



ANALYSES COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE AU QUÉBEC ET DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES

Rapport synthèse
Mars 2016



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



Québec



RAPPORT SYNTHÈSE DES ANALYSES COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE AU QUÉBEC ET DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES

Ce rapport synthèse fait partie d'un projet de recherche réalisé au Québec et dans les provinces atlantiques. Ce projet a été mené par :

OURANOS | Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements
550, rue Sherbrooke Ouest, 19^e étage
Montréal, Québec. H3A 1B9
www.ouranos.ca

et

Climate Research Lab, University of Prince Edward Island
550 Avenue University
Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard. C1A 4P3
www.upei.ca/climate

Ce rapport synthèse est basé sur les résultats d'un projet de recherche englobant 11 études de cas ayant mené à la production des rapports suivants :

SITE D'ÉTUDE		Référence des rapports
Québec	Percé	Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Boyer-Villemare, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2015) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Percé. Ouranos, Montréal. 157 p. et annexes. (Rapport également disponible en anglais)
	Maria	Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Boyer-Villemare, U., Desjarlais, C. et Morneau F. (2016) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Maria. Ouranos, Montréal. 169 p. et annexes. (Rapport également disponible en anglais)
	Carleton-sur-Mer	Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Duff, G., Boyer-Villemare, U., Corbeil, S., Desjarlais, C. et Morneau F. (2016) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Carleton-sur-Mer. Ouranos, Montréal. 169 p. et annexes. (Résumé exécutif disponible en anglais)
	Îles-de-la-Madeleine	Circé, M., Da Silva, L., Duff, G., Boyer-Villemare, U., Corbeil, S., Desjarlais, C. et Morneau F. (2016) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière aux Îles-de-la-Madeleine. Ouranos, Montréal. 174 p. et annexes. (Résumé exécutif disponible en anglais)
	Kamou-raska	Circé, M., Da Silva, L., Duff, G., Boyer-Villemare, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Rivière-Ouelle. Ouranos, Montréal. 69 p. et annexes. (Résumé exécutif disponible en anglais)
	Synthèse	Circé M., Boyer-Villemare, U., Da Silva, L., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) Synthèse des analyses coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière au Québec. Ouranos, Montréal. 92 p. et annexes. (Rapport également disponible en anglais)

SITE D'ÉTUDE		Référence des rapports
Provinces atlantiques	Chignecto Isthmus	Dietz, S. and Hoyt, J. (2015) Cost-benefit Analysis of Climate Change Adaptation Options for the Chignecto Transportation Corridor. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association, 27 pages.
	Halifax Harbour	Walmsey, D. and MacDonald, S. (2015) A Cost Benefit Approach to Selecting Climate Adaptation Options for Management of Halifax Harbour Transportation Infrastructure. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association, 20 pages and appendices.
	Prince Edward Island	Parnham, H. (2015) Cost Benefit Analysis of the Risk of Coastal Flooding and Erosion on Infrastructure and Properties in Prince Edward Island. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association, 36 pages and appendices.
	Newfoundland	Parnham, H. (2015) Cost Benefit Analysis of the Risk of Coastal Flooding Infrastructure and Properties in Newfoundland and Labrador. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association, 46 pages and appendices.
	Synthèse	Parnham, H. and Arnold, S. (eds.) (2015) Using Cost-Benefit Analysis to Evaluate Climate Change Adaptation Options in Atlantic Canada. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association, 93 pages and appendices.

Ce projet de recherche a été rendu possible grâce à l'implication de plusieurs intervenants et des nombreux collaborateurs qui ont participé aux cinq études de cas. Ils ont apporté une importante contribution à la réalisation de ce projet et leur apport est souligné dans les rapports individuels de chaque étude de cas. Nous exprimons notre gratitude à Hope Parnham et Stephanie Arnold, qui ont produit le rapport synthèse du Canada atlantique (Atlantic Canada Synthesis Report) dont les principaux résultats et conclusions sont intégrés dans le présent rapport.

La présente étude a été réalisée avec le soutien du Groupe de travail sur l'économie de la Plateforme canadienne d'adaptation au changement climatique, présidée par Ressources naturelles Canada. Elle a également bénéficié de l'appui du Fonds vert du Québec et des gouvernements des provinces de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard, de Terre-Neuve-et-Labrador.

Citation suggérée: Boyer-Villemare, U., Circé, M., Da Silva, L., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) Rapport synthèse de l'analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière au Québec et dans les provinces atlantiques. Ouranos. 36 pages et annexes.

Mise en page : Beatriz Osorio, Ouranos,

Traduction : Katherine Pineault, Ouranos

Dégagement de responsabilité: Ouranos, le Climate Research Lab de University of Prince Edward Island et leurs partenaires se dégagent de toute responsabilité liée à l'usage de cette publication et de son contenu. Ils ne doivent pas être tenus responsables des dommages causés à une tierce partie par des décisions et des actions prises basées sur ce rapport.

Pour davantage d'informations sur les impacts et adaptations aux changements climatiques, veuillez consulter www.adaptation.rncan.gc.ca , www.ouranos.ca et www.upei.ca/climate.



TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
1.1 CONTEXTE	1
1.2 ÉTUDES DE CAS	2
1.3 OPTIONS D'ADAPTATION	4
1.4 OBJECTIFS	5
1.5 STRUCTURE DU RAPPORT	6
2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET PRÉVISION DES ALÉAS	7
3. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ÉCONOMIQUE	9
4. RÉSULTATS INTÉGRÉS.....	12
4.1 LA VALEUR ACTUALISÉE NETTE DE LA NON-INTERVENTION	12
4.2 OPTIONS D'ADAPTATION LES PLUS AVANTAGEUSES	16
4.2.1 Premier groupe de segments: La non-intervention n'est pas une option	20
4.2.2 Deuxième groupe de segment: Avantage net à intervenir	21
4.2.3 Troisième groupe de segments: Mince avantage à intervenir	23
4.2.4 Quatrième groupe de segments: À l'intérieur d'une marge de 25 000 \$.....	24
4.2.5 Cinquième groupe de segments: Pas d'avantage économique à intervenir	26
5. LEÇONS APPRISES	29
5.1 APPROCHE COLLABORATIVE	29
5.2 FACTEURS AUGMENTANT L'UTILITÉ DES RÉSULTATS	30
6. CONCLUSION.....	33
7. RÉFÉRENCES.....	36



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 – Sites d'étude et leurs caractéristiques au Québec et dans les provinces atlantiques	3
Tableau 3.1 – Diversité des coûts et avantages considérés dans l'ACA	10
Tableau 4.1 – Valeur actuelle nette de l'option de non-intervention par segment	13
Tableau 4.2 – VAN des options les plus avantageuses par rapport aux VAN de la non-intervention par segment et ratio avantages-coûts correspondants	16
Tableau 6.1 – Principales caractéristiques des cinq groupes de segment.....	35



LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 – Localisation des sites d'étude4

Figure 4.1 – Valeur actualisée nette de l'option de non-intervention par segment 15

Figure 4.2 – VAN de l'option la plus avantageuse par rapport à la VAN de la non-intervention par segment..... 18

Figure 4.3 – Ratio avantages-coûts des options les plus avantageuses par segment 19

Figure 4.4 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le premier groupe de segments..... 21

Figure 4.5 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le deuxième groupe de segments 22

Figure 4.6 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le troisième groupe de segments 24

Figure 4.7 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le quatrième groupe de segments..... 25

Figure 4.8 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le cinquième groupe de segments 28

Figure 6.1 – Distribution des options les plus avantageuses entre les 46 segments..... 33



1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Historiquement, l'Est du Canada s'est développé en s'appuyant sur le peuplement des côtes afin de tirer profit des activités côtières. Toutefois, les infrastructures et les propriétés de l'Est du Canada sont de plus en plus fréquemment soumises à des événements météorologiques extrêmes, à de plus importantes variations climatiques et à des changements dans les normales climatiques. L'évolution de ces paramètres menace l'intégrité et la pérennité des zones côtières. En fait, les zones côtières sont particulièrement vulnérables aux aléas liés au climat tels que l'érosion et la submersion.

Bien que les efforts de recherche sur les changements climatiques et leurs impacts aient débuté depuis un certain temps déjà, les études portant sur l'analyse de la vulnérabilité des communautés et des infrastructures à de tels impacts, l'identification d'options d'adaptation appropriées et l'estimation économique des dommages découlant des changements climatiques pour l'Est du Canada ne font que débiter.

Les connaissances économiques relatives aux options d'adaptation aux changements climatiques sont encore rudimentaires. Les publications concernant l'adaptation au Canada sont peu nombreuses et ont majoritairement mis l'accent sur les enjeux nationaux et sectoriels. Les impacts régionaux n'ont été mis en relief que récemment et très peu d'études ont abordé les coûts et les avantages des différentes options d'adaptation. La plupart d'entre elles ont quantifié les coûts des impacts découlant des changements climatiques sans traiter de l'adaptation. Cette faiblesse de la recherche menée à ce jour n'a pas permis d'outiller adéquatement les secteurs privés et publics dans leurs décisions d'adaptation et dans la marche à suivre afin de prioriser les options d'adaptation disponibles.

Une évaluation détaillée des avantages économiques liés à la mise en œuvre d'options d'adaptation côtière s'avère donc nécessaire dans le but d'examiner la viabilité de

l'adaptation et d'appuyer les décisions d'investissement. L'analyse coûts-avantages (ACA) est un outil économique largement utilisé par les décideurs qui doivent choisir entre différentes alternatives. Lorsqu'appliquée à l'adaptation aux changements climatiques, l'ACA consiste à comparer les coûts liés à une stratégie d'adaptation (p. ex. protection du littoral) et ses impacts (p. ex. pertes économiques, variation de la valeur d'usage), aux avantages liés à l'atténuation des pertes anticipées (p. ex. dommages anticipés aux propriétés et aux infrastructures).

Dans ce contexte, un programme de travail a été lancé par le Groupe de travail économique de la Plateforme canadienne d'adaptation au changement climatique, présidée par Ressources naturelles Canada. Ce programme vise à développer des connaissances économiques et des outils afin d'aider les décideurs des secteurs privés et publics au Canada à faire de meilleurs choix d'investissement et décisions de politique publique. Dans le cadre de ce programme, le projet de recherche *Évaluation économique des impacts des changements climatiques et analyse coûts-avantages des options d'adaptation* visait l'étude des régions côtières du Québec et des provinces atlantiques. Au Québec, les travaux de recherche ont été menés par Ouranos, alors que le Climate Research Lab de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard a coordonné les ACA réalisées dans les provinces atlantiques.

L'objectif principal du projet était de déterminer la viabilité économique de différentes options d'adaptation visant à protéger le littoral. Au Québec et à l'Île-du-Prince-Édouard, le projet comportait une évaluation globale des dommages anticipés dus à l'érosion côtière pour les 50 prochaines années (Bernatchez et al., 2015). Le présent rapport vise à faire la synthèse des résultats des analyses coûts-avantages réalisées au Québec et dans les provinces atlantiques ainsi qu'à résumer les principales leçons tirées des études de cas.

1.2 ÉTUDES DE CAS

Les zones côtières affectées par les impacts des changements climatiques sont nombreuses et diverses. Pour assurer la qualité et la représentativité de l'analyse, 11 sites ont été choisis à travers le Québec et les provinces atlantiques pour réaliser les études de cas, afin de couvrir les divers secteurs économiques et types d'infrastructures concernés, notamment le transport, le commerce, les pêcheries, le tourisme, les zones résidentielles et l'agriculture. Le tableau 1.1 présente les sites des études de cas sélectionnés et identifie leurs caractéristiques clés. La figure qui suit indique l'emplacement de ces 11 sites.

La plupart des 11 sites où les études de cas ont été réalisées ont été subdivisés en plus petits segments afin d'analyser des zones côtières plus homogènes en terme de types d'options d'adaptation côtières pouvant protéger adéquatement les actifs à risque pour les 50 prochaines années (de 2015 à 2064). Au total, 46 segments côtiers ont été

étudiés. Ces segments sont énumérés et utilisés comme unités d'analyse dans la comparaison des résultats des ACA au chapitre 4.

Tableau 1.1 – Sites d'étude et leurs caractéristiques au Québec et dans les provinces atlantiques

Région	Site d'étude	Principales caractéristiques
Québec	1- Percé (PER)	Petite ville et lieu touristique régional majeur
	2- Maria (MAR)	Municipalité offrant des services de santé à l'échelle régionale
	3- Carleton-sur-Mer (CAR)	Petite ville offrant des services éducatifs à l'échelle régionale et différentes attractions touristiques
	4- Îles-de-la-Madeleine (IDM)	Municipalité insulaire dont l'économie repose sur le tourisme et la pêche
	5- Kamouraska (KAM)	Zone agricole protégée par un aboiteau
Provinces atlantiques	6- «Chignecto Isthmus » (CHI) au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse	Corridor de transport multimodal
	7- « Halifax Harbour » (HFX) en Nouvelle-Écosse	Port international et centre de transport intermodal
	8- « North Cape Coastal Drive and National Park » (NCD) à l'île du Prince Édouard	Zone touristique régionale
	9- « Tracadie Small Craft Harbour and Road » (THB) à l'île du Prince Édouard	Port régional abrité
	10- « Bay Bulls-Witless Bay » (BB) à Terre-Neuve	Quais et infrastructures liés à la pêche et installations industrielles
	11- Marystown (MT) à Terre-Neuve	Quais et infrastructures liés à la pêche et installations industrielles

Note: Pour diverses raisons, certains sites d'étude dans les provinces atlantiques n'ont pas été divisés en plus petits segments pour compléter les analyses coûts-avantages. C'est le cas de Chignecto Isthmus (CHI), North Cape Coastal Drive and Provincial Park (NCD) et Tracadie Small Craft Harbour and Road (THB). Dans ces cas, l'ACA a été réalisée à l'échelle régionale.

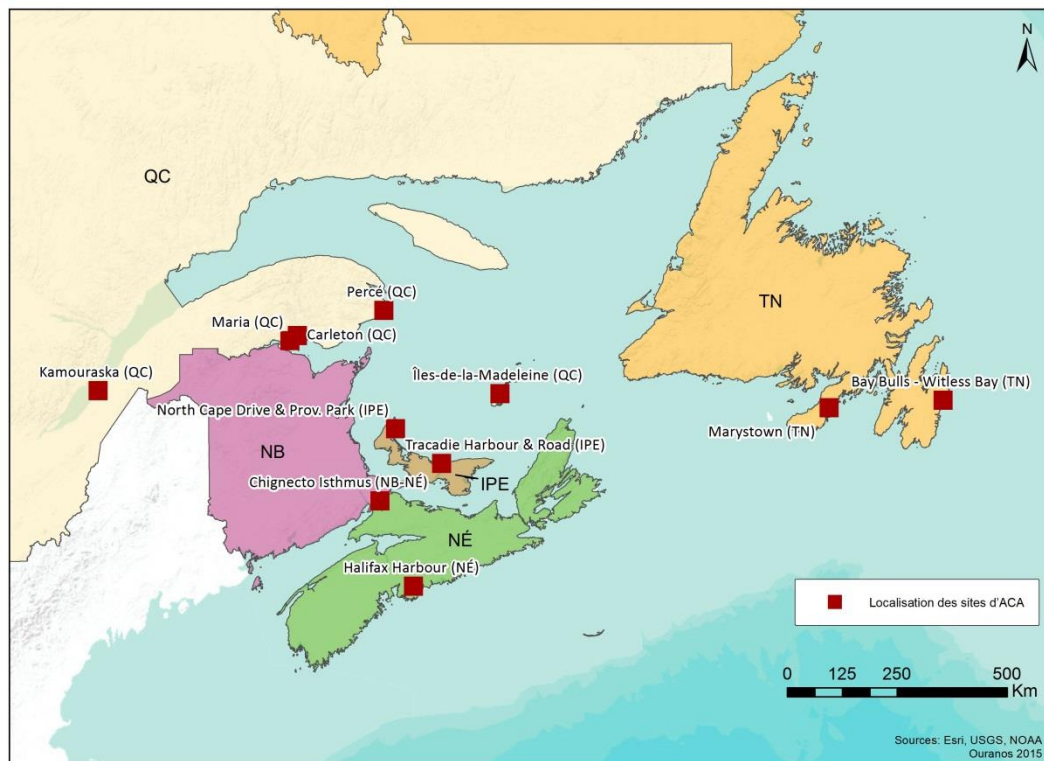


Figure 1.1 – Localisation des sites d'étude

1.3 OPTIONS D'ADAPTATION

Les options d'adaptation qui ont été évaluées ont été choisies en fonction des impacts appréhendés des changements climatiques sur les zones spécifiques à l'étude ainsi que du type de côte à protéger. Ces options d'adaptation peuvent être divisées en trois catégories qui sont les suivantes :

Structures côtières rigides: Mur de béton, mur de palplanches, digue, enrochement, riprap, épis en T ou brise-lames ou une combinaison de ces structures.

Structures côtières mobiles: Recharge de plage avec ou sans épis, bioingénierie, recharge avec butée.

Options sans structure côtière: Relocalisation stratégique, immunisation (bâtiments, routes ou digues), une combinaison d'immunisation et de relocalisation stratégique ainsi que l'abandon des actifs.

L'annexe A présente toutes les options d'adaptation évaluées pour chacun des 46 segments. Toutes ces options ont été comparées à l'option de non-intervention¹ en utilisant l'analyse coûts-avantages, afin de déterminer s'il serait avantageux d'intervenir et le cas échéant, d'identifier quelle serait la meilleure stratégie d'intervention d'un point de vue économique.

1.4 OBJECTIFS

Deux objectifs étaient poursuivis lors de la réalisation de ces 11 études de cas.

En ce qui concerne le premier objectif, l'analyse des différents cas a permis de dresser un inventaire des infrastructures, propriétés et actifs à risque face aux impacts de la submersion côtière et/ou de l'érosion côtière pour les 50 prochaines années, d'établir une liste des différentes options d'adaptation disponibles pour se prémunir contre les risques anticipés, ainsi que d'évaluer ces options en comparant leurs coûts et leurs avantages.

Pour ce qui est du second objectif, l'ensemble du projet de recherche a permis d'évaluer la méthodologie en fonction de divers contextes. Les 11 études de cas portent sur une grande variété de types de côte et d'impacts des changements climatiques de même que d'activités économiques principales. L'application de l'analyse de façon relativement uniforme a démontré la versatilité de la méthodologie de l'ACA. Les leçons tirées de la comparaison des 46 segments offrent aux économistes et aux décideurs un aperçu des avantages et des limites de l'ACA pour traiter de l'adaptation aux changements climatiques en milieu côtier.

En résumé, les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Construire à partir des travaux déjà réalisés en zone côtière au Québec et dans les provinces atlantiques sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques liés au rehaussement du niveau marin, à la submersion côtière, à l'érosion côtière et à la vulnérabilité des infrastructures et des propriétés, en ajoutant la dimension de l'analyse économique;
2. Quantifier les coûts économiques des dommages potentiels aux infrastructures côtières du Québec et des provinces atlantiques sujettes aux impacts des changements climatiques et évaluer les coûts et avantages économiques des options d'adaptation appropriées.

¹Le scénario de non-intervention a été défini différemment pour chaque étude de cas. La plupart du temps, les interventions ont été minimisées le plus possible, laissant ainsi les aléas (érosion et/ou submersion) modifier le trait de côte et endommager les actifs à risque. Dans certains cas, l'option de non-intervention en est une de statu quo, où un niveau minimum d'intervention est considéré.

3. Quantifier et comparer la valeur actualisée nette (VAN) et le ratio avantages-coûts (ratio A/C) des options d'adaptation pour les infrastructures et les actifs sujets aux impacts des changements climatiques au Québec et dans les provinces atlantiques.
4. Développer des connaissances et des savoir-faire régionaux à la fois dans le secteur public (p. ex. les décideurs locaux, les autorités portuaires) et le secteur privé (p. ex. propriétaires fonciers, pêcheurs, opérateurs de terminaux maritimes) portant sur l'utilisation de l'ACA dans l'évaluation des options d'adaptation aux changements climatiques, de façon à renforcer la compétitivité économique et la viabilité des communautés; et
5. Développer des approches ou méthodes permettant de construire la connaissance économique et les outils nécessaires pour aider les décideurs à faire de meilleurs choix d'investissement en adaptation et à prendre de meilleures décisions de politique publique et pouvant être appliqué dans d'autres contextes (à une échelle régionale ou nationale).

1.5 STRUCTURE DU RAPPORT

Suite à l'introduction, le chapitre 2 présente les hypothèses principales et les approches méthodologiques retenues pour développer des projections d'érosion et de submersion, alors que le chapitre 3 se concentre sur les principales hypothèses économiques et la méthodologie de l'analyse coûts-avantages. Le chapitre 4 compare les résultats des analyses coûts-avantages complétées pour les 46 segments côtiers en termes de coûts liés à la non-intervention, des options les plus avantageuses et des facteurs qui affectent les VAN et les ratios A/C. Enfin, le chapitre 5 présente les principales leçons tirées de l'analyse ainsi que les conclusions.



2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET PRÉVISION DES ALÉAS

Les hypothèses principales du projet relatives aux changements climatiques et à la prévision des aléas portent sur la remontée du niveau marin et l'évaluation de la submersion et de l'érosion.

Pour la remontée du niveau marin, le scénario retenu est celui du RCP 8.5 du cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui suppose une augmentation constante des gaz à effet de serre jusqu'à 2100 (GIEC, 2013). Bien que ce soit le scénario le plus extrême du GIEC et qu'il puisse sembler surestimer la hausse du niveau marin, ce choix est basé sur le consensus scientifique actuel sur la sous-estimation du rehaussement marin pour le 21^e siècle (p. ex. Horton et al., 2014).

Pour l'aléa d'érosion, les taux historiques dérivés de mesures terrestres et aériennes du recul de la ligne de côte ont été extrapolés linéairement pour établir les projections futures. La longueur de la période des données historiques disponibles varie d'un site à l'autre. La projection linéaire des taux historiques peut sous-estimer les taux d'érosion futurs. On s'attend à ce que les progrès sur la prévision de l'impact de la hausse des température sur la couverture de glace, sur le cycle de gel-dégel et sur le régime de tempêtes aident à la production de prévisions plus précises des taux d'érosion dans le futur.

La projection de l'aléa de submersion est basée sur les périodes de retour de niveau d'eau. Cette approche suppose que les terres situées sous le seuil du niveau d'eau projeté sont entièrement inondées dès que le seuil est atteint, peu importe l'étendue des terres inondables. Cette approche repose également sur l'hypothèse que les débits provenant de l'intérieur des terres demeurent constants (débits des rivières constants à l'exutoire). Une différence principale de l'approche entre les provinces atlantiques et le Québec est l'inclusion du jet de rive (runup) dans les calculs de niveau d'eau au

Québec. Inclure le jet de rive augmente l'étendue de la submersion ainsi que les dommages potentiels qui en découlent. Le calcul du jet de rive est cependant conditionnel à la disponibilité des séries de données de vagues et de mesures des dommages observés et fiables pour la calibration du modèle.



3. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ÉCONOMIQUE

Le but de ce projet était de comparer les différentes options d'adaptation par rapport à la non-intervention de façon à déterminer s'il est préférable d'intervenir et d'identifier quelle option pourrait être la plus rentable en termes économiques, en considérant tous les coûts et les avantages de chacune des options.

Une analyse coût-avantages (ACA) a été utilisée pour comparer les avantages nets totaux de chacune des options d'adaptation pour la société. Cette méthode a été largement utilisée notamment par différents paliers de gouvernement depuis plusieurs décennies et ses modalités sont relativement bien connues des utilisateurs (Penning-Rowsell et al., 2013). L'ACA rend possible la comparaison de différentes options d'adaptation dans le temps sur une base commune en utilisant la valeur actualisée nette (VAN) et le ratio avantages-coûts (ratio A/C) comme indicateurs. Les options étudiées peuvent aussi être ordonnées selon leur performance économique.

Les hypothèses et paramètres de base de l'ACA, pour tous les segments, sont :

- un horizon temporel de 50 ans, de 2015 à 2064;
- un taux d'actualisation de 4 %, avec des analyses de sensibilité à 2 % et à 6 %;
- des valeurs en dollars canadiens de 2012;
- l'utilisation de coûts économiques, et non financiers;
- la prise en compte des coûts d'étude, de construction et d'entretien dans les calculs du coût des options d'adaptation.

Une différence importante entre les approches économiques utilisées au Québec et dans les provinces atlantiques consiste en l'étendue des coûts et des avantages considérés. Alors que les études réalisées dans les provinces atlantiques ont évalué uniquement les coûts des impacts sur actifs publics et privés ainsi que sur les activités économiques majeures, les études au Québec ont également considéré les coûts et les avantages des impacts sur les actifs environnementaux et sociaux, ainsi que la plupart des activités économiques. Le tableau 3.1 fait le bilan des coûts et des avantages

estimés à la fois au Québec et dans les provinces atlantiques, ainsi que ceux estimés uniquement au Québec.

Tableau 3.1 – Diversité des coûts et avantages considérés dans l'ACA

Type ou source de coût et avantage		Coûts provenant d'impacts négatifs		Avantages provenant d'impacts positifs	
Liés à l'érosion	Perte de terrains				
	Perte totale ou partielle de bâtiments résidentiels ou commerciaux				
	Perte ou dommages aux infrastructures publiques				
	Évacuation d'urgence				
Liés à la submersion	Dommages aux terrains				
	Dommages aux bâtiments résidentiels ou commerciaux				
	Dommages aux infrastructures publiques				
	Évacuation d'urgence				
	Nettoyage de débris				
	Congestion routière ou détour				
Économiques	Diminution de la valeur économique des terrains				
	Pertes de marchandises et de revenus commerciaux				
	Pertes de revenus touristiques				
	Diminution de la valeur économique des terrains		Gain de revenus touristiques		
Environnementaux	Perte d'habitats naturels		Amélioration de sites pour la fraie des poissons		
	Perte de sites pour la fraie des poissons				
Sociaux	Perte de vue sur la mer		Amélioration de l'usage récréatif du littoral		
	Perte d'accès à la mer		Amélioration de la qualité de vie (sécurité)		
	Détérioration de l'usage récréatif du littoral				
	Diminution de la qualité de vie (anxiété, insécurité, etc.)				
	Détérioration du paysage		Amélioration du paysage		
	Détérioration du patrimoine historique et culturel				
	Coût inclus par Atlantique + Québec		Coût inclus par Québec seulement		Avantage inclus par Québec seulement

Les approches économiques appliquées au Québec et dans les provinces atlantiques se sont dans les deux cas appuyées sur la consultation des parties prenantes. Celles-ci ont contribué à l'identification des impacts potentiels des aléas d'érosion et de submersion, à la sélection des options d'adaptation à analyser, à l'estimation des coûts et des avantages des options d'adaptation et à la quantification des impacts potentiels. Cette participation des parties prenantes augmente la qualité des résultats et favorise leur appropriation par le milieu.

Au Québec, des enquêtes par questionnaire menées auprès des résidents et des touristes ont permis de quantifier et d'estimer la valeur d'usage de six segments côtiers. De plus, un sondage en ligne à l'échelle provinciale a été mené auprès de 2 000 résidents du Québec afin de déterminer les impacts potentiels des diverses options d'adaptation sur l'achalandage touristique pour l'un des segments à l'étude (Anse du Sud, Percé). Comme ces études de cas comprennent les coûts et les avantages de l'utilisation récréative de la côte, elles ne peuvent pas être directement comparées aux estimations des provinces atlantiques à ce niveau.



4. RÉSULTATS INTÉGRÉS

Ce chapitre présente en premier lieu la valeur actualisée nette (VAN) de l'option de non-intervention pour les 46 segments côtiers, de façon globale et par mètre linéaire. En second lieu le chapitre compare les VAN des options les plus avantageuses pour les divers segments en les répartissant en cinq catégories. Enfin le chapitre analyse les résultats de l'ACA pour chacune des cinq catégories afin d'identifier les facteurs clés des VAN de chacune.

4.1 LA VALEUR ACTUALISÉE NETTE DE LA NON-INTERVENTION

Le tableau 4.1 et la figure 4.1 présentent une synthèse de la VAN (actualisée à 4 %) pour l'option de non-intervention pour chacun des segments, pour les 50 ans de la période d'étude. L'option de non-intervention est le scénario de référence auquel les options d'adaptation sont comparées, puisqu'elle représente les coûts associés aux dommages causés par l'érosion et/ou la submersion lorsque l'intervention est limitée au minimum (p. ex. limitée aux obligations de sécurité, aux normes sanitaires ou aux obligations légales).

L'option de non-intervention engendre des coûts nets variant entre 0 \$ et 705 M\$ selon le segment étudié. Le coût net moyen atteint 26,4 M\$, alors que le coût net médian est de 1 M\$, ce qui indique que certains segments présentent des coûts nets liés à la non-intervention très élevés. Exprimés en coût net par mètre linéaire de côte, ce qui permet de mieux saisir la relative importance d'un site, l'option de non-intervention se situe entre 0 \$ et 777 848 \$ du mètre linéaire, avec une médiane de 1 221 \$/m.l.

Les cinq segments qui se démarquent en termes de dommages potentiels dus à l'érosion ou à la submersion sont : Anse du sud (Percé), Halifax Rail System (HFX), Chignecto Isthmus (CHI), Dartmouth Rail System (HFX) et La Grave (Îles-de-la-Madeleine). Le coût au mètre linéaire place davantage d'emphasis sur les dommages de

Pointe-Verte Ouest (Maria) et Rock Harbour Road (MT), alors qu'il en réduit l'importance relative pour le site de Chignecto Isthmus en raison de sa longueur (38 km).

Tableau 4.1 – Valeur actuelle nette de l'option de non-intervention par segment

Segment et site	Non-intervention VAN 4%	Non-intervention par m.l. de côte
Anse du Sud - PER	(704 601 113 \$)	(776 848 \$)
Halifax Rail System - HFX	(197 137 191 \$)	(34 525 \$)
Chignecto Isthmus - CHI	(124 106 407 \$)	(3 266 \$)
Dartmouth Rail System - HFX	(50 321 868 \$)	(31 451 \$)
La Grave - IDM	(40 138 113 \$)	(38 706 \$)
Kiewit Fabrication Site - MT	(16 928 218 \$)	(4 885 \$)
Centre-ville - IDM	(13 384 935 \$)	(6 187 \$)
Camping du Gros-Cap - IDM	(11 224 910 \$)	(6 473 \$)
Échouerie Ouest - IDM	(6 961 240 \$)	(15 133 \$)
Plage municipale - CAR	(6 101 372 \$)	(6 226 \$)
Banc St-Omer Ouest - CAR	(5 879 100 \$)	(1 183 \$)
Rock Harbour Road - MT	(5 874 026 \$)	(26 107 \$)
Pointe-Verte Ouest - MAR	(4 539 606 \$)	(31 093 \$)
Maria Centre-Ouest - MAR	(4 506 541 \$)	(7 316 \$)
Pédoncule - CAR	(3 246 207 \$)	(3 149 \$)
Coastal Drive and Park - NCD	(2 381 922 \$)	(272 \$)
Harbour Authority Wharf and Breakwater - BB	(1 970 593 \$)	(4 783 \$)
Grande-Entrée - IDM	(1 714 948 \$)	(1 311 \$)
Caps de Maria - CAR	(1 537 995 \$)	(305 \$)
Maria Centre-Est - MAR	(1 390 054 \$)	(3 639 \$)
Fishermen's Cove - HFX	(1 256 445 \$)	(1 056 \$)
Tracadie Wharf and Road - THB	(1 053 792 \$)	(166 \$)
Barry Group Crab Processing Plant - BB	(966 438 \$)	(2 550 \$)
Pointe-Verte Est - MAR	(865 232 \$)	(2 537 \$)
Banc St-Omer Centre - CAR	(723 894 \$)	(1 345 \$)
Rivière-Ouelle - KAM	(619 571 \$)	(146 \$)
Côte Surprise - PER	(559 819 \$)	(403 \$)
Plage municipale - IDM	(434 792 \$)	(1 260 \$)
O'Brien's Whale and Bird Tours - BB	(431 800 \$)	(4 362 \$)
Anse du Nord - PER	(420 147 \$)	(1 012 \$)
Route municipale - IDM	(393 830 \$)	(313 \$)
Ruisseau de l'Éperlan - CAR	(298 294 \$)	(262 \$)
Mont-Joli Sud - PER	(209 467 \$)	(346 \$)
Rue Berthelot - CAR	(195 990 \$)	(685 \$)
Mullowney's Whale Tours - BB	(161 949 \$)	(3 856 \$)
Banc St-Omer Est - CAR	(158 781 \$)	(160 \$)

Segment et site	Non-intervention VAN 4%	Non-intervention par m.l. de côte
Gros-Cap Est - IDM	(98 033 \$)	(545 \$)
Water Street Road - HFX	(91 893 \$)	(184 \$)
Witless Bay Ecotours - BB	(35 569 \$)	(214 \$)
Kiewit Shipbuilding Site - MT	(7 916 \$)	(14 \$)
Bay Bulls Marine Terminal (Pennecon) - BB	(3 594 \$)	(4 \$)
Old Mill Road and Residences - MT	(391 \$)	(1 \$)
Harbour Authority Wharf - MT	(88 \$)	(0 \$)
Lower Road (to Mullooney's) - BB	0 \$	0 \$
Lower Road (to Harbour Authority Wharf) - BB	0 \$	0 \$
Little Bay Road - MT	0 \$	0 \$
Intervalle	(0-705 M\$)	(0-776 848 \$)
Moyenne	(26,4 M\$)	(22 265 \$)
Écart-type	107,9 M\$	114 169 \$
Médiane	(1,0 M\$)	(1 221 \$)

PER: Percé; MAR: Maria; CAR: Carleton-sur-Mer; IDM: Îles-de-la-Madeleine; KAM: Kamouraska; CHI: Chignecto; HFX: Halifax; NCD: North Coastal Drive; THB: Tracadie Harbour; BB: Bay-Bulls/Witless Bay; MT: Marystown.

Il est à noter l'absence de dommage dans quatre segments situés à Terre-Neuve: Lower Road (to Mullooney's, Bay Bulls), Lower Road (to Harbour Authority, Bay Bulls), Little Bay Road (Marystown), et Harbour Authority Wharf (Marystown). Bien que ces segments aient été identifiés comme vulnérables à la submersion, aucun dommage potentiel n'a été identifié sur la période d'étude (2015-2064). Ce résultat peut être attribuable au fait que les impacts indirects sur la circulation routière et sur les activités de pêche n'ont pas été considérés.

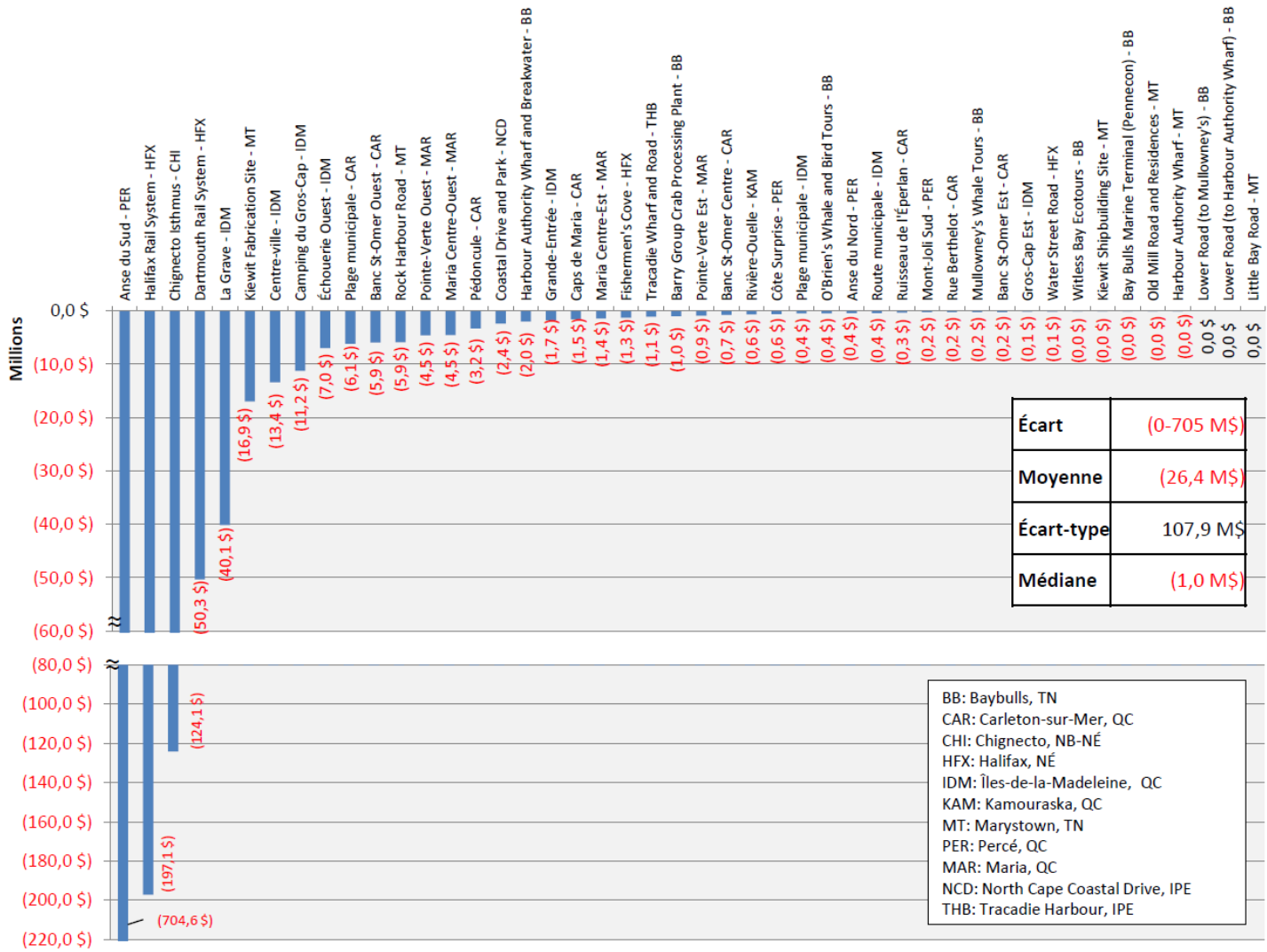


Figure 4.1 – Valeur actualisée nette de l'option de non-intervention par segment

4.2 OPTIONS D'ADAPTATION LES PLUS AVANTAGEUSES

Les VAN (4 %) des options d'adaptation les plus avantageuses ont été comparées aux VAN de la non-intervention pour chaque segment. Les résultats sont présentés au tableau 4.2 en ordre d'importance, à partir de la VAN comparée la plus élevée jusqu'à la plus basse. Le tableau 4.2 présente également les ratios avantages-coûts correspondants, un indicateur plus sensible au coût de mise en œuvre d'une option que la VAN. En fait, la valeur actualisée nette est essentiellement fonction des avantages potentiels pour la société. Les figures 4.2 et 4.3 illustrent visuellement les résultats.

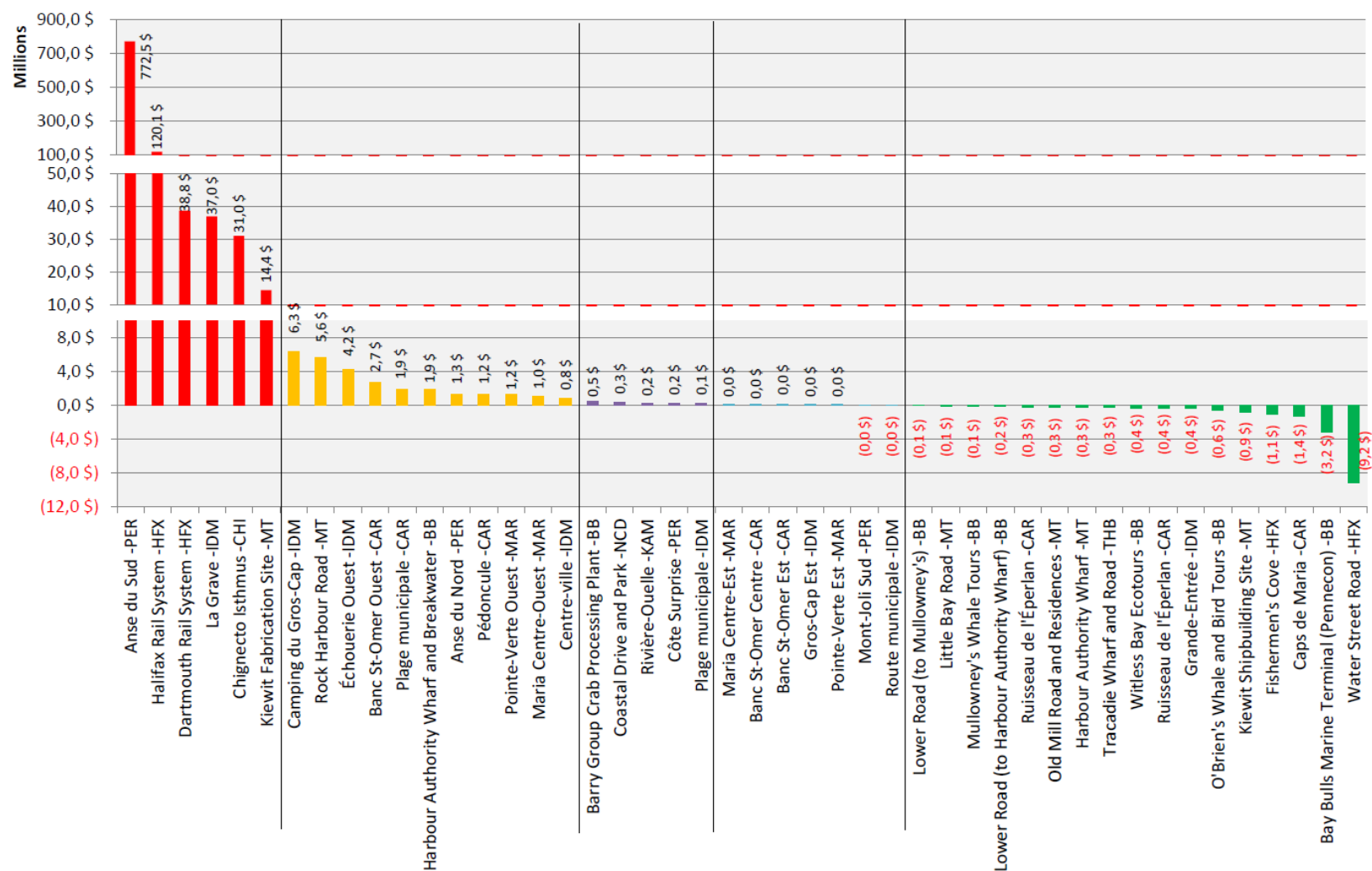
Tableau 4.2 – VAN des options les plus avantageuses par rapport aux VAN de la non-intervention par segment et ratio avantages-coûts correspondants

Segment	Option d'adaptation la plus avantageuse	Avantage par rapport à la NI (VAN 4%)	Ratio AC de l'option la plus avantageuse
Anse du Sud - PER	RP	772 504 733 \$	68,44
Halifax Rail System - HFX	IRM	120 070 576 \$	2,56
Dartmouth Rail System - HFX	I	38 787 584 \$	4,36
La Grave – IDM	RP	37 035 761 \$	25,78
Chignecto Isthmus - CHI	IRM	31 006 317 \$	1,45
Kiewit Fabrication Site - MT	MB	14 440 538 \$	6,80
Camping du Gros-Cap - IDM	RR	6 287 928 \$	4,55
Rock Harbour Road - MT	I	5 586 986 \$	20,46
Échouerie Ouest - IDM	RR	4 227 590 \$	2,55
Banc St-Omer Ouest – CAR	RP	2 655 426 \$	2,06
Plage municipale - CAR	I	1 896 467 \$	1,68
Harbour Authority Wharf and Breakwater - BB	I	1 874 913 \$	20,60
Anse du Nord - PER	RP	1 299 299 \$	1,62
Pédoncule - CAR	RPE	1 242 650 \$	1,63
Pointe-Verte Ouest - MAR	RPE	1 216 670 \$	1,41
Maria Centre-Ouest - MAR	IRS	1 033 960 \$	3,64
Centre-ville - IDM	RR	842 052 \$	1,05
Barry Group Crab Processing Plant – BB	MB	468 902 \$	1,94
Coastal Drive and Park - NCD	FE	341 268 \$	1,17
Rivière-Ouelle - KAM	IRS	189 308 \$	1,40
Côte Surprise - PER	RS	158 833 \$	1,40
Plage municipale - IDM	RS	147 561 \$	1,73
Maria Centre-Est - MAR	IRS	23 415 \$	1,15
Banc St-Omer Centre – CAR	IRS	20 600 \$	1,78

Segment	Option d'adaptation la plus avantageuse	Avantage par rapport à la NI (VAN 4%)	Ratio AC de l'option la plus avantageuse
Banc St-Omer Est - CAR	RS	17 646 \$	1,17
Gros-Cap Est – IDM	RS	17 585 \$	1,29
Pointe-Verte Est - MAR	IRS	12 494 \$	1,22
Mont-Joli Sud - PER	RS	(7 255 \$)	0,96
Route municipale - IDM	RS	(10 426 \$)	0,97
Lower Road (to Mallowney's) –BB	I	(95 680 \$)	0,00
Little Bay Road - MT	I	(105 248 \$)	0,00
Mallowney's Whale Tours -BB	IRM	(105 955 \$)	0,60
Lower Road (to Harbour Authority Wharf) - BB	I	(191 360 \$)	0,00
Ruisseau de l'Éperlan - CAR	RS	(256 671 \$)	0,49
Old Mill Road and Residences – MT	MB	(286 649 \$)	0,00
Harbour Authority Wharf - MT	MB	(286 952 \$)	0,00
Tracadie Wharf and Road – THB	IRM	(325 728 \$)	0,76
Witless Bay Ecotours – BB	MB	(366 287 \$)	0,09
Rue Berthelot – CAR	RS	(415 420 \$)	0,29
Grande-Entrée - IDM	IRS	(430 258 \$)	0,55
O'Brien's Whale and Bird Tours – BB	I	(601 544 \$)	0,42
Kiewit Shipbuilding Site - MT	MB	(853 204 \$)	0,01
Fishermen's Cove - HFX	I	(1 095 288 \$)	0,53
Caps de Maria – CAR	RS	(1 365 118 \$)	0,49
Bay Bulls Marine Terminal (Pennecon) – BB	I	(3 249 526 \$)	0,00
Water Street Road - HFX	IRM	(9 201 077 \$)	0,01

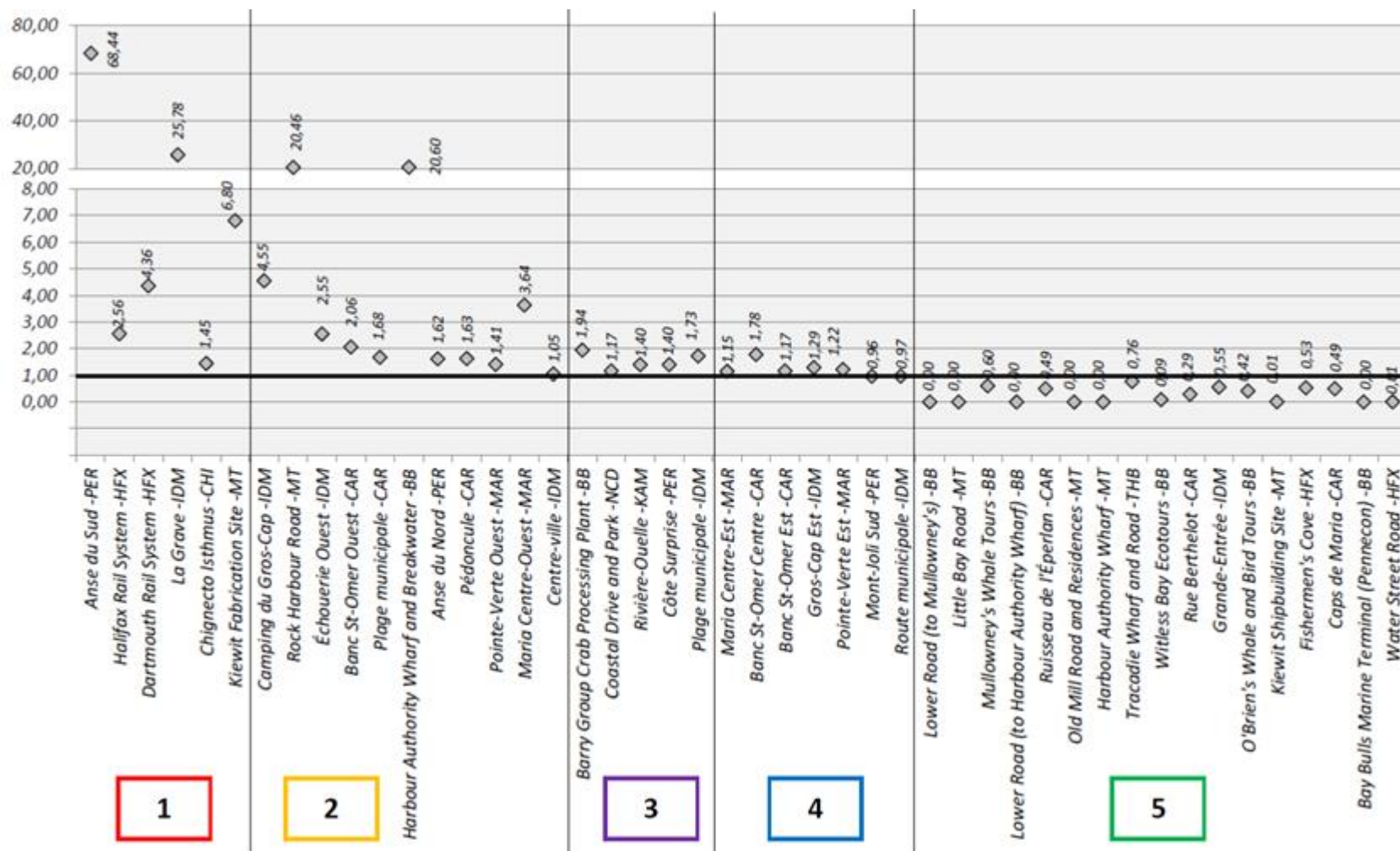
Ingénierie rigide: IRM: Ingénierie rigide mixte; ENR: enrochement; RR: riprap; MB: Mur de béton; Ingénierie mobile: RP: Recharge de plage; RPE: RP + épis; Options sans structures côtières: RS: relocalisation stratégique pour les bâtiments et aboiteaux; I: Immunisation en élevant les bâtiments, routes, aboiteaux; IRS: I+RS; FE= fermeture de l'actif.

Lorsque l'on compare l'option d'adaptation la plus avantageuse à l'option de non-intervention, on obtient une VAN positive pour 29 des 46 sites (63 %) (figure 4.2; tableau 4.2). En s'appuyant sur cet indicateur, les sites à l'étude ont été divisés en cinq groupes, décrits ici-bas : 1) la non-intervention n'est pas une option, 2) avantage net à intervenir, 3) mince avantage à intervenir, 4) à l'intérieur d'une marge de 25 000 \$ et 5) pas d'avantage économique à intervenir.



Note: Groupes de segment: Rouge: 1-La non-intervention n'est pas une option; Jaune: 2-Avantage net à intervenir; 0.5-10 M\$; Mauve: 3-Mince avantage à intervenir; < 0.5 M\$; Bleu: 4-À l'intérieur d'une marge de 25 000 \$; Vert: 5-Pas d'avantage économique à intervenir.

Figure 4.2 – VAN de l'option la plus avantageuse par rapport à la VAN de la non-intervention par segment



Note: Groupes de segment: Rouge: 1-La non-intervention n'est pas une option; Jaune: 2-Avantage net à intervenir; 0.5-10 M\$; Mauve: 3-Mince avantage à intervenir; < 0.5 M\$; Bleu: 4-À l'intérieur d'une marge de 25 000 \$; Vert: 5-Pas d'avantage économique à intervenir.

Figure 4.3 – Ratio avantages-coûts des options les plus avantageuses par segment

4.2.1 Premier groupe de segments: La non-intervention n'est pas une option

Pour six segments, la VAN de l'option la plus avantageuse excède la VAN de l'option de non-intervention d'au moins 14 M\$. Dans ces cas, choisir de ne rien faire représenterait une perte considérable pour la société. Les six segments sont les suivants: Anse du Sud (Percé), Halifax Rail System et Dartmouth Rail System (HFX), La Grave (Îles-de-la-Madeleine), Chignecto Isthmus (CHI), et Kiewit Fabrication Site (MT) (voir la figure 4.4).

Dans ce premier groupe de segments, le coût potentiel des aléas d'érosion et de submersion est très élevé puisque des actifs majeurs sont à risque: des infrastructures touristiques, des installations industrielles, un port international et un centre de transport multimodal. En fait, dans la plupart des cas, des actifs régionaux ou provinciaux sont à risque et l'adaptation génère des avantages qui s'étendent au-delà des sites locaux à l'étude. Les coûts prévus liés à la non-intervention pour ces segments sont tous supérieurs à 17 M\$. Dans la majorité des cas, de 75 % à 100 % de ces coûts sont associés à des pertes économiques.

Les coûts de mise en œuvre des options les plus avantageuses pour ce groupe varient grandement, se situant entre 1,5 M\$ (La Grave) et 77,1 M\$ (Halifax Rail System). Les options privilégiées dépendent principalement du type de côte à protéger :

- Structures côtières mobiles pour des segments de terrasses de plage récréatives (Anse du Sud et La Grave). La recharge de plage est l'option la plus avantageuse puisqu'elle maintient l'accès à la plage et/ou à la promenade et offre des avantages économiques directs, tels que l'augmentation prévue des revenus touristiques.
- Structures côtières rigides pour corridor de transport multimodal (Halifax and Dartmouth Rail Systems, Chignecto Isthmus²). Dans le but de protéger les infrastructures de transport où elles se situent (c'est-à-dire dans un environnement anthropique), des structures côtières rigides et le rehaussement de la base de la route sont requis. Les coûts élevés liés à ces options sont compensés par l'importance des dommages évités.
- Structures côtières rigides pour un site industriel fortement exposé: Le site Kiewit Cow Head Fabrication Facility à Terre-Neuve est la plus importante usine de fabrication en mer de la province. Les importants dommages prévus dus à la submersion (17 M\$) justifient la mise en place d'un mur de protection combinée à l'élévation du terrain et de la route, au coût de 2,5 M\$.

² La valeur actualisée nette et le ratio avantages-coûts présentés pour l'étude de cas de Chignecto Isthmus proviennent du scénario basé sur la valeur ajoutée, qui a été retenu par les auteurs du Rapport synthèse des provinces atlantiques. D'autres scénarios envisageant des pertes d'activités commerciales de 10 %, 25 % et 100 % ont également été étudiés. Ces scénarios présentent des coûts plus élevés de non-intervention ainsi que des valeurs actualisées nettes et des ratios avantages-coûts plus élevés pour les options d'adaptation. Toutefois, puisque le scénario basé sur la valeur ajoutée fait déjà partie du premier groupe – « La non-intervention n'est pas une option », l'utilisation d'un autre scénario ne changerait pas les conclusions.

En termes de ratio avantages-coûts, le premier groupe de segments affiche un large éventail de valeurs positives, de 1,45 (Chignecto Isthmus) à 68,44 (Anse du Sud). Ces résultats mènent facilement à la conclusion selon laquelle la mise en œuvre des options d'adaptation pour ces segments stratégiques serait avantageuse pour la société.

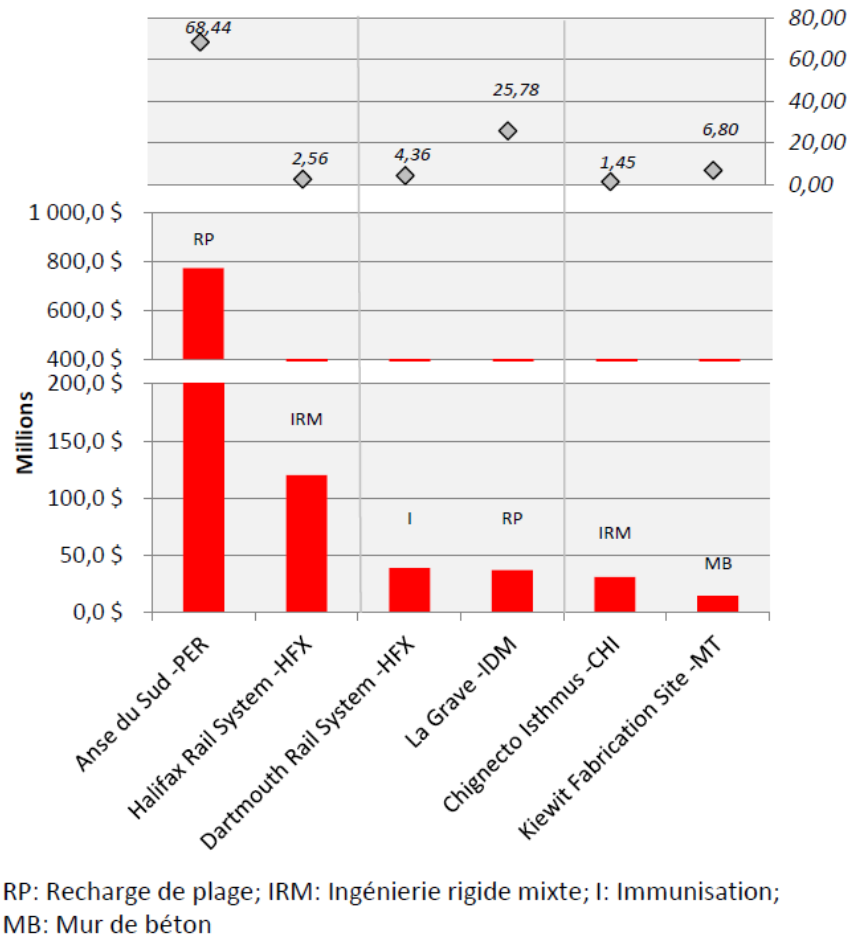
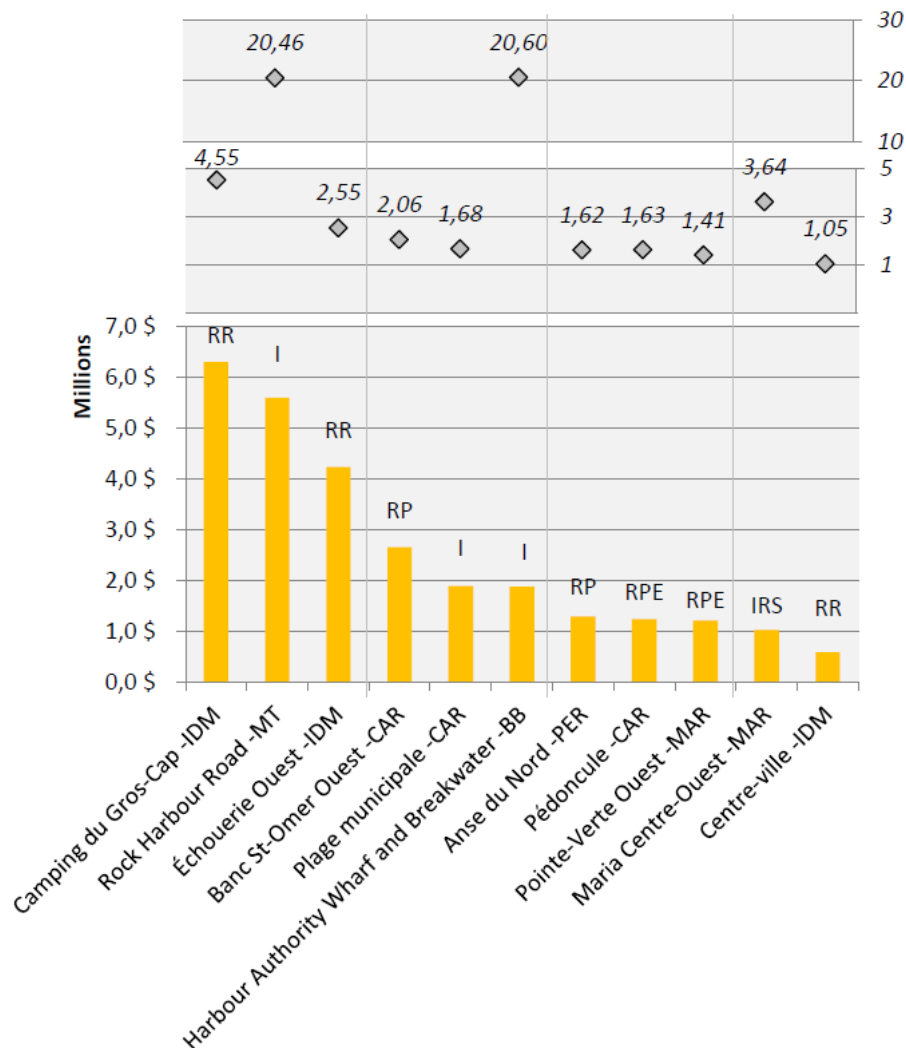


Figure 4.4 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le premier groupe de segments

4.2.2 Deuxième groupe de segment: Avantage net à intervenir

Le deuxième groupe englobe 11 segments pouvant potentiellement subir d'importants dommages dus à l'érosion et/ou à la submersion, ce qui entraînerait une perte importante d'actifs côtiers ou d'usage de la côte (0,4 à 13 M\$). Étant donné leurs impacts potentiels, des investissements de l'ordre de 100 000 \$ à 13 M\$ peuvent être justifiés économiquement (voir figure 4.5).



RR: Riprap; I: Immunisation; RP: Recharge de plage; IRS: Immunisation et relocalisation stratégique; IRM: Ingénierie rigide; mixte RPE: Recharge de plage avec épis

Figure 4.5 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le deuxième groupe de segments

Les 11 segments peuvent être divisés en trois sous-catégories selon le type d'adaptation retenu et le type de côte :

- Options d'adaptation sans structure côtière là où des structures côtières mobiles ou rigides sont impossibles ou trop coûteuses, malgré une valeur des actifs ou des usages élevée. Cette sous-catégorie regroupe quatre segments, deux au Québec et deux à Terre-Neuve. Dans ces cas, une option relativement peu coûteuse telle que l'immunisation et la relocalisation stratégique est préférable, bien qu'elle ne prévienne ni l'érosion ni la submersion. Le coût de

l'investissement est un facteur déterminant dans la sélection de l'option d'adaptation la plus avantageuse.

- Structures côtières mobiles pour côtes basses avec des actifs ou des valeurs d'usage relativement importantes. Les quatre segments de Banc St-Omer Ouest (Carleton-sur-Mer, QC), Anse du Nord (Percé, QC), Pédoncule (Carleton-sur-Mer, QC) et Pointe-Verte Ouest (Maria, QC) sont des terrasses de plage ou des flèches littorales où la recharge de plage avec ou sans épis est l'option la plus avantageuse (avantages nets de 1,2 M\$ à 2,7 M\$ par rapport à l'option de non-intervention). L'avantage net des épis dépend de la disponibilité des matériaux à l'échelle locale pour leur entretien et le nombre de recharges requises sur les 50 prochaines années.
- Riprap pour des falaises sédimentaires en érosion. Pour trois segments des Îles-de-la-Madeleine soit Camping du Gros-Cap, Échouerie Ouest et Centre-ville, la valeur des actifs et des usages à risque justifie l'intervention. Toutefois, les structures côtières mobiles ne sont pas adaptées à ce genre de falaises sédimentaires. L'option du riprap est la plus avantageuse avec une VAN se situant entre 0,6 M\$ et 6,3 M\$ par rapport à l'option de non-intervention. Dans les trois cas, la seconde option la plus avantageuse est la relocalisation stratégique, qui a un ratio avantages-coûts plus élevé que le riprap pour Échouerie Ouest. Il est à noter que cette dernière option ne protège pas le segment des dommages dus à l'érosion, alors que l'option du riprap offre une telle protection.

En somme, le deuxième groupe de segments présente des ratios avantages-coûts supérieurs à 1. Ce résultat confirme que l'intervention a le potentiel d'engendrer plus d'avantages que de coûts pour la société.

4.2.3 Troisième groupe de segments: Mince avantage à intervenir

Le troisième groupe de segments présente un mince avantage à intervenir relativement à l'option de non-intervention, avec des VAN se situant entre 97 000 \$ et 469 000 \$ (voir figure 4.6). Ces segments incluent généralement un seul actif majeur qui doit être protégé. L'option privilégiée dépend du type de mesure pouvant être entreprise dans un segment et est toujours une option dont les coûts de réalisation sont relativement faibles. Pour quatre de ces segments, une option de prévention est plus avantageuse. Le segment Barry Group Crab Processing Plant est l'exception, puisqu'une structure côtière rigide est nécessaire afin de protéger adéquatement les actifs existants.

Pour cinq des segments du troisième groupe, toutes les options les plus avantageuses ont un ratio avantages-coûts supérieur à 1. Conséquemment, intervenir pour protéger des actifs individuels peut être avantageux dans le cas où des options d'adaptation peu coûteuses existent.

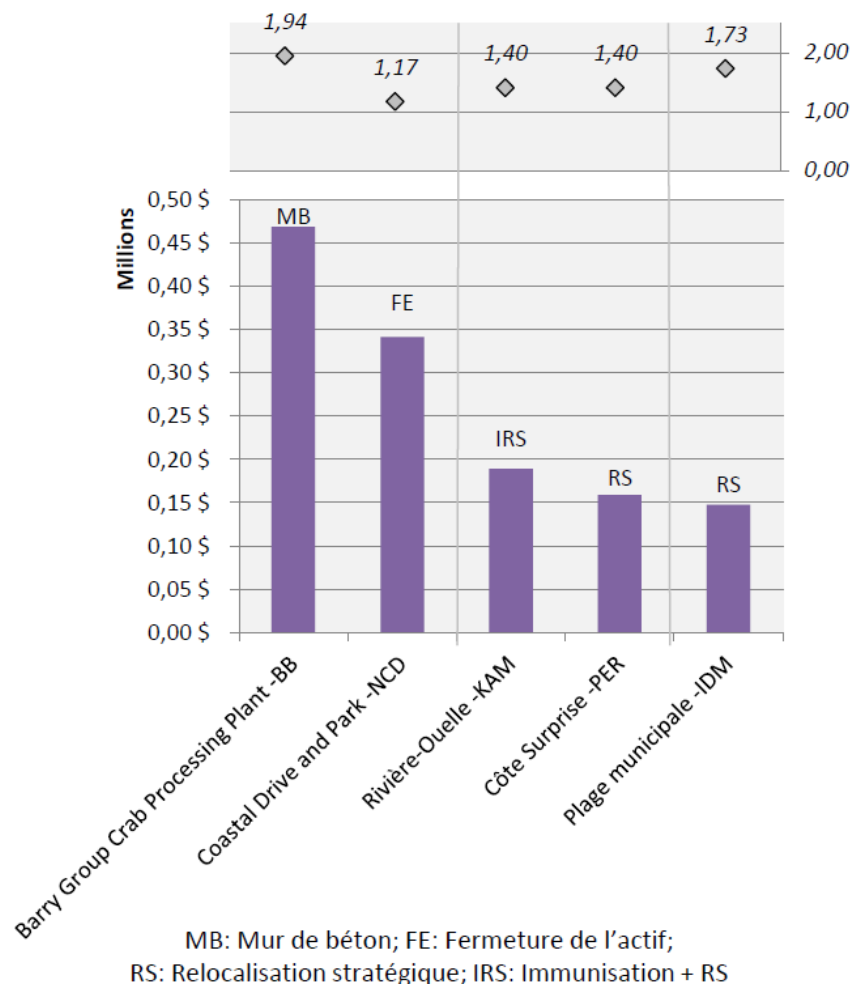


Figure 4.6 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le troisième groupe de segments

4.2.4 Quatrième groupe de segments: À l'intérieur d'une marge de 25 000 \$

Ce groupe de sept segments comporte des cas où la différence entre la VAN pour une option d'adaptation sans structure côtière (l'immunisation, la relocalisation stratégique ou une combinaison des deux) se trouve dans une marge de 25 000 \$ par rapport à la VAN de la non-intervention. Dans cinq cas, la différence est positive, alors qu'elle est négative pour deux autres segments (voir figure 4.7).

Les segments dans cette catégorie sont Maria Centre-Est (Maria), Banc St-Omer Centre (Carleton-sur-Mer), Banc St-Omer Est (Carleton-sur-Mer), Gros-Cap Est (Îles-de-la-Madeleine), Pointe-Verte Est (Maria), Mont-Joli Sud (Percé) et Route municipale (Îles-de-la-Madeleine).



Figure 4.7 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le quatrième groupe de segments

Un facteur explicatif commun aux segments présentant un très faible avantage ou coût net sont que les dommages anticipés associés à l'option de non-intervention sont relativement bas. Ceux-ci sont estimés à moins de 900 000 \$ à un taux d'actualisation de 4 % sur les 50 années de la période d'étude pour six des sept segments. L'exception est le segment Maria Centre-Est, où les dommages prévus sont de l'ordre de 1,4 M\$. Lorsque les dommages potentiels sont limités, le coût actualisé de l'option d'adaptation doit être relativement bas pour que l'intervention soit justifiée.

Les facteurs suivants contribuent à réduire les dommages prévus:

- Certains segments sont à risque d'érosion, mais ne sont pas menacés par les risques de submersion. En moyenne, les dommages dus à la submersion sont supérieurs à ceux dus à la submersion.
- Les actifs à risque dus à l'érosion sont assez loin de la côte pour n'être considérés à risque que vers la fin de la période d'étude.
- Les coûts associés à la relocalisation stratégique ou à l'immunisation de certains actifs sont égaux ou supérieurs à la valeur de ces actifs.

Lorsque les VAN par rapport à l'option de non-intervention sont de 25 000 \$ ou moins, les résultats de l'ACA sont moins robustes et un changement dans les hypothèses économiques peut affecter les résultats. Par exemple, la prise en compte dans l'ACA de coûts indirects dont la monétisation précise est difficile peut modifier les conclusions. Les changements dans l'ACA avec un impact potentiel sur les conclusions comprennent :

- Maria Centre-Est (Maria) et Pointe-Verte Est (Maria) : L'estimation des coûts liés à l'insécurité des résidents dont les résidences sont à risque de subir l'assaut des vagues et d'être touchés par la projection de débris durant des événements de tempête pourrait faire augmenter les coûts liés à l'option de non-intervention.
- Mont-Joli Sud (Percé) : Un estimé plus fiable de la valeur patrimoniale des actifs majeurs devant être protégés dans ce segment pourrait justifier l'intervention.
- Gros-Cap Est (Îles-de-la-Madeleine) : L'estimation du coût de l'insécurité pour les résidents qui vivent dans des résidences situées au sommet d'une falaise à risque d'érosion pourrait augmenter les coûts liés à l'option de non-intervention.

Pour ce groupe de segments, l'ACA ne fournit pas d'indication claire pour aider les décideurs à choisir entre l'intervention et la non-intervention. Le poids des variables non-économiques prend donc davantage d'importance lors de la prise de décision.

4.2.5 Cinquième groupe de segments: Pas d'avantage économique à intervenir

Le cinquième et dernier groupe se compose de 17 segments où il n'y a pas d'avantage économique à l'intervention. Les coûts liés à l'intervention excèdent les dommages évités par l'intervention (voir figure 4.8).

Cette catégorie englobe six segments pour lesquels les coûts de la non-intervention sont nuls ou pratiquement nuls. Pour ces segments, le besoin d'intervenir est inexistant. Il s'agit de Bay Bulls Marine Terminal (Baybulls), Old Mill Road and Residences (Marystown), Harbour Authority Wharf (Marystown), Lower Road (to Mullooney's) (Baybulls), Lower Road (to Harbour Authority Wharf) (Baybulls) et Little Bay Road.

Pour les autres segments, toutes les adaptations considérées sont plus coûteuses que les dommages prévenus. Il y a quatre cas généraux:

- Le déménagement des actifs à risque est plus coûteux que la valeur totale des actifs. Cette situation est observée dans les segments du Ruisseau de l'Éperlan (Carleton-sur-Mer), Rue Berthelot (Carleton-sur-Mer) et Caps de Maria (Maria). Par contre, l'insécurité liée à la vie limitrophe à des falaises en érosion n'a pas été évaluée dans le cadre de l'ACA, ce qui aurait augmenté les avantages liés à l'intervention.
- La reconstruction de structures côtières rigides pour protéger les infrastructures et les actifs n'est pas justifiée économiquement. C'est le cas pour plusieurs segments, incluant Mallowney's Whale Tours (Baybulls), Witless Bay Ecotours (Baybulls) et le Kiewit Shipbuilding Site (Marystown).
- Les dommages liés à la submersion sont insuffisants pour justifier une intervention protégeant les quais. Cette situation s'applique aux quais à risque dans les segments O'Brien's Whale and Bird Tours Wharf (Baybulls), Fishermen's Cove (Halifax) and Grande Entrée (Îles-de-la-Madeleine). De plus, les dommages de submersion peuvent souvent être évités par le déplacement temporaire des embarcations.
- Les dommages de submersion sont insuffisants pour justifier la protection de tronçons routiers. Des dommages associés avec des événements de submersion de tronçons routiers, tels que Water Street Road (Halifax) and Harbour Road (Tracadie Harbour), ont des coûts trop faibles relativement à l'option d'immunisation de la route.

Pour l'ensemble des 17 segments, le ratio avantages-coûts confirme que la non-intervention est préférée aux autres options du point de vue économique.

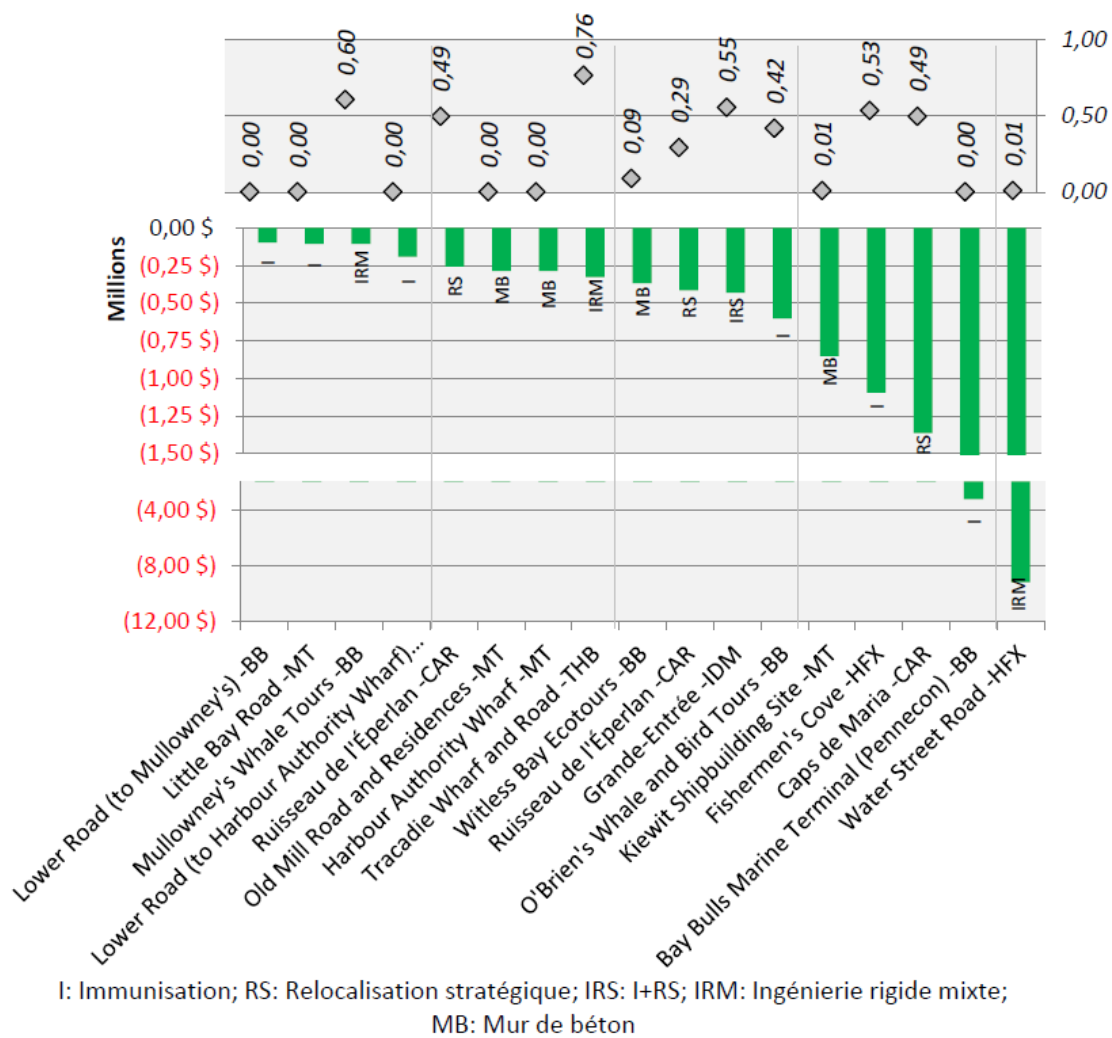


Figure 4.8 – VAN des options les plus avantageuses par rapport à la VAN de la non-intervention et ratios avantages-coûts pour le cinquième groupe de segments



5. LEÇONS APPRISSES

Les leçons apprises dans la réalisation des analyses coûts-avantages pour le Québec et les provinces atlantiques sont de deux ordres : l'importance de l'approche collaborative et les divers facteurs qui influencent l'utilité des résultats.

5.1 APPROCHE COLLABORATIVE

Le processus de l'ACA pour chaque étude de cas a été soutenu par des liens étroits établis avec les communautés grâce à l'approche collaborative. Les gestionnaires publics et privés principaux, les autorités locales et régionales et les représentants de divers secteurs (sécurité civile, transport, agriculture, environnement, etc.) ont été invités à participer et contribuer tout au long de la réalisation des études de cas. Le processus était encore plus pertinent lorsque les divers intervenants étaient impliqués dès la genèse du projet.

Sur la période de deux ans de réalisation du projet, le dialogue a été établi et maintenu avec l'ensemble des parties prenantes et les divers collaborateurs. Ils ont été consultés à différentes étapes de l'ACA: d'abord pour explorer les enjeux et identifier la valeur des actifs, puis pour valider les hypothèses de travail et les options d'adaptation à l'étude et finalement, pour discuter les résultats préliminaires et commenter les rapports d'analyse. À ces interactions se sont ajoutés de nombreux contacts individuels notamment pour obtenir les données pertinentes. Dans certains cas, cette collaboration a mené à des assemblées publiques afin de présenter les résultats, lorsque sollicitées par les acteurs municipaux.

La participation des parties prenantes aux comités consultatifs a permis un meilleur accès aux données numériques. Lorsque les gestionnaires, les acteurs municipaux ou les fonctionnaires qui suivaient de près la progression du projet étaient mis au courant de l'absence de données dans des domaines où ils pouvaient intervenir, plusieurs ont consenti des efforts considérables pour fournir les données requises.

Un autre avantage majeur de l'approche collaborative est qu'elle résulte en une plus large acceptation des résultats. Tel qu'indiqué dans le rapport synthèse des analyses faites dans les provinces atlantiques, le consensus sur les options d'adaptation se fait rarement de façon spontanée. Pour quelques études de cas, les différentes parties prenantes avaient des priorités divergentes relativement à l'adaptation. Présenter un scénario unique d'adaptation combinant les intérêts privés et publics représentait un défi majeur. Finalement, les discussions avec les collaborateurs ont révélé la complexité de chaque étude de cas, rendant les résultats finaux plus robustes et donc plus à même d'être acceptés par les parties prenantes et par la population.

Par ailleurs, les parties prenantes ont paru plus susceptibles de défendre et d'utiliser les résultats lorsqu'elles étaient activement impliquées dans la validation des hypothèses et des résultats. Au Québec, les collaborateurs locaux et régionaux ont montré un intérêt marqué à partager les résultats au sein de leurs organisations. Les autorités locales ont également demandé que les résultats soient présentés aux résidents des sites à l'étude. Enfin, dans le cas de Percé, où de récents événements de tempête ont accéléré le processus d'érosion, les résultats de l'ACA ont été utilisés par le gouvernement provincial afin de guider l'identification de la meilleure option d'adaptation.

5.2 FACTEURS AUGMENTANT L'UTILITÉ DES RÉSULTATS

L'utilité des résultats du projet constitue bien évidemment un enjeu prioritaire, considérant qu'un des objectifs majeurs de l'ACA est d'appuyer la prise de décisions. Les expériences variées entre les provinces ont révélé cinq facteurs principaux qui augmentent l'utilité des résultats.

L'homogénéité des segments côtiers à l'étude

La segmentation territoriale des sites en segments homogènes en termes de type de côte et d'options d'adaptation semble augmenter l'utilité des résultats. Viser une résolution fine à petite échelle des segments côtiers permet une évaluation plus réaliste des dommages potentiels. Par exemple, les matrices graphiques combinées à des mesures sur le terrain de l'élévation des bâtiments se sont avérées fournir des estimations fiables et bien acceptées des dommages potentiels dus à l'érosion et à la submersion.

Toutefois, lorsque les résultats de l'ACA sont utilisés à un niveau stratégique, en particulier pour des sites d'une envergure stratégique à l'échelle des provinces, il peut s'avérer moins intéressant de dédier des ressources substantielles pour augmenter de façon marginale la précision des résultats finaux.

La réalisation d'une analyse systémique lorsque nécessaire

Mener une analyse systémique s'est avéré essentiel pour des segments interdépendants dans l'espace. Généralement, de tels liens existent lorsque les

segments font partie d'une même cellule hydro-sédimentaire. Dans de tels cas, la mise en œuvre d'une option d'adaptation dans l'un des segments peut affecter le transport sédimentaire et les impacts de ce changement sur les autres segments doivent être évalués. Par exemple, puisque l'option identifiée la plus avantageuse pour Pointe-Verte Ouest (Maria) est la recharge de plage avec épis, et que celle-ci peut modifier l'équilibre sédimentaire, l'impact de cette option sur les segments profitant du transport sédimentaire se devait d'être estimé.

Une approche systémique est aussi utile à l'analyse des impacts des aléas d'érosion et de submersion sur les réseaux d'infrastructures. Un réseau doit être résistant en tous points afin d'éviter des dérangements majeurs. Par exemple, le segment Chignecto Isthmus est lié directement à celui d'Halifax Harbour puisque ce dernier est le terminal côtier situé à l'est du corridor commercial. Par conséquent, là où des réseaux sont impliqués, une analyse systémique est nécessaire pour identifier les segments vulnérables qui peuvent mettre en péril l'ensemble du réseau.

Diversité des impacts considérés

Les ACA réalisées au Québec et dans les provinces atlantiques ont considéré des impacts différents, tel que mentionné au chapitre 3. Alors que les ACA des provinces atlantiques se sont intéressées aux impacts sur les infrastructures, les actifs privés et publics et sur les principales activités économiques, les ACA réalisées au Québec ont également évalué les impacts sociaux et environnementaux (voir tableau 3.1). En fait, dans certains cas, la prise en compte d'un éventail d'impacts plus large a mené à l'identification d'options d'adaptation qui autrement n'auraient pas été considérées. Par exemple, pour le segment de Rivière-Ouelle (Kamouraska), les avantages environnementaux liés à la restauration d'un marais ont dépassé ceux associés à la préservation des terres agricoles. Conséquemment, l'option la plus avantageuse impliquait le recul partiel d'un aboiteau favorisant la restauration d'une zone de marais.

Tel que mentionné dans le rapport synthèse des analyses faites dans les provinces atlantiques, la prise en compte de variables ou d'impacts indirects est primordiale dans le processus de décision. Il est donc préférable de considérer autant d'impacts que possible pour fournir aux décideurs des ACA dont les résultats intègrent tous les intérêts potentiels.

La période d'étude la plus appropriée

Certaines infrastructures sur les sites à l'étude ont été évaluées comme plus résilientes à la submersion côtière que d'autres, puisqu'elles ont été conçues pour résister à des niveaux futurs de submersion côtière plus élevés. Ainsi, la période d'étude considérée pour l'ACA devrait être ajustée aux besoins des décideurs. D'une part, des infrastructures sujettes à des menaces immédiates peuvent nécessiter des ajustements rapides, combinés à une planification pour des adaptations stratégiques à moyen ou long terme. D'autre part, les propriétaires d'infrastructures très résilientes peuvent se

concentrer sur des adaptations durables sur un horizon de long terme et élaborer des plans qui coïncident de façon stratégique avec le calendrier d'entretien et de remplacement de l'infrastructure.

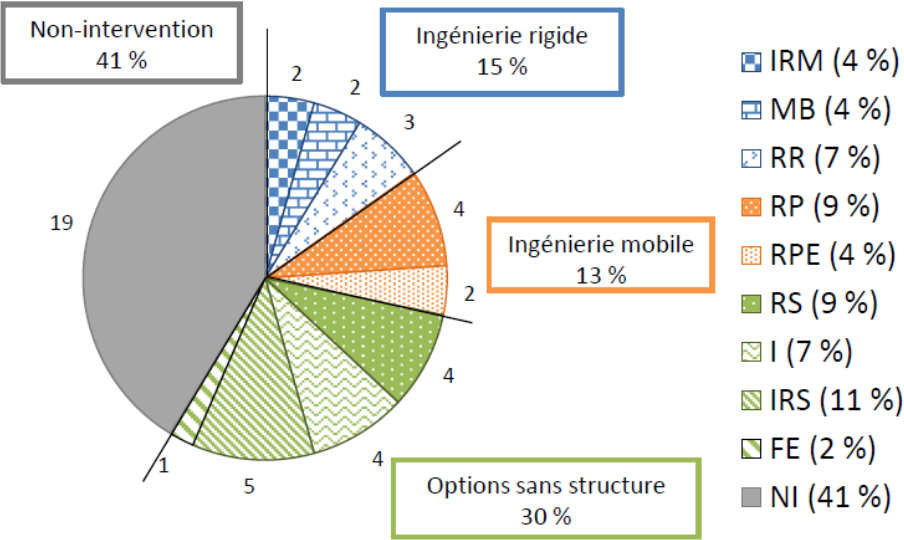
Études complémentaires

Les ACA ne considèrent pas les effets distributifs associés aux coûts et aux avantages liés aux options les plus avantageuses. Aucune analyse n'est faite afin d'identifier les acteurs pouvant bénéficier ou subir les conséquences des options d'adaptation. Il peut donc être difficile pour les décideurs de gérer la communication des résultats de l'ACA au sein des communautés concernées. Une autre préoccupation des décideurs est de connaître avec précision les coûts financiers liés à l'option la plus avantageuse, et de savoir comment financer sa mise en œuvre. Des études complémentaires pourraient fournir de telles informations aux décideurs et augmenteraient potentiellement l'utilité des résultats de l'ACA.



6. CONCLUSION

Parmi les 46 segments étudiés, l'implantation d'une option d'adaptation côtière est clairement avantageuse pour la société dans 48 % des cas (voir figure 6.1). L'ajout des cinq segments dont la VAN est à l'intérieur d'une marge de 25 000 \$ augmente la proportion d'intervention à 59 %. Près du tiers des options les plus avantageuses ne nécessitent pas de structure côtière (l'immunisation ou la relocalisation stratégique ou les deux).



Légende: IRM: Ingénierie rigide mixte; MB: Mur de béton; RR: Riprap; RP: Recharge de plage; RPE: Recharge de plage avec épis; RS: Relocalisation stratégique; I: Immunisation; IRS: Immunisation et relocalisation stratégique; FE : fermeture de l'actif; NI: Non-intervention

Figure 6.1 – Distribution des options les plus avantageuses entre les 46 segments

Quant aux structures côtières rigides et mobiles, elles représentent 15 % et 13 % des options les plus avantageuses, respectivement. Enfin, la non-intervention est préférable pour 41 % des segments.

Le choix de l'option la plus avantageuse dépend de plusieurs facteurs tels que le type de côte, les protections existantes, les aléas côtiers, les actifs à risque, la valeur des dommages anticipés, les coûts indirects (environnementaux et sociaux), ainsi que les coûts d'implantation des options d'adaptation considérées. À cet effet, la prudence est de mise lorsque l'on tente de transférer les résultats d'un site à un autre.

Également, l'option la plus avantageuse n'est pas toujours la moins coûteuse, d'après les résultats de l'ACA pour 35 segments où plusieurs options ont été comparées. L'analyse de ces résultats indique que l'option la plus avantageuse est la moins coûteuse à mettre en œuvre dans 71 % des cas. Pour l'autre 29 % des cas, l'option la plus avantageuse comporte souvent des structures côtières rigides ou mobiles, souvent plus coûteuses que les options sans structure côtière.

Ces résultats indiquent que la décision d'intervenir ou non et la sélection de l'option la plus avantageuse ne peut pas simplement être extrapolée pour d'autres segments côtiers. L'importance des caractéristiques spécifiques d'un site à l'étude ne permet pas une généralisation.

Concernant les cinq groupes de segments identifiés dans ce rapport, leurs principales caractéristiques sont présentées au tableau 6.1. En somme, les résultats principaux pour chaque groupe sont les suivants:

- Lorsque le coût potentiel des aléas d'érosion et de submersion est très élevé, car des actifs régionaux ou provinciaux sont à risque, la non-intervention n'est pas une option. Les avantages pour la société peuvent même être augmentés en sélectionnant une option d'adaptation qui offre des avantages en plus des coûts évités (premier groupe - rouge).
- Lorsque les dommages potentiels associés aux aléas d'érosion et de submersion sont relativement élevés, le type de côte et les coûts de mise en œuvre peuvent dicter le choix de la meilleure option d'adaptation (deuxième groupe – jaune).
- Lorsque l'avantage net à intervenir est relativement faible, le choix de l'option d'adaptation dépend du type d'intervention qui peut être entrepris et du coût des options et, dans ce cas, les options présentant de faibles coûts sont préférées (troisième groupe – mauve).
- Quand le coût potentiel des aléas d'érosion et de submersion est faible, les options sans structure côtière sont préférées, mais la non-intervention est aussi une option privilégiée, en particulier lorsque la valeur des actifs est relativement faible (quatrième groupe – bleu).
- Malgré que les dommages anticipés puissent être importants, l'intervention n'est pas avantageuse pour la société lorsque la valeur des actifs devant être protégés est plus faible que le coût de l'intervention (cinquième groupe – vert).

Tableau 6.1 – Principales caractéristiques des cinq groupes de segment

Group of segments	VAN de l'option la plus avantageuse en comparaison à la non-intervention	Coût de la non-intervention par mètre de côte (VAN 4%)	Coût d'implantation de l'option la plus avantageuse	Principales caractéristiques de chaque groupe Type de côte/d'aléas – actifs - options
1-La non-intervention n'est pas une option (6 segments)	>14,0 M\$	3 000–777 000 \$	2,5 – 77 M\$	- Actifs régionaux/provinciaux à risque (infrastructure touristique, corridor de transport, installations industrielles, etc.) - Avantages directs lorsque les options d'adaptation contribuent à améliorer l'usage de la côte - Toutes les options d'adaptation envisagées sont plus avantageuses que la non-intervention
2- Avantage net à intervenir (11 segments)	0,5–14,0 M\$	1 000–31 000 \$	0,2 M–13 M\$	- Les options sans structure côtière (immunisation et relocalisation stratégique) sont favorisées lorsque les structures côtières sont impossibles ou trop dispendieuses - Les structures côtières mobiles sont les options les plus avantageuses pour les côtes basses abritant des actifs de grande valeur - Le riprap est l'option à privilégier lorsque la valeur des actifs à risque est élevée et que les côtes sont constituées de basses falaises sédimentaires friables
3- Mince avantage à intervenir (5 segments)	25 000 \$ – 0,5 M\$	150–2 500 \$	154 000–905 000 \$	- Ces segments comprennent généralement un actif d'importance à risque au cours de l'horizon d'étude (bâtiments commerciaux, terres agricoles, etc.) - Le choix de l'option d'adaptation dépend du type d'intervention possible et du coût des options, les options préférées étant celles présentant des coûts moindres
4-À l'intérieur d'une marge de 25 000\$ (7 segments)	(25 000 \$) – 25 000 \$	160–3 700 \$	29 000 \$–422 000 \$	- Les options sans intervention côtière ou la non-intervention sont privilégiées dans ce groupe - La valeur des actifs à risque et les dommages anticipés de la non-intervention sont faibles - Les facteurs qui influencent sur le faible coût de la non-intervention : faible densité du cadre bâti, peu ou pas de dommages de submersion, dommages dû à l'érosion surviennent tard dans l'horizon d'étude
5-Aucun avantage économique à intervenir (17 segments)	<(25 000 \$)	0–4 400 \$	N/A	Aucune intervention n'est justifiée lorsque la relocalisation des actifs est plus dispendieuse que la valeur de ceux-ci, lorsque la reconstruction des structures de protection est plus dispendieuse que la valeur des actifs et quand les dommages anticipés sont très bas



7. RÉFÉRENCES

- Bernatchez, P., Dugas, S., Fraser, C., Da Silva, L. (2015). Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis à Ouranos, 45 p. et annexes. (Aussi disponible en anglais)
- GIEC (2013). Résumé à l'intention des décideurs. 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 [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York) États-Unis d'Amérique, 29 p.
- Horton, B. P., Rahmstorf, S., Engelhart, S. E., et Kemp, A. C. (2014). Expert Assessment of Sea-Level Rise by AD 2100 and AD 2300. *Quaternary Science Reviews*, 84, 1–6.
- Penning-Rowsell, E., Priest, S., Parker, D., Morris, J., Tunstall, S., Viavattene, C., Chatterton, J. and Owen, D. (2014). *Flood and Coastal Erosion Risk Management: a Manual for Economic Appraisal*. Routledge, 448 p.



ANNEXE A

Cette annexe présente les caractéristiques géomorphologiques (types de côtes, aléas) et les options d'adaptation à l'étude (structures côtières rigides, structures côtières mobiles, options sans structure côtière) pour chacun des 11 études de cas divisées en 46 segments.

Site d'étude	Segment	Enjeux clés	Type de côte dominant	Aléas		Ingénierie rigide							Ingénierie mobile				Options sans structure				
				ÉRO	SUB	ABOI	IRM	PM	ENR	RR	MP	MB	EPT	RP	RPE	RPBio	RPB	RS	I	IRS	FE
Percé	1-Côte Surprise	Bâtiments commerciaux	Falaise sédimentaire	x														x			
	2-Anse du Sud	Attraction touristique régionale	Terrasse de plage	x					x	x				x	x						
	3-Mont-Joli Sud	Bâtiments commerciaux et patrimoniaux	Falaise sédimentaire	x														x			
	4-Anse du Nord	Site récréatif	Terrasse de plage	x					x	x				x				x			
Maria	5-Maria Centre-Ouest	Bâtiments résidentiels, commerciaux, route provinciale	Terrasse de plage	x	x							x								x	
	6-Maria Centre-Est	Bâtiments résidentiels	Terrasse de plage	x	x							x		x	x					x	
	7-Pointe-Verte Ouest	Bâtiments résidentiels	Terrasse de plage	x	x							x		x	x					x	
	8-Pointe-Verte Est	Bâtiments résidentiels	Flèche littorale	x	x		x							x	x					x	
Carleton-sur-Mer	9-Banc St-Omer Ouest	Site récréatif protégeant un marais et une zone résidentielle	Flèche littorale	x	x									x	x		x			x	
	10-Banc St-Omer Centre	Zone résidentielle	Terrasse de plage	x	x				x											x	
	11-Banc St-Omer Est	Zone résidentielle	Terrasse de plage	x	x				x					x	x			x			
	12-Rue Berthelot	Zone résidentielle	Basse falaise meuble	x					x									x			
	13-Ruisseau de l'Éperlan	Zone résidentielle	Basse falaise meuble	x					x					x	x			x			

ÉRO: Érosion; SUB: Submersion; Ingénierie rigide: ABOI: aboiteau; IRM: Ingénierie rigide mixte; PM: Protections multiples; ENR: enrochement; RR: riprap; MP: mur de palplanche; MB: Mur de béton; EPT: Épis en T; Ingénierie mobile: RP: Recharge de plage; RPE: RP + épis; RPBio: RP+ bioingénierie; RPB: RP + butée; Options sans structures côtières: RS: relocalisation stratégique pour les bâtiments et aboiteaux; I: Immunisation en élevant les bâtiments, routes, aboiteaux; IRS: I+RS; FE: Fermeture de l'actif

Site d'étude	Segment	Enjeux clés	Type de côte dominant	Aléas		Ingénierie rigide								Ingénierie mobile				Options sans structure			
				ÉRO	SUB	ABOI	IRM	PM	ENR	RR	MP	MB	EPT	RP	RPE	RPBio	RPB	RS	I	IRS	FE
Carleton-sur-Mer (suite)	14-Plage municipale	Zone récréative et commerciale	Flèche littorale	x	x			x											x		
	15-Pédoncule	Zone récréative et commerciale	Flèche littorale	x	x							x		x	x						
	16-Caps de Maria	Zone résidentielle	Falaises meubles	x														x			
Îles-de-la-Madeleine	17-La Grave	Patrimoine régional et site récréatif	Tombolo	x	x				x	x				x						x	
	18-Camping Gros Cap	Activité commerciale	Falaise sédimentaire	x					x	x							x				
	19-Gros Cap Est	Zone résidentielle	Terrasse de plage	x						x							x	x			
	20-Échouerie Ouest	Zone commerciale et industrielle	Falaise sédimentaire	x			x			x								x			
	21-Route municipale	Zone résidentielle, route panoramique	Falaise sédimentaire	x					x	x								x			
	22-Plage municipale	Site récréatif	Terrasse de plage	x					x	x							x	x			
	23-Centre-ville	Centre-ville insulaire	Falaise sédimentaire	x					x	x								x			
Kamou-raska	24-Grande-Entrée	Port protégé	Zone portuaire	x	x				x	x					x					x	
	25-Rivière-Ouelle	Terres agricoles protégées par un aboiteau	Marais maritime				x						x					x		x	

ÉRO: Érosion; SUB: Submersion; Ingénierie rigide: ABOI: aboiteau; IRM: Ingénierie rigide mixte; PM: Protections multiples; ENR: enrochement; RR: riprap; MP: mur de palplanche; MB: Mur de béton; EPT: Épis en T; Ingénierie mobile: RP: Recharge de plage; RPE: RP + épis; RPBio: RP+ bioingénierie; RPB: RP + butée; Options sans structures côtières: RS: relocalisation stratégique pour les bâtiments et aboiteaux; I: Immunisation en élevant les bâtiments, routes, aboiteaux; IRS: I+RS; FE: Fermeture de l'actif

Site d'étude	Segment	Enjeux clés	Type de côte dominant	Aléas		Ingénierie rigide								Ingénierie mobile				Options sans structure			
				ÉRO	SUB	ABOI	IRM	PM	ENR	RR	MP	MB	EPT	RP	RPE	RPBio	RPB	RS	I	IRS	EE
NB-NS	26-Chignecto Isthmus	Point névralgique d'un corridor de transport multimodal	Marais maritime		x		x										x	x			
Halifax Harbour (NS)	27-Halifax Harbour Rail System	Port international et nœud multimodal	Artificiel		x		x											x			
	28-Water Street	Route menant au port	Artificiel		x		x											x			
	29-Dartmouth Rail System	Port international et nœud multimodal	Artificiel		x		x											x			
	30-Fishermen's Cove	Route menant au port	Artificiel		x							x						x			
PE	31-North Cape Coastal Drive	Attraction touristique régionale (parc national et circuit routier)	Falaises sédimentaires	x	x		x		x		x							x		x	
	32-Tracadie Harbour	Port régional abrité	Falaises sédimentaires	x	x		x											x	x	x	
Bay Bull / Witless Bay (NL)	33-Bay Bulls Marine Terminal (Pennecon)	Port et infrastructures pour la pêche/industrielles	Artificiel		x														x		
	34-O'Briens's Whale and Bird Tours	Port et activité commerciale	Artificiel		x														x		
	35-Muldowney's Whale Tours	Port et activité commerciale	Artificiel		x		x												x		
	36-Lower Road (to Muldowney's)	Route menant au port	Artificiel		x														x		

ÉRO: Érosion; SUB: Submersion; Ingénierie rigide: ABOI: aboiteau; IRM: Ingénierie rigide mixte; PM: Protections multiples; ENR: enrochement; RR: riprap; MP: mur de palplanche; MB: Mur de béton; EPT: Épis en T; Ingénierie mobile: RP: Recharge de plage; RPE: RP + épis; RPBio: RP+ bioingénierie; RPB: RP + butée; Options sans structures côtières: RS: relocalisation stratégique pour les bâtiments et aboiteaux; I: Immunisation en élevant les bâtiments, routes, aboiteaux; IRS: I+RS; FE: Fermeture de l'actif

Site d'étude	Segment	Enjeux clés	Type de côte dominant	Aléas		Ingénierie rigide								Ingénierie mobile				Options sans structure			
				ÉRO	SUB	ABOI	IRM	PM	ENR	RR	MP	MB	EPT	RP	RPE	RPBio	RPB	RS	I	IRS	FE
Bay Bull / Witless Bay (NL)	37-Harbour Authority Wharf and Breakwater	Port et infrastructures pour la pêche/industrielles	Artificiel		x				x			x						x			
	38-Lower Road (to Harbour Authority Wharf)	Route menant au port	Artificiel		x												x				
	39-Barry Group Crab Processing Plant	Infrastructures pour la pêche/industrielles	Artificiel		x					x		x									
	40-Witless Bay Ecotours	Port et activité commerciale	Artificiel		x							x					x				
Marystown Bay (NL)	41-Kiewit Fabrication Site	Port et infrastructures pour la pêche/industrielles	Artificiel		x							x						x			
	42-Kiewit Shipbuilding Site	Port et infrastructures pour la pêche/industrielles	Artificiel		x							x						x			
	43-Harbour Authority Wharf	Port	Artificiel		x							x						x			
	44-Rock Harbour Road	Route menant au port	Artificiel		x													x			
	45-Old Mill Road and Residences	Route menant au port	Artificiel		x							x									
	46-Little Bay Road	Route menant au port	Artificiel															x			

ÉRO: Érosion; SUB: Submersion; Ingénierie rigide: ABOI: aboiteau; IRM: Ingénierie rigide mixte; PM: Protections multiples; ENR: enrochement; RR: riprap; MP: mur de palplanche; MB: Mur de béton; EPT: Épis en T; Ingénierie mobile: RP: Recharge de plage; RPE: RP + épis; RPBio: RP+ bioingénierie; RPB: RP + butée; Options sans structures côtières: RS: relocalisation stratégique pour les bâtiments et aboiteaux; I: Immunisation en élevant les bâtiments, routes, aboiteaux; IRS: I+RS; FE: Fermeture de l'actif