon une approche systémique.

Le partenariat

En ce qui a trait aux enjeux concernant la biodiversité et la faune de l'environnement maritime québécois qui n'ont toujours pas fait l'objet d'étude jusqu'à ce jour à Ouranos, il apparaît opportun que des projets conjoints avec le programme ÉCOBIO soient initiés afin de poursuivre des travaux en cours sur les marais côtiers et sur les liens possibles entre la faune et les glaces de mer. À cet égard, des hypothèses préoccupantes concernant les incidences de l'augmentation des températures de l'eau en été du Saint-Laurent sur les modifications du régime des glaces de mer sur l'évolution des populations de mammifères marins notamment sont avancées. De plus, dans le contexte de la mise en place d'un programme d'acquisition des connaissances en océanographie et en biologie marine, au sein de la Direction du suivi de l'environnement au MDDELCC en vue d'assurer un suivi environnemental d'éventuels projets d'exploration pétrolière des fonds marins du golfe, des projets spécifiques en matière de modélisation pourraient être initiés.

Les études intégratives

Dans le volet adaptation, les approches privilégiées consisteront essentiellement à considérer prioritairement les études intégratives, dans la perspective de soutenir les acteurs gouvernementaux, régionaux et municipaux dans une meilleure compréhension des enjeux et le développement de mesures adaptatives. Les usagers, notamment les aménagistes et les élus, seront donc appelés à jouer un rôle important dans les étapes de développement et de mise en œuvre de ces projets, voire même, dans la prise en charge de certains projets.

La transversalité

La transversalité avec les autres programmes sera exploitée de façon marquée pour les projets pilotes en adaptation, notamment via l'apport de connaissances, d'outils et d'expertises provenant des autres programmes et par le partage d'objectifs communs. À cet égard, les études Analyses Coûts / Avantages (ACA) en démarrage dans l'est du Québec, constituent de formidables opportunités d'intégration et de transferts des connaissances pour les usagers, car elles requièrent une solide connaissance des risques et des enjeux, une anticipation des scénarios d'adaptation, de leurs impacts potentiels, des coûts d'implantation et d'entretien, des coûts sociétaux et environnementaux. Cinq régions côtières sont ciblées et l'approche participative des acteurs du milieu appuyés d'une solide équipe d'experts est requise. Par ailleurs, la réalisation de démarches d'adaptation s'avère une autre opportunité d'intégration et de transferts de connaissances scientifiques. En milieux côtiers, ces démarches d'adaptation pourraient bénéficier des contributions des programmes Bâti, Agriculture, Pêches et aquaculture commerciales, Écosystèmes et biodiversité, Ressources hydriques et éventuellement Risques naturels.

La création d'ateliers de travail sur des problématiques spécifiques

Par ailleurs, plusieurs projets de développement d'outils d'adaptation pourraient susciter la création d'ateliers de travail entre de nombreux partenaires afin de soutenir la réflexion quant au développement, par exemple, de critères de conception, de normes et de règles appuyant l'adaptation, de nouveaux concepts d'aménagement.

Le suivi des projets en cours

Enfin, conformément aux règles de gouvernance en vigueur à Ouranos, chaque projet sera suivi par un comité de suivi. Ce comité sera constitué de représentants d'usagers, de spécialistes non impliqués dans les projets et de membres du comité de programme. Ces rencontres permettront notamment d'assurer un suivi régulier de l'avancement des projets, d'ajuster si nécessaire pour répondre aux objectifs fixés et de favoriser le transfert des connaissances en cours de développement des projets.

PARTENAIRES / COLLABORATEURS

i. Comité de programme

a) Équipe de coordination

Le comité est ainsi composé dans une optique de multidisciplinarité. Il est coordonné par François Morneau, du ministère de la Sécurité publique et secondé par Jean-Pierre Savard, d'Ouranos, qui agit à titre de coordonnateur scientifique du programme.

b) Membres consultatifs

Les membres consultatifs du comité de programme sont nommés à la fois pour leurs domaines d'expertise et à titre de représentants d'organismes (ministères, associations, universités, OBNL) et de secteurs d'activités.

Organisations membres du comité de programme (voir la liste des répondants en annexe 3):

- Ministère de la Sécurité publique
- Ministère des Transports
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la lutte aux changements climatiques (MDDELCC), Bureau des changements climatiques
- MDDELCC, Direction des politiques de l'eau
- MDDELCC, Centre d'expertise hydrique du Québec
- Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du Territoire (MAMOT)
- Ministère des Pêches et Océans Canada (MPO), Ports pour petits bateaux (PPB)
- Ministère des Pêches et Océans Canada (MPO) & Institut des sciences de la mer (ISMER)
- Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC)
- Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador (IDDPNQL)
- Université du Québec à Rimouski (UQAR), Chaire de recherche géoscience côtière
- Association des aménagistes du Québec
- Stratégies Saint-Laurent (SSL)

ii. Collaborations techniques et scientifiques

Considérant la multidisciplinarité exigée pour soutenir la programmation maritime plus axée sur une région que sur une thématique spécifique, il est convenu que différents comités techniques et d'orientations pourraient être mis sur pied, soit d'une façon ad hoc ou statutaire pour contribuer à orienter le développement des projets.

Un comité scientifique devrait être créé afin de constituer un lieu d'échanges des travaux réalisés et de statuer sur les besoins et orientations de recherches prioritaires concernant les questions relatives aux contextes climatique, océanographique et géomorphologique et permettant de développer les analyses les plus pertinentes et innovantes ainsi que des outils méthodologiques tels que des modèles de vagues, de surcote, de submersion, etc.

Un comité sur la gestion côtière pourrait soutenir une perspective de développement durable et orienter les voies de recherche en matière de développement, de conservation et d'aménagement des zones côtières (politiques, plan de gestions, règles normatives, etc.).

RÉFÉRENCES

Documents récents sur les problématiques littorales de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent

1. AECOM Tecscult Inc., LGL Limitée et Transfert Environnement. 2010. Évaluation environnementale stratégique de la mise en valeur des hydrocarbures dans le bassin de l'estuaire maritime et du nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. 739 p.
2. Bernatchez, P., Quintin, C., Fraser, C., Neumeier, U., Jolivet, Y., Houde-Poirier, M., Héту, B., Gibeault, C., Boucher-Brossard, G. et Marie, G. 2013. Dynamique de l'écosystème côtier de la péninsule de Penouille dans un contexte de changements climatiques, Parc national du Canada Forillon : Rapport final. Rapport remis au Parc national du Canada Forillon. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski, mai 2013, 410 p.
3. Bernatchez, P., Fraser, C. et Dugas, S., 2008. Évaluation des risques d'érosion côtière pour le secteur de Chevery, Québec. Rapport de recherche remis au ministère de la Sécurité publique du Québec. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Chaire de recherche en géoscience côtière, UQAR, 18 p.
4. Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejsa, S. et Morissette, A. 2008. Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 256 p., [En ligne]. http://www.ouranos.ca/media/publication/145_Bernatchezetal2008.pdf
5. Bernatchez, P., Boucher-Brossard, G., Corriveau, M. et Jolivet, Y. 2014. Impacts des changements climatiques sur l'érosion des falaises de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au ministère de la sécurité publique du Québec et au consortium Ouranos, 166 p., [En ligne]. http://www.ouranos.ca/media/publication/331_RapportBernatchez2014.pdf
6. Bernatchez, P., Dubois, J.M. 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. Géographie physique et Quaternaire, vol. 58, no 1, p.45-71, [En ligne]. <https://www.erudit.org/revue/gpq/2004/v58/n1/013110ar.pdf>
7. Bouchard, J.D. Morneau, F. 2008. Rapport de mission en France du 9 au 18 octobre 2008 relativement à la problématique de l'érosion côtière sur le littoral français. MSP, Service de l'atténuation des risques, 11 p.
8. Consultant Ropars Inc. 2007. Érosion des berges; études techniques et d'opportunité. Référence : 2432-01-24 Rapport technique remis à la Ville de Sept-Îles. 61 p.
9. DHI. 2011. Marine climate change guidelines, how to obtain sustainable adaptation in marine areas, 32p. + annexes, [En ligne]. <http://www.dhigroup.com/upload/publications/scrubd/99998015-Marine-Climate-Change-Guidelines-DHI.pdf>
10. Dubois, J.M.M., Bernatchez, P et Bouchard, J.D., Daigneault, B., Cayer, D., Dugas, S. 2005. Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003. Projet pilote réalisé pour les ministères québécois de l'Environnement, de la Sécurité publique, des Affaires municipales, des Transports, des Ressources naturelles, des Régions et la Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p. + annexes (Gouv. du Québec), [En ligne]. <http://www.crecotenord.qc.ca/sites/default/files/Rapport%20%C3%A9rosion%20des%20berges%20A%20-%20Table%20des%20mati%C3%A8res%20et%20listes.pdf>
11. ÉCORESSOURCES. 2009. Révision de la partie économique et synthèse du rapport «Recherche d'une solution économique et durable à la problématique d'érosion littorale à Pointe-aux-Outardes», rapport final, 32 p.
12. Fraser, C., Bernatchez, P. 2006. Problématique de l'érosion et de la submersion côtière; caractérisation du littoral et évaluation des risques d'érosion et de submersion côtière pour le secteur de la Pointe-Verte. Maria, Québec. UQAR.

–laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 43 p.

13. GENIVAR. 2013. Évaluation environnementale stratégique sur la mise en valeur des hydrocarbures dans les bassins d'Anticosti, de Madeleine et de la baie des Chaleurs. Rapport de GENIVAR au ministère des Ressources naturelles. 660 p. et annexes, [En ligne]. http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/energie/ees/EES2_Bilan_approche_participative.pdf
14. GENIVAR. 2012. Analyse de solutions en érosion côtière à l'anse aux Coques, Sainte-Luce, Rapport de GENIVAR à la municipalité de Sainte-Luce 131 p. et annexes.
15. GENIVAR. 2012. Analyse de solutions en érosion dans la Baie de Tadoussac, Rapport de GENIVAR à la municipalité de Tadoussac, 131 p. et annexes.
16. GENIVAR. 2009. Évaluation de l'état des ouvrages de protection contre l'érosion de berges érigées sur le territoire de la municipalité de Pointe-Label, rapport d'analyse. 5 pages .45 fiches descriptives en annexe.
17. GENIVAR. 2006. Protection linéaire en enrochement des berges de la rivière aux Outardes à Ragueneau. Étude d'impact sur l'environnement. Municipalité de Ragueneau et ministère des Transports. 245 p et annexes, [En ligne]. http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/Ragueneau-berges/documents/PR3.1/PR3.1_ch-1-4.pdf
18. GIEC. 2013. Les éléments scientifiques Résumé à l'intention des décideurs, dans Changements climatiques 2013, Contribution du groupe de travail 1, au cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. OMM, PNUE, 34 p., [En ligne]. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf
19. Gouvernement du Québec. 2013. Stratégie d'intervention gouvernementale pour le développement de la région Gaspésie Îles-de-la-Madeleine : 2013-2018. Gouvernement du Québec, 89 pages, [En ligne]. <http://www.mce.gouv.qc.ca/publications/2013-2018-sig-gim.pdf>
20. Jevrejeva, S., Moore, J. C., Grinsted, A. 2012. Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios. *Global and Planetary Change*, 80–81. pp.14–20, [En ligne]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818111001469>
21. Lanoue, R., Mousseau, N. 2014. Maîtriser notre avenir énergétique, pour le bénéfice économique, environnemental et social de tous. Ministère des Ressources naturelles, Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, 303 p., 9 annexes, [En ligne]. <https://www.mern.gouv.qc.ca/energie/politique/pdf/Rapport-consultation-energie.pdf>
22. Leclerc, M. 2007. Directive pour l'analyse coûts avantages (ACA) d'un projet de prévention et/ou de réductions des risques naturels; MSP, SAR, 42 p.
23. Leclerc, M., Dupuis, P. 2008. Recherche d'une solution économique et durable à la problématique d'érosion littorale à Pointe-aux-Outardes. INRS. & Aquapraxis Inc. Rapport principal, 250 p. , [En ligne]. <http://espace.inrs.ca/556/1/R000990.pdf>
24. Leclerc, M. Dupuis, P. 2008. Recherche d'une solution économique et durable à la problématique d'érosion littorale à Pointe-aux-Outardes, résumé. INRS. & Aquapraxis Inc..24 p.
25. LOGIMER. 1984. Étude du littoral de la MRC de Bonaventure, 33 p 4 annexes
26. Morneau, F., Michaud, M., Lecours, F., Coté, L., Roy, D. 2001. Étude d'impact sur l'environnement : Projet de protection des berges le long de la route 132 autour de la péninsule gaspésienne. Gouvernement du Québec, Ministères des transports, 84 p., annexes, [En ligne]. http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie_chaleurs/documents/PR3-1_RAP_PRINC.pdf
27. Morneau, F., Michaud, M., Lecours, F, Coté, L., Roy, D., 2001. Étude d'impact sur l'environnement : reconstruction du

- mur le long de la route 132, municipalité de Maria. Gouvernement du Québec, Ministère des transports, 35 p., 5 annexes, [En ligne]. http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie_chaleurs/documents/PR3-2Maria.pdf
28. Morneau, F., Michaud, M., Lecours, F., Coté, L., Roy, D. 2001. Étude d'impact sur l'environnement : Projet de protection du littoral le long de la route 132 des municipalités de Saint-Simon et de Bonaventure. Gouvernement du Québec, Ministère des Transports, 52 p., 5 annexes., [En ligne]. http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie_chaleurs/documents/PR3-3_Saint-Simeon_Bona.pdf
 29. Morneau, F. 1994 Projets de protection des berges de la Péninsule de Manicouagan, évaluation préliminaire, municipalités de Ragueneau, Pointe-aux-Outardes, Ministère des Transports, 31 p
 30. Quintin, C., Bernatchez, P., Jolivet, Y. 2013. Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, Février 2013, Volume I : 48p. + Volume II : 170 p.
 31. ROCHE, Consultant Ropars inc., Groupe LaSalle. 2011; Analyse des solutions en érosion côtière dans la Baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine, étude hydraulique maritime. 100 p., [En ligne]. http://www.muniles.ca/images/Upload/3_services_municipaux/7_developpement_milieu_et_aménagement_territoire/6_publications/erosion_im_rapport_final_08-11-2011_reduit_partie1.pdf
 32. Savard, J.P., Morneau, F. et al., (2008) Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques - Synthèse des résultats. Ouranos, 48 p., [En ligne]. http://www.ouranos.ca/media/publication/20_Rapport_Savard_maritime_2008.pdf
 33. Savard, J.P., Gachon, P., Rosu, C., Martin, P., Aider, R., Saad, C. 2013. Étude du régime des tempêtes dans le Nunavik. Rapport d'étude réalisé pour le Ministère des Transports du Québec, Montréal. 92p. et annexes, [En ligne]. http://www.ouranos.ca/media/publication/357_RapportSavard2014.pdf
 34. Savard, J.P. Rosu, C. Gachon, P. et Carrera, M. 2008. Étude des tempêtes dans le golfe Saint-Laurent, rapport sectoriel dans : Étude de la vulnérabilité des communautés côtières de l'Est-du-Québec aux changements climatiques.
 35. Savard, J.P., Morneau, F. et al. 2007. Impacts des changements climatiques sur l'érosion des berges; rapport du comité sur l'érosion des berges de Sept Îles - Synthèse de l'atelier. Ouranos, 39 p.
 36. Savard, J-P. 2007. Études des surcotes et des vagues de tempêtes dans le Saint-Laurent. OURANOS Mars 2007.
 37. Senneville, S., St-Onge D., Drouin, S., Dumont, D., Bihan-Poudec, A-C., Belemaleem, Z., Corriveau, M., Bernatchez, P., Bélanger, S., Tolszczuk-Leclerc, S. et Villeneuve, R. 2013. Rapport final : Modélisation des glaces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans la perspective des changements climatiques, Université du Québec à Rimouski, Rapport remis au Ministère des Transports du Québec. 384p., [En ligne]. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1147874.pdf>
 38. Senneville, S., Saucier, F.J. 2007. Étude de sensibilité de la glace de mer au réchauffement climatique dans le golfe Saint-Laurent et l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport préparé pour Ouranos, ISMER. 23p et annexes., [En ligne]. http://www.ouranos.ca/media/publication/146_sennevilleetsaucier2007.pdf
 39. TECSULT, INC. 2008. Analyse coûts-avantages de solutions d'adaptation à l'érosion côtière pour la Ville de Sept-Îles, rapport final.
 40. Massé et Villeneuve. 2013.
 41. MESRT. 2013. Politique nationale de la recherche et de l'innovation – Priorité emploi. Document synthèse, 68p., [En ligne]. http://www.mrif.gouv.qc.ca/PDF/actualites/MESRST_PNRI_politique_nationale_recherche_innovation.pdf

42. MESRT. 2013. Programme de soutien à la valorisation et au transfert (PSVT), Volet 2 - Soutien aux projets structurants de valorisation de transfert; Guide - Décembre 2013, [En ligne].http://www.economie.gouv.qc.ca/objectifs/informer/recherche-et-innovation/page/programmes-18984/?tx_igaffichagepages_pi1%5Bmode%5D=single&tx_igaffichagepages_pi1%5BbackPid%5D=18870&tx_igaffichagepages_pi1%5BcurrentCat%5D=&cHash=cf250ce469b91d3c12c867c8156a68ed
43. Ministère des Travaux Publics du Canada. 1972a. Étude des rives du Saint-Laurent : Morpho-sédimentologie, Basse-Côte-Nord du Saint-Laurent, Comté de Manicouagan, 44 p.
44. Ministère des Travaux publics du Canada. 1972b. Étude des rives du Saint-Laurent : Morphologie-sédimentologie, Baie des Sept-Îles, Québec, comté de Manicouagan, 27 p.
45. Rahmstorf, S. 2012. Modeling sea level rise. Nature Education Knowledge 3(10):4., [En ligne]. <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/modeling-sea-level-rise-25857988>
46. Tourisme Québec. 2014. Stratégie de mise en valeur du Saint-Laurent touristique 2014-2020; le Saint-Laurent du fleuve à la mer, 4000 km de découvertes, gouvernement du Québec, 70 p., [En ligne]. <http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/publication/strategie-mise-valeur-saint-laurent-touristique-2014-2020-plan-action-2014-2017-280.html?categorie=43>
47. Xu, Z., Saucier, F.J., Lefavre, D. 2006. Water level variations in estuary and gulf of St-Lawrence. Astract of understanding Sea-level rise and variabilité workshop, june 6-0 Paris, France., IML, ISMER., [En ligne]. http://wcrp.ipsl.jussieu.fr/Workshops/SeaLevel/Posters/2_13_Xu.pdf
48. Van -Wier, S., Caron, T., Bernatchez, P., Buffin-Bélangier, T. 2013. Étude de la dynamique morphosédimentaire des côtes basses sablonneuses en bordure de la route 138 sur la Côte-Nord du Saint-Laurent en contexte de changements climatiques : Rapport méthodologique. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport méthodologique remis au ministère des Transports du Québec, octobre 2013, 43 p. + annexes
49. Vermeera, M., Rahmstorf, S. 2009: Global sea level linked to global temperature, Telegrafenberg A62, 14473 Potsdam, Germany Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved October 26, 2009 (received for review July 15, 2009), [En ligne]. <http://www.pnas.org/content/106/51/21527.full>