





ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE À *PERCÉ*

Rapport final Mars 2016





ANALYSE COÛTS-AVANTAGES D'OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE À PERCÉ

PROJET: ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES RÉPERCUSSIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE AU QUÉBEC

Directrice de projet : Manon Circé, Ouranos

Équipe de réalisation :

Laurent Da Silva, Ouranos Xavier Mercier, Ouranos François Morneau, Ouranos Claude Desjarlais, Ouranos Ursule Boyer-Villemaire, Ouranos Travis Logan, Ouranos

Principaux collaborateurs:

Pascal Bernatchez, UQAR Steeve Dugas, UQAR Ville de Percé Jean-Pierre Savard, Ouranos Frédéric Guay, Ouranos

Mise en page : Beatriz Osorio, Ouranos

Numéro de projet : 540010-000

Citation suggérée : Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C. et François Morneau (2016) Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Percé. Ouranos, Montréal. 157 pages et annexes.



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 financier du Fonds vert du Québec dans le cadre du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques.

Elle a été rendue possible grâce à de nombreuses collaborations, dont celle de Pascal Bernatchez et de son équipe du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), qui ont partagé avec Ouranos leur expérience et leurs connaissances approfondies des processus hydrosédimentaires des côtes du Québec.

Nous tenons à remercier la Ville de Percé pour la collaboration exceptionnelle qui s'est installée entre l'équipe de projet et les différents intervenants de la municipalité. En particulier, nous voulons saluer l'aide précieuse du maire André Boudreau, de Félix Caron, Lisa-Marie Gagnon et Ghislain Pitre.

Nous tenons également à souligner la contribution des membres des différents comités mis en place dans le cadre du projet. Leur participation a permis, entre autres, de mieux comprendre et intégrer l'ensemble des enjeux de la zone d'étude : Josée Michaud (Bureau des Changements climatiques), Nick Xenos (Ressources naturelles Canada), Jean-Pierre Revéret (UQAM), Adam Fenech (UPEI), Dominique Bérubé (UNB), Élizabeth Marceau (MPO), Graham Frank (Baird), Jean-Pierre Savard (Ouranos), Marcel Roussy

(MAPAQ), Rénald Méthot (MAMOT), Jacinthe Girard (MDDELCC), Laurence Laperrière (MDDELCC), Jean-Denis Bouchard (MDDELCC), François Hazel (MPO), Michel Michaud (Transports Québec), Guylène Chouinard (Transports Québec), Hélène Latérière (MCC) et Paul Gingras (MRC de la Mitis).

Finalement, nous remercions toutes les organisations et firmes qui ont fourni des données essentielles à cette analyse, notamment le Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie, la firme Pesca Environnement, la firme BPR (Tetra Tech) et la firme W.F. Baird & Associates Coastal Engineers.



Peu d'études ont porté jusqu'à maintenant sur l'évaluation économique des impacts des changements climatiques et des options d'adaptation en zone côtière dans l'Est-du-Québec. Un programme de travail a ainsi été lancée 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 répercussions 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, l'étude a été réalisée par Ouranos avec comme partenaire de recherche principal le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), celui-ci ayant développé un imposant bagage de connaissances en matière d'érosion et de submersion sur les côtes du Québec. Les objectifs de l'étude étaient d'évaluer les impacts économiques de l'érosion sur les régions maritimes du Québec dans un contexte de changement climatique et d'analyser les coûts et les avantages de différentes options d'adaptation à l'érosion et à la submersion côtières.

Numéro du projet : 540010-000



Dans le cadre de cette étude, cinq sites ont fait l'objet d'analyses coûts-avantages (ACA). Il s'agit de Percé, de Maria, de Carleton-sur-Mer, des Îles-de-la-Madeleine et de Kamouraska. Le présent rapport s'intéresse au littoral de la ville de Percé.

Depuis plusieurs années, la ville de Percé est confrontée à d'importants impacts liés aux changements climatiques se traduisant par la montée du niveau marin, l'adoucissement hivernal et la perte du couvert de glace sur le golfe du Saint-Laurent ainsi que la modification du régime des tempêtes. En particulier, la promenade en front de mer et les propriétés qui la longent subissent des dommages à répétition. Il devient de plus en plus urgent de prendre des mesures appropriées pour protéger le littoral, notamment pour assurer le maintien de l'achalandage touristique.

Approche méthodologique

Cette étude vise à déterminer, à l'aide de l'analyse coûts-avantages, les options d'adaptation les plus avantageuses pour protéger la zone côtière de Percé des impacts de l'érosion qui s'intensifient dus aux changements climatiques. L'étude s'appuie sur des projections d'érosion future fournies par le LDGIZC de l'UQAR.

L'analyse coûts-avantages (ACA) consiste à comparer d'un point de vue économique l'ensemble des avantages et des coûts de différentes options d'adaptation techniquement réalisables. Pour cette analyse, deux indicateurs économiques ont été retenus afin de comparer les options d'adaptation à la non-intervention : la valeur actualisée nette (VAN) et le ratio avantages-coûts.

L'étude présente une évaluation des impacts économiques, environnementaux et sociaux ainsi que des coûts des options d'adaptation. Ces derniers comprennent à la fois les coûts des études préparatoires, de construction et d'entretien des différentes options. Quant aux avantages de l'adaptation, ils proviennent en majeure partie des coûts évités et des gains liés à l'usage du littoral, principalement par les touristes.

Les avantages et les coûts des différentes options proposées sont actualisés au taux de 4 % sur la période d'étude, soit de 2015 à 2064. Ils sont évalués dans une perspective régionale, c'est-à-dire pour l'ensemble de la Gaspésie.



Zone d'étude

Dans la ville de Percé, 4 segments du littoral ont été étudiés et ceux-ci sont présentés à la figure A. Il s'agit de Côte Surprise, Anse du Sud, Mont-Joli Sud et Anse du Nord. Ces segments ont été définis et choisis en fonction de leurs caractéristiques physiques et d'occupation du sol ainsi que des risques appréhendés.



Figure A – Localisation de la zone d'étude et des 4 segments étudiés

Options d'adaptation

Les options d'adaptation étudiées, tout particulièrement les structures d'ingénierie, sont tirées de l'étude conceptuelle réalisée par la firme BPR (BPR et al., 2014). Celles-ci prennent en compte les conditions hydrodynamiques, l'érosion, la sédimentation et les contraintes géotechniques liées aux segments à l'étude. Les options d'adaptation ont été conçues pour éviter tout problème d'érosion au cours des 50 prochaines années.



Lorsqu'approprié, plusieurs options ont été comparées à l'option de non-intervention. Toutefois, seule la relocalisation stratégique a été envisagée pour deux segments constitués de falaises. Le tableau A présente les différentes options d'adaptation étudiées dans chacun des segments.

Tableau A – Options d'adaptation considérées dans chacun des segments

Options d'adaptation	Côte Surprise	Anse du Sud	Mont-Joli Sud	Anse du Nord	
Structures côtières rigides		Mur de béton Enrochement Riprap		Enrochement Riprap	
Structures côtières mobiles		Recharge de plage Recharge de plage avec épis		Recharge de plage	
Options sans structure côtière	Relocalisation stratégique		Relocalisation stratégique	Relocalisation stratégique	

Les principales conclusions relatives à chacun des quatre segments sont exposées ci-dessous.

Côte Surprise

Le segment Côte Surprise est localisé au sud-ouest de la baie de Percé. Il est borné à l'ouest par le cap Blanc et à l'est par l'enrochement qui débute devant l'hôtel Riôtel. Cette portion de côte est composée principalement de falaises de roches sédimentaires d'une hauteur de plus de 30 mètres et de faible résistance à l'érosion. Excentrique par rapport au village de Percé, ce segment accueille peu de bâtiments au sud de la route provinciale. On y trouve, à l'ouest, un motel comprenant trois bâtiments de 12 unités d'hébergement chacun, de même qu'un restaurant et un pub, au centre, un camping de 125 emplacements, alors que l'est du segment n'est pas bâti, ni aménagé.

L'érosion et la possibilité d'un effondrement du haut de la falaise constituent les enjeux majeurs dans ce segment. En effet, les falaises actives en surplomb peuvent reculer brusquement et de manière imprévisible. Ainsi, sur un horizon temporel de 50 ans, si rien n'est fait, on estime que plusieurs actifs commerciaux de ce segment sont à risque dont



les 3 bâtiments du motel La Côte Surprise, de même qu'une trentaine d'emplacements de camping.

En plus des pertes de bâtiments et de terrain, il y aura perte de revenus commerciaux pour la région, puisque les unités d'hébergement avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure qui seront perdues ne pourront probablement pas être remplacées par des unités offrant une aussi belle vue. Les emplacements de camping pourraient par contre aisément être remplacés. Le résultat de l'analyse coûts-avantages indique que la non-intervention dans ce segment conduirait à une valeur actualisée nette négative de près de -560 000 \$ sur 50 ans.

Compte tenu de la hauteur des falaises, seule la relocalisation stratégique est considérée comme une option d'adaptation techniquement appropriée dans ce segment. Cette solution consiste à déménager les actifs à risque sur le même terrain si sa superficie le permet, ce qui est le cas des bâtiments du motel La Côte Surprise. Le déménagement devrait se faire dès que les bâtiments se situent à 5 m du bord de la falaise, afin de pouvoir manœuvrer en toute sécurité les équipements et les bâtiments. La valeur actualisée nette de la relocalisation stratégique est d'environ -401 000 \$. Cette option offre donc des avantages nets actualisés de près de 160 000 \$ sur 50 ans par rapport à la non-intervention.

Une analyse de sensibilité montre que les résultats de l'ACA sont robustes à une augmentation de la valeur des actifs à risque ainsi qu'à une diminution de la valeur estimée de la vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure des unités d'hébergement à Percé. De plus, en considérant que les bâtiments sont à risque d'effondrement dès qu'ils sont situés à 4,3 mètres du haut de la falaise, il est encore plus avantageux de les relocaliser. Enfin, les résultats de l'ACA favorisent la relocalisation stratégique lorsque le taux d'actualisation diminue à 2 %, mais ce n'est plus le cas lorsqu'il augmente à 6 %.

Ainsi, dans tous les cas, sauf pour l'utilisation d'un taux d'actualisation de 6 %, la relocalisation stratégique est l'option la plus avantageuse économiquement sur une période de 50 ans. Le ratio avantages-coûts de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention est, quant à lui, de 1,4. La relocalisation stratégique génèrerait donc des avantages équivalant à 1,40 \$ pour chaque dollar consenti.



Dans le segment Côte Surprise, les bâtiments exposés ont une valeur économique suffisamment importante sur un horizon de 50 ans pour que leur préservation grâce à la relocalisation stratégique soit économiquement justifiée. Même en modifiant certaines hypothèses de calcul, la relocalisation stratégique demeure toujours l'option la moins coûteuse sur un horizon temporel de 50 ans.

Anse du Sud

Le segment Anse du Sud constitue le cœur patrimonial, culturel et économique de Percé. Ce segment de côte, compris entre le motel Riôtel et le quai de Percé, est aujourd'hui menacé par les assauts de la mer qui causent annuellement plusieurs dizaines de milliers de dollars de dommages. La portion principale du segment (secteur plus au nord) est protégée par un mur de béton qui supporte la promenade en bord de mer. Au cours des dernières années, des interventions ponctuelles d'urgence ont permis de maintenir le mur et la promenade en place, mais le mur est en fin de vie utile et ces deux infrastructures sont extrêmement vulnérables aux événements de tempête.

En l'absence d'une protection adéquate, il est prévu que le littoral dans le secteur plus au nord sera à nouveau sujet à l'érosion à partir de 2020 et reculera en moyenne de -15 cm par an. Plus au sud, la côte est formée de basses falaises rocheuses protégées par un enrochement en mauvais état et sous-calibré où le taux d'érosion observé est de -8 cm par an, malgré la protection existante.

Au cours des prochaines années, de nombreux actifs commerciaux et touristiques de ce segment seront à risque. En effet, des motels et des commerces seront directement exposés à l'érosion à l'intérieur de la période d'étude (50 ans). De plus, le cachet touristique de la ville de Percé est grandement menacé avec la disparition prévue de la promenade en front de mer. En effet, l'axe structurant que forment la promenade et le quai accueille annuellement plus de 400 000 visiteurs.

Les résultats d'une analyse des impacts potentiels de la non-intervention montrent que l'incapacité du mur à protéger les actifs sur la côte pourrait mener à des pertes totales actualisées de près de 705 M\$ sur 50 ans, dont la plus grande partie serait due à une baisse d'achalandage touristique dans l'ensemble de la région gaspésienne. Une enquête en ligne menée auprès de 2 000 Québécois a révélé que de nombreux visiteurs



réduiraient la durée de leur séjour en Gaspésie ou diminueraient leur nombre de visites si la promenade était perdue. Cette modification de comportement entraînerait une réduction de 21 % du nombre de nuitées dans la région gaspésienne, soit environ 320 000 nuitées de moins par année.

Compte tenu de l'importance de ces impacts, cinq options d'adaptation ont été étudiées afin de réaménager et de protéger le littoral de Percé : la construction d'un mur, l'enrochement du littoral, l'installation d'un riprap ainsi que la recharge de plage avec ou sans épis¹. Une analyse de l'ensemble des coûts et des avantages de chacune de ces options a été réalisée, en considérant non seulement les coûts de mise en œuvre des options, mais également les coûts et avantages liés à leurs impacts économiques, environnementaux et sociaux. Les résultats de l'enquête québécoise ont, entre autres, permis d'évaluer la variation d'achalandage touristique que la réalisation de chacune des cinq options pourrait générer.

Parmi les options étudiées, la recharge de plage avec galets est l'option la plus avantageuse du point de vue économique. Elle offre des avantages actualisés nets de l'ordre de 773 M\$ sur 50 ans par rapport à la non-intervention (voir figure B). Elle permet d'éviter l'ensemble des coûts de la non-intervention (705 M\$) et génère des avantages nets supplémentaires de 68 M\$. Ces gains additionnels proviennent d'un accroissement des retombées touristiques de 2 %, soit environ 35 000 nuitées annuellement.

-

¹ Se référer à BPR et al., (2014) pour le design et les caractéristiques des options d'adaptation qui exigent des travaux d'ingénierie.



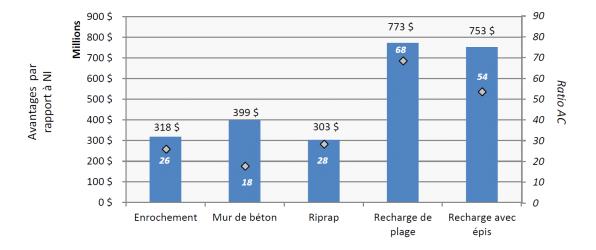


Figure B – Avantages actualisés nets par rapport à la non-intervention dans l'anse du Sud

La recharge de plage avec galets présente également le meilleur ratio avantages-coûts, les avantages excédant de 68 fois les coûts. Ainsi, chaque dollar consenti pourrait générer 68 \$ d'avantages. Ce résultat est dû aux gains touristiques importants et à des coûts de construction plus faibles que pour les autres options, même si cette option implique des coûts d'entretien élevés aux douze ans. Un apport additionnel régulier de galets est en effet essentiel afin de maintenir l'intégrité de cette solution à long terme et sa capacité à protéger les infrastructures sur les 50 prochaines années.

La deuxième option d'adaptation la plus avantageuse est celle de la recharge de plage avec des épis en T, soit des structures de roches perpendiculaires à la côte permettant de retenir les galets. Les avantages actualisés nets de cette option sont de l'ordre de 753 M\$ par rapport à la non-intervention. Cette option est plus coûteuse à réaliser que la recharge sans épis, mais n'exige pas d'entretien sur la période d'étude. Les avantages excédent de 54 fois les coûts.

La construction d'un nouveau mur de béton avec déflecteur, afin de mieux résister aux événements de tempêtes, présente des avantages actualisés nets de 399 M\$. Cette option, tout comme celles de l'enrochement et du riprap², sont avantageuses par rapport à

² Un riprap consiste à déverser sur la plage des roches en vrac, dont la taille granulométrique est diversifiée, afin d'absorber et de diffuser l'énergie des vagues avant qu'elles n'atteignent la côte.



la non-intervention, mais ces options ne permettraient pas de maintenir l'achalandage touristique des dernières années en Gaspésie. Ces résultats mettent en évidence l'importance d'agir, car peu importe l'option envisagée, il sera toujours plus avantageux de protéger et d'aménager le littoral de l'anse du Sud que de ne rien faire.

Une analyse de sensibilité a montré que les résultats de l'analyse coûts-avantages sont robustes aux changements d'hypothèses. La variation du taux d'actualisation influence les résultats, mais sans modifier l'ordre des options d'adaptation qui sont à privilégier. Quant aux hypothèses concernant la variation de l'achalandage touristique, même les prévisions les plus pessimistes en matière d'achalandage touristique ne changent pas l'ordonnance des options. La recharge de plage avec galets demeure la plus avantageuse économiquement.

En somme, dans le segment Anse du Sud, les pertes potentielles sont importantes, mais les gains économiques pouvant être réalisés par la mise en place d'options d'adaptation le sont encore davantage et représentent des centaines de millions de dollars sur 50 ans. Le choix de la recharge de plage comme option d'adaptation est le plus avantageux, suivi de près par la réalisation d'une recharge de plage accompagnée d'épis en T.

Mont-Joli Sud

Le troisième segment, la portion sud du cap du Mont-Joli, constitue un paysage emblématique de Percé. Il est formé de falaises rocheuses de 12 à 25 m de haut. Les taux de recul sont assez faibles, soit entre -1 à -10 cm/an selon la nature des roches constituant les falaises. Toutefois, quelques bâtiments se retrouvent très près de la falaise et apparaissent vulnérables à l'érosion sur un horizon de moyen à long terme. Selon les projections d'érosion, la villa Frederick-James, qui est actuellement située à moins de 4 m du bord de la falaise, sera exposée à l'érosion pendant la période d'étude. Bâtiment patrimonial d'exception à Percé, sa présence sur le cap du Mont-Joli bonifie la valeur du paysage et de la vue sur le rocher Percé.

La non-intervention dans le segment Mont-Joli Sud résulterait en une VAN de -209 470 \$ en dollars de 2012 actualisés à 4 %. Cette perte économique comprend essentiellement la perte de la valeur foncière et patrimoniale de la villa Frederick-James qui s'élève à plus



d'un demi-million de dollars. L'actualisation joue ici un rôle majeur puisque la perte du bâtiment est prévue en 2042 selon le taux d'érosion probable projeté pour ce segment.

Sur un horizon temporel de 50 ans et avec un taux d'actualisation de 4 %, la non-intervention et la relocalisation stratégique présentent des valeurs actualisées nettes pratiquement équivalentes. En d'autres mots, dans le segment Mont-Joli Sud, la relocalisation stratégique ne semble pas avoir préséance sur l'option de non-intervention.

Des analyses de sensibilité sur la valeur patrimoniale, le taux d'actualisation et le taux d'érosion ont été effectuées afin de tenter de discriminer entre l'option de non-intervention et celle de la relocalisation stratégique. Les analyses de sensibilité sur la valeur du patrimoine et sur le taux d'érosion n'ont pas permis de déterminer clairement laquelle de ces deux options est plus avantageuse économiquement, la différence entre les VAN des deux options demeurant à l'intérieur de la marge d'erreur de l'analyse économique. Toutefois, une analyse de sensibilité qui combinerait une augmentation de 20 % de la valeur patrimoniale et de paysage de la villa Frederick-James et une légère hausse du taux d'érosion (10 %) conduirait à privilégier la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention.

Quant aux variations du taux d'actualisation, l'analyse de sensibilité a démontré que le facteur temps est critique dans ce segment. D'ailleurs, même si la villa Frederick-James est menacée en 2042 seulement, sa préservation exigerait une relocalisation imminente puisque ce bâtiment est déjà localisé à moins de 5 mètres du haut de falaise. Ainsi, une décision s'impose à très court terme si l'on veut pouvoir le préserver pour les générations futures.

Anse du Nord

Le quatrième segment étudié à Percé est celui de l'anse du Nord, compris entre les caps Mont-Joli et Barré. Il s'agit d'une plage de galets à l'aspect naturel, un élément complémentaire à l'anse du Sud dans l'offre touristique de Percé. Bien que beaucoup moins achalandé que le segment Anse du Sud, quelques milliers de visiteurs vont annuellement se balader, se baigner, pêcher et admirer la vue du rocher Percé à cet endroit. Le segment offre un cadre naturel d'exception qui pourrait bénéficier d'une mise en valeur permettant d'en apprécier pleinement la beauté.

Numéro du projet : 540010-000



En termes d'érosion, le littoral est en évolution plus rapide que les autres segments. Le taux d'érosion future est estimé à -18 cm/an. En raison de ce recul du littoral, la non-intervention entraînerait des pertes de terrain et de bâtiments résidentiels, hôteliers et commerciaux. La valeur des pertes actualisées à 4 % s'élèverait à 420 000 \$ sur une période de 50 ans.

Quatre options d'adaptation ont été évaluées pour éviter ces pertes : la construction d'un enrochement, l'installation d'un riprap, la recharge de plage avec galets et la relocalisation stratégique³.

Les résultats de l'ACA montrent que seule la recharge de plage est une option avantageuse économiquement comparativement à la non-intervention sur une période de 50 ans. Cette option d'adaptation se distingue des autres en raison des gains potentiels qu'elle permettrait au niveau de la bonification de l'usage récréatif de la côte (3,0 M\$), lesquels surpassent le coût de cette option (2,1 M\$). Sur toute la période, la recharge de plage offrirait des avantages de 1,3 M\$ par rapport à la non-intervention (figure C). En considérant les gains d'usage récréatif et la protection des actifs, chaque dollar consenti à la recharge de plage permet de générer 1,62 \$ d'avantage.

En comparaison, la relocalisation des actifs génèrerait une valeur actualisée nette négative d'un peu plus de -100 000 \$ par rapport à la non-intervention. Autrement dit, la non-intervention est préférable au déménagement des actifs à risque dans ce segment. Cela s'explique par le coût élevé du déménagement des bâtiments relativement à leur valeur foncière. Dans le cas de la relocalisation, chaque dollar consenti génèrerait moins d'un dollar d'avantage (0,77 \$).

Quant à l'aménagement d'une protection en riprap qui aurait un coût similaire à la recharge, elle entraînerait davantage de coûts environnementaux (destruction de frayères à capelan), sans générer de gains d'usage récréatif. Ses avantages actualisés nets sont négatifs et son ratio avantages-coûts est inférieur à 1. Cette option n'est donc pas justifiable économiquement. Finalement, l'enrochement constituerait l'option la moins viable économiquement en comparaison à la non-intervention (-4,0 M\$) en raison du coût

³ Se référer à BPR et al. (2014) pour le design et les caractéristiques des options d'adaptation qui exigent des travaux d'ingénierie.



élevé de la mesure (4,4 M\$) et de l'absence d'avantage indirect comme une bonification de l'usage récréatif de la côte.

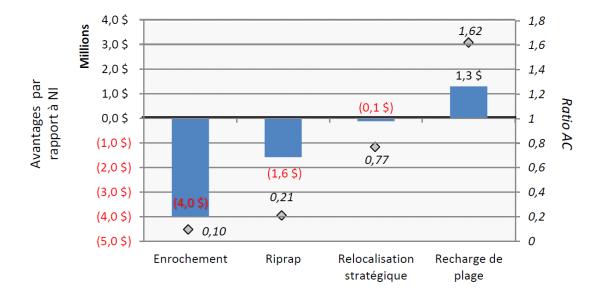


Figure C - Avantages actualisés nets par rapport à la non-intervention dans l'anse du Nord

À la lumière de ces résultats, il apparait clairement que la valeur du cadre bâti à risque dans l'anse du Nord évaluée sur l'horizon temporel 2015-2064 ne peut justifier à elle seule la mise en place de mesures de protection telles que la recharge de plage, l'enrochement ou le riprap. Il faut que ces options puissent générer des avantages supplémentaires, notamment une bonification de l'usage récréatif du littoral, pour qu'elles deviennent plus avantageuses que l'inaction.

La VAN de la recharge de plage s'est révélée robuste à toutes les analyses de sensibilité. Ces analyses confirment que la recharge de plage est l'option la plus avantageuse économiquement pour lutter contre l'érosion côtière dans l'anse du Nord à Percé.

Conclusion

Cette analyse coûts-avantages visait principalement à comparer différentes options d'adaptation en milieu côtier afin de déterminer celles dont la mise en place à Percé seraient plus avantageuses économiquement. L'ACA fournit deux indicateurs économiques, la valeur actualisée nette et le ratio avantages-coûts, qui peuvent aider les



décideurs locaux, régionaux et nationaux à faire des choix mieux adaptés aux défis auxquels seront confrontées les communautés côtières au cours des 50 prochaines années.

Les résultats de l'ACA indiquent clairement que l'option la plus profitable économiquement pour l'ensemble de la société est la recharge de plage en galets à la fois dans l'anse du Sud et dans l'anse du Nord. Les avantages de cette option excèdent les coûts dans les deux cas, car elle favorise la mise en valeur du littoral et améliore l'offre touristique de Percé, surtout à l'anse du Sud.

En ce qui concerne les deux autres segments étudiés qui sont formés de falaises rocheuses, soit Côte Surprise et Mont-Joli Sud, la relocalisation stratégique des bâtiments à risque est la seule option qui permettrait d'assurer la préservation des infrastructures touristiques et des actifs patrimoniaux de Percé. La relocalisation stratégique est avantageuse économiquement pour le segment Côte Surprise, où le risque d'effondrement menace les bâtiments à court terme.

Cette option devrait aussi être considérée pour le segment Mont-Joli Sud, où la villa patrimoniale Frederick-James est menacée. Quoique l'ACA indique que la relocalisation et la non-intervention sont deux options presqu'équivalentes pour le segment Mont-Joli Sud, la perte de la villa Frederick-James diminuerait la valeur patrimoniale de Percé ainsi que la beauté du paysage, deux aspects difficiles à évaluer monétairement avec fiabilité.

En conclusion, cette analyse coûts-avantages a montré que les options les plus avantageuses économiquement sont celles qui améliorent l'usage du littoral et l'offre touristique, tout en minimisant les coûts de réalisation.



TABLE DE MATIÈRES

1. IN	TRODUCTION	1
2. CC	ONTEXTE DE L'ÉTUDE	4
2.1	Zone d'étude	4
2.2	Procédure de segmentation et de sélection	5
2.3	Présentation des segments étudiés	7
2.4	Problématique liée aux changements climatiques	13
3. MÉ	ÉTHODOLOGIE	15
3.1	Processus consultatif	15
3.2	Méthodologie économique	17
3.2	2.1 Identification des options d'adaptation	18
3.2	2.2 Identification des impacts appréhendés	19
3.2	2.3 Monétisation des impacts appréhendés	20
3.2	2.4 Estimation des coûts des options d'adaptation	22
3.2	2.5 Comparaison des coûts et des avantages	22
3.2	2.6 Analyse de sensibilité des résultats	24
4. SE	EGMENT CÔTE SURPRISE	25
4.1	Description générale	25
4.1	I.1 Problématique	25
4.1	I.2 Option de non-intervention	28
4.1	I.3 Options d'adaptation	28
4.1	1.4 Impacts appréhendés	29
4.2	Estimation monétaire des impacts	30
4.2	2.1 Impacts dus à l'érosion	30



	4.2.2	Impacts économiques	32
	4.2.3	Estimation du coût des options d'adaptation	33
	4.2.4	Estimation monétaire des avantages des options	34
	4.3 An	alyse coûts-avantages	34
	4.3.1	Calcul des coûts sur 50 ans	34
	4.3.2	Calcul des avantages sur 50 ans	35
	4.3.3	Valeur actualisée nette	35
	4.3.4	Interprétation des résultats	36
	4.4 An	alyse de sensibilité	37
	4.4.1	Valeur des actifs basée sur le rôle d'évaluation foncière	37
	4.4.2	Valeur de la vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure	37
	4.4.3	Marge de sécurité contre le risque d'effondrement	38
	4.4.4	Taux d'actualisation	38
	4.4.5	Synthèse de l'analyse de sensibilité	39
	4.5 Co	nclusion	40
5.	. SEGMI	ENT ANSE DU SUD	41
	5.1 De	scription générale	41
	5.1.1	Problématique	44
	5.1.2	Option de non-intervention	46
	5.1.3	Options d'adaptation	47
	5.1.4	Impacts appréhendés	55
	5.2 Es	timation monétaire des impacts	58
	5.2.1	Impacts dus à l'érosion	58
	5.2.2	Impacts économiques	60
	5.2.3	Impacts environnementaux	67
	5.2.4	Impacts sociaux	72
	5.2.5	Estimation du coût des options d'adaptation	75
	5.3 An	alyse coûts-avantages	76
	5.3.1	Calcul des coûts sur 50 ans	76
	5.3.2	Calcul des avantages sur 50 ans	81
	5.3.3	Valeur actualisée nette	82
	5.3.4	Interprétation des résultats	87
	5.4 An	alyse de sensibilité	88
	5.4.1	Taux d'actualisation	89
	5.4.2	Effet des options d'adaptation sur l'achalandage touristique	90
	5.5 Co	nclusion	92



6.	SEG	MENT MONT-JOLI SUD	93
	6.1	Description générale	93
	6.1.1	Problématique	94
	6.1.2	Option de non-intervention	96
	6.1.3	Options d'adaptation	96
	6.1.4	Impacts appréhendés	96
	6.2	Estimation monétaire des impacts	98
	6.2.1	Impacts dus à l'érosion	98
	6.2.2	Impacts économiques	100
	6.2.3	Impacts environnementaux	100
	6.2.4	Impacts sociaux	100
	6.3	Estimation du coût des options d'adaptation	103
	6.4	Analyse coûts-avantages	103
	6.4.1	Calcul des coûts sur 50 ans	103
	6.4.2	Calcul des avantages sur 50 ans	104
	6.4.3	Valeur actualisée nette	104
	6.4.4	Interprétation des résultats	105
	6.5	Analyse de sensibilité	106
	6.5.1	Valeur patrimoniale et de paysage	106
	6.5.2	Taux d'érosion	107
	6.5.3	Taux d'actualisation	107
	6.6	Conclusion	108
7.	SEG	MENT ANSE DU NORD	110
	7.1	Description générale	110
	7.1.1	Problématique	114
	7.1.2	Option de non-intervention	115
	7.1.3	Options d'adaptation	115
	7.1.4	Impacts appréhendés	118
	7.2	Estimation monétaire des impacts	121
	7.2.1	Impacts dus à l'érosion	121
	7.2.2	Impacts économiques	124
	7.2.3	Impacts environnementaux	129
	7.2.4	Impacts sociaux	130
	7.2.5	Estimation du coût des options d'adaptation	133
	7.3	Analyse coûts-avantages	134
	7.3.1	Calcul des coûts sur 50 ans	135
	7.3.2	Calcul des avantages sur 50 ans	136



	7.3.3	Valeur actualisée nette	137
	7.3.4	Interprétation des résultats	140
7	7.4 A	nalyse de sensibilité	142
	7.4.1	Taux d'actualisation	143
	7.4.2	Variation de la valeur foncière	145
	7.4.3	Variation des hypothèses portant sur la valeur de l'usage du littoral	145
7	7.5 C	onclusion	146
8.	CONC	LUSION GÉNÉRALE	147
9.	GLOS	SAIRE	150
RÉ	FÉRFN	CFS	155



Tableau 3.1 – Processus consultatif et rôle des comités
Tableau 3.2 – Ensemble des impacts appréhendés à Percé
Tableau 4.1 – Comparaison des impacts appréhendés
Tableau 4.2 – Prix du déménagement d'un bâtiment au mètre linéaire
Tableau 4.3 – Sommaire des résultats des analyses de sensibilité
Tableau 5.1 – Impacts appréhendés des options d'adaptation et de la non-intervention pour le segment Anse du Sud
Tableau 5.2 – Variation de l'achalandage touristique en Gaspésie
Tableau 5.3 – Gain ou perte économique annuelle selon les options d'adaptation et les hypothèses
d'achalandage touristique correspondantes64
Tableau 5.4 – Empiètement au niveau du fond marin par option
Tableau 5.5 – Coûts de réalisation des options d'adaptation étudiées actualisés au taux de 4 % su
50 ans
Tableau 5.6 – Coûts et avantages actualisés des options d'adaptation pour l'anse du Sud 84
Tableau 5.7 – Analyses de sensibilité
Tableau 5.8 – Résultats obtenus avec des taux d'actualisation de 2 % et 6 % 89
Tableau 5.9 – Intervalles de confiance de l'achalandage touristique selon l'enquête 90
Tableau 5.10 – Variation de la VAN des options en fonction de la variation de l'achalandage
touristique91
Tableau 6.1 – Impacts appréhendés de la non-intervention et de la relocalisation stratégique pou
le segment Mont-Joli Sud97



lableau 6.2 – Couts totaux actualises a 4 % de la non-intervention et de l	a relocalisation
stratégique	103
Tableau 6.3 - Variations des coûts et des VAN avec des taux d'actualisat	ion de 2 % et 6 % 108
Tableau 7.1 – Impacts des options d'adaptation pour le segment Anse du	Nord 119
Tableau 7.2 – Coûts de réalisation des options d'adaptation étudiées actua	ılisés au taux de 4 % sur
50 ans	134
Tableau 7.3 – Coûts et avantages actualisés des options d'adaptation pou	ır l'anse du Nord 138
Tableau 7.4 - Analyses de sensibilité	143
Tableau 7.5 – Effets de variations des taux d'actualisation de 2 % et 6 % .	144



LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 – Carte de la zone d'étude
Figure 2.2 - Segment Côte Surprise
Figure 2.3 – Segment Anse du Sud
Figure 2.4 – Segment Mont-Joli Sud
Figure 2.5 – Segment Anse du Nord
Figure 4.1 – Image satellite du segment Côte Surprise
Figure 4.2 – Photographie oblique d'une portion du segment Côte Surprise en 2010 27
Figure 4.3 – Perte de bâtiments et de terrain à l'horizon 2064 pour la portion la plus exposée du
segment Côte Surprise31
Figure 4.4 – Somme actualisée des avantages nets de la relocalisation stratégique par rapport à la
non-intervention entre 2015 et 2064
Figure 5.1 – Image satellite du segment Anse du Sud
Figure 5.2 – Construction du mur de Percé de l'anse du Sud en 1974 (secteur SEPAQ) 43
Figure 5.3 – Séchage de la morue sur les plages de galets de Percé
Figure 5.4 – Dommages causés par la tempête de décembre 2010
Figure 5.5a – Coupe-type de la recharge de plage pour l'anse du Sud (transect 13) 49
Figure 5.5b – Plan d'ensemble de la promenade de l'anse du Sud sous l'option d'une recharge de
plage50
Figure 5.5c - Vue des transects 18, 19 et 20 au sud du quai nécessitant une protection
d'ingénierie rigide, soit un enrochement et une berme en riprap51
Figure 5.6 – Simulation de recharge de plage avec épis dans l'anse du Sud
Figure 5.7 – Coupe-type de l'option de l'enrochement pour l'anse du Sud (transect 13)



Figure 5.8 – Coupe-type de l'option de riprap pour l'anse du Sud (transect 13)	54
Figure 5.9 – Illustration d'un mur avec déflecteur sur une plage de gravier	55
Figure 5.10 – Cartographie du recul anticipé à l'horizon 2064 pour le sous-segment de la promenade de Percé	59
Figure 5.11 – Qualité de l'habitat du homard dans le secteur inventorié de l'anse du Sud	68
Figure 5.12 – Photographies des quadras 50 m, 100 m et 150 m du transect 1	68
Figure 5.13 – Photographies des quadras 50 m, 100 m et 150 m du transect 3	68
Figure 5.14 – Simulations visuelles des cinq options d'adaptation étudiées	73
Figure 5.15 – Ventilation des coûts et avantages par option	85
Figure 5.16 – Somme actualisée des avantages nets par rapport à la non-intervention entre 2 et 2064	
Figure 5.17 – Avantages nets des options d'adaptation et ratio avantages-coûts	88
Figure 6.1 – Photographie oblique d'une portion du segment du Mont-Joli en 2010	94
Figure 6.2 – Imagerie satellite du segment Mont-Joli Sud	95
Figure 6.3 – Photographie du rocher Percé et du cap du Mont-Joli	97
Figure 6.4 – Perte de bâtiments et de terrain à l'horizon 2064 pour le segment Mont-Joli Sud	99
Figure 6.5 – Somme cumulative des coûts nets de la relocalisation stratégique par rapport à l	la
non-intervention, 2015-2064	105
Figure 7.1 – Imagerie satellite du segment Anse du Nord	112
Figure 7.2 – Photographie historique de l'anse du Nord	113
Figure 7.3 – Photographie oblique d'une portion de côte protégée par un emmarchement béto en 2010	
Figure 7.4 – Effet de bout d'un mur de protection sur le terrain adjacent dans une portion du segment Anse du Nord en 2010	114
Figure 7.5 – Coupe-type de la recharge de plage pour l'anse du Nord	116
Figure 7.6 – Coupe-type de l'option de l'enrochement pour l'anse du Nord (transect 50)	117
Figure 7.7 – Coupe-type de l'option de riprap dans l'anse du Nord (transect 50)	118
Figure 7.8 – Cartographie du recul anticipé à l'horizon 2064 pour le segment Anse du Nord	122
Figure 7.9 – Qualité de l'habitat du homard dans le secteur inventorié de l'anse du Nord	127
Figure 7.10 – Habitat du homard de qualité élevée, transect 1	128
Figure 7.11 – Habitat du homard de qualité faible, transect 2	128
Figure 7.12 – Principales activités pratiquées sur la plage de l'anse du Nord	131
Figure 7.13 – Ventilation des coûts et avantages par option et pour la non-intervention	139



Figure 7.14 – Somme cumulative des avantages actualisés nets par rapport à la non-inter	rvention
entre 2015 et 2064	141
Figure 7.15 – Avantages ou coûts nets des options d'adaptation et ratio avantages-coûts	142
Figure 8.1 – VAN par rapport à la non-intervention et ratio avantages-coûts pour les 4 seg	ments à
Percé	149

Numéro du projet : 540010-000



Annexe 1	Coûts annuels des différentes options pour la période 2015-2064 pour Côte Surprise
Annexe 2	Coûts annuels des différentes options pour la période 2015-2064 pour Anse du Sud
Annexe 3	Avantages annuels des différentes options pour la période 2015-2064 Anse du Sud
Annexe 4	Coûts annuels des différentes options pour la période 2015-2064 pour Mont-Joli Sud
Annexe 5	Coûts annuels des différentes options pour la période 2015-2064 pour Anse du Nord



ACA: Analyse coûts-avantages
BAT: Bureau d'accueil touristique

CA: Comité aviseur

CC : Changements climatiques CLO : Comité local d'orientation

CR : Comité régional CT : Comité technique

LDGIZC : Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières
MAMROT : Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MCC : Ministère de la Culture et des Communications

MDELCC: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les

changements climatiques

MPO: Pêches et Océans CanadaMRC: Municipalité régionale de comtéMTQ: Ministère des Transport du Québec

NI: Non-intervention

NMM: Niveau moyen des mers PIB: Produit intérieur brut

ROC : Réseau des observateurs du Capelan

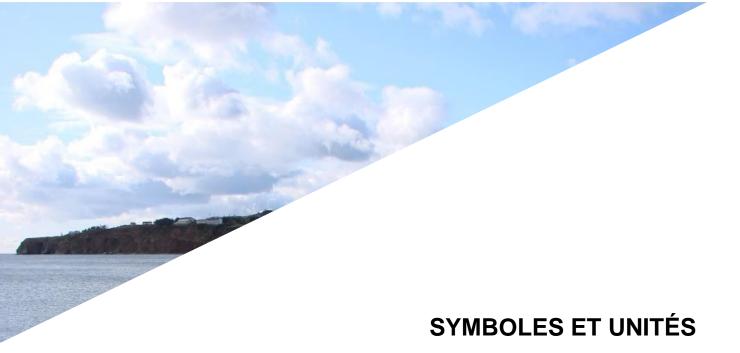
RPPSG: Regroupement des Pêcheurs professionnels du Sud de la Gaspésie

Ratio A/C : Ratio avantages-coûts RS : Relocalisation stratégique

SÉPAQ : Société des établissements de plein air au Québec

UNB: Université du Nouveau-Brunswick
UPI: Université de l'Île-du-Prince-Édouard
UQAM: Université du Québec à Montréal
UQAR: Université du Québec à Rimouski

VAN: Valeur actualisée nette



mm: millimètre
cm: centimètre
m: mètre
km: kilomètre
m. lin.: mètre linéaire

\$: dollars de 2012 à moins d'indication contraire



Le Québec possède plus de 3 000 km de littoral dans l'Est de son territoire. Cette zone maritime, qui comprend la Côte-Nord, le Bas-Saint-Laurent, la Gaspésie, les Îles-de-la-Madeleine et l'île d'Anticosti, comptait en 2014 une population de 388 000 habitants répartie en 212 municipalités dont 110 sont situées sur la côte (ISQ, 2014a). Plus du tiers de la population vit à moins de 500 m des berges et plus de 90 %, à moins de 5 km (Bourque et Simonet, 2008). Le produit intérieur brut (PIB) de la zone maritime en 2013 atteignait 17,1 milliards de dollars avec comme principales industries la pêche, le tourisme, les alumineries, le transport terrestre et les installations portuaires assurant le transport des produits miniers (ISQ, 2014b).

Ces collectivités font face à une transformation sans précédent de leur environnement causée par les changements climatiques (CC). En modifiant les principaux paramètres à la base des processus côtiers, les CC menacent l'intégrité des zones côtières. A titre d'exemple, la tempête maritime de décembre 2010 a généré des dommages évalués à plus de 30 millions de dollars aux infrastructures publiques et à quelque 740 propriétés riveraines de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent ainsi que de la baie des Chaleurs. (Quintin et al., 2015). C'est dans ce contexte qu'Ouranos a entrepris l'analyse des options d'adaptation à l'érosion et à la submersion marine qui menacent les côtes du Québec.

La présente étude fait partie d'un projet de recherche appuyé par le Groupe de travail économique de la Plateforme d'adaptation au changement climatique de Ressources naturelles Canada ainsi que par le Fonds vert du Québec. Ce projet inclut une évaluation économique globale des répercussions de l'érosion sur le littoral du Québec maritime,



laquelle a été publiée en juillet 2015 (Bernatchez et al., 2015). Il comporte également une étude portant sur les impacts des CC et les options d'adaptation pouvant protéger les actifs côtiers et les usages du littoral. Cinq études de cas de municipalités côtières québécoises ont été réalisées afin de déterminer la viabilité économique de différentes options d'adaptation pour protéger le littoral.

Ce rapport s'intéresse particulièrement à la ville de Percé. Cette ville, qui comptait 3 188 habitants en 2014 (ISQ, 2014a), est un pôle touristique régional majeur dont les attraits côtiers attirent des milliers de touristes annuellement dans la région de la Gaspésie. Avec environ 74 km de côte, Percé est un endroit unique de par son histoire et sa localisation exceptionnelle. Le littoral de Percé est directement affecté par les changements climatiques, ce qui le rend plus vulnérable à l'érosion côtière. Ainsi, les principaux attraits touristiques de Percé sont menacés de même que plusieurs bâtiments et infrastructures.

Le deuxième chapitre de ce rapport présente la zone d'étude et ses principales caractéristiques géomorphologiques, hydrosédimentaires et socioéconomiques. Il décrit sommairement les segments à l'étude et les critères ayant conduit à leur choix, Enfin, il expose la problématique côtière à Percé.

Le troisième chapitre présente l'approche méthodologique de l'étude. Ce chapitre débute en rappelant l'approche participative qui a été privilégiée tout au cours de l'étude, entre autres, afin d'identifier, entre autres, les enjeux, les impacts et les options d'adaptation. Enfin, les grandes lignes de la méthodologie économique et les principales hypothèses utilisées dans le cadre précis de cette étude sont résumées.

Les quatre chapitres suivants présentent, plus en détail, l'approche méthodologique et les résultats de l'analyse coûts-bénéfices (ACA) réalisée pour chacun des segments à l'étude. Chaque chapitre comprend une description des caractéristiques et des enjeux du segment et présente les options d'adaptation envisagées ainsi que de leurs impacts potentiels. Ces impacts sont quantifiés, puis monétisés pour les fins de l'analyse coûts-avantages.

Les coûts et les avantages des différentes options d'adaptation considérées dans un segment donné sont ensuite comparés afin de déterminer lesquelles parmi ces options sont les plus avantageuses. Les résultats de l'ACA sont présentés en détail et des



analyses de sensibilité sont réalisées pour tester leur robustesse. Chaque chapitre se termine par une présentation synthèse des options d'adaptation les plus avantageuses au plan économique.

Enfin, la conclusion du rapport permet au lecteur d'avoir une vue d'ensemble des résultats obtenus pour les quatre segments étudiés dans la ville de Percé.

Numéro du projet : 540010-000 3



Le présent chapitre décrit d'abord les caractéristiques générales de la zone d'étude dans la municipalité de Percé. Le processus de segmentation du littoral est ensuite exposé ainsi que les caractéristiques générales des segments retenus⁴. Une description de la problématique liée aux changements climatiques et à ses impacts sur Percé conclut ce chapitre.

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude retenue dans la ville de Percé est le village du même nom qui se situe sur la pointe sud-est de la péninsule gaspésienne. Depuis la fusion en 1970, le village fait partie intégrante de la ville de Percé, un regroupement de 6 municipalités rurales localisées de part et d'autre du village historique (voir figure 2.1). Le village de Percé est un centre touristique et historique majeur pour la région. Celui-ci abrite un patrimoine naturel et bâti d'exception, dont l'emblématique rocher Percé. Son pouvoir d'attraction rayonne bien au-delà des frontières municipales.

De manière plus spécifique, la zone d'étude couvre le littoral du village de Percé, du cap Blanc à l'ouest jusqu'au cap Barré à l'est. Reposant sur la formation géologique de Bonaventure, le secteur s'étend sur un peu plus de 4,5 km et présente une grande diversité de côtes, dont de hautes falaises rocheuses de grès et de conglomérat, des falaises de calcaire et des terrasses de plage. Les anses bordées par de hautes falaises

Numéro du projet : 540010-000

4

⁴ Le lecteur est invité à consulter les chapitres consacrés à chacun des segments à l'étude afin d'obtenir la description détaillée de chaque segment.



rocheuses de calcaire, de grès et de conglomérat sont caractéristiques du littoral du village de Percé (figure 2.1) (Bernatchez et al., 2008).

La zone littorale étudiée abrite l'essentiel des infrastructures touristiques et représente le cœur historique et touristique de la ville. La situation géographique de Percé la rend particulièrement sensible aux aléas de la mer. Le village est ouvert sur le golfe du Saint-Laurent et aux grands vents provenant du large, ce qui favorise une dynamique côtière rigoureuse. De plus, l'absence de formes d'accumulation littorale indique que la dérive sédimentaire n'est pas un processus dominant le long du littoral du village de Percé (Bernatchez et al., 2008). En conséquence, les sédiments perdus lors de tempêtes sont rarement récupérés et difficilement remplacés.

Face aux aléas, différentes initiatives ont été prises pour protéger le littoral, ce qui a favorisé l'artificialisation de certaines portions de la côte, en particulier aux anses du Sud et du Nord. Depuis le début des années 2000, les infrastructures de protection des côtes ont subi des dommages importants causés, entre autres, par la tempête majeure du 6 décembre 2010. L'importance des dégâts laisse croire que les infrastructures de protection sont en fin de vie utile.

2.2 PROCÉDURE DE SEGMENTATION ET DE SÉLECTION

Le littoral du village de Percé a fait l'objet d'une segmentation de manière à ce que chaque segment de littoral soit suffisamment homogène pour y appliquer une même option d'adaptation. En effet, les options d'adaptation envisagées pour une falaise de calcaire ne sont pas les mêmes, par exemple, que pour une plage de galets. Les critères de segmentation utilisés sont le type de côte, la dynamique hydrosédimentaire, l'état de la côte, les protections existantes et la nature de l'environnement bâti. Le processus de segmentation a permis de scinder la côte du village de Percé en 8 segments homogènes. La figure 2.1 permet de situer chacun de ces segments.

Numéro du projet : 540010-000





Figure 2.1 – Carte de la zone d'étude



Une fois la segmentation réalisée, une sélection des segments a été faite afin de conserver les segments où sont localisées des infrastructures à risque à l'intérieur de l'horizon temporel de l'étude, soit 2015-2064. Ce premier critère a permis d'éliminer 3 segments de l'étude, soit les segments du cap Blanc, de la SÉPAQ et Mont-Joli Nord qui ne sont pas menacés au cours des 50 prochaines années.

Par ailleurs, pour des raisons de disponibilité de données, les segments Côte Surprise-enrochement et Percé—Centre ont été fusionnés pour former le segment Anse du Sud⁵. Les quatre segments à l'étude sont donc Côte Surprise, Anse du Sud, Mont-Joli Sud et Anse du Nord.

La prochaine section présente une brève description des caractéristiques géomorphologiques des segments à l'étude de même que leurs limites.

2.3 PRÉSENTATION DES SEGMENTS ÉTUDIÉS

Côte Surprise

Le segment Côte Surprise s'étend sur 1 388 m de falaises de grès et de conglomérats entre le Cap Blanc et le motel Riôtel (voir figure 2.2). La falaise rocheuse de Côte Surprise se compose essentiellement d'une unité de conglomérats et de grès plus friables que les roches calcaires du secteur du Cap Blanc plus à l'ouest. La falaise de ce secteur est plus dynamique étant donné que les grès et conglomérats qui la composent sont plus sensibles aux processus cryogéniques de gel-dégel et au sapement par les vagues (Bernatchez et al., 2008).

Ce secteur de falaise peut donc reculer brusquement et de manière imprévisible. Avec le temps, le sapement des vagues forme des encoches pouvant atteindre une profondeur de plusieurs mètres à la base de la falaise. Lorsque ces encoches s'effondrent, elles entraînent une déstabilisation du talus pouvant se traduire par des reculs au sommet. On y observe de nombreux surplombs rocheux ainsi que des signes d'effondrements et de

_

⁵ Parallèlement à la présente analyse coûts-avantages, la firme BPR (BPR et al., 2014) a mené une étude de conception afin d'identifier différentes options d'adaptation pour certains des segments ciblés par l'analyse économique. Afin d'arrimer les résultats de l'étude de BPR avec les besoins en données de coûts de l'analyse économique, le segment de la promenade et celui Côte Surprise (enrochement) ont été fusionnés. En plus de prescrire des recommandations pour le secteur de l'anse du Sud dans son ensemble, le rapport de BPR fournit également une conception préliminaire des structures de protection pour l'anse du Nord.



chutes de blocs. Ces matériaux alimentent l'anse du Sud, la dérive sédimentaire étant orientée vers l'est.





Figure 2.2 - Segment Côte Surprise

Anse du Sud

Le segment Anse du Sud, tel qu'illustré à la figure 2.3, est contigu au segment Côte Surprise et se compose de deux sous-segments distincts. Il commence au motel Riôtel pour se terminer à la hauteur du quai de Percé. Ce segment de basses falaises meubles et de terrasses de plage a une longueur totale de 907 m.







Figure 2.3 – Segment Anse du Sud

Un premier sous-segment de 275 m est composé d'une falaise rocheuse de conglomérats d'une hauteur variant entre 6 et 12 m (LDGIZC-UQAR, 2015). La falaise est composée par endroits de dépôts meubles sur une base rocheuse. Toutefois, vu la faible hauteur de la falaise en comparaison à celle du segment Côte Surprise, le sommet de dépôts meubles couvre une plus large épaisseur et les agents d'érosion sont plus actifs que dans les segments avoisinants. En réaction à cette activité, le talus a été stabilisé par un enrochement.

Le second sous-segment de 633 m correspond au centre du village de Percé. Il est entièrement artificialisé par un muret de béton qui protège la promenade maritime.

Avant l'installation du mur dans les années 70, cette section était une plage de galets. Ainsi, l'effet du mur de protection sur la plage a été un amaigrissement et un abaissement marqué de cette dernière au cours des années (LDGIZC-UQAR, 2015). Actuellement, la



plage est étroite (moins de 10 m) et, à marée haute, il arrive régulièrement que les vagues viennent frapper le pied du muret.

La diminution et l'abaissement de la plage causés par le muret lui-même rendent ce sous-segment plus vulnérable aux assauts répétés des vagues. Lorsqu'une brèche survient dans un ouvrage de protection rigide, le pouvoir érosif des vagues se concentre et l'érosion mesurée peut être très importante.

Il est à noter que le quai ne fait pas partie de ce segment, car sa réhabilitation fait présentement l'objet d'une étude distincte. Toutefois, soulignons que le quai agit comme point de convergence, lequel freine la rencontre du transit sédimentaire provenant du sud-ouest, soit des falaises de Côte Surprise, et celui provenant du nord-est, c'est-à-dire des falaises de Mont-Joli Sud et du rocher Percé (LDGIZC-UQAR, 2015).

Mont-Joli Sud

Ce secteur de falaises rocheuses variant entre 12 et 30 m de hauteur s'étend sur 605 m de côtes actives. Il s'amorce à la transition entre la plage gérée par la SÉPAQ et la falaise du Mont-Joli (LDGIZC-UQAR, 2015). Ce segment est caractérisé par une alternance de falaises meubles, de falaises meubles à bases rocheuses et de falaises rocheuses qui s'érodent plus ou moins rapidement en fonction de leur composition. Il est une source de sédiments pour la plage à l'ouest (segment SEPAQ), dont une grande partie est retenue par le quai (LDGIZC-UQAR, 2015) (voir figure 2.4).

Numéro du projet : 540010-000 10





Figure 2.4 - Segment Mont-Joli Sud

Le fait qu'il s'agisse d'une falaise élevée active rend difficile la stabilisation du talus par la base. En raison de sa hauteur, le sommet continue de reculer sous l'action des processus de météorisation, hydrogéologiques, gravitaires et cryogéniques. Ainsi, le réel danger dans ce segment est lié au risque de décrochement et d'éboulement rocheux, en particulier dans les sections où le bas des falaises s'érode plus rapidement que le haut des falaises.

Anse du Nord

Ce secteur, d'une longueur de 415 m, est composé d'une alternance de côtes, de terrasses de plage, de remblais et de basses falaises meubles. Le segment est borné par la rue Biard au sud et le cap Barré au nord (voir figure 2.5). La dérive littorale est orientée vers le nord-ouest de sorte que les sédiments qui sont érodés du côté nord du cap du Mont-Joli nourrissent les terrasses de plage de l'anse du Nord. La présence du cap Barré



agit comme frein à la dérive littorale et marque la fin de la cellule hydrosédimentaire du rocher Percé. Ceci permet l'accumulation d'une plage.



Figure 2.5 - Segment Anse du Nord

À l'anse du Nord, le maintien de la plage permet de minimiser l'impact des tempêtes en termes d'érosion et de submersion côtière. La mise en place de structures de protection contre l'érosion durant les deux dernières décennies dans ce segment a entraîné un abaissement et une réduction de la largeur de la plage devant ces structures et a provoqué des effets de bouts. En effet, la plage dans ce secteur est passée d'une largeur variant épisodiquement entre 30 et 40 m durant les décennies 1930 à 1970, à environ 15 m durant les décennies 1990 et 2000 (Bernatchez et al., 2008). De plus, les apports de sédiments en provenance du sud-est ne semblent pas suffisants pour maintenir la plage dans un avenir avec changement climatique.



2.4 PROBLÉMATIQUE LIÉE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La côte de Percé est l'une des plus sollicitées par les vagues de tempête de tout le golfe du Saint-Laurent. Cette côte est exposée aux vagues des tempêtes provenant du nord-est et du sud-est, qui se produisent le plus souvent en condition de surcote. Ces vagues disposent, pour se développer, d'un long fetch atteignant plus de 400 km. Lorsqu'elles atteignent la côte, les vagues peuvent excéder 10 m de hauteur au large de Percé lors de fortes tempêtes. L'orientation et la composition des plages de Percé sont d'ailleurs typiques des plages modelées par les tempêtes.

Percé est située dans une zone de subsidence, c'est-à-dire qui s'enfonce lentement. Par ailleurs, le niveau moyen relatif de la mer augmente ce qui favorise une augmentation de la hauteur des surcotes et, par conséquent, de la puissance des vagues atteignant le pied des falaises. Dans la région de Percé, le recul du littoral dû à l'érosion est faible, les apports des rivières en sédiments sont plutôt négligeables et le transit sédimentaire est très limité. Tous ces facteurs font en sorte que la hausse du niveau de la mer provoque un ennoiement des plages qui se traduit, peu importe le type de côte, par une réduction graduelle de la largeur des plages. Ce phénomène d'amenuisement est observé depuis des années alors que la largeur des plages a diminué en moyenne de 54 % entre 1934 et 2001. Les terrasses de plage ayant été artificialisées par des ouvrages de protection, les plages sont passées d'une moyenne de 34 m de largeur en 1934 à 10 m en 2001 (moins 70 %). La plage a presque complètement disparu à certains endroits.

Les principaux apports sableux qui alimentent les plages proviennent de l'érosion des falaises rocheuses. Les pointes rocheuses forment des barrières au transit sédimentaire et plusieurs anses se retrouvent ainsi sans apport extérieur de sédiments. Dans le secteur à l'étude, il n'y a pas de rivière qui puisse alimenter les plages en sédiments. De plus, la durée de la couverture de glace de mer diminue, de sorte que les tempêtes hivernales peuvent développer des vagues pendant une plus longue partie de l'année.

La dynamique côtière et la sensibilité des côtes à l'érosion ont été analysées par l'UQAR. Les chercheurs du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski (LDGIZC-UQAR) ont noté que plusieurs études avaient été effectuées depuis le début des années 2000. Ces études leur ont permis de calculer un taux de déplacement probable du trait de côte pour les segments côtiers



étudiés. Des études récentes démontrent que la vitesse de déplacement du littoral lors de la période allant des années 90 à aujourd'hui serait représentative de l'évolution future du trait de côte, et ce, pour les prochaines décennies. Selon Bernatchez et al. (2008), cette dernière période serait caractérisée par un réchauffement important des températures moyennes annuelles. Ce réchauffement serait significatif depuis les années 80 pour ce qui est des températures hivernales.

Malgré que Bernatchez et Dugas (2014) aient noté des contraintes liées à la disponibilité des données relatives à l'évolution de la côte du Québec maritime, LDGIZC-UQAR disposait pour Percé de données historiques et de données récentes sur l'évolution côtière (1990 à aujourd'hui). Ainsi, LDGIZC-UQAR a pu déterminer des taux d'érosion probables d'ici 2065 pour les quatre segments géomorphologiques étudiés. Ces taux sont présentés et expliqués dans les chapitres traitant plus spécifiquement de chacun des segments à l'étude.

Il est à noter qu'en raison de l'exposition du littoral de Percé aux tempêtes, les côtes peuvent subir des reculs importants lors d'un seul événement de tempête. Même les structures de protection présentement en place ne peuvent pas protéger le littoral des assauts de ces fortes tempêtes. Toutefois, compte tenu de la difficulté de prédire quels segments de côte pourraient être affectés par de tels événements de tempête dans le futur, l'érosion due aux événements de tempête a été prise en compte directement dans le calcul des taux d'érosion historiques.

Numéro du projet : 540010-000 14



Ce chapitre présente d'abord le processus consultatif mis en place par Ouranos afin de s'assurer de la pertinence de l'étude pour les décideurs locaux et régionaux. L'approche méthodologique privilégiée pour réaliser l'analyse économique et les principales hypothèses sous-jacentes à cette approche sont ensuite exposées.

3.1 PROCESSUS CONSULTATIF

La réalisation d'une analyse coûts-avantages nécessite une bonne compréhension des enjeux économiques, environnementaux et sociaux présents sur le territoire d'étude, de même que de la façon dont ces enjeux seront affectés par les interventions proposées.

Dans le cadre de ce projet, quatre comités ont été mis sur pied pour assister l'équipe de projet dans l'avancement de l'analyse : un comité local d'orientation, un comité régional, un comité technique et un comité aviseur. Le tableau 3.1 résume l'implication de chacun de ces comités dans les différentes activités réalisées.

Dans chaque municipalité ciblée par l'étude, un comité local d'orientation composé d'intervenants du milieu, de fonctionnaires et d'élus a été mis sur pied par la municipalité, afin d'orienter les travaux de l'étude en fonction des besoins et des réalités locales.



16

Tableau 3.1 - Processus consultatif et rôle des comités

Activités		CLO	CR	СТ	CA
1	Définition de l'approche méthodologique				Х
2	Validation des segments biophysiques	Х			
3	Validation des scénarios d'érosion				Х
4	Identification d'options d'adaptation	Х	Х	Х	
5	Identification des impacts des options retenues	Х	Χ		
6	Évaluation économique des coûts et avantages	Х		Х	
7	Analyses coûts-avantages à l'horizon 2065				Х

CLO: Comité local d'orientation, CR: Comité régional, CT: Comité technique, CA: Comité aviseur

Dans le cas de Percé, le comité local d'orientation était composé de fonctionnaires municipaux, d'intervenants régionaux et d'élus. En plus de fournir de nombreuses données à l'équipe de projet, les membres du comité local d'orientation se sont réunis à quatre reprises au cours de la réalisation de l'étude. La première rencontre a eu lieu en début d'étude afin de discuter des objectifs et de la méthodologie de l'ACA, de définir avec précision les différents segments biophysiques à l'étude et de discuter de façon préliminaire des options d'adaptation envisagées pour chacun des segments à l'étude.

La deuxième rencontre a permis d'échanger sur les options d'adaptation à retenir pour chacun des segments étudiés et d'identifier les impacts potentiels de ces options sur les milieux humain et biophysique.

La troisième rencontre du comité local d'orientation visait à discuter des hypothèses employées pour déterminer la valeur économique de certains impacts des options d'adaptation. La possibilité d'estimer la valeur de certains biens non marchands à l'aide de méthodes qui exigent des enquêtes ou des séances de travail auprès des communautés visées par l'étude a également été abordée. Cette rencontre a donc permis de valider certaines hypothèses de travail formulées dans le cadre de l'étude.

Enfin, la dernière rencontre a été consacrée à la présentation des résultats de l'étude aux membres du comité local d'orientation, afin de prendre en considération leurs commentaires et suggestions lors de la rédaction finale du rapport. La présentation a permis aux membres de se familiariser avec l'approche méthodologique et de s'approprier les résultats.

Numéro du projet : 540010-000



17

Le comité régional (CR), pour sa part, a participé à l'identification des options d'adaptation potentielles et des impacts que ces options pourraient avoir sur la faune, la flore, les infrastructures et les activités de pêche. Les résultats préliminaires de l'étude ont aussi été discutés avec le CR afin de valider certaines conclusions.

Les cinq ministères québécois représentés sur le comité régional incluent le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le ministère de la Culture et des Communications (MCC) et le Ministère des Transports du Québec (MTQ). Des représentants du ministère Pêches et Océans Canada siégeaient également sur ce comité.

Quant au comité technique, il était composé de spécialistes dans le domaine côtier, dont deux ingénieurs côtiers, deux géomorphologues, un océanographe et des économistes. Le comité s'est rencontré une fois en début d'étude lors d'une séance de remue-méninges afin de proposer, pour chacun des segments, des options d'adaptation à la problématique d'érosion en jeu.

Enfin, le comité aviseur regroupait des spécialistes du milieu côtier et de l'analyse coûts-avantages, ainsi que des représentants des organismes finançant le projet. Ce comité avait comme mandat de valider les grandes orientations de recherche du projet et la méthodologie adoptée pour réaliser les différentes étapes de l'étude. Le comité s'est réuni deux fois au cours du projet.

3.2 MÉTHODOLOGIE ÉCONOMIQUE

L'objet de cette étude est de comparer les différentes options d'adaptation à la non-intervention afin de déterminer s'il est préférable d'intervenir et quelle option serait la plus avantageuse économiquement, en tenant compte de l'ensemble des coûts et des avantages sociaux, économiques et environnementaux.

La méthode utilisée est l'analyse coûts-avantages (ACA) qui permet de comparer la somme des avantages nets de chaque option d'adaptation, du point de vue de la société. Il s'agit d'une méthode largement utilisée, notamment par les différents ordres de



gouvernement depuis plusieurs décennies et dont les modalités sont bien connues des utilisateurs. Sur une période donnée, elle permet de prendre en compte les composantes économiques, environnementales et sociales d'un projet en estimant la valeur économique des impacts du projet sur ces différentes composantes. L'ACA permet de comparer dans le temps différentes options d'adaptation sur une base commune à l'aide d'indicateurs, tels que la valeur actualisée nette (VAN) et le ratio avantages-coûts (ratio A/C). Il devient alors possible de classifier les options étudiées en fonction de leur performance économique.

Il est important de préciser qu'une ACA n'est pas une analyse financière. L'ACA prend en considération les avantages et les coûts directs et indirects économiques, environnementaux et sociaux d'une option, alors qu'une analyse financière s'intéresse seulement aux flux monétaires pour le promoteur. Ainsi, les coûts des externalités liées à la réalisation d'un projet, tels que les impacts sociaux et environnementaux, ne sont pas inclus dans une analyse financière, alors qu'ils le sont dans le cadre d'une analyse coûts-avantages.

La réalisation d'une ACA inclut six étapes principales : 1) identification des options d'adaptation; 2) identification des impacts appréhendés des options d'adaptation et de la non-intervention; 3) monétisation des impacts négatifs (coûts) et des impacts positifs (avantages); 4) estimation des coûts de mise en œuvre des options d'adaptation; 5) comparaison des coûts et des avantages; 6) analyse de sensibilité des résultats.

3.2.1 Identification des options d'adaptation

A la lumière du contexte de la zone d'étude et des rencontres avec les comités local, régional et technique, trois types d'options d'adaptation ont été considérés pour les quatre segments à l'étude : des structures côtières rigides, des structures côtières mobiles et des options sans structures côtières.

Les structures rigides sont des structures d'ingénierie côtière classique, telles que des murs et des enrochements, qui modifient en profondeur la dynamique sédimentaire. Les structures mobiles permettent le mouvement naturel des sédiments, alors que les options sans structure côtière visent plutôt à réduire l'exposition des actifs aux aléas en agissant sur les actifs plutôt que sur le milieu. Le détail de la mise en œuvre, les coûts et les



implications techniques de chacune des options sont abordés dans les chapitres consacrés à chacun des segments.

3.2.2 Identification des impacts appréhendés

Une fois que les options d'adaptation pour un segment donné du littoral sont choisies, l'analyse économique peut alors débuter. Compte tenu que chaque option exige d'intervenir dans un milieu où il existe déjà des activités économiques et sociales, il est essentiel d'évaluer comment ces activités seront affectées par l'option proposée. Il en va de même pour l'environnement naturel qui est souvent perturbé par l'intervention humaine.

Un premier groupe d'impacts provient des aléas côtiers, soit l'érosion, et leurs conséquences directes. Il s'agit, entre autres, des pertes ou dommages aux terrains et aux bâtiments, ainsi que des coûts entraînés par le nettoyage des débris, les mesures d'urgence et les coûts d'évacuation. Ces impacts sont appelés dans le cadre de cette étude les impacts directs de l'érosion. Ceux-ci seront amplifiés par les changements climatiques.

En plus des impacts liés directement à l'érosion, il y a les impacts économiques, environnementaux et sociaux associés aux options d'adaptation. Le tableau 3.2 présente les impacts positifs et négatifs appréhendés à Percé.

Il est à souligner que dans le cadre de la présente analyse économique, seuls les principaux impacts à moyen et long termes liés à la mise en place d'une option d'adaptation sont considérés. Les impacts à court terme, tels que les impacts temporaires en période de construction, n'ont pas été quantifiés, ni estimés. Cependant, dans le cadre des études d'impact environnemental qui précèderont la réalisation de la plupart des options d'adaptation, l'ensemble des impacts devront être pris en compte comme l'exige la règlementation.



Tableau 3.2 - Ensemble des impacts appréhendés à Percé

Impacts	Impacts négatifs	Impacts positifs
Liés à l'érosion	 Perte de terrain Dommages aux terrains, infrastructures (publiques et privées) et bâtiments Perte de sites de camping en bord de mer 	
Économiques	 Diminution de l'achalandage touristique (dépendamment de l'option considérée) Diminution de la valeur économique des terrains Perturbation des activités de pêche commerciale Perte de revenus commerciaux 	- Augmentation de l'achalandage touristique (dépendamment de l'option considérée)
Environnementaux	 Perte d'habitats naturels Perte de sites pour la fraie des poissons Contamination par rejet sanitaire 	- Amélioration des sites pour la fraie des poissons
Sociaux	 Perte de vue sur la mer Détérioration de l'usage récréatif du littoral (dépendamment de l'option considérée) Diminution de la qualité de vie (anxiété, insécurité, etc.) Détérioration du paysage Détérioration ou perte du patrimoine historique et culturel 	 Amélioration de l'usage récréatif du littoral (dépendamment de l'option considérée) Amélioration de la qualité de vie (sécurité) Amélioration du paysage

3.2.3 Monétisation des impacts appréhendés

Une fois les impacts des options d'adaptation identifiés et quantifiés, il est nécessaire d'en estimer la valeur monétaire. Dans le cadre de cette étude, plusieurs méthodes d'évaluation ont été utilisées selon la nature des impacts à valoriser et la disponibilité des données.

La monétisation des impacts à partir de transactions réalisées sur le marché a été privilégiée. Toutefois, en l'absence d'un marché pour le type d'impact considéré, les méthodes où il existe un marché connexe permettant de monétiser indirectement la valeur d'un impact ont été utilisées. Il s'agit, entre autres, de la méthode de prix hédoniques et celle des coûts de transport. Enfin, faute de données provenant de transactions directes



ou indirectes, la monétisation de certains impacts a nécessité de recourir à des méthodes basées sur un marché hypothétique comme l'évaluation contingente.

Les hypothèses spécifiques à l'évaluation des impacts liés à une option d'adaptation donnée sont présentées dans le chapitre portant sur chaque segment à l'étude. Toutefois, les hypothèses relatives à l'achalandage touristique étant déterminantes pour cette étude, elles sont décrites ci-dessous. Ces hypothèses ont fait l'objet d'une estimation spécifique, entre autres, grâce à la réalisation de deux enquêtes.

Hypothèses relatives à l'achalandage touristique

Percé représentant un attrait touristique très important en Gaspésie, il a été essentiel dans cette analyse économique de prendre en considération la variation de l'achalandage touristique induite par l'état des installations sur le littoral.

L'estimation des variations d'achalandage s'appuie principalement sur une enquête en ligne réalisée auprès de la population québécoise. Cette enquête a permis de recueillir non seulement des données historiques sur les visites touristiques en Gaspésie et à Percé, mais également des informations concernant les visites anticipées en fonction de différents aménagements proposés le long du littoral.

En ce qui concerne le nombre de visites annuelles en Gaspésie, l'extrapolation des résultats de l'enquête à l'ensemble de la population suggère que les Québécois ont passé en moyenne 1,5 million de nuitées annuellement en Gaspésie au cours de la période 2010-2014. Cet achalandage historique est cohérent avec les informations recueillies par Tourisme Québec pour la région gaspésienne (Tourisme Québec, 2013).

L'enquête a également permis de déterminer que 63 % des touristes ayant visité la Gaspésie ont également visité Percé au cours des cinq dernières années. Ce résultat concorde avec la proportion de visiteurs faisant le tour de la Gaspésie estimée lors d'une enquête menée par l'ATR de la Gaspésie en 2005, soit 66 % (Groupe OGDS, 2008).

Quant à la durée moyenne d'un séjour en Gaspésie, elle se chiffre à 3,7 nuitées par visite au cours de la période 2010-2014. Parmi les visiteurs de la région gaspésienne, ceux ayant visité Percé au cours de leur séjour ont passé en moyenne 7,1 nuitées en Gaspésie, dont 2,4 nuitées à Percé.



Finalement, une enquête réalisée auprès de touristes visitant Percé en 2014 a permis d'estimer que les touristes dépensent en moyenne 131 \$ par jour de visite, en incluant toutes les dépenses afférentes au voyage (hébergement, transport, activités, etc.).

Ces informations sur les comportements touristiques historiques servent de base aux projections de modification d'achalandage touristique effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les sections pertinentes.

3.2.4 Estimation des coûts des options d'adaptation

En plus des coûts liés aux impacts appréhendés, l'analyse coûts-avantages exige d'estimer les coûts de mise en œuvre et d'entretien des options d'adaptation. En général, ces coûts sont déterminés à partir de coûts encourus lors de projets similaires ou en faisant appel à des ingénieurs spécialisés dans la conception des options considérées. Quoique ces coûts soient relativement faciles à estimer, puisqu'ils sont basés sur des projets déjà réalisés, ils demeurent approximatifs

Dans ce cas-ci, les coûts des options d'adaptation qui impliquent des travaux de génie ont été estimés par la firme BPR dans le cadre d'un mandat de conception d'ouvrages de protection des berges réalisé pour la Ville de Percé (BPR et al., 2014). En ce qui concerne le coût du déplacement des actifs, la firme Héneault et Gosselin a fourni des coûts unitaires (au mètre linéaire) en fonction du type de revêtement des bâtiments. Ces coûts unitaires sont conformes aux coûts de mobilisation des équipements dans la région gaspésienne.

3.2.5 Comparaison des coûts et des avantages

Après avoir estimé les différents coûts et avantages de chacune des options d'adaptation et de la non-intervention, la prochaine étape consiste à calculer la somme des avantages nets sur la période d'étude afin de pouvoir comparer les options entre elles. Ce calcul est basé sur des hypothèses de base qui sont décrites ci-dessous.

Population d'intérêt

Dans le cadre de cette étude, la population considérée pour estimer les coûts et les avantages est la population gaspésienne. Le choix de la population d'intérêt se fait généralement sur la base des individus qui vont le plus bénéficier du projet. Même si la



population de Percé bénéficiera assurément des options d'adaptation proposées en vue de protéger le littoral, elle ne sera pas la seule bénéficiaire. En effet, compte tenu de l'importance des attraits touristiques de Percé pour la région de la Gaspésie, l'ensemble de la population gaspésienne devrait bénéficier de l'amélioration du littoral si les options d'adaptation favorisent l'augmentation de l'achalandage touristique.

Horizon temporel

L'horizon temporel retenu pour cette étude est de 50 ans, soit de 2015 à 2064. Le choix de cet horizon est lié à la durée de vie des infrastructures côtières. Une période de 50 ans représente une durée de vie réaliste pour de telles infrastructures. Ainsi, les options d'adaptation considérées dans l'ACA permettent de protéger le littoral pendant toute la durée de la période d'étude dans la mesure où celles-ci sont entretenues.

Actualisation

La méthode utilisée pour agréger les avantages et les coûts liés à une option d'adaptation donnée pour l'horizon temporel considéré est l'actualisation de ces derniers. Cette méthode permet de ramener les flux considérés pour chacune des années sur une base commune à l'aide d'un facteur d'actualisation. La formule ci-dessous est utilisée pour estimer la valeur actualisée de chaque flux :

$$VAN = \frac{f_i}{(1+r)^i}$$

Où:

VAN: Valeur actualisée nette

f: Flux monétaire

i : Période à laquelle le flux monétaire est observé

r: Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation représente le coût d'opportunité des fonds engagés tout au long de l'horizon considéré. Un taux d'actualisation plus élevé signifie que la valorisation des coûts et avantages futurs est moindre. Dans la présente étude, le taux d'actualisation choisi est de 4%. Il s'agit du taux recommandé par Ouranos dans son guide d'analyse économique (Webster et al., 2008) et retenu pour la réalisation des études régionales lancées par Ressources naturelles Canada. Puisque le taux d'actualisation peut

Numéro du projet : 540010-000



24

influencer les résultats de l'ACA, une analyse de sensibilité de ±2% a été réalisée. Une telle analyse permet de vérifier si le résultat obtenu (soit la VAN) est robuste à un changement d'hypothèse.

Une autre hypothèse de cette analyse est l'unité monétaire choisie, soit le dollar canadien de 2012. Il a été choisi en raison de la disponibilité des données économiques pour cette année de référence, notamment les valeurs foncières.

Quant aux résultats de l'ACA, ils sont présentés à l'aide de la valeur actualisée nette, soit la VAN. La VAN a l'avantage de présenter directement la perte ou le gain économique lié à chaque mesure en plus de l'ampleur de cet élément. Le ratio avantages-coûts est aussi utilisé, lorsqu'opportun, afin de présenter les résultats en termes relatifs. Ceci permet de favoriser les options les moins coûteuses parmi celles qui ont une VAN similaire.

3.2.6 Analyse de sensibilité des résultats

L'analyse de sensibilité permet d'examiner la robustesse de la VAN obtenue lorsque les hypothèses importantes de l'analyse varient. Ainsi, les paramètres ou hypothèses ciblés par une telle analyse sont choisis par rapport à l'influence qu'ils peuvent avoir sur les résultats de l'ACA. Cela apporte une information complémentaire sur la variabilité potentielle des résultats, aidant ainsi les décideurs à faire des choix mieux informés.

Les quatre prochains chapitres présentent les analyses coûts-avantages réalisés pour chacun des segments à l'étude en se référant aux méthodologies et hypothèses précédemment énoncées dans ce chapitre.

Numéro du projet : 540010-000



4.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le segment Côte Surprise est borné à l'ouest par le cap Blanc et à l'est par l'enrochement qui débute devant le motel Riôtel, tel qu'illustré à la figure 4.1. Ce segment est d'une longueur de 1 388 m. Il est composé de falaises de grès et de conglomérats non végétalisées qui s'élèvent à plus de 30 m (LDGIZC-UQAR, 2015). Les matériaux qui composent ces falaises sont plus friables que les roches calcaires du secteur du cap Blanc, rendant du même coup les parois des falaises plus altérables par l'érosion.

Le segment Côte Surprise comprend peu de bâtiments à risque au sud de la route provinciale (RN 132). On y trouve quelques résidences dans la portion ouest et un motel comprenant 3 bâtiments de 12 unités chacun, un restaurant et un pub. Le segment comprend également dans sa portion centrale un camping de 125 emplacements dont une trentaine est à moins de 5 m de la falaise. L'est du segment, au sud de la RN 132, n'est pas bâti, ni aménagé.

4.1.1 Problématique

Compte tenu de la hauteur des falaises, ce segment n'est pas sujet à la submersion même lors d'événements de tempête. Par contre, l'érosion et la possibilité de l'effondrement du haut de la falaise sont des enjeux majeurs.



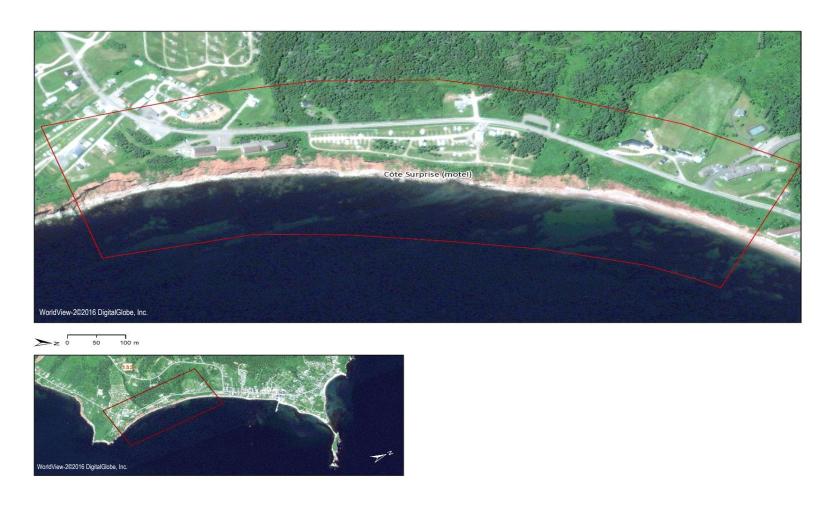


Figure 4.1 – Image satellite du segment Côte Surprise

Numéro du projet : 540010-000





Source: LDGIZC-UQAR et MSP

Figure 4.2 – Photographie oblique d'une portion du segment Côte Surprise en 2010

En effet, ce segment de falaises actives peut reculer brusquement et de manière imprévisible. Avec le temps, le sapement des vagues forme des encoches pouvant atteindre une profondeur de plusieurs mètres à la base des falaises. Lorsque ces encoches s'effondrent, elles entraînent une déstabilisation du talus pouvant se traduire par des reculs au sommet. On peut observer sur la figure 4.2 de nombreux surplombs rocheux ainsi que des signes d'effondrement mis en évidence par les gros blocs de conglomérats affaissés au pied des falaises.

Le taux de recul moyen du haut de falaise estimé entre 1963 et 2013 est de -0,10 m/an. Entre 2005 et 2012, l'érosion en haut de falaise a conduit à un taux de recul mesuré moyen de -0,14 m/an (LDGIZC-UQAR, 2015). Les deux stations de suivi du LDGIZC ont mesuré des reculs de -0,20 et -0,30 m en 2011, suite à la tempête de décembre 2010. Par ailleurs, des reculs maximums de -0,70 m ont été mesurés entre 2007 et 2009, ce qui montre que des reculs importants peuvent survenir annuellement (LDGIZC-UQAR, 2015).

La hauteur des falaises fait en sorte qu'il faut plus de temps avant que l'érosion dans le versant se traduise par un recul au sommet. Ainsi, un taux de recul moyen de -0,10 m par année a été retenu pour cette étude étant donné que les falaises reculent en moyenne relativement lentement. Ce taux est considéré comme le taux probable d'érosion en haut



de falaise pour la période d'étude, soit de 2015 à 2064. Toutefois, le principal danger de ce type de côte est lié au risque de décrochement des falaises, qui peut endommager une infrastructure de manière subite.

4.1.2 Option de non-intervention

Sans intervention, il est à prévoir que les falaises continueront à s'éroder au rythme de 10 cm par année. Des effondrements se produiront lorsque le poids exercé par le sol, les conglomérats et la végétation en haut de falaise créera un déséquilibre. Ainsi, à mesure que la côte s'érodera, il y aura des pertes de terrain et certains bâtiments se retrouveront en partie au-dessus du vide ou s'effondreront. Les bâtiments à risque incluent les trois bâtiments du motel La Côte Surprise. On suppose que ceux-ci seront démolis lorsque le bord de falaise les atteindra, puisqu'il ne sera plus sécuritaire de les utiliser. En fait, même si un effondrement de falaise pourrait survenir sans préavis, l'étude considère que des conditions non sécuritaires ne seront atteintes que lorsque les bâtiments à risque se retrouveront à la limite du bord de falaise. Cette approche est considérée non interventionniste et est appelée l'option de non-intervention (NI).

Afin de prendre en considération l'impact des risques d'effondrement sur la rentabilité économique de l'option étudiée, une analyse de sensibilité sera effectuée. Une marge de sécurité permettant de tenir compte de la possibilité qu'un effondrement soudain se produise sera incluse lors de cette analyse.

4.1.3 Options d'adaptation

Étant donné la hauteur des falaises, il est pratiquement impossible de freiner ou de ralentir les processus d'érosion actifs. Par conséquent, la seule option d'adaptation techniquement envisageable pour ce segment est la relocalisation stratégique (RS). Cette dernière consiste à déménager les bâtiments à risque dès qu'ils sont à moins de 5 m du bord de la falaise. Cette marge de 5 m a été retenue, car elle permet de déménager les bâtiments en toute sécurité.

La relocalisation peut se faire sur le même terrain, s'il est suffisamment grand, ou sur un autre terrain. Dans le cadre de cette étude, le déménagement sur un même terrain a été privilégié dans la mesure où les règlements de zonage sont respectés et que les bâtiments relocalisés sont hors de danger jusqu'à la fin de la période d'étude. Selon le



Règlement de zonage de Percé numéro 436-2011, pour la zone (266-Ct) où se trouve le motel La Côte Surprise, les marges minimales de recul sont de 9 m à l'arrière, 2 m latéralement, et combinées de 6 m et 9 m latéralement et à l'arrière. Compte tenu des règlements municipaux et de la superficie du terrain du motel La Côte Surprise, les trois bâtiments de ce motel peuvent être relocalisés sur le terrain actuel.

Étant donné que les trois bâtiments sont déjà localisés à moins de 5 m du haut de la falaise, ils devraient être relocalisés immédiatement. Afin de s'assurer qu'ils sont effectivement déménageables, un entrepreneur en déménagement a été consulté. Celui-ci a confirmé qu'il est toujours possible de les déménager.

L'analyse coûts-avantages du segment Côte Surprise compare donc l'option de la relocalisation stratégique des installations à risque à l'option de non-intervention, qui entrainerait la perte des trois bâtiments en 2038, 2047 et 2058 respectivement.

4.1.4 Impacts appréhendés

Le tableau 4.1 compare les impacts appréhendés des deux options étudiées, soit la non-intervention (NI) et la relocalisation stratégique (RS). En dehors des impacts liés à l'érosion, on anticipe un seul impact économique indirect dans l'option de non-intervention. Il n'y a pas d'impact environnemental ou social appréhendé.

Tableau 4.1 - Comparaison des impacts appréhendés

Types d'impacts	NI	RS	
Impacts liés à l'érosion			
Perte de terrain	Х	Х	
Perte de bâtiments commerciaux			
Impacts économiques			
Perte de revenus commerciaux			

NI : Non-intervention

RS: Relocalisation stratégique

X : Présence d'impact appréhendé

La non-intervention implique la perte des trois bâtiments hôteliers présents dans le segment en plus de la perte d'une trentaine de terrains de camping d'ici 2064. Les bâtiments résidentiels dans la partie ouest du segment ne sont pas exposés à cet horizon. De plus, la perte de bâtiments commerciaux implique une perte de revenus commerciaux,



car certaines unités d'hébergement perdues ne pourront pas être remplacées par des unités équivalentes dans les conditions actuelles.

La relocalisation stratégique, pour sa part, permet d'éviter la perte des bâtiments commerciaux mais n'empêche pas la perte de terrain, incluant les terrains de camping.

Aucune perte de revenus touristiques n'est anticipée pour les deux options considérées, car il est prévu que les touristes ne modifieront pas la durée de leur séjour en Gaspésie à cause de la perte du motel ou des terrains de camping dans le segment Côte Surprise. Les revenus touristiques dans l'ensemble de la région seront transférés à d'autres établissements d'hébergement ou centres de camping, mais ils ne seront pas perdus.

4.2 ESTIMATION MONÉTAIRE DES IMPACTS

L'estimation monétaire des impacts, qu'ils soient liés à l'inaction ou à la mise en œuvre de la relocalisation stratégique, constitue l'étape suivante de l'analyse coûts-avantages.

4.2.1 Impacts dus à l'érosion

a) Perte de terrain

Des pertes de terrain sont prévues annuellement en raison de l'érosion. La superficie perdue est calculée en se basant sur le taux d'érosion probable fourni par l'UQAR. La valeur économique d'un terrain a été estimée en se référant à sa valeur foncière au mètre carré ajustée aux conditions de marché de 2012 (Servitech, 2013)⁶. Cette valeur a ensuite été multipliée par la superficie perdue à chaque année.

En général, lorsque tous les bâtiments importants sur un terrain sont considérés à risque, la valeur résiduelle du terrain est fixée à zéro puisque le terrain est considéré non constructible. Toutefois, dans le cas du motel La Côte Surprise, le terrain sur lequel se trouvent les trois bâtiments à risque est suffisamment grand pour que la surface restante

⁶ Étant donné le décalage entre le dépôt du rôle d'évaluation et la valeur au marché, les données du rôle de 2013 représentent les valeurs au marché de juillet 2011. Afin de les transformer en valeurs de 2012, la valeur inscrite au rôle a été multipliée par le facteur d'ajustement proposé par le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, soit 1,25. Le facteur d'ajustement est établi en considérant l'écart médian entre les ventes réalisées à Percé et la valeur inscrite au rôle pour ramener les valeurs aux conditions de marché de 2012.



après la perte du dernier bâtiment en 2058 demeure constructible. La valeur résiduelle du terrain n'a donc pas été considérée nulle dans l'option de non-intervention.

Dans le cas de la relocalisation stratégique, il est prévu de déplacer les trois bâtiments sur le terrain existant et les pertes annuelles de terrain due à l'érosion se poursuivent jusqu'en 2064.

Pour l'ensemble du segment, les coûts associés à la perte de terrain sont de 4 010 \$ en dollars de 2012 escomptés au taux de 4 %. La figure 5.3 illustre une partie des pertes de terrain anticipées de même que les emplacements des bâtiments exposés à l'horizon 2064.



Figure 4.3 – Perte de bâtiments et de terrain à l'horizon 2064 pour la portion la plus exposée du segment Côte Surprise

b) Perte de bâtiments commerciaux

Dans l'option de non-intervention, le recul de la côte devrait atteindre les trois bâtiments du motel La Côte Surprise respectivement en 2038, 2047 et 2058. Le bâtiment le plus à l'ouest, soit le bâtiment principal, sera le premier bâtiment touché, alors que le bâtiment plus à l'est sera le dernier exposé.



La valeur monétaire des trois bâtiments du motel La Côte Surprise a été estimée en se référant à la valeur du motel au rôle d'évaluation, soit à 440 250 \$ en dollars de 2012. Cette valeur a été répartie également entre les trois bâtiments, soit 146 750 \$ chacun.

4.2.2 Impacts économiques

a) Perte de revenus de location de sites de camping

La perte de revenus de location de sites de camping a été estimée comme étant nulle, puisque les sites perdus devraient être rapidement remplacés, et ce, à peu de frais. En effet, les sites perdus ne sont pas équipés des services d'eau, d'aqueduc ou d'électricité. Compte tenu du nombre important de centres de camping à Percé, l'hypothèse de leur remplacement est jugée raisonnable.

b) Perte de revenus commerciaux

Une analyse coûts-avantages ne prend pas en compte les revenus qui sont perdus par un établissement commercial si ceux-ci sont transférés à un autre établissement. Toutefois, si les revenus ne sont pas entièrement transférés, alors on peut considérer qu'il y a une perte pour l'ensemble de l'économie.

Dans le cas du motel La Côte Surprise, il est probable que les unités d'hébergement avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure qui seront perdues en cas de non-intervention ne pourront pas être remplacées par des unités offrant une aussi belle vue dans les autres établissements. Or, les unités d'hébergement avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure sont généralement louées à un prix plus élevé et la perte de ces unités signifie une perte de revenus commerciaux pour l'ensemble de la région.

L'analyse des prix d'unités d'hébergement à Percé, entre autres, auprès des motels La Normandie et Riôtel ainsi qu'en consultant des sites internet comme TripAdvisor, indique qu'en moyenne une prime de 32 \$ par nuit est chargée au client pour une chambre avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure. Cette prime reflète la valeur qu'accorde la clientèle à la vue de ce paysage unique.

Le motel La Côte Surprise compte 36 unités qui offrent une vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure. En supposant que le taux d'occupation de ces unités est équivalent au taux



d'occupation moyen des chambres en Gaspésie tel qu'estimé par Tourisme Québec en 2013, soit 82 nuitées/an, alors la perte de revenus serait d'environ 94 464 \$ par an. Comme les trois bâtiments du motel La Côte Surprise sont affectés progressivement par l'érosion en cas de non-intervention, les pertes de revenus commerciaux ont été calculées en fonction du nombre d'unités affectées à partir de l'année où ces unités sont perdues.

Il est à noter que la perte de revenus de location des sites de camping avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure n'a pas été estimée, car l'analyse des prix de location de ces sites ne démontrait pas une différence significative entre un site avec ou sans vue. Les services offerts aux campeurs sur un site sont plus importants que la vue dans la détermination du prix de location.

4.2.3 Estimation du coût des options d'adaptation

Pour le segment Côte Surprise, la seule option étudiée est la relocalisation stratégique. Les coûts de déménagement ont été estimés par la firme de déménagement Héneault et Gosselin Inc. qui a effectué une visite à Percé. Les prix fournis sont des prix au mètre linéaire en fonction des types de revêtement de bâtiment. Ces prix sont présentés au tableau 4.2.

Tableau 4.2 – Prix du déménagement d'un bâtiment au mètre linéaire

Revêtement extérieur	Transport sur route et fondation	Relocaliser sur même terrain et fondation	Soulèvement et rehaussement des fondations
Vinyle, bois, etc.	1 410 \$	1 345 \$	1 410 \$
Brique et vinyle	1 575 \$	1 510 \$	1 575 \$
Brique	2 135 \$	2 070 \$	2 135 \$

Comme il s'agit ici de bâtiments revêtus de vinyle et de bois, les coûts de déménagement de chacun des bâtiments du motel La Côte Surprise sont estimés à 1 345 \$ par mètre linéaire. Les bâtiments étant rectangulaires avec des dimensions de 20 m x 38 m, 28 m x 13 m et 34 m x 11 m, les coûts de relocalisation sur le même terrain sont estimés respectivement à environ 156 020 \$, 110 290 \$ et 121 050 \$. Lors du déménagement des trois bâtiments, des frais de déconnexion et reconnexion de l'électricité devront être engagés pour une somme estimée à 3 250 \$ par bâtiments.

Numéro du projet : 540010-000 33



Il est important de mentionner que la non-intervention a également un coût de mise en œuvre puisqu'elle suppose que les bâtiments exposés seront démolis. Le coût de démolition des bâtiments a été estimé à environ 54 \$ le mètre carré⁷ et chaque bâtiment compte deux étages. Donc, ceci représente des coûts de démolition d'environ 86 400 \$, 43 630 \$ et 44 710 \$ pour chacun des bâtiments. Ces coûts incluent des frais supplémentaires de 1 080 \$ par démolition, en raison de l'importante distance qui sépare Percé du site d'enfouissement de Gaspé, ainsi que des frais pour l'enlèvement des fondations qui s'élèvent à 3 240 \$. Les coûts de démolition pour chacun des trois bâtiments seront respectivement encourus en 2038, 2047 et 2058.

4.2.4 Estimation monétaire des avantages des options

La mesure d'adaptation proposée, soit la relocalisation stratégique, a l'avantage de préserver trois bâtiments hôteliers du segment Côte Surprise, des bâtiments qui abritent des unités de motel qui offrent une vue sur le rocher Percé et l'Île Bonaventure, et d'éviter les coûts de démolition. Ces avantages sont en fait les coûts évités liés à la non-intervention.

4.3 ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Cette section présente la somme de l'ensemble des coûts et des avantages sur la période d'étude de 50 ans, soit la valeur actuelle nette des deux options, la non-intervention et la relocalisation stratégique.

4.3.1 Calcul des coûts sur 50 ans

L'ensemble des coûts liés à la non-intervention totalise 559 820 \$ sur l'horizon 2015-2064 à un taux d'escompte de 4 %. Les coûts sont présentés de manière agrégée, mais sont disponibles sur une base annuelle à l'annexe 1.

La perte des bâtiments en 2038, 2047 et 2058 représente la plus grande partie des coûts, auxquels s'ajoutent les coûts de démolition. De plus, la perte des bâtiments entraîne la

⁷ Le coût de démolition au mètre carré provient de l'étude intitulée *Analyse coûts-avantages de solutions d'adaptation à l'érosion côtière pour la ville de Sept-Îles* (Tecsult, 2008) et ce coût a été actualisé à l'aide de l'Indice de prix à la consommation canadien.



perte de revenus commerciaux au cours des années suivantes. Enfin, chaque année, il y a des pertes de terrain en fonction du taux d'érosion annuel.

Dans le cas de la relocalisation stratégique, les coûts totaux de cette intervention calculés de 2015-2064 et actualisés au taux de 4 % sont de 400 985 \$. Le détail de ces calculs est présenté à l'annexe 1.

Les coûts les plus importants sont encourus dès 2015, car les trois bâtiments du motel La Côte Surprise sont localisés à moins de 5 m de la côte. Afin d'effectuer le déménagement de façon sécuritaire, la relocalisation stratégique doit avoir lieu le plus rapidement possible. Les coûts encourus les années suivantes sont liés à la perte annuelle de terrain.

4.3.2 Calcul des avantages sur 50 ans

Pour le segment Côte Surprise, il n'y a pas d'avantage à calculer. Les seuls avantages liés à la relocalisation stratégique correspondent aux coûts évités associés à la non-intervention.

4.3.3 Valeur actualisée nette

En se référant aux coûts totaux actualisés calculés précédemment, les valeurs actualisées nettes associées à la non-intervention et à la relocalisation stratégique sont respectivement de -559 819 \$ et de -400 986 \$. La comparaison des deux options indique que la relocalisation stratégique offre des avantages nets actualisés d'environ 158 830 \$ sur 50 ans par rapport à la non-intervention. Le rapport avantages-coûts de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention est de 1,4. Ce ratio signifie que la relocalisation stratégique rapporte 1,4 \$ à la société pour chaque dollar qu'elle en coûte.

La figure 4.4 illustre, entre 2015 et 2064, la somme cumulative de la valeur actuelle nette de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention.

Numéro du projet : 540010-000



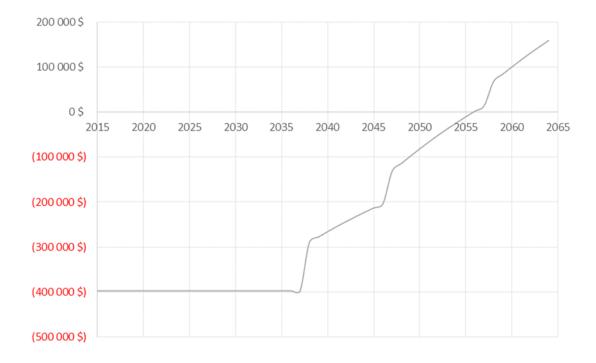


Figure 4.4 – Somme actualisée des avantages nets de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention entre 2015 et 2064

4.3.4 Interprétation des résultats

Comme l'indique la figure 4.4, la somme des avantages nets de la relocation stratégique est positive à partir de 2056, soit avant que le troisième bâtiment du motel La Côte Surprise ne soit perdu en cas de non-intervention. Ainsi, l'analyse démontre qu'il est préférable de déménager le motel La Côte Surprise dès maintenant plutôt que d'attendre que ce dernier soit touché par l'érosion.

En effet, malgré les coûts initiaux élevés de la relocalisation stratégique, les coûts liés à la non-intervention sont plus élevés à long terme. Même si l'érosion atteindra les bâtiments du motel La Côte Surprise seulement dans plusieurs années, il est plus avantageux d'intervenir rapidement afin de relocaliser les bâtiments.

Il est à noter que l'option de reporter la relocalisation stratégique en 2038, lorsque le premier bâtiment sera directement exposé, n'est pas envisageable pour des raisons de sécurité lors du déplacement des bâtiments.



4.4 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Les résultats de la comparaison privilégiant l'option de la relocalisation stratégique dépendent des hypothèses retenues. À cet égard, quatre hypothèses méritent d'être examinées plus attentivement soit la valeur des bâtiments et des terrains, la valeur de la vue des unités perdues, la marge de sécurité à conserver et le taux d'actualisation.

4.4.1 Valeur des actifs basée sur le rôle d'évaluation foncière

La première variable ayant fait l'objet d'une analyse de sensibilité est celle de la valeur des actifs. Le rôle d'évaluation foncière 2013 de la ville de Percé a été utilisé pour estimer les pertes de bâtiments (Servitech, 2013). Or, des différences importantes de valeur ont été observées dans le rôle entre des propriétés similaires, notamment parce que certaines évaluations ont été contestées et qu'elles n'ont pas suivi l'augmentation des prix des propriétés sur le marché. Il faut également souligner qu'il y a eu peu de transactions immobilières à Percé ces dernières années, ce qui limite l'information disponible pour évaluer les propriétés. Ainsi, par exemple, d'après la méthode des revenus anticipés généralement utilisée pour évaluer une propriété commerciale, la valeur foncière du motel La Côte Surprise est sous-estimée.

En supposant, par exemple, que la valeur foncière du motel La Côte Surprise est sous-estimée de 20 %, la valeur de la perte des trois bâtiments s'élèverait alors à 528 300 \$ plutôt qu'à 440 250 \$. Cela implique que les coûts totaux de la non-intervention actualisés au taux de 4 % sur une période de 50 ans augmenteraient de 5 % pour atteindre 586 300 \$ plutôt que 559 819 \$. Ceci augmente d'autant les avantages nets actualisés de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention.

4.4.2 Valeur de la vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure

Une deuxième variable qui influence les résultats de l'analyse est celle de la perte de revenus des unités de motel avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure. Celle-ci repose sur deux hypothèses, soit la prime pour les chambres avec vue (32 \$) et le taux d'occupation (20 %). Des analyses de sensibilité avec une prime de 20 % inférieure et un taux d'occupation de 20 % plus bas ont été effectuées.



38

Les résultats obtenus indiquent dans les deux cas une baisse des coûts totaux actualisés de la non-intervention à 485 480 \$, soit d'environ 15 %. En supposant une baisse simultanée des deux variables, soit une prime de 25,60 \$ et un taux d'occupation de 65 nuitées par an, alors les coûts totaux actualisés de l'inaction diminuent à 426 010 \$, soit d'environ 24 %. Dans les trois cas considérés, la relocalisation stratégique dont les coûts totaux actualisés sont de 400 986 \$ demeure plus avantageuse que la non-intervention sur l'horizon temporel 2015-2064.

4.4.3 Marge de sécurité contre le risque d'effondrement

Troisièmement, la possibilité d'un effondrement doit être examinée. En effet, il est fort probable qu'un recul événementiel soudain se produise dans ce type de falaise de grès et de conglomérats. Le recul maximal mesuré pour ce type de falaise dans cette région est de 4,3 m et un recul de cette ampleur pourrait survenir à tout moment. Cette analyse de sensibilité considère donc que tout bâtiment se situant à moins de 4,3 m du trait de côte ne peut plus être utilisé et perd sa valeur en cas de non-intervention.

L'utilisation de cette marge a pour effet de forcer la démolition des deux bâtiments les plus près du trait de côte dès 2015, puis celle du dernier bâtiment en 2016. Ceci augmente les coûts actualisés de l'inaction liés à l'érosion et à la démolition de 423 270 \$ sur 50 ans. De plus, les coûts économiques associés à la perte d'unités d'hébergement avec vue sur la mer augmentent considérablement, puisque ces coûts sont de l'ordre de 94 500 \$ par an et débutent dès 2016. Dans l'ensemble, les coûts actualisés sur 50 ans de la non- atteignent 2,7 M\$ lorsque la démolition des bâtiments est devancée par mesure de sécurité.

Ainsi, au cours de la période 2015-2064, les avantages nets actualisés de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention augmentent considérablement pour atteindre 2,29M \$. La relocalisation stratégique est alors nettement plus avantageuse économiquement.

4.4.4 Taux d'actualisation

En utilisant des taux de 2 % et 6 %, plutôt que 4 %, les coûts totaux actualisés de la relocalisation stratégique varient peu, car la majorité des coûts est encourue dans les trois



premières années. À 2 %, ils augmentent à 416 140 \$, alors qu'à 6 %, ils diminuent à 400 025 \$.

Par contre, la variation des coûts de l'option de non-intervention est plus significative. Les coûts totaux actualisés sur 50 ans augmentent à 1 102 330 \$ en supposant un taux d'actualisation de 2 %, alors qu'ils diminuent à 295 750 \$ au taux de 6 %. Ceci représente une hausse de 97 % et une baisse d'environ 47 % respectivement par rapport aux coûts totaux actualisés sur 50 ans avec au taux de 4 %. La baisse avec un taux de 6 % est suffisante pour que l'inaction devienne moins coûteuse que la relocalisation stratégique.

Avec un taux d'actualisation plus faible, un poids relativement plus important est accordé aux coûts et avantages futurs, ce qui favorise la solution dont les avantages sont plus étalés dans le temps par rapport aux coûts initiaux. Par contre, lorsque le taux d'actualisation est plus élevé (comme 6 %), les coûts à moyen et long termes deviennent relativement moins importants, ce qui favorise l'inaction au détriment de la relocalisation stratégique où la majorité des coûts est encourue en début de période.

4.4.5 Synthèse de l'analyse de sensibilité

Le tableau 4.4 présente un sommaire des résultats des analyses de sensibilité qui ont été réalisées. Comme l'indique ce tableau, le seul cas où la variation des hypothèses de base influence le choix de l'option la plus avantageuse est lorsque le taux d'actualisation augmente à 6 %. Dans tous les autres cas analysés, la relocalisation stratégique demeure plus avantageuse économiquement sur une période de 50 ans, notamment dans le cas de l'application d'une marge de sécurité qui augmente considérablement les avantages de la relocalisation.

La période d'étude n'est généralement pas une variable qui fait l'objet d'une analyse de sensibilité. Toutefois, pour ce segment, l'horizon temporel considéré a un effet sur les résultats de l'ACA. Puisque les avantages nets cumulatifs de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention deviennent positifs uniquement à partir de 2056, une ACA basée sur une période d'étude de 40 ans ou moins aurait conduit à privilégier l'inaction.



Tableau 4.3 – Sommaire des résultats des analyses de sensibilité

Hypothèse modifiée	Variation des coûts de la non-intervention	Variation des coûts de la relocalisation stratégique	Option la plus avantageuse économiquement
Augmentation de 20 % de la valeur foncière des bâtiments	Hausse	Hausse	Relocalisation stratégique
Diminution de 20 % de la prime pour la vue	Baisse	Aucune	Relocalisation stratégique
Diminution de 20 % du taux d'occupation	Baisse	Aucune	Relocalisation stratégique
Diminution de 20 % de la prime et du taux d'occupation	Baisse	Aucune	Relocalisation stratégique
Utilisation d'une marge de sécurité de 4,3 m	Hausse	Aucune	Relocalisation stratégique
Taux d'actualisation de 2 %	Hausse	Hausse	Relocalisation stratégique
Taux d'actualisation de 6 %	Baisse	Baisse	Non-intervention

4.5 CONCLUSION

Dans le segment Côte Surprise, peu d'infrastructures seraient à risque à court et moyen termes si on considère les taux d'érosion probables. Cependant, sur un horizon de 50 ans, les bâtiments exposés ont une valeur économique suffisamment importante pour que leur préservation grâce à la relocalisation stratégique soit économiquement justifiée. Même en modifiant certaines hypothèses de calcul, la relocalisation stratégique demeure l'option la moins coûteuse sur 50 ans et constitue un résultat très robuste. L'avantage de la relocalisation stratégique est encore plus marqué si on considère l'application d'une marge de sécurité de 4,3 m qui protègerait d'éventuels effondrements de terrain.

L'utilisation d'un horizon de calcul d'une plus courte durée amènerait cependant un résultat différent. Il est toutefois important de rappeler que la possibilité de déménager les bâtiments diminue d'année en année et qu'une décision à court terme s'impose.



5.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le segment Anse du Sud s'amorce devant le motel Le Riôtel et se termine au quai de Percé, qui n'est pas inclus dans cette analyse. Ce segment constitue le cœur patrimonial et historique de Percé et la promenade maritime qui le longe crée un axe structurant. Les limites du segment sont précisées à la figure 5.1.

Le segment accueille à la fois des infrastructures touristiques, commerciales, récréatives et résidentielles. Au niveau touristique, le segment abrite une dizaine d'hôtels et motels au sud de la route 132, dont le principal est l'hôtel La Normandie. Le segment comprend également de nombreux restaurants et boutiques et donne accès à diverses activités récréatives, telles qu'un parc pour enfants et un centre d'activités nautiques (kayak et plongée sous-marine). Il inclut deux bâtiments qui font partie du circuit patrimonial de Percé et quelques bâtiments résidentiels.

D'un point de vue géomorphologique, ce segment de 908 m peut être divisé en deux sous-segments en fonction du type de côte. Le premier sous-segment de 275 m est formé de basses falaises rocheuses protégées par un enrochement. Le deuxième sous-segment est constitué d'un remblai sur lequel s'appuie la promenade, elle-même protégée par un muret de béton construit dans les années 70. La figure 5.2 illustre la construction du mur qui a été réalisée en empiétant sur la plage. À l'époque, la rigidification de la côte s'inscrivait dans une mouvance mondiale vers la création de promenades en bord de mer de style « boardwalk ».





WorldView-282016 Digita/Globe, Inc.

Figure 5.1 – Image satellite du segment Anse du Sud





Source : Ville de Percé

Figure 5.2 – Construction du mur de Percé de l'anse du Sud en 1974 (secteur SEPAQ)

Avant l'installation du muret et de la promenade, une large plage de galets était présente tout au long de ce segment. À l'époque, la morue était séchée directement sur les galets (figure 5.3). Au fil des années, le muret de protection a conduit à un amaigrissement et à un abaissement marqué de la plage à cause de sa réflectivité et de son effet sur le matériel sédimentaire qui est repoussé vers le large. Actuellement, la plage est étroite (moins de 10 m) et il arrive régulièrement à marée haute que les vagues viennent frapper le pied du muret.





Source : Ville de Percé

Figure 5.3 – Séchage de la morue sur les plages de galets de Percé

5.1.1 Problématique

Ce segment est principalement exposé aux événements de tempête d'est et du sud-est qui peuvent produire d'importantes surcotes, c'est-à-dire une élévation du niveau marin due à une dépression atmosphérique au-dessus du niveau de la marée astronomique prédite. De plus, le fetch de 500 km dans le golfe du Saint-Laurent entraîne des hauteurs de vagues de tempête d'une dizaine de mètres (Savard et al., 2008). Face à ces événements de tempêtes, la côte est particulièrement sensible surtout là où la plage est plus étroite.

Le sous-segment le plus au sud étant constitué de basses falaises composées par endroits de dépôts meubles sur une base rocheuse, le littoral recule de manière assez régulière. Malgré la présence d'enrochements qui stabilisent partiellement le talus, la composition lithologique meuble/grès de la falaise fait en sorte que la falaise basse est à vif et que l'érosion est active. Entre 1992 et 2013, le taux annuel moyen d'érosion mesuré a été de -8 cm/an (LDGIZC-UQAR, 2015). Les projections suggèrent que l'érosion va se



poursuivre au même rythme qu'au courant de la période récente. Le taux de recul probable pour ce sous-segment est donc estimé à -8 cm/an.

La dynamique d'érosion est différente pour le sous-segment plus au nord. La présence du muret a fixé la ligne de rivage et aucun taux de recul n'a été observé depuis la construction du muret. Toutefois, la diminution et l'abaissement de la plage, causés par le muret lui-même, rendent ce dernier vulnérable aux assauts répétés des vagues. Cette vulnérabilité est exacerbée par le fait que le mur est en fin de vie utile. Les évènements de tempêtes des dernières années ont démontré l'incapacité de l'infrastructure à faire face aux assauts répétés de la mer. Donc, bien que la côte ne recule pas sur une base annuelle, ce segment n'est pas à l'abri de reculs événementiels causés par les tempêtes.

Ainsi, les tempêtes de 2005, 2010, 2014 et 2015 ont toutes causé des dommages substantiels au muret et à la promenade. À cet égard, la tempête de décembre 2010 a provoqué la destruction du mur dans certaines portions du segment, ce qui a permis aux vagues d'éroder des terrains situés derrière le muret⁸. A certains endroits, notamment dans le secteur de l'hôtel La Normandie, l'érosion a atteint jusqu'à 7 mètres (figure 5.4). Ces dommages ont forcé les autorités à réaliser des travaux majeurs d'urgence, à un coût s'élevant à plus de 600 000 \$, afin de mettre en place des enrochements et des contournements du circuit pédestre de manière à assurer un accès sécuritaire.

Le muret est en fin de vie utile et les travaux de réparation effectués ne sont que des travaux d'urgence temporaires. Il est ainsi anticipé que l'érosion progressera à nouveau dans le sous-segment de la promenade. Il est projeté que le taux de recul sera au minimum équivalent au taux de recul annuel moyen de -15 cm/an qui prévalait avant l'installation du mur entre 1948 et 1963. Cette hypothèse est très conservatrice, car à l'époque, la plage était plus large et protégeait donc plus efficacement le littoral. De plus, le climat futur anticipé se traduira par moins de glaces pour protéger la côte et plus de tempêtes avec des surcotes et des vagues pouvant éroder la berge de plusieurs mètres.

-

⁸ Lorsqu'une brèche survient dans un ouvrage de protection rigide, le pouvoir érosif des vagues se concentre et l'érosion mesurée peut être très importante.





Source : Ville de Percé

Figure 5.4 – Dommages causés par la tempête de décembre 2010

Compte tenu de l'importance de la promenade et des autres infrastructures de ce segment dans l'offre touristique de Percé et de la région, la protection de ce segment est vitale. À moyen et long termes, Percé ne pourra pas demeurer une destination touristique estimée, reconnue et concurrentielle sans que son environnement côtier ne soit à la hauteur de la richesse et de la qualité de son environnement naturel et de son patrimoine.

5.1.2 Option de non-intervention

En cas de non-intervention, il est prévu que les infrastructures présentes dans le segment seront maintenues en place par des réparations ponctuelles au gré des tempêtes. Toutefois, malgré ces réparations, les infrastructures de protection continueront de se dégrader de façon progressive jusqu'à la fin de leur durée de vie utile. Malgré la nature progressive de la dégradation dans ce scénario, il faut garder en tête la possibilité que l'infrastructure soit endommagée au-delà d'un point de non-retour lors d'une prochaine tempête importante, d'autant que les travaux réalisés en 2011 visaient uniquement à permettre la reprise de l'activité touristique dans l'attente d'une nouvelle structure.



Une hypothèse de base pour cette analyse est donc que, sans intervention, le mur de l'anse du Sud n'offrira plus de protection contre l'érosion à partir de l'année 2020. Cette hypothèse a été retenue car le mur a été construit au début des années 1970 avec une durée de vie estimée de 50 ans. Au vu des derniers événements de tempête, cette hypothèse apparaît même optimiste.

Ainsi pour les fins de l'ACA, il est projeté que la côte sans protection sera à nouveau soumise à l'érosion à un taux de recul annuel moyen de -15 cm de 2021 à 2064. En cas de non-intervention, les terrains commenceront à s'éroder progressivement et certaines infrastructures deviendront à risque dès 2021. Il est prévu que les bâtiments exposés seront démolis lorsque la côte les atteindra, puisqu'il ne sera plus sécuritaire de les utiliser.

L'affaissement du mur entraînera la disparition de la promenade qu'il soutient. Des pertes économiques liées à la disparition de cette infrastructure valorisée par les touristes ont donc été prises en compte dans l'analyse à partir de 2021.

5.1.3 Options d'adaptation

Parallèlement à la présente étude, la Ville de Percé a mandaté la firme de génie-conseil BPR et des collaborateurs afin de mener une étude de conception préliminaire des options envisagées pour la reconstruction du mur de soutènement et de la promenade (BPR et al., 2014). Les options d'aménagement étudiées tiennent compte des contraintes hydrodynamiques, de l'érosion, du processus de sédimentation et de la géomorphologie des sols du segment Anse du Sud. Ces options ont été conçues pour éviter l'érosion sur un horizon temporel de 50 ans.

Dans une logique de complémentarité des deux études, l'analyse coûts-avantages s'est donc appuyée sur l'identification et la conception des solutions réalisées par la firme BPR. L'étude d'ingénierie a analysé les options d'adaptation pour l'ensemble du segment Anse du Sud, sans distinguer les deux sous-segments décrits précédemment. En conséquence, la même approche a été adoptée dans le cadre de l'analyse coûts-avantages. Ce regroupement est lié au fait que la Ville de Percé envisage un prolongement de la promenade jusqu'au motel Riôtel.



Les options d'adaptation étudiées dans la présente analyse sont la recharge de plage en galets avec ou sans épis, l'enrochement, le riprap et le mur de béton avec déflecteur.

a) Recharge de plage⁹ (RP)

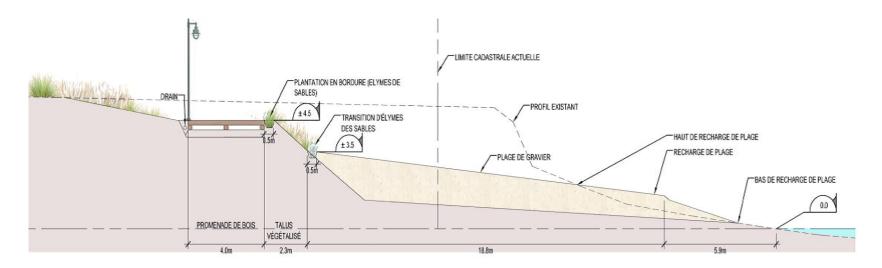
La protection par recharge de plage est basée sur le principe de retour vers les conditions morphologiques historiques des plages de Percé. Compte tenu de l'intensité des vagues qui frappent les rives de Percé, la recharge doit être réalisée avec des matériaux relativement grossiers dont les diamètres médians (D₅₀) varient entre 20 et 40 mm. Ce type de matériel est similaire aux galets que l'on retrouve sur les plages au nord du quai et dans l'anse du Nord et est bien adapté à la dynamique naturelle. Au plan des dimensions, l'élévation moyenne de la crête de la recharge atteindrait 2 m par rapport au *niveau moyen des mers* (NMM), ce qui correspond à 1 à 3 m plus bas que la partie la plus élevée du muret actuel. Quant à sa largeur, elle varierait entre 12 et 15 m (voir figures 5.5a et 5.5b).

Le secteur près du quai est, quant à lui, plus problématique en matière de protection, car l'énergie des vagues dans ce secteur est trop importante pour qu'une recharge de plage permette de stabiliser la plage à moyen terme. Le problème vient surtout de la profondeur d'eau particulièrement importante dans ce secteur, qui permet aux vagues de conserver toute leur énergie et de déferler directement sur le quai, créant des conditions hydrodynamiques trop fortes pour le maintien d'une plage. L'option envisagée est un enrochement dont la crête pourrait s'élever à 4 ou 5 m au-dessus du niveau marin moyen, à condition de mettre en place devant cet enrochement un riprap submergé (ou berme) qui s'avance d'une quarantaine de mètres au large, visant à réduire la profondeur d'eau et ainsi ralentir les vagues. La figure 5.5c illustre la protection proposée aux transects 18, 19 et 20 situés au sud du quai. Ce type de protection est également requis pour les autres options d'adaptation.

_

⁹ La conception a été faite de manière à ce que l'ouvrage résiste à des niveaux d'eau de récurrence 50 ans, en prenant en compte une influence des changements climatiques sur les niveaux d'eau de +40 cm sur 50 ans.

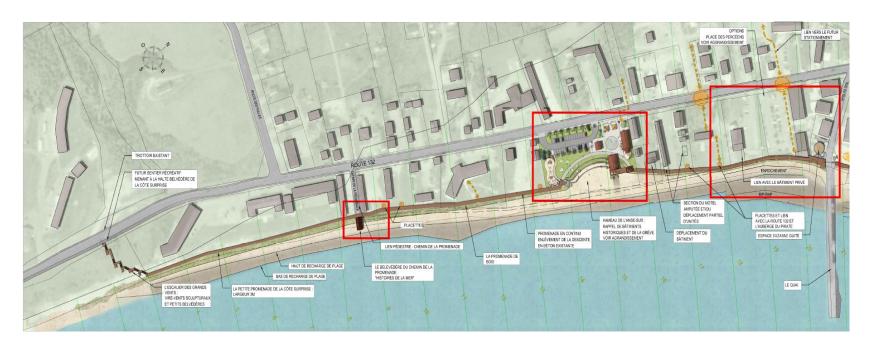




Source: BPR et al. (2014).

Figure 5.5a – Coupe-type de la recharge de plage pour l'anse du Sud (transect 13)





Source: BPR et al. (2014)

Figure 5.5b – Plan d'ensemble de la promenade de l'anse du Sud sous l'option d'une recharge de plage





Source: BPR et al. (2014)

Figure 5.5c – Vue des transects 18, 19 et 20 au sud du quai nécessitant une protection d'ingénierie rigide, soit un enrochement et une berme en riprap



Enfin, l'option de la recharge de plage (sans ou avec épis) implique le déplacement de quelques bâtiments pour obtenir l'espace nécessaire afin d'atteindre une pente d'équilibre à proximité du quai.

b) Recharge de plage avec épis (RPE)

Cette option est similaire à la recharge de plage seule. Le galet utilisé est le même que pour la recharge décrite précédemment, mais des épis en T sont ajoutés. Les épis sont des structures faites de roches¹⁰ qui sont disposées perpendiculairement à la plage et qui s'avancent dans l'eau sur une vingtaine de mètres. Ces épis créent des cellules de plage qui aident à retenir les galets sur la plage lors d'événements de tempêtes. Cette option élimine la nécessité de réaliser des recharges périodiques pour maintenir une pente de plage à moyen ou long terme. La figure 5.6 présente une simulation de recharge de plage avec épis dans l'anse du Sud.



Source: Baird (2014)

Figure 5.6 – Simulation de recharge de plage avec épis dans l'anse du Sud

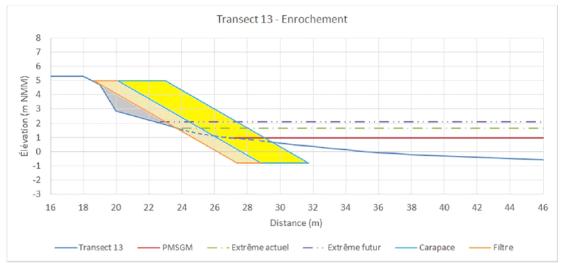
-

Des roches de 50 à 1 500 kg peuvent être utilisées. Une étude détaillée de conception sera nécessaire pour déterminer la taille optimale des roches requises.



c) Enrochement (E):

Cette option consiste en une protection par enrochement classique avec une pente d'environ 67 % ou d'un mètre de hauteur par 1,5 m de largeur. Selon les critères de conception utilisés¹¹, l'élévation de la crête de l'enrochement se situe à 5 m au-dessus du NMM sur l'ensemble du segment, soit à environ 1 m de plus que le mur actuel (figure 5.7). À l'avant du quai, l'élévation du mur pourrait atteindre près de 7 m au-dessus du NMM si une berme en riprap n'était pas installée sur le fond marin.



Source: BPR et al. (2014)

Figure 5.7 – Coupe-type de l'option de l'enrochement pour l'anse du Sud (transect 13)

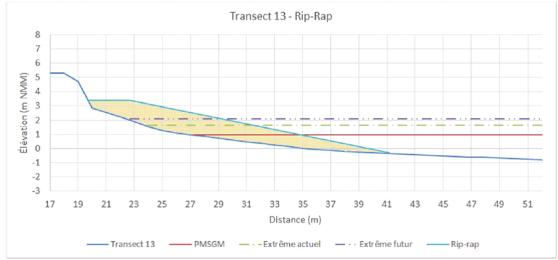
d) Riprap (RR)

Le riprap est constitué de pierres de carrière de différentes grosseurs disposées en vrac sur la côte avec une pente de 20 % ou d'un mètre de hauteur par 5 m de largeur. La pente adoucie, en comparaison avec l'enrochement classique, permet d'absorber et de diffuser l'énergie des vagues avant qu'elle n'atteigne la ligne de rivage. Vu cette pente, la hauteur atteinte par le jet de rive (*runup*) lorsque les vagues frappent un riprap est inférieure à celle atteinte en présence d'un enrochement. Par conséquent, l'élévation nécessaire de la crête est plus faible pour un riprap que pour un enrochement. Dans le cas de l'anse du Sud, l'élévation moyenne de la crête du riprap se situe à 3,5 m au-dessus du NMM. Cette

¹¹ Les critères de conception pour la hauteur de l'enrochement se fondent sur 2 % de franchissement pour des épisodes de récurrence de 50 ans (BRP, 2014).



hauteur se situe environ 1 m sous le niveau de la promenade actuelle et la dénivelée pourrait être comblée avec de la végétation.



Source: BPR et al. (2014).

Figure 5.8 – Coupe-type de l'option de riprap pour l'anse du Sud (transect 13)

e) Mur de béton avec déflecteur (MB) et berme constituée de riprap

Le mur de béton avec déflecteur est une option qui n'est pas issue du rapport de la firme de génie-conseil BPR et de ses collaborateurs. Cette solution est considérée dans le présent rapport afin d'évaluer la viabilité du remplacement du mur actuel par une infrastructure similaire adaptée aux nouvelles conditions climatiques. Ainsi, les critères de conception de même que les coûts utilisés sont issus d'informations obtenues pour des ouvrages comparables construits dans la région au cours des dernières années.

En se référant aux ouvrages déjà construits et aux calculs des ingénieurs de BPR (BPR et al., 2014), un mur d'une hauteur de 4,3 m au-dessus du NMM, soit 30 cm supérieur au mur actuel, doublé d'une berme faite de riprap (en zone pré-littorale) serait requis pour absorber les vagues et éviter le franchissement. La berme nécessite un empiètement sur la zone pré-littorale similaire à celui prévu pour les autres options, soit d'environ 40 m. Sans sa présence, le mur devrait atteindre 7,5 m au-dessus du NMM près du quai, soit 3,5 m de plus que l'actuel mur, et il bloquerait complètement la vue tout le long de la promenade. Vu l'importance du tourisme à Percé, cette option de mur sans berme a été exclue d'office. La présence d'un déflecteur est aussi un aspect important permettant de diminuer la hauteur du mur de 0,85 m (avec berme).





Source: Chadwick (2009).

Figure 5.9 - Illustration d'un mur avec déflecteur sur une plage de gravier

5.1.4 Impacts appréhendés

Le segment Anse du Sud est extrêmement riche, autant au niveau de l'environnement bâti que de l'environnement naturel. Ainsi, les interventions sur le littoral doivent non seulement répondre à des impératifs de protection, mais être conçues de manière à réduire les impacts négatifs appréhendés sur les milieux naturel et humain. Ainsi, deux types d'impacts sont considérés dans cette étude. D'une part, il y a les impacts directs qui sont liés à l'érosion en l'absence d'intervention, puisque le mur actuel est en fin de vie utile. D'autre part, il y a les impacts indirects de nature économique, environnementale ou sociale qui sont associés autant à la mise en place des options d'adaptation proposées qu'à la non-intervention. Le tableau 5.1 présente la diversité des impacts appréhendés, selon les diverses options.

Les impacts liés à l'érosion concernent seulement la non-intervention et peuvent prendre la forme de dommages significatifs aux structures de protection elles-mêmes ainsi que de pertes de terrain, pertes ou dommages aux bâtiments commerciaux et aux infrastructures. En effet, seul un laisser-aller des infrastructures de protection existantes entraînerait ces conséquences, puisque les options d'adaptation ont toutes pour résultat de protéger l'ensemble des bâtiments, des terrains et des infrastructures. Ce type d'impact a déjà été observé par le passé et a touché la promenade, le mobilier urbain placé en bord de mer, le réseau d'égouts qui passe sous la promenade actuelle et les espaces publics appartenant à la ville, tels que l'espace Suzanne-Guité.



Tableau 5.1 – Impacts appréhendés des options d'adaptation et de la non-intervention pour le segment Anse du Sud

Types d'impacts	NI	RP	RPE	RR	Ε	МВ
Impacts dus à l'érosion						
Pertes de terrain	Х					
Dommages ou pertes de bâtiments commerciaux	Х					
Dommages ou pertes d'infrastructures publiques	es publiques X					
Impacts économiques						
Modification d'achalandage touristique	Х	Х	Х	Х	Х	Χ
Perte de revenus commerciaux	Х					
Perturbation des activités de pêche commerciale		Х	Х	Х	Х	Χ
Impacts environnementaux						
Modification d'habitats naturels		Х	Х	Х	Х	Х
Perturbation de frayères à poissons			Х	Х	Х	Χ
Contamination par rejet sanitaire	Х					
Impacts sociaux				•	•	
Modification du paysage		Х	Х	Х	Х	Χ
Modification de l'accès au littoral	Х	Х	Х	Х		
Qualité de vie (anxiété, insécurité, dérangement)	Х					

NI : Non-intervention; RP : Recharge de plage; RPE : Recharge de plage avec épis; RR : Riprap;

E : Enrochement; MB : Mur de béton; X : présence d'impacts appréhendés

En ce qui concerne les impacts économiques, il y a des conséquences potentielles sur le tourisme, les revenus commerciaux et les activités de pêche commerciale. Du point de vue du tourisme, l'interdépendance entre l'aménagement du littoral et la qualité de l'expérience touristique à Percé est prépondérante, puisque qu'un des attraits touristiques principaux de Percé réside dans son front de mer. L'anse du Sud est le centre névralgique où s'établit cette relation étroite entre le touriste et la mer, alors toute modification apportée à cet environnement peut transformer la qualité de cette relation. La modification de l'aménagement du segment Anse du Sud influencerait donc la qualité de l'offre touristique qui, à son tour, aurait un impact sur l'affluence touristique à Percé et même en Gaspésie selon les résultats de l'enquête réalisée par Ouranos.

Numéro du projet : 540010-000



Une perte de revenus commerciaux est anticipée en cas de non-intervention à cause des dommages ou des pertes de bâtiments que subiront certains établissements commerciaux. Les options d'adaptation ont l'avantage d'éviter une telle perte.

Enfin, l'anse du Sud est une zone de pêche importante pour la région, surtout pour le homard d'Amérique que l'on retrouve près du littoral (RPPSG, 2014). La perturbation du littoral par des structures de protection ou une recharge de plage pourrait empiéter sur l'habitat du homard adulte et affecter la productivité de la pêche au homard à ces endroits, ce que l'analyse prend en considération.

Quant aux impacts environnementaux, ils sont de trois ordres. Premièrement, le fond marin de l'anse du Sud abrite des habitats naturels propices au développement du homard et d'autres espèces animales et végétales. Comme ces habitats pourraient être affectés par certains des aménagements et structures proposés, cet impact potentiel est pris en compte dans l'analyse. Deuxièmement, plusieurs observateurs ont rapporté que le capelan fraie sur les plages de Percé et l'empiètement sur la plage de certaines options d'adaptation pourrait nuire à la fraie du capelan. Quoiqu'une étude plus approfondie sera nécessaire pour connaître plus précisément la localisation des sites de reproduction, l'analyse considère cet impact potentiel.

Troisièmement, l'un des impacts environnementaux appréhendés liés à la non-intervention est la contamination possible par rejets sanitaires. En effet, lors d'événements de tempêtes, le système d'égout situé sous la promenade a déjà été endommagé et il est probable qu'il le sera encore dans le futur. Il y a alors déversement d'eaux usées à la mer. Il est à noter que le déplacement de ce système d'égout est prévu dans la conception de toutes les options d'adaptation proposées. De plus, le coût de ce déplacement est pris en compte dans l'option de non-intervention, afin d'éviter que la disparition de la promenade entraine le déversement d'eaux usées à la mer.

Les impacts sociaux présentés au tableau 5.1 sont au nombre de trois. D'abord, la transformation du bord de mer de Percé affectera le paysage de Percé ainsi que l'accès au littoral. Pour certaines personnes, les changements liés aux différentes options d'adaptation constitueront un avantage, alors que pour d'autres ils pourraient être perçus négativement. Dans chaque cas, les changements affectent la valeur que les usagers



accordent au littoral. Puisque la grande majorité des usagers du littoral de l'anse du Sud sont des touristes, cet impact est traité par le biais de la variation de l'achalandage touristique. Il est sous-entendu que la variation de la valeur du littoral se reflète dans l'achalandage touristique, puisque les touristes qui apprécient les changements au paysage et à l'accès au littoral devraient modifier leur comportement touristique en conséquence. Quant aux touristes n'appréciant pas les changements, la durée du séjour pourrait être réduite¹².

Enfin, pour les résidents vivant à proximité du littoral de l'anse du Sud, les événements de tempête peuvent être des moments de grande insécurité et de stress affectant leur qualité de vie, comme cela a été documenté sur la Côte-Nord (Séguin-Aubé, 2013). Une amélioration de la protection des berges pourrait potentiellement diminuer cet effet néfaste et bonifier la qualité de vie en bord de mer.

5.2 ESTIMATION MONÉTAIRE DES IMPACTS

Cette section présente l'approche méthodologique privilégiée afin d'estimer l'ensemble des coûts et des avantages associés aux impacts précédemment identifiés. Les sources de données utilisées et les hypothèses retenues sont également énoncées.

5.2.1 Impacts dus à l'érosion

Les pertes anticipées dues à l'érosion varient d'un sous-segment à l'autre, car les scénarios d'érosion probables fournis par l'UQAR diffèrent. Pour le premier sous-segment le plus au sud, le secteur actuellement enroché ayant un taux de recul de -8 cm/an, une bande de 4 m de terrain sera perdue le long de la côte sur la période d'étude de 50 ans, ce qui correspond à environ 1 100 m². De plus, l'un des bâtiments du motel Riôtel, celui le plus au sud, ainsi que le motel Fleur de Lys, seront exposés avant la fin de la période d'étude. Ces pertes sont toutes estimées en se référant à la valeur des terrains et des bâtiments indiquée au rôle d'évaluation foncière de 201 ajusté en dollars de 2012 (Servitech, 2013).

_

L'omission de la variation de la valeur du littoral pour les résidents ne devrait pas affecter les résultats de l'étude de façon significative, ni le choix de l'option d'adaptation à privilégier, puisque très peu de résidents fréquentent l'anse du Sud par rapport au nombre de touristes.



Quant au sous-segment le plus au nord, correspondant à la promenade actuelle, aucune érosion n'est projetée jusqu'en 2020, car il est prévu que le mur de soutènement continuera de maintenir la ligne de rivage fixe jusqu'à la fin de sa vie utile. Cette hypothèse suppose toutefois des réparations annuelles comme il s'en fait déjà actuellement¹³. À partir de 2020, l'hypothèse de la perte du mur est posée. L'érosion reprendra alors et affectera une bande de terrain d'environ 6,75 m de large, ainsi que certaines portions de bâtiments, dont le restaurant la Morutière ainsi que le motel La Normandie. Au total, il est prévu que 4 746 m² de terrain seront perdus d'ici 2064. La figure 5.10 illustre les pertes liées aux impacts issus de l'érosion anticipés dans le cas du sous-segment de la promenade.



Figure 5.10 – Cartographie du recul anticipé à l'horizon 2064 pour le sous-segment de la promenade de Percé. La bande rouge représente la zone qui sera perdue, variant entre 6,5 et 8,5 m de large.

-

¹³ Cette hypothèse est conservatrice, puisqu'un évènement extrême pourrait causer des dommages majeurs à la structure et nécessiter des réparations beaucoup plus importantes.



L'affaissement du mur implique que la promenade maritime n'aura plus de support pour être fonctionnelle et sécuritaire, car le trottoir est intégré à la structure du mur. Par ailleurs, refaire une nouvelle promenade sans mur impliquerait d'empiéter sur les propriétés riveraines. La promenade devra donc être démantelée, faisant en sorte qu'il ne sera plus possible de déambuler le long du front de mer pour y observer le rocher Percé et l'île Bonaventure. De plus, la perte de protection du mur exposera les conduites d'égout qui passent directement sous la promenade actuelle. Ce système d'égout devra obligatoirement être déplacé et reconstruit.

L'ensemble des impacts liés à l'érosion en cas de non-intervention ainsi que le démantèlement du mur et le déplacement du réseau d'égout représentent un coût total actualisé d'environ 730 000 \$ sur 50 ans à un taux d'actualisation de 4 %. Les autres types d'impacts, comme la variation de l'achalandage touristique, sont considérés à la section suivante.

5.2.2 Impacts économiques

Les options de réaménagement du littoral doivent intégrer à la fois la protection des berges et le respect du caractère patrimonial, touristique et environnemental du front de mer. Les options à l'étude génèrent divers impacts économiques positifs ou négatifs qui ont été étudiés.

Fréquentés par plus de 400 000 visiteurs par année (SEGMA, 2013), la promenade et le quai de Percé sont indissociables et représentent un lieu d'échanges, de divertissement et de partage culturel. L'axe structurant de la promenade et la vue sur la mer que permet ce lien piétonnier, tout comme la visite de l'île Bonaventure et du rocher Percé, constituent des attraits majeurs de Percé.

a) Modification de la valeur économique des terrains

Sur l'horizon temporel considéré, des bandes de terrain de 4 à 8,5 m de large seront perdues en raison de l'érosion. Comme la profondeur moyenne des terrains est généralement de 75 m, la portion perdue n'est pas suffisante pour que les terrains soient déclarés comme étant non constructibles, puisque les bâtiments existants pourraient être déménagés sur le même terrain avec une superficie partiellement réduite ou reconfigurée. En conséquence, dans l'anse du Sud, aucune modification de valeur économique de



terrain n'est considérée et seules les pertes de revenus commerciaux liés aux pertes d'unités d'hébergement avec vue sur la mer sont prises en compte.

b) Modification de l'achalandage touristique

Option de non-intervention

Compte tenu de l'importance des attraits de l'anse du Sud dans l'offre touristique de Percé, il est nécessaire d'intégrer dans l'analyse l'impact de la dégradation des structures d'aménagement du littoral de l'anse du Sud sur l'achalandage touristique à Percé et en Gaspésie. La modification appréhendée des comportements touristiques a été estimée grâce à une enquête en ligne menée dans le cadre de ce projet.

En cas de non-intervention, la dégradation progressive du mur mènera à la perte de l'accès à la promenade dès 2020 et potentiellement à une modification de l'attractivité touristique de la région. L'enquête réalisée auprès de 2 000 Québécois et Québécoises a permis d'évaluer le comportement appréhendé des répondants en simulant les conditions futures et en leur demandant comment ces nouvelles conditions modifieraient leur comportement touristique.

Puisque la zone d'étude considérée dans le cadre de cette analyse est la Gaspésie et pas uniquement Percé, l'enquête portait sur les variations d'achalandage touristique en Gaspésie. L'hypothèse sous-jacente au choix d'adopter une perspective d'analyse gaspésienne est que Percé constitue une composante stratégique de l'offre touristique gaspésienne et que, par conséquent, les changements apportés au littoral de Percé pourraient avoir un impact sur le nombre de touristes qui choisirait la Gaspésie comme destination ainsi que sur la durée totale des séjours touristiques en Gaspésie.

Il est important de noter que ce ne sont pas tous les touristes qui modifieraient leurs plans de voyage en Gaspésie à cause de changements apportés au littoral de Percé. Par exemple, les touristes pourraient tout de même décider d'aller en Gaspésie sans visiter Percé ou en y passant moins de temps. Ils passeraient alors plus de temps dans d'autres municipalités de la Gaspésie et il n'y aurait alors aucune perte économique subie en Gaspésie. Il s'agirait d'un transfert de clientèle d'une municipalité à l'autre à l'intérieur de la zone d'étude, soit la Gaspésie.



En considérant l'ensemble des répondants, les résultats de l'enquête suggèrent que le nombre de nuitées passées en Gaspésie chuterait de 21 % si le mur et la promenade étaient détruits en 2020. Cette baisse correspond à environ 300 000 nuitées annuellement pour la région.

Options d'adaptation

Par opposition à la non-intervention, toute option d'adaptation permettant le maintien ou l'amélioration des infrastructures de l'anse du Sud devrait avoir un impact positif sur l'achalandage touristique par rapport à la situation actuelle¹⁴. Par exemple, la recharge de plage permettrait de briser la frontière qui existe actuellement entre la promenade et le bord de mer et d'offrir aux touristes la possibilité d'accéder et de marcher sur la plage. Ainsi, cette option devrait bonifier l'expérience touristique et, par le fait même, accentuer le pouvoir attractif de Percé et accroître le nombre de visiteurs en Gaspésie. De même, les options d'adaptation pourraient influencer la durée du séjour des visiteurs et augmenter le nombre de nuitées passées dans la région gaspésienne. Les paragraphes qui suivent décrivent l'impact des options proposées sur l'achalandage touristique, en fonction des résultats obtenus lors de l'enquête menée auprès de la population québécoise.

Le tableau 5.2 présente la variation d'achalandage touristique en Gaspésie pour chacune des options d'adaptation considérées, selon les résultats de l'enquête réalisée en ligne au printemps 2015.

Tel que mentionné à la section précédente, la non-intervention va causer un impact majeur sur l'achalandage touristique de la région gaspésienne en réduisant de plus de 300 000 nuitées (soit 21 %) le nombre total de nuitées par année. Certaines options d'adaptation ont également un impact négatif sur l'achalandage touristique de la Gaspésie en comparaison à l'achalandage historique, mais dans une moindre mesure que la non-intervention. Cela s'explique potentiellement par le fait que ces options, soit l'enrochement, le riprap et le mur avec déflecteur, conduiraient à la disparition de la plage de l'anse du Sud. Inversement, la recharge de plage avec ou sans épis augmenteraient

_

¹⁴ La situation actuelle ou historique a été établie en questionnant les 2 000 répondants sur leurs visites touristiques à Percé et en Gaspésie entre 2010 et 2014 et en extrapolant les résultats obtenus à l'ensemble de la population québécoise.



l'achalandage touristique de la Gaspésie d'environ 2 %, soit environ 30 000 nuitées supplémentaires par année par rapport à l'achalandage historique.

Tableau 5.2 - Variation de l'achalandage touristique en Gaspésie

Options d'adaptation	Nombre de nuitées en Gaspésie	Variation du nombre de nuitées par rapport à l'achalandage historique
Achalandage historique	1 524 546	
Non-intervention	1 205 020	-319 526
Enrochement	1 370 168	-154 378
Riprap	1 362 603	-161 943
Mur avec délecteur	1 406 455	-118 091
Recharge de plage	1 559 294	34 748
Recharge de plage avec épis	1 550 190	25 644

Afin d'estimer la valeur monétaire d'une baisse ou d'une hausse d'achalandage touristique pour chacune des options, la variation de nuitées anticipée a été multipliée par la dépense journalière moyenne des touristes. Cette dépense a été estimée à partir d'une enquête menée dans l'anse du Nord en août 2014, enquête qui recueillait notamment des données sur les dépenses des répondants lors de leur séjour en Gaspésie. En pondérant les réponses obtenues en fonction des différents modes d'hébergement utilisés en Gaspésie et de leurs coûts respectifs, la dépense journalière moyenne a été estimée à 131 \$ par touriste¹⁵.

Le tableau 5.3 présente la valeur annuelle de la variation de l'achalandage touristique pour chacune des options d'adaptation proposée.

¹⁵ La dépense journalière est basée sur un séjour de 4 nuits et 5 jours, soit la durée moyenne des séjours des touristes interviewés lors de l'enquête.



Tableau 5.3 – Gain ou perte économique annuelle selon les options d'adaptation et les hypothèses d'achalandage touristique correspondantes

Option d'adaptation	Impact sur l'achalandage touristique annuel	Variation économique annuelle
Recharge de plage	34 748	4 274 289 \$
Recharge de plage avec épis	25 644	3 363 414 \$
Enrochement	-154 378	-20 116 296 \$
Mur de béton avec déflecteur	-118 091	-15 195 273 \$
Riprap	-161 943	-21 017 495 \$
Non-intervention	-319 526	-41 665 451 \$

La non-intervention génèrera des pertes significatives pour la région de plus de 41 M\$ annuellement. La réalisation des options d'ingénierie lourde (mur de béton, enrochement et riprap) aurait également un impact négatif sur l'achalandage touristique et les dépenses correspondantes, tout en étant de moindre envergure que l'impact de la non-intervention, soit de l'ordre de 15 M\$ à 21 M\$.

La recharge de plage avec ou sans épis génèrerait au contraire des gains annuels avoisinant les 4 M\$. Bien que ce montant semble marginal en comparaison de l'impact de la non-intervention, l'impact cumulatif sur 50 ans de l'augmentation de l'achalandage dépasserait 60 M\$\frac{16}{2}. De plus, la réalisation de la recharge de plage avec ou sans épis permettrait d'éviter la perte de revenus touristiques associée à la non-intervention, soit une perte de 700 M\$ sur 50 ans.

c) Perte de revenus commerciaux

Une analyse coûts-avantages ne prend pas en compte les revenus qui sont perdus par un établissement commercial si ceux-ci sont transférés à un autre établissement. Toutefois, si les revenus ne sont pas entièrement transférés, alors on peut considérer qu'il y a une perte pour l'ensemble de l'économie. La principale perte commerciale considérée concerne la perte d'hébergement avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure.

¹⁶ Somme actualisée au taux de 4 %.



En cas de non-intervention, certains bâtiments commerciaux seront affectés par l'érosion : c'est le cas des motels La Normandie, Riôtel et Fleur de Lys, qui perdront quelques unités d'hébergement avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure. Comme l'accès à une telle vue est limité, il est probable que les pertes ne pourront pas être remplacées par des unités offrant une aussi belle vue dans les autres établissements. Or, les unités d'hébergement « avec vue » sont généralement louées à un prix plus élevé que celles qui n'en disposent pas, donc la perte d'unités signifie une perte de revenus commerciaux pour l'ensemble de la région.

À partir du dénombrement des bâtiments potentiellement exposés de 2015 à 2064, il est estimé que les motels La Normandie, Riôtel et Fleur de Lys perdront au total 41 unités d'hébergement offrant une vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure.

La prime accordée à la vue sur la mer sur le marché par la clientèle a été estimée à partir d'une analyse des prix d'unités d'hébergement à Percé auprès des motels La Normandie et Riôtel et en consultant des sites internet spécialisés dans la location de chambres d'hôtels. L'analyse indique qu'en moyenne une prime de 32 \$ par nuit est chargée au client pour une unité avec vue sur le rocher Percé et l'île Bonaventure.

Ainsi, en supposant que le taux d'occupation de ces 41 unités est équivalent au taux d'occupation moyen des chambres en Gaspésie établi par Tourisme Québec en 2013 (Tourisme Québec, 2015), soit 82 nuitées/an, la perte des unités représente une perte de revenus de l'ordre de 107 625 \$ par an. Comme les bâtiments des motels sont affectés à différents moments dans le temps par l'érosion dans l'option de non-intervention, les pertes de revenus commerciaux ont été calculées en fonction du nombre d'unités affectées et du moment où ces unités ne seront plus utilisables.

d) Perturbation des activités de pêche commerciale

Des relevés sous-marins ont révélé que l'anse du Sud possède un fond marin d'une grande diversité de substrats, dominée par les blocs et roches et la roche mère, dont les interstices sont ensevelis de sable et graviers (RPPSG, 2014). Cette diversité est propice au développement de différentes espèces animales et végétales et est particulièrement appréciée du homard d'Amérique (*Homarus americanus*), et ce, à tous ses stades de développement. Les juvéniles en phase abritée y trouvent des niches dans les fissures,

Numéro du projet : 540010-000



interstices et failles de la roche à l'abri des algues alors que les juvéniles en phase émergente, les adolescents et les adultes y retrouvent un excellent habitat pour l'alimentation, d'autant que les zones de zostère¹⁷ sont riches en organismes dont ils se nourrissent.

La qualité du milieu naturel permet une activité de pêche aux homards particulièrement productive dans l'anse du Sud et en saison il est possible d'observer de nombreux casiers de pêche relativement près du littoral. Dans le secteur de l'anse du Sud (zone 20A4), six permis de pêche sont présentement alloués, dont l'un qui donne également droit de pêcher à l'anse du Nord. En 2013, les détenteurs de ces permis ont pêché 73 540 kg de homard pour une valeur marchande de 707 501 \$. L'anse du Sud est au cœur de cette zone et s'avère particulièrement favorable à la pêche au homard.

L'option d'atténuation retenue pour compenser la perte de revenus de pêche commerciale est le rachat de permis. D'un point de vue économique, cette mesure est efficace, car elle permet aux détenteurs des permis pouvant toujours pêcher dans la zone affectée de maintenir leur niveau de prises ou de l'augmenter. Quant au détenteur qui accepte de vendre son permis, il est dédommagé pour sa perte au prix du marché. Par contre, le rachat de permis de pêche implique des pertes d'emplois potentielles qui ont été estimées dans cette analyse.

Compte tenu de la vitalité de la pêche dans l'anse du Sud, il est supposé que le rachat de deux permis de pêche d'une valeur de 350 000 \$ chacun sera requis pour maintenir le niveau de prises des autres détenteurs de permis sur l'ensemble de la zone de pêche. Ce rachat implique la perte de cinq emplois sur la période d'étude, selon les informations recueillies auprès de pêcheurs. L'impact sur la pêche est considéré le même, peu importe l'option d'adaptation proposée. En effet, on suppose qu'un empiètement mineur pourrait avoir les mêmes conséquences sur la ressource que des modifications majeures¹⁸. Il est prévu que ce rachat ait lieu avant que ne débutent les travaux.

¹⁷ Plante herbacée marine à rhizome, typique des littoraux des zones tempérées, à feuilles longues et rubanées, qui forme des colonies denses (OQLF, 2013).

¹⁸ L'empiètement sur le littoral varie de 6 000 m² avec la construction d'un mur à plus de 27 000 m² dans le cas de la recharge de plage, selon les estimations effectuées à partir des concepts préliminaires. Cependant, c'est l'étude d'impact environnemental et social, qui devra être réalisée avant la mise en œuvre de toute option d'adaptation, qui déterminera



5.2.3 Impacts environnementaux

Les trois principaux impacts environnementaux considérés concernent la modification d'habitats naturels, la perturbation de frayères de poissons et la contamination par rejets sanitaires.

a) Modification d'habitats naturels

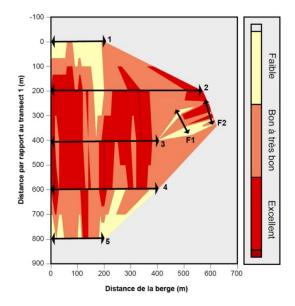
Afin de mieux comprendre la biodiversité de ce milieu, une caractérisation sommaire du fond marin a été réalisée dans ce segment (RPPSG, 2014). Cette caractérisation a notamment permis de circonscrire les zones propices au développement du homard à tous ses stades de croissance. À cet effet, la figure 5.11 synthétise la qualité de l'habitat du homard dans l'anse du Sud, entre le transect 1 longeant le quai de Percé et le transect 5, réalisé 800 m plus au sud devant le Riôtel. Les résultats de l'analyse montrent que la zone la plus près du quai (la première moitié entre les transects 1 et 2) présente un habitat de faible à bonne qualité. En effet, le substrat est essentiellement sableux et sans végétation (figures 5.12 et 5.13). Ce type de fond marin n'est pas parmi les plus favorables au homard, d'après l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL, 2015).

À l'opposé, en s'éloignant du quai vers le sud, le milieu naturel est plus propice pour le homard. Les images prises le long du transect 3, soit à mi-chemin entre le quai et le Riôtel, représentent bien le type de fond marin favorable à l'établissement et au développement du homard. Vers la fin du site inventorié, tout près du transect 5, le milieu redevient moins favorable. Dans l'ensemble, à l'exception des extrémités du segment, le milieu naturel de l'anse du Sud à Percé est apparu comme étant particulièrement favorable aux homards de toutes tailles à cause de son hétérogénéité.

l'empiètement appréhendé sur le littoral et comment les pertes liées à la modification de la zone de pêche devraient être compensées. La façon d'évaluer l'impact des options sur la zone de pêche dans cette analyse pourrait ne pas être retenue lors de l'étude d'impact.

Numéro du projet : 540010-000 67





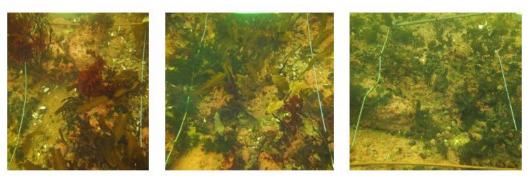
Source: RPPSG (2014)

Figure 5.11 – Qualité de l'habitat du homard dans le secteur inventorié de l'anse du Sud



Source: RPPSG (2014)

Figure 5.12 - Photographies des quadras 50 m, 100 m et 150 m du transect 1



Source: RPPSG (2014)

Figure 5.13 - Photographies des quadras 50 m, 100 m et 150 m du transect 3



Au-delà du homard d'Amérique, le fond marin de l'anse du Sud est diversifié et offre un milieu généralement favorable à plusieurs organismes. Plusieurs invertébrés caractéristiques des fonds rocheux y ont été répertoriés, tels que des oursins verts, des moules, des étoiles de mer et des ophiures. D'autre part, de nombreuses espèces de macroalgues comme les laminaires sont présentes. Somme toute, tout projet de protection des berges qui sera mis de l'avant dans ce secteur viendra modifier le milieu naturel de l'anse du Sud directement ou indirectement. Ces modifications se traduiront par une perte d'habitats qui affectera plusieurs espèces d'algues, la faune marine présente et, inévitablement, le homard à tous ses stades de développement.

Toutes les options d'adaptation nécessitent d'empiéter sur le milieu aquatique, mais la valeur de ce riche habitat est difficile à quantifier. Les méthodes économiques permettant de monétiser la valeur des services écosystémiques sont multiples et complexes allant du coût de la compensation à des méthodes de préférences révélées ou exprimées. Le rachat des permis de pêche au homard décrit à la section précédente, ne reflète pas l'ensemble de la valeur attribuée aux services écosystémiques fournis par cet habitat. Ainsi, afin d'apprécier dans son ensemble cet habitat, une évaluation a été réalisée en fonction du coût de remplacement basé sur la superficie d'empiètement, c'est-à-dire du coût nécessaire pour reproduire en un autre lieu la superficie d'habitat perdue. Les largeurs et superficies d'empiètement prévues d'après les profils techniques fournis par BPR et al. (2014) sont présentés au tableau 5.4. La longueur de la zone d'étude considérée est de 908 m. Dans l'ordre, le mur de béton entraîne le moins d'empiètement, avec sa berme s'étendant sur seulement 150 m¹⁹, suivi de l'enrochement, du riprap et de la recharge (avec ou sans épis). Les superficies d'empiètement présentées au tableau 5.4 ont été arrondies à la centaine près.

Quoique cette analyse suppose le remplacement de la superficie d'habitat perdue, seule une étude d'impact environnemental permettra de déterminer s'il est possible de réaliser ces ouvrages et à quelles conditions. Un estimé des coûts des études, des aménagements et du suivi a quand même été réalisé. D'après les estimations fournies par le ministère des Pêches et Océans (MPO) et le Regroupement des pêcheurs

¹⁹ D'après les coupes des transects fournies dans l'étude de BPR, la berme est installée près du quai sur environ 150 m et non sur toute la longueur du segment.



professionnels du sud de la Gaspésie (RPPSG), un aménagement incluant 4 récifs artificiels totalisant une superficie de 2 400 m² coûte environ 120 000 \$, soit en moyenne 60 000 \$ pour les études et aménagements et 60 000 \$ pour le suivi réparti sur deux ans. Le suivi est très important afin de s'assurer que les récifs créés se peuplent de différentes espèces végétales et animales à tous les stades de développement.

Tableau 5.4 – Empiètement au niveau du fond marin par option

	Largeur d'empiètement (Distance à la ligne des basses mers)	Superficie d'empiètement (Distance x longueur zone)	
Recharge	30 m	27 300 m ²	
Recharge avec épis	30 m	27 300 m ²	
Riprap	15 m	13 700 m²	
Enrochement sans berme	7 m	6 400 m ²	
Mur déflecteur avec berme	40 m	6 000 m ²	

Les coûts associés au remplacement de la superficie d'habitat perdue par la création d'une superficie équivalente de récifs artificiels ont été calculés pour chaque option d'adaptation en se référant au tableau 5.4 qui précède. Les coûts actualisés pour la perte d'habitats s'élèvent à 1 176 335 \$, 588 165 \$, 274 480 \$ et 259 105 \$ respectivement pour la recharge de plage (avec et sans épis), le riprap, l'enrochement et le mur de béton.

Il est également possible que les épis de la recharge de plage, le riprap et la berme en riprap devant le mur au niveau du quai deviennent des environnements propices au développement de certaines espèces fauniques et floristiques, dont le homard d'Amérique. Toutefois, lors de la conception des options d'adaptation, aucun critère de conception spécifique lié à la création d'habitats n'a été intégré. Donc, pour l'instant, aucun avantage lié à la création potentielle d'habitats n'a été quantifié et cela sous-estime possiblement les avantages environnementaux de certaines options. Les recommandations de l'étude d'impact environnemental et social pourrait favoriser une meilleure harmonisation entre l'environnement naturel et la conception des ouvrages.

b) Perturbation de frayères à poisson

D'après le Réseau des observateurs du capelan (ROC), des épisodes de fraie du capelan ont été notées à Percé (district Percé) en mai ou juin en 2005, 2007, 2009, 2010 et 2011

Numéro du projet : 540010-000 70



(MPO, 2015). Une vérification auprès du MPO a permis de confirmer qu'en 2011, il y a eu une observation de fraie à Percé, soit dans l'anse du Sud et près de l'Anse-à-Beaufils, alors qu'en 2012 la fraie aurait plutôt été près de Barachois et Prével (F. Grégoire, S. Sirois, A. Chevrier, com. pers.). Aucune observation n'a été rapportée en 2013 ou 2014 (MPO, 2015).

Le capelan est une espèce clé de l'écosystème du nord du golfe du Saint-Laurent, à la base de la chaîne alimentaire marine. C'est une proie essentielle de la morue et de plusieurs autres poissons (flétan du Groenland, plie canadienne, saumon), des rorquals, des dauphins et aussi de certains oiseaux marins, dont le fou de Bassan, qui est regroupé en une importante colonie sur l'île Bonaventure.

Toutes les options d'adaptation entrainent la perte d'un milieu propice à la fraie du capelan sauf la recharge de plage, qui ne modifiera pas significativement le substrat et la connectivité du milieu de fraie. Par contre, la recharge avec épis empêchera une certaine circulation, alors que l'enrochement, le riprap et le mur avec berme modifieront le substrat de manière défavorable pour le capelan.

Afin de compenser cette perte d'un milieu propice au capelan, il est envisagé de réaliser une recharge de plage dans un endroit où le capelan a déjà frayé, mais où la plage s'est dégradée au fil du temps. Certaines plages de Barachois et de l'Anse-à-Beaufils ont connu un amincissement marqué entre 1934 et 2001 et seraient des endroits propices à des recharges de plage (Bernatchez *et al.*, 2008). L'entretien de cette recharge doit également être pris en compte afin que cette mesure compensatoire puisse se maintenir pendant toute la période d'étude.

Sur les 908 m de côte qui feront l'objet d'un réaménagement, il a été évalué que la moitié du segment est propice à la fraie du capelan, c'est-à-dire que la plage y est de composition granulométrique suffisamment fine et homogène. La compensation d'une superficie équivalente ailleurs dans la ville de Percé nécessiterait 8 700 m³ de sable au prix de 15 \$ par m³. En ajoutant les frais de mobilisation (5 %), les frais de contingence (20 %) et les frais d'ingénierie et de surveillance (20 %), le coût actualisé de la compensation pour la perte de superficie de fraie du capelan s'élève à environ 176 000 \$. De plus, il est supposé que des frais d'entretien seront encourus 4 fois au cours de



l'horizon temporel 2015-2064 pour un coût actualisé de 72 295 \$. Tout comme pour la construction de récifs artificiels, l'applicabilité de cette mesure d'atténuation devra être confirmée par une étude d'impact environnemental et social.

c) Contamination par rejet sanitaire

Compte tenu de l'état actuel des installations de protection, un évènement extrême de tempête frappant la côte de Percé pourrait causer des dommages majeurs au réseau de conduites d'égout se trouvant sous la promenade. Cette situation s'est déjà produite lors de la tempête de 2010. Les dommages causés ont compromis l'étanchéité du système d'égout et ont causé des rejets sanitaires dans la mer et une pollution des berges pendant un certain temps. Toutefois, après consultation d'experts en environnement, il a été convenu que la capacité de dilution à l'anse du Sud est suffisamment importante pour qu'un tel évènement n'ait pas d'impact environnemental significatif (Castonguay et Bélanger, 2014). Aucun dommage n'a donc été comptabilisé à ce chapitre, mais le déplacement des conduites est prévu quelle que soit l'option d'adaptation considérée.

5.2.4 Impacts sociaux

Parmi les trois impacts sociaux identifiés précédemment, l'accès au littoral et la modification du paysage sont abordés dans cette section dans la perspective plus globale de la modification du littoral. Les contraintes liées à l'estimation de la variation de la qualité de vie sont également discutées.

a) Modification du littoral

Dans la situation actuelle, la promenade est la principale composante influençant la valeur d'usage du littoral, puisque le mur établit une frontière bien définie entre le côté mer et le côté terre. En transformant le littoral et les limites entre la mer et la terre, les différentes options d'adaptation modifieront l'usage du littoral et sa valeur. De plus, la modification du paysage aura un impact sur la valeur du capital visuel de Percé en modifiant les différents points de vue sur la mer, le rocher Percé et l'île Bonaventure. La figure 5.14 permet de comparer le paysage de Percé suite à la réalisation des différentes options d'adaptation étudiées.







Figure 5.14 – Simulations visuelles des cinq options d'adaptation étudiées, développées par WSP/Ouranos



Dans le cadre de cette analyse, la valeur associée à ces différentes modifications a été estimée indirectement par enquête. Il a été supposé que les gains ou les pertes de valeur se reflèteront dans la variation d'achalandage touristique à Percé, puisque l'anse du Sud est essentiellement fréquentée par les touristes. En effet, il est anticipé que l'amélioration ou la détérioration de l'accès au littoral et du paysage se reflètera par un afflux supérieur ou moindre de touristes à Percé et en Gaspésie, ou encore par une durée moyenne de séjour supérieure ou inférieure. Les hypothèses posées concernant les variations d'achalandage touristique en fonction de l'option d'adaptation proposée ont été présentées plus tôt dans ce chapitre (voir section 5.2.2 Impacts économiques).

Il faut noter que le paysage de Percé est connu de Québécois n'ayant jamais visité cette ville et donc que la valeur d'usage ne capture pas la valeur que les non touristes peuvent accorder à ce paysage. Quant à l'impact de la modification de l'accès au littoral et du paysage pour les résidents, il n'a pas été possible de le quantifier compte tenu des données disponibles. Cependant, le nombre de résidents utilisant l'anse du Sud étant nettement inférieur au nombre de touristes, l'estimation monétaire de la variation de valeur pour les résidents serait très faible par rapport à celle estimée pour les touristes.

b) Qualité de vie

Les impacts sur la qualité de vie considérés dans cette étude sont liés à l'anxiété, à l'insécurité et au dérangement de vivre dans un milieu où il y a un risque de sinistre. Dans le cas de l'anse du Sud, la majorité des bâtiments sont des motels, des hôtels ou des infrastructures de loisirs qui opèrent essentiellement en période estivale. De ce fait, l'impact des événements de tempête automnaux et hivernaux est plutôt limité. Toutefois, quelques résidences privées sont établies à l'anse du Sud et leurs propriétaires doivent vivre avec le risque d'une tempête majeure pouvant endommager leur propriété. Ce risque sera d'autant plus important lorsque le mur de soutènement s'affaissera.

Toutefois, l'évaluation monétaire de la réduction de l'insécurité est difficile et une étude plus poussée de l'aversion au risque des résidents et commerçants serait nécessaire afin d'y arriver. Ainsi, dans le cadre de cette analyse, il a été choisi de traiter seulement qualitativement cet impact en soulignant que toutes les options d'adaptation étudiées devraient, par rapport à la non-intervention, améliorer la qualité de vie des résidents et des commerçants en diminuant l'insécurité.



5.2.5 Estimation du coût des options d'adaptation

Le coût de chacune des options d'adaptation a été évalué à partir de la conception préliminaire réalisée par la firme de génie-conseil BPR et ses collaborateurs mandatés par la Ville de Percé. Tous les ouvrages sont conçus pour protéger le littoral durant toute la durée de la période d'étude.

Présentés au tableau 5.5, les coûts totaux de réalisation de chaque option comprennent les coûts des études, de construction, des aménagements en bord de mer et d'entretien. La réalisation des recharges de plage et du riprap implique le déménagement de certains bâtiments et l'expropriation de quelques terrains et ces coûts sont également pris en compte dans les coûts de construction.

En comparant la valeur actualisée des coûts de 2015 à 2064, on constate que le mur de béton avec déflecteur est l'opton la plus dispendieuse, avec un coût de 24 675 \$ du mètre linéaire. Le coût actualisé des autres options étudiées est moindre, soit respectivement 13 230 \$, 12 540 \$, 10 315 \$ et 10 335 \$ du mètre linéaire pour la recharge avec épis, l'enrochement, le riprap et la recharge sans épis. En ajoutant des épis en T à la recharge de plage afin de stabiliser le matériel, le coût du matériel requis pour la construction de la recharge double mais aucun entretien n'est requis.

Au niveau des coûts d'entretien, l'option de la recharge de plage nécessite des dépenses plus élevées, puisque des recharges partielles sont requises tous les 10 ans. Les volumes nécessaires pour ces entretiens correspondent à 25 % de la quantité initiale de matériel. Lorsqu'il y a présence d'épis, les recharges à des fins d'entretien ne sont plus nécessaires, car le matériel sédimentaire est stabilisé par les épis à l'intérieur des cellules de plage qu'ils créent. Pour ce qui est du riprap, il doit faire l'objet de trois recharges partielles sur 50 ans, chacune exigeant environ 17 % de la quantité initiale de matériel. Enfin, l'enrochement et le mur de béton ne demandent aucun entretien sur 50 ans.



Tableau 5.5 – Coûts de réalisation des options d'adaptation étudiées actualisés au taux de 4 % sur 50 ans

Options d'adaptation	Coûts des études et de construction	Aménagement	Coût de l'entretien ²⁰	Coût total actualisé
Recharge de plage avec galets	5 358 905 \$	3 397 995 \$	626 555 \$	9 383 455 \$
Recharge de plage avec galets et épis	8 614 515 \$	3 397 995 \$	- \$	12 012 510 \$
Enrochement	7 989 915 \$	3 397 995 \$	- \$	11 387 910 \$
Riprap	5 345 890 \$	3 397 995 \$	620 960 \$	9 364 840 \$
Mur de béton avec déflecteur	19 008 725 \$	3 397 995 \$	- \$	22 406 720 \$

5.3 ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Ce chapitre présente l'ensemble des coûts et avantages estimés sur un horizon temporel de 50 ans pour la non-intervention et chacune des options d'adaptation. Une comparaison des coûts et avantages est effectuée dans le cadre du calcul de la valeur actuelle nette (VAN). Le lecteur trouvera à la section 5.3.3 le tableau synthèse 5.6 résumant les coûts, les avantages et la VAN de chaque option. Enfin, une interprétation des résultats obtenus est réalisée afin de comparer la rentabilité économique des différentes options.

5.3.1 Calcul des coûts sur 50 ans

Cette section porte sur les coûts totaux de la non-intervention et de la mise en œuvre de chacune des options d'adaptation. Tous les coûts présentés sur l'horizon de l'étude, soit de 2015-2064, sont actualisés à un taux de 4 %.

a) Coûts liés à la non-intervention

Les coûts principaux de la non-intervention sont les pertes et frais liés à l'érosion, les frais de réparation du mur jusqu'au démantèlement et la diminution de l'achalandage touristique.

-

²⁰ En plus du matériel, les frais d'entretien comprennent des frais de mobilisation (5 %), de contingence (20 %) ainsi que des frais d'ingénierie et de surveillance (20 %).



Les pertes économiques actualisées dues à l'érosion des terrains à partir de 2021 ainsi qu'à la perte partielle de 4 bâtiments touchés d'ici 2064 s'élèvent à 219 225 \$ sur l'horizon 2015-2064. Les coûts de déplacement des conduits d'égout sanitaire au moment du démantèlement de la promenade en 2020 et de l'entretien du mur jusqu'à la fin de sa vie utile sont estimés à environ 198 500 \$. Quant aux coûts de démantèlement du mur actuel et de démolition des bâtiments affectés, ils représentent un peu plus de 310 000 \$. À ces coûts, il faut ajouter la perte économique associée à la diminution du nombre d'unités d'hébergement avec vue sur la mer et des revenus qui en découlent, soit 158 000 \$. Enfin, la diminution de l'achalandage touristique à partir de 2021 conduira à des pertes d'un peu plus de 41,7 M\$ annuellement, et ce, jusqu'à la fin de la période d'étude. Au total, les coûts actualisés à 4 % liés à la non-intervention sont de l'ordre de 704,6 M\$ sur l'horizon temporel considéré. Les coûts annuels sont présentés à l'annexe 2.

b) Coûts liés à la recharge de plage

Les coûts de mise en place de la recharge de plage incluent des études d'ingénierie et environnementales représentant environ 873 580 \$21. Les coûts des études préparatoires seront répartis en 2016 et 2017. La construction se réalisera en 2018 et le coût actualisé est d'environ 7,88 M\$. Il est à noter que ce coût inclut les frais de déménagement de trois bâtiments, l'expropriation de portions de terrain, le déplacement du système d'égout et l'aménagement du bord de mer. La recharge devra être entretenue aux 10 ans au coût d'environ 626 555 \$ sur 50 ans. Le coût total de mise en œuvre, d'entretien et d'aménagement s'élève donc à près de 9,4 M\$.

Parmi les autres coûts, il faut rappeler les pertes appréhendées au niveau des revenus de pêche commerciale et les coûts d'ordre environnemental dus à la perte d'habitats naturels. Tel que mentionné précédemment, le rachat de permis de pêche et la création de récifs artificiels sont les mesures d'atténuation envisagées dans cette analyse. Le coût actualisé de ces mesures compensatoires est d'environ 2,1 M\$ sur l'horizon temporel de 50 ans.

_

Numéro du projet : 540010-000

²¹ Tous les coûts sont actualisés au taux de 4%, sauf les coûts présentés sur une base annuelle.



Selon l'enquête réalisée auprès de la population québécoise, la recharge de plage aura un impact positif sur l'achalandage touristique à Percé et en Gaspésie. Cet avantage est présenté en détail à la section 4.3.2.

L'ensemble des coûts associés à la recharge de plage à l'anse du Sud totalise donc 11,5 M\$ sur 50 ans en utilisant un taux d'actualisation de 4 %. Les coûts annuels liés à la recharge de plage pour l'horizon temporel 2015-2064 sont présentés à l'annexe 2.

c) Coûts liés à la recharge avec épis

Les coûts de la recharge de plage avec épis sont similaires à ceux de la recharge sans épis. Il y a trois différences principales. D'abord, le coût des études et celui de la construction sont plus élevés. Les études d'impact environnemental et d'ingénierie représentent près de 1,4 M\$, investis en 2016 et 2017. Ensuite, puisque le coût des matériaux est le double au mètre linéaire de celui de la recharge de plage, les travaux de construction coûtent 10,6 M\$. Par contre, les épis permettent d'éviter les recharges périodiques pour entretenir la plage, ce qui implique que les coûts d'entretien sont nuls.

Quant aux coûts associés aux impacts négatifs d'ordre économique, environnemental ou social, ils sont les mêmes que pour la recharge de plage sans épis, sauf pour ce qui est de la compensation pour la destruction de frayères à capelan. En effet, les épis devraient rendre la reproduction du capelan plus difficile. Donc, la compensation proposée pour une frayère à capelan consiste à restaurer une plage dégradée répondant aux exigences du capelan en matière de reproduction. Le coût total actualisé de cette compensation est estimé à 248 295 \$. Cette somme inclut des coûts d'ingénierie et des coûts d'entretien à chaque 10 ans. Dans l'ensemble, les coûts actualisés de la recharge de galets avec épis s'élèvent à environ 14,3 M\$ sur 50 ans. Les coûts annuels pour la période 2015-2064 sont présentés à l'annexe 2.

d) Coûts liés au riprap

Les coûts de réalisation du riprap comprennent les études préparatoires, la mise en place, l'aménagement du bord de mer et l'entretien. Le riprap est un peu plus avantageux que la recharge de plage du point de vue de l'entretien puisqu'il requiert trois entretiens au lieu de quatre au cours de la période d'étude. Quant aux coûts d'aménagement, ils sont les



mêmes pour toutes les options d'adaptation. Au total, les coûts actualisés de réalisation du riprap sont d'environ 9,4 M\$ sur la période 2015-2064.

Les coûts économiques incluent des pertes de revenus commerciaux liés à la pêche, compensées par le rachat de deux permis de pêche commerciale. Du point de vue de l'achalandage touristique, des pertes économiques se chiffrant à 21 M\$ annuellement sont anticipées selon les résultats de l'enquête, puisque le riprap n'est pas une option aussi attrayante pour les touristes que la recharge de plage avec ou sans épis.

En ce qui a trait aux impacts environnementaux, les coûts liés à la compensation pour les habitats naturels par la création de récifs artificiels sont de l'ordre de 588 165 \$, compte tenu de la superficie perdue. De plus, la modification du substrat affectera directement la possibilité de fraie du capelan. Le coût de recharger de sable ou de galets une plage dégradée sur le territoire de Percé ainsi que de l'entretenir est estimé à 248 295 \$ sur 50 ans. Ainsi, l'ensemble des impacts environnementaux correspond à un coût actualisé d'environ 836 460 \$.

Au total les coûts actualisés du riprap sont de l'ordre de 401,3 M\$, compte tenu de l'importance de la perte de revenus touristiques. Cette perte est toutefois moindre que celle appréhendée en cas de non-intervention. Les coûts de réalisation du riprap sur une base annuelle sont présentés à l'annexe 2.

e) Coûts liés à l'enrochement

Les coûts de réalisation de l'enrochement incluent les coûts associés aux études préparatoires (10 %), à la mobilisation (5 %), à l'achat, au transport et à l'installation des roches de carapace ainsi qu'aux coûts d'ingénierie (10 %). Des frais de démolition du mur et de l'empierrement existants ont aussi été ajoutés, soit 410 000 \$ et 22 225 \$ respectivement. Enfin, les coûts d'aménagement du bord de mer et une contingence de 20 % sont prévus. Au total, les coûts actualisés de réalisation de l'enrochement s'élèvent à 11,4 M\$ sur l'horizon 2015-2064.

Les coûts liés aux impacts économiques de l'enrochement comprennent les pertes de revenus de pêche commerciale et celles liées la diminution de l'achalandage touristique. Dans le cas des revenus de pêche perdus, ils sont du même ordre que ceux estimés pour



les autres options, soit de 894 675 \$. Quant à l'impact de l'enrochement sur l'achalandage touristique, l'enquête réalisée indique qu'une diminution est appréhendée, ce qui réduira les retombées touristiques pour la région gaspésienne. La baisse de revenus touristiques anticipée est de l'ordre de 20 M\$ par année en comparaison au seuil historique. Sur 50 ans, cette baisse représente 373,5 M\$, une perte appréciable pour l'ensemble de la région.

Les impacts environnementaux comptabilisés dans le cas de l'enrochement sont les compensations pour la perte de frayères de capelan et la perte d'habitats naturels due à l'empiètement dans la mer. La valeur actualisée de ces deux compensations est estimée respectivement à 248 290 \$ et 274 480 \$ sur l'horizon 2015-2064.

Au total, les coûts actualisés de l'enrochement sont estimés à environ 386,3 M\$. Les coûts liés à l'enrochement pour chaque année de l'horizon temporel 2015-2064 sont présentés à l'annexe 2.

f) Coûts liés au mur de béton avec déflecteur

Les coûts de construction du mur de béton avec déflecteur et berme comprennent les mêmes composantes que celles précédemment mentionnées pour l'enrochement. Toutefois, les coûts totaux actualisés à 4 % sont significativement plus élevés pour construire le mur de béton que l'enrochement. En effet, les coûts totaux actualisés sont de l'ordre de 22,4 M\$ sur l'horizon temporel 2015-2064 pour la construction du mur de béton avec déflecteur et berme, ce qui représente un coût de construction actualisé de 24 680 \$ au mètre linéaire.

Du point de vue des impacts économiques liés à la construction du mur, il y a une perte de revenus de pêche commerciale et une perte de revenus touristiques due à la diminution de l'achalandage touristique. La pêche est principalement affectée par la présence de la berme, qui empiètera jusqu'à 40 m en zone pré-littorale sur 150 m du segment. La compensation pour la perte de revenus de pêche au homard totalise 894 675 \$ en valeur actualisée, alors que la perte totale anticipée au plan touristique est de l'ordre de 282 M\$ sur la période d'étude. À l'instar de l'enrochement et du riprap, le mur de béton ne devrait pas permettre de maintenir l'achalandage touristique à son niveau historique, mais l'importance de la perte potentielle de revenus est moindre.



Quant aux impacts environnementaux qui sont liés à l'aménagement d'une berme de riprap près du quai, à l'avant du mur de béton, la compensation des habitats naturels perdus est estimée à 259 105 \$. Cette berme devrait également nuire aux frayères à capelan, dont le coût de remplacement représente 248 295 \$ en valeur actualisée entre 2015 et 2064.

Au total, les coûts actualisés de cette option d'adaptation sont estimés à environ 306 M\$ pour la période 2015-2064. Les coûts annuels liés à la réalisation du mur de béton avec déflecteur et berme sur l'horizon temporel 2015-2064 sont présentés à l'annexe 2.

5.3.2 Calcul des avantages sur 50 ans

Cette section évalue l'ensemble des avantages liés à chacune des options d'adaptation considérées sur l'horizon temporel 2015-2064. L'évitement des pertes associées à la non-intervention n'est pas comptabilisé comme un avantage des options d'adaptation afin d'éviter un double comptage. Toutefois, il est important de souligner que toutes les options étudiées permettront d'éviter des pertes de terrain, des pertes de bâtiments et des pertes d'unités d'hébergement avec vue sur la mer.

Les avantages quantifiés et monétisés sont tous liés à l'augmentation de l'achalandage touristique. L'enquête auprès de la population québécoise a démontré que seules la recharge de plage et la recharge de plage avec épis pourraient avoir un impact positif sur l'achalandage touristique en comparaison de l'achalandage historique (soit les 5 dernières années). L'une des hypothèses pouvant expliquer ce résultat réside dans le fait que toutes les autres options ne permettent pas de rétablir l'accès à une plage à l'anse du Sud. Ainsi, les usages sur la côte ne sont pas améliorés par la réalisation d'un mur, de l'enrochement ou du riprap.

a) Avantages liés à la recharge de plage avec et sans épis

L'enquête réalisée a permis de déterminer que la recharge de plage aurait un impact favorable sur l'achalandage touristique en Gaspésie. Selon les réponses recueillies, l'achalandage touristique en Gaspésie connaîtrait une croissance de l'ordre de 2 %, soit l'équivalent d'environ 35 000 nuitées supplémentaires. En considérant les dépenses moyennes quotidiennes des touristes en Gaspésie, des gains économiques annuels de



4,3 M\$ sont anticipés. Sur l'horizon temporel 2015-2064, ce flux additionnel de revenus représente un avantage économique actualisé de près de 79,4 M\$.

Quant à la recharge avec épis, elle permettrait également de réaliser des gains substantiels en termes d'achalandage touristique, mais ils devraient être légèrement inférieurs à ceux provenant de la recharge sans épis. Ces gains sont de l'ordre de 26 000 nuitées additionnelles par an, ce qui représente des gains de 3,4 M\$ par année. Sur l'ensemble de la période d'étude, l'avantage économique est de l'ordre de 62,4 M\$.

Les avantages annuels liés à la recharge de plage avec et sans épis sont présentés sur une base annuelle à l'annexe 3.

5.3.3 Valeur actualisée nette

Cette section présente la valeur actualisée nette (VAN) des coûts et des avantages de chacune des options d'adaptation qui se retrouve au tableau 5.6.

L'option de non-intervention conduit à une VAN négative car aucun avantage n'est prévu dans cette situation et les coûts sont très élevés à cause des pertes importantes de revenus touristiques anticipées. La VAN de la non-intervention est de -705 M\$ sur la période d'étude. En comparaison à la non-intervention, la VAN des différentes options d'adaptation est supérieure. En fait, les VAN des options d'enrochement, de riprap et du mur de béton sont également négatives, car elles n'offrent pas d'avantage direct mais leurs coûts sont moindres.

Les deux options présentant une VAN positive sont la recharge de plage avec ou sans épis, car toutes deux permettent des gains d'achalandage touristique. Les gains sont supérieurs à l'ensemble des coûts, de sorte que la VAN de la recharge sans épis est de l'ordre de 68 M\$ alors que la VAN de la recharge de plage avec épis se chiffre à 48 M\$.

En plus de présenter la VAN de la non-intervention et de chaque option d'adaptation, le tableau 5.6 présentent les principales catégories de coûts et d'avantages permettant de calculer les VAN. La catégorie des impacts économiques qui inclut les pertes et les gains liés à la variation de l'achalandage touristique a une grande influence sur les VAN, tant positive que négative. En effet, cette composante varie entre -704 M\$ et 78 M\$. La figure



5.15 permet de visualiser et de comparer l'importance des différents coûts et avantages de chacune des options d'adaptation.

Lorsque les résultats obtenus pour chaque option d'adaptation sont comparés à l'option de non-intervention, il ressort que l'inaction est à proscrire. Toutes les options étudiées ont des avantages supérieurs aux coûts, lorsque les coûts évités grâce à la mise en œuvre d'une mesure d'adaptation sont considérés comme des avantages. Les VAN par rapport à la non-intervention varient entre 303 M\$ pour le riprap et 773 M\$ pour la recharge de plage.

La figure 5.16 illustre la somme cumulée des avantages nets par rapport à la non-intervention actualisés à un taux de 4 % sur la période 2015-2064. Ce graphique permet de préciser à quel moment une option devient plus avantageuse que la non-intervention. Ainsi, la recharge de plage sans épis et celle avec épis deviennent plus avantageuse que la non-intervention dès 2021. Cette rentabilité s'explique par la combinaison de coûts de construction plus faibles et des retombées économiques importantes grâce à l'achalandage touristique accru. Les autres options, soit le riprap, l'enrochement et le mur de béton, deviennent plus avantageuses que l'inaction à partir de 2023.

Numéro du projet : 540010-000



Tableau 5.6 – Coûts et avantages actualisés des options d'adaptation pour l'anse du Sud

Coûts et impacts actualisés nets	Non-intervention	Recharge de plage	Recharge de plage avec épis	Enrochement	Riprap	Mur de béton
Érosion	(219 224 \$)	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Dommages annuels moyens	(198 496 \$)	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Coûts des mesures	(311 327 \$)	(9 383 457 \$)	(12 012 511 \$)	(11 387 909 \$)	(9 364 838 \$)	(22 406 721 \$)
Impacts économiques	(703 872 066 \$)	78 463 410 \$	61 551 754 \$	(374 381 495 \$)	(391 113 497 \$)	(283 015 900 \$)
Impacts environnementaux	- \$	(1 176 334 \$)	(1 424 626 \$)	(522 770 \$)	(836 459 \$)	(507 397 \$)
VAN (avantages ou coûts nets)	(704 601 113 \$)	67 903 620 \$	48 114 617 \$	(386 292 174 \$)	(401 314 794 \$)	(305 930 018 \$)
VAN par rapport à la non-intervention		772 504 733 \$	752 715 730 \$	318 308 939 \$	303 286 319 \$	398 671 095 \$

Numéro du projet : 540010-000 84



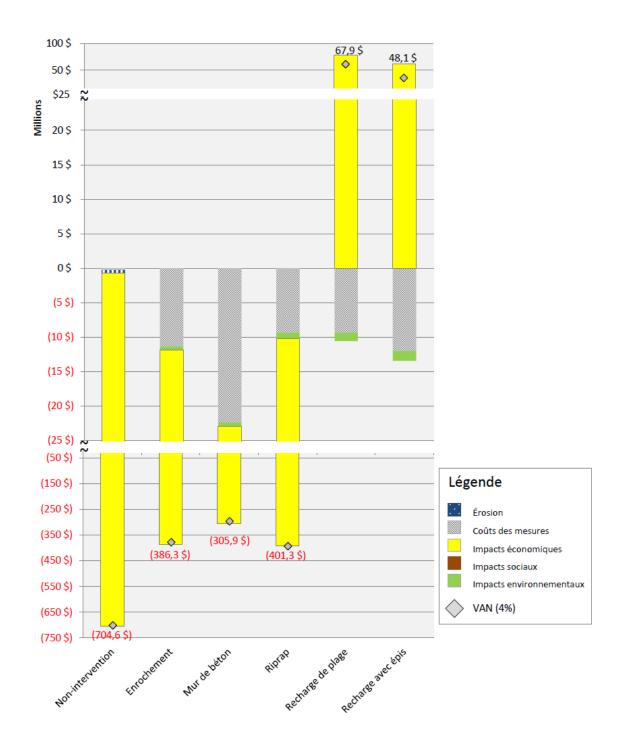


Figure 5.15 - Ventilation des coûts et avantages par option (M\$)



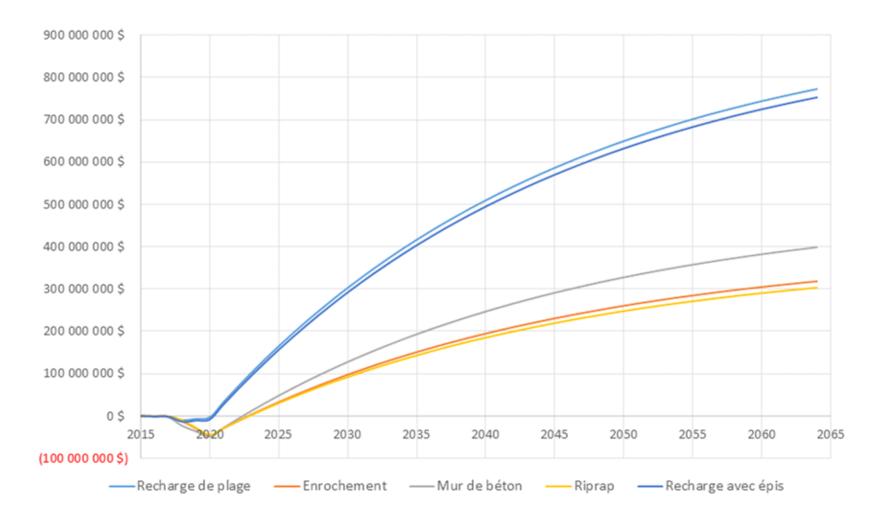


Figure 5.16 – Somme actualisée des avantages nets par rapport à la non-intervention entre 2015 et 2064



5.3.4 Interprétation des résultats

Comme l'indique la figure 5.17, toutes les options d'adaptation représentent un gain économique net pour la population gaspésienne par rapport à l'option de non-intervention. L'ampleur du gain diffère toutefois d'une option à l'autre.

La recharge de plage avec galets est l'option la plus avantageuse économiquement. Ce résultat est évidemment dû aux gains touristiques importants et à des coûts de construction relativement faibles, même si cette option implique des coûts d'entretien élevés aux douze ans. D'ailleurs, un apport additionnel régulier de galets est essentiel afin de maintenir l'intégrité de cette solution à long terme et sa capacité à protéger les infrastructures sur les 50 prochaines années.

La deuxième option la plus avantageuse est celle de la recharge de plage avec des épis en T. Les avantages actualisés nets de cette option sont de l'ordre de 753 M\$ par rapport à la non-intervention. Cette option est plus coûteuse à réaliser que la recharge sans épis, mais elle n'exige pas d'entretien sur la période d'étude.

La construction d'un nouveau mur de béton avec déflecteur, afin de mieux résister aux événements de tempêtes, présente des avantages actualisés nets de 399 M\$. L'option du mur, tout comme celles de l'enrochement et du riprap, sont avantageuses par rapport à la non-intervention, mais ces options ne permettraient pas de maintenir l'achalandage touristique des dernières années en Gaspésie. Ces résultats mettent en évidence l'importance d'agir, car peu importe la mesure envisagée, il est toujours plus avantageux de protéger et d'aménager le littoral de l'anse du Sud que de ne rien faire.

Enfin, les ratios avantages-coûts présentés à la figure 5.17 démontrent que la recharge de plage avec galets est également l'option la plus avantageuse en se référant à cet indicateur. Le ratio de cette option atteint 68 \$ d'avantages pour chaque dollar consenti. Le ratio de la recharge de plage avec épis est quelque peu inférieur mais atteint tout de même 54 \$ d'avantages pour un dollar de coûts.



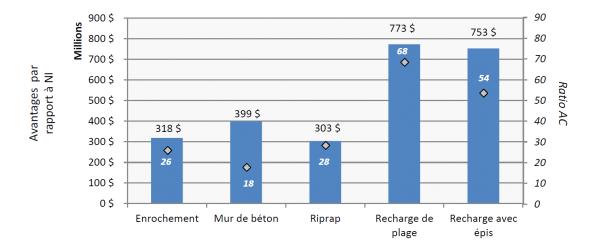


Figure 5.17 – Avantages nets des options d'adaptation et ratio avantages-coûts

5.4 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Cette section présente les valeurs actuelles nettes obtenues lorsque des hypothèses importantes de l'analyse sont modifiées. L'objectif recherché en modifiant les hypothèses clés est d'examiner la robustesse de la VAN après de telles modifications. Les principales hypothèses modifiées concernent le taux d'actualisation et l'effet des options d'adaptation sur l'achalandage touristique. Le tableau 5.7 présente les paramètres qui ont été modifiés lors des analyses de sensibilité.

Tableau 5.7 - Analyses de sensibilité

Paramètre	Variation		
Taux d'actualisation	± 2 %		
Effet des options d'adaptation sur l'achalandage touristique	Intervalles de confiance à 95 %		

Pour chaque variation présentée dans le tableau 5.7, la modification résultante en termes de coûts et d'avantages a été quantifiée.



5.4.1 Taux d'actualisation

Dans le cas du taux d'actualisation, l'utilisation d'un taux plus faible a pour effet d'accorder une importance relative plus grande aux impacts ayant lieu à des moments plus tardifs dans l'horizon temporel considéré. À l'inverse, l'utilisation d'un taux plus élevé accentue la valeur relative des coûts initiaux et diminue la valeur des coûts et bénéfices plus éloignés dans le temps. Le tableau 5.8 illustre les valeurs obtenues avec des taux d'actualisation de 2 % et 6 %.

Tableau 5.8 - Résultats obtenus avec des taux d'actualisation de 2 % et 6 %

Options d'adaptation		Taux d'actualisation		
		2 %	6 %	
Non-intervention	VAN	(1 098 771 131 \$)	(479 604 989 \$)	
	VAN	107 809 543 \$	45 127 189 \$	
Recharge de plage	Avantages nets p/r non-intervention	1 206 580 674 \$	524 732 177 \$	
Bookerge de plage	VAN	79 423 874 \$	30 358 445 \$	
Recharge de plage avec épis	Avantages nets p/r non-intervention	1 178 195 005 \$	509 963 434 \$	
	VAN	(580 331 703 \$)	(274 253 530 \$)	
Enrochement	Avantages nets p/r non-intervention	518 439 428 \$	205 351 458 \$	
	VAN	(604 258 246 \$)	(284 187 712 \$)	
Riprap	Avantages nets p/r non-intervention	494 512 885 \$	195 417 277 \$	
Mur de béton	VAN	(453 314 789 \$)	(220 560 436 \$)	
	Avantages nets p/r non-intervention	645 456 341 \$	259 044 553 \$	

Le tableau 5.8 met en évidence l'ampleur des variations liées au changement dans le taux d'actualisation. Avec un taux de 2 %, les VAN de la recharge de plage avec ou sans épis augmentent alors que celles du mur de béton, de l'enrochement, du riprap et de la non-intervention diminuent. L'inverse est constaté lorsque le taux d'actualisation passe de 4 % à 6 %.



Même en utilisant un taux d'actualisation de 6 %, qui avantage la non-intervention en accordant un poids plus faible aux pertes d'achalandage touristique survenant plus tardivement (après 2020), toutes les options étudiées restent plus avantageuses que la non-intervention. La recharge de plage demeure l'option la plus avantageuse économiquement, quel que soit le taux d'actualisation.

5.4.2 Effet des options d'adaptation sur l'achalandage touristique

Tel que mentionné précédemment, l'effet des options d'adaptation sur l'achalandage touristique provient d'une enquête panquébécoise réalisée via internet auprès de 2 000 répondants de 18 ans et plus. Malgré la taille raisonnable de l'échantillon et une méthodologie d'enquête qui tentait de minimiser les biais (hypothétiques notamment), les résultats découlant de cette enquête comprennent toujours une part d'incertitude qui doit être prise en compte.

Afin de tester la sensibilité des résultats de l'ACA à l'incertitude inhérente aux estimations par enquête, les intervalles de confiance à 95 % des estimés obtenus relativement aux variations d'achalandage touristique ont été utilisées. Le tableau 5.9 présente la plage des intervalles de confiance des estimations d'achalandage touristique obtenue lors de l'enquête pour chacune des options et la non-intervention.

Tableau 5.9 – Intervalles de confiance de l'achalandage touristique selon l'enquête

	Nombre de	Intervalles de confiance (95 %)		
Options	nuitées annuelles	Borne inférieure	Borne supérieure	
Non-intervention (post 2020)	1 205 020	968 736	1 441 304	
Recharge de plage	1 559 294	1 317 886	1 800 702	
Recharge de plage avec épis	1 550 190	1 304 689	1 795 691	
Enrochement	1 370 168	1 131 836	1 608 500	
Riprap	1 362 603	1 124 487	1 600 718	
Mur de béton	1 406 455	1 163 517	1 649 392	

Lorsque l'on considère la borne inférieure des intervalles de confiance, l'ensemble des options d'adaptation ne permet pas d'augmenter l'achalandage à un niveau supérieur à celui de l'achalandage historique. Inversement, à la borne supérieure, toutes les options

Numéro du projet : 540010-000 90



d'adaptation font croître le niveau d'achalandage annuel par rapport au niveau historique. Seule la non-intervention vient diminuer le nombre de nuitées annuelles attendues. Ces résultats montrent que l'extrapolation des résultats de l'enquête peut avoir une influence majeure sur le nombre de nuitées projetées en Gaspésie en fonction des options d'adaptation étudiées. Par contre, dans tous les cas, la non-intervention génère une baisse d'achalandage qui est significativement plus importante que celle anticipée pour l'ensemble des options étudiées²².

Les analyses de sensibilité sur la variable d'achalandage touristique montrent que les résultats sont sensibles à cette variable. Toutefois, tel qu'indiqué au tableau 5.10, l'option la plus avantageuse, soit la recharge de plage sans épis, demeure l'option à privilégier dans l'anse du Sud et toutes les options étudiées sont préférables à l'inaction.

Tableau 5.10 – Variation de la VAN des options en fonction de la variation de l'achalandage touristique

Ontions	VAN de référence	Intervalles de confiance (95 %)	
Options	VAN de reference	Borne inférieure	Borne supérieure
Non-intervention	(704 601 113 \$)	(1 228 016 631 \$)	(181 185 311 \$)
Recharge de plage	67 903 620 \$	(519 951 433 \$)	655 758 673 \$
Recharge de plage avec épis	48 114 617 \$	(549 706 885 \$)	645 936 120 \$
Enrochement	(386 292 174 \$)	(966 657 715 \$)	194 072 430 \$
Riprap	(401 314 794 \$)	(981 152 975 \$)	178 522 137 \$
Mur de béton	(305 930 018 \$)	(897 509 376 \$)	285 649 965 \$

Même si à la borne inférieure de l'intervalle de confiance, les coûts de mise en œuvre excèdent les avantages quelle que soit la mesure considérée, il n'en demeure pas moins que toutes les options comportent des coûts actualisés inférieurs à ceux de la non-intervention. Ceci signifie que l'inaction conduirait à des pertes touristiques significativement supérieures à celles appréhendées par la réalisation des options

²² Des tests d'égalité (t-test) entre les achalandages estimés pour chaque option ont été réalisés. Dans tous les cas, l'hypothèse d'égalité entre les achalandages est rejetée à un niveau de confiance de 1 % pour chacune des options en comparaison de la non-intervention.



proposées et la recharge de plage sans épis est alors l'option la plus avantageuse économiquement.

À l'inverse, en considérant la borne supérieure des intervalles de confiance, l'ensemble des options d'adaptation augmente l'achalandage à un niveau dépassant l'achalandage historique. Toutes les options permettent donc de générer des VAN positives et sont largement plus avantageuses que la non-intervention.

5.5 CONCLUSION

Le segment Anse du Sud représente un secteur clé de Percé en raison des activités touristiques qui s'y déroulent. Les pertes potentielles sont considérables, mais les gains économiques pouvant y être réalisés par l'adaptation le sont encore plus. En particulier, les gains d'achalandage touristique engendrés par un changement dans l'état du littoral pourraient se traduire par des gains nets de plusieurs millions de dollars, alors que la non-intervention entraînerait des pertes du même ordre.

Parmi les options d'adaptation, la recharge de plage constitue l'option la plus avantageuse économiquement. Elle demeure le meilleur choix même en faisant varier le taux d'actualisation ou la variable relative à l'achalandage touristique. Son faible coût de construction combiné à son attractivité touristique sont les principaux facteurs expliquant ce résultat. Il s'agit d'une conclusion de l'analyse qui peut être considérée comme robuste.



6.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le segment Mont-Joli Sud est constitué des hautes falaises rocheuses de la portion sud du cap du Mont-Joli. Ce segment s'amorce à l'est par le début de la falaise rocheuse suivant la plage administrée par la SÉPAQ et se termine au bout du cap du Mont-Joli du côté sud (voir figure 6.1). Ce segment de 605 m est composé d'une alternance de hautes falaises rocheuses et de falaises meubles variant entre 12 et 25 m de hauteur (LDGIZC-UQAR, 2015).

Les taux de recul historiques sont relativement stables depuis les 50 dernières années dans ce secteur. Il ne semble pas y avoir eu d'accélération de l'érosion au courant des dernières décennies, malgré la hausse des températures, la réduction du couvert de glace et le rehaussement marin. En fait, les taux de recul entre la période 1963-1992 et 1993-2013 ne sont pas statistiquement différents (LDGIZC-UQAR, 2015).

Les taux de recul probables utilisés proviennent de la période 1993-2013 et varient entre -0,01 m et -0,10 m par année en fonction de la lithologie de la falaise (LDGIZC-UQAR, 2015). Ces taux de recul sont relativement faibles et une accélération marquée de ceux-ci n'est pas anticipée à l'horizon d'étude. À ce rythme, les pertes de terrain le long du littoral seront de l'ordre de -0,5 m à -5 m sur une période de 50 ans.





Source: LDGIZC-UQAR et MSP

Figure 6.1 - Photographie oblique d'une portion du segment du Mont-Joli en 2010

6.1.1 Problématique

La problématique de ce segment découle de la proximité des bâtiments du bord de la falaise, dont l'un d'eux est un bâtiment patrimonial d'importance, la villa Frederick-James. En plus de la villa Frederick-James qui était utilisée comme école internationale d'été par l'Université Laval, les bâtiments situés à proximité du bord de la falaise incluent cinq petits chalets d'été (chalets de la plage), deux bâtiments résidentiels et un bâtiment historique de 19 chambres (Manoir Wexford).

La villa Frederick-James occupe une place prépondérante dans le paysage et le patrimoine bâti de Percé. Sa localisation d'exception sur le cap Canon qui s'avance vers la mer, sa vue imprenable sur le rocher Percé et son architecture néo-Queen Ann en font assurément la principale résidence patrimoniale de Percé (CBCQ, 2006).





Figure 6.2 – Imagerie satellite du segment Mont-Joli Sud



Étant donné la hauteur des falaises du secteur, il est extrêmement difficile de freiner ou de ralentir les processus d'érosion actifs. La portion de falaise meuble pourrait possiblement être stabilisée à l'aide d'un talus, ce qui ralentirait le processus d'érosion. Cependant, les bâtiments à risque entre 2015 et 2064 ne sont pas localisés dans cette portion du segment. La seule option envisagée pour ce segment est donc la relocalisation stratégique.

6.1.2 Option de non-intervention

Dans l'hypothèse où les infrastructures ne sont ni protégées, ni déplacées et que la falaise continue de reculer au même rythme qu'au cours de la période 1993-2013, certains bâtiments au bord de la falaise seront progressivement exposés et perdus. En cas de non-intervention, il est prévu que les bâtiments à risque seront démolis lorsque la côte les atteindra, puisqu'il ne sera plus sécuritaire de les utiliser ou de les déménager.

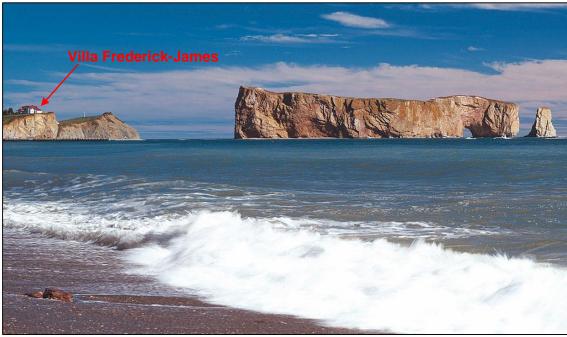
6.1.3 Options d'adaptation

La relocalisation stratégique est définie comme étant le déménagement des bâtiments à risque dès qu'ils sont à moins de 5 m du bord de la falaise. Le déménagement peut se faire sur le même terrain, s'il est suffisamment grand, ou sur un autre terrain. Le déménagement sur un même terrain est favorisé dans la mesure où les règlements de zonage sont respectés et que les bâtiments déménagés sont hors de danger jusqu'à la fin de la période d'étude. Selon le *Règlement de zonage de Percé numéro 436-2011*, pour la zone (230-Cn) où se trouvent les bâtiments à risque dans le segment Mont-Joli Sud, les marges minimales de recul sont de 9 m à l'arrière, 2 m latéralement, combinées latéralement de 6 m et de 3 m à l'avant. Considérant, ces contraintes de même que le recul anticipé sur 50 ans, les bâtiments à risque dans ce segment peuvent tous être déménagés sur leur propre terrain.

6.1.4 Impacts appréhendés

Le cap du Mont-Joli est un paysage emblématique de Percé. La présence des bâtiments historiques, en particulier de la villa Frederick-James, permet d'apprécier les dimensions grandioses du rocher Percé. Il n'est pas rare d'ailleurs que le cap du Mont-Joli et ses bâtiments patrimoniaux soient photographiés ensemble comme à la figure 6.3.





Source : modifiée de bonjourquebec.com

Figure 6.3 – Photographie du rocher Percé et du cap du Mont-Joli

Au-delà des enjeux de paysage et de patrimoine, étant donné la faible densité des infrastructures, les impacts potentiels demeurent limités. Entre autres, aucun impact environnemental n'est anticipé dans la mesure où les deux options étudiées prévoient un recul de la côte sans intervention sur le milieu. Le tableau 6.1 compare les impacts appréhendés des deux options étudiées dans le cadre de cette ACA.

Tableau 6.1 – Impacts appréhendés de la non-intervention et de la relocalisation stratégique pour le segment Mont-Joli Sud

Types d'impacts	NI	RS	
Impacts dus à l'érosion			
Pertes de terrain	Х	Х	
Pertes de bâtiments	Х		
Impacts économiques			
Perte de revenus commerciaux	Х		
Impacts sociaux			
Perte de patrimoine historique et culturel	Х		
Modification du paysage	Х	Х	

NI : Non-intervention

RS : Relocalisation stratégique

X : présence d'impacts appréhendés



Les principaux impacts potentiels liés à l'érosion sont associés à la perte de bâtiments. Ils incluent également les pertes de terrain à mesure que celui-ci s'érode, et ce, pour les deux options considérées.

Le seul impact économique potentiel correspond à la perte de revenus commerciaux, qui est associée à la perte d'unités d'hébergement avec vue sur la mer et le rocher Percé. Toutefois, le taux probable de recul de la côte étant très faible, aucune des deux options n'implique la perte de telles unités d'hébergement. Ce n'est qu'en supposant un taux de recul plus rapide dans les analyses de sensibilité qu'une perte de revenus commerciaux se matérialise.

Enfin, compte tenu que la villa Frederick-James est affectée par l'érosion au cours de la période d'étude, il est anticipé une perte de valeur patrimoniale et culturelle. De plus, le déplacement et surtout la perte possible de ce bâtiment représenterait une perte au niveau de la qualité du paysage de l'environnement naturel et bâti de Percé.

6.2 ESTIMATION MONÉTAIRE DES IMPACTS

6.2.1 Impacts dus à l'érosion

a) Pertes de terrain

Des pertes de terrain sont constatées annuellement en raison de l'érosion tant avec l'option de non-intervention qu'avec la relocalisation stratégique. La superficie perdue a été calculée en appliquant les taux d'érosion fournis par l'UQAR. Elle a ensuite été monétisée en se référant à la valeur foncière du terrain au mètre carré du rôle d'évaluation municipale de 2013 (Servitech, 2013). Étant donné le décalage entre l'évaluation et le dépôt du rôle d'évaluation, les données du rôle représentent les valeurs au marché de juillet 2011. Les données ont donc été ajustées en dollars de 2012 en multipliant par le facteur d'ajustement proposé par le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, soit 1,25²³.

-

²³ Le facteur d'ajustement utilise l'écart médian entre les ventes réalisées à Percé et la valeur inscrite au rôle pour ramener les valeurs aux conditions de marché de 2012.



La figure 6.4 illustre les pertes de terrain de même que les bâtiments exposés à l'horizon 2064.



Figure 6.4 – Perte de bâtiments et de terrain à l'horizon 2064 pour le segment Mont-Joli Sud

Pour l'ensemble du segment, les coûts associés à la perte de terrain sont de 14 895 \$ en dollars de 2012 escomptés au taux de 4 % sur la période d'étude de 50 ans.

b) Pertes de bâtiments

Selon les scénarios d'érosion probable retenus, seule la villa Frederick-James sera exposée à l'horizon 2064. Les autres bâtiments ne devraient pas être exposés d'ici 50 ans. Même si les chalets de la plage sont extrêmement près du bord de la falaise, les taux de recul projetés sont tellement faibles qu'ils ne devraient être exposés qu'en 2065, soit un an après la fin de la période d'étude. Par contre, l'accès aux chalets qui se fait du côté de la falaise deviendra probablement inutilisable avant 2065.

Dans ces circonstances, il a été décidé de ne pas considérer ces chalets comme étant exposés pendant la période d'étude par souci de cohérence entre les différentes analyses réalisées. Cependant, considérant la proximité de ces bâtiments, une analyse de sensibilité sur les taux d'érosion a été effectuée afin d'évaluer si l'exposition de ces



bâtiments additionnels modifierait le choix de l'option d'adaptation la plus avantageuse économiquement.

En cas de non-intervention, la perte de la villa Frederick-James est anticipée en 2042 et est évaluée à 77 278 \$, actualisés à un taux de 4 %. La valeur foncière de ce bâtiment ne prend pas en compte sa valeur patrimoniale, ni sa valeur culturelle.

6.2.2 Impacts économiques

Dans ce segment, le seul bâtiment exposé sur la période d'étude est la villa Frederick-James. Le terrain sur lequel se trouve cette villa est suffisamment grand pour que le bâtiment puisse y être déplacé et il demeure constructible même après l'exposition du bâtiment actuel à l'érosion. Ainsi, aucune perte de valeur n'a été considérée dans le cas de ce terrain.

Puisqu'aucun établissement hôtelier ne sera exposé d'ici la fin de la période d'étude, aucune perte commerciale engendrée par la perte d'unités d'habitation avec vue sur la mer n'a été incluse. Toutefois, cet impact potentiel a été pris en compte dans l'analyse de sensibilité sur le taux d'érosion, puisque qu'une hausse du taux de recul implique que certains chalets de la Plage sont exposés pendant la période d'étude.

Il est à souligner que la villa Frederick-James n'étant plus utilisée comme école internationale d'été, aucune perte liée à cette activité économique n'a été prise en compte dans cette analyse.

6.2.3 Impacts environnementaux

Du côté environnemental, il n'y a aucun impact anticipé. En effet, étant donné l'absence d'intervention directe sur la côte, il n'y a pas de perturbation de milieu naturel à la suite de la relocalisation stratégique de bâtiments.

6.2.4 Impacts sociaux

L'option de non-intervention implique des impacts sociaux négatifs en raison de la disparition de la villa Frederick-James, autant au plan du patrimoine historique et culturel que de la qualité du paysage de Percé. Par contre, la relocalisation stratégique a un



impact négatif moindre puisqu'elle permet de conserver la villa mais implique tout de même une modification de la qualité du paysage de Percé.

Il est extrêmement difficile de chiffrer la valeur de la villa Frederick-James dans l'environnement visuel, patrimonial et culturel de Percé. Toutefois, ce bâtiment, est reconnu comme un bâtiment patrimonial de grande valeur :

« Son emplacement sur le cap Canon, l'unicité de son architecture dans le paysage de Percé et le fait que son histoire soit liée de près à celle du peintre américain Frederick James sont tous des éléments qui contribuent à l'intérêt de cette magnifique propriété qui possède une valeur patrimoniale exceptionnelle. » (Patri-Arch, 2008)

La Commission des biens culturels du Québec considère même, dans un rapport de 2006, qu'un bâtiment d'une telle valeur devrait être classé comme bien patrimonial protégé individuellement (CBCQ, 2006).

En plus de la valeur patrimoniale de ce bâtiment, c'est tout le paysage de Percé qui serait modifié de manière significative avec la perte de la villa Frederick-James. Pour le visiteur déambulant sur la promenade dans l'anse du Sud, la villa permet de saisir toute la magnificence du rocher. Cet attribut particulier est très difficile à quantifier autrement qu'avec une enquête en comparant, par exemple, la valeur accordée à une photographie avec et sans la villa ce qui n'a pu être réalisé dans le cadre de cette étude.

Au-delà des appréciations qualitatives du caractère patrimonial et paysager exceptionnel de ce bâtiment, il est difficile d'en fixer une valeur économique. Toutefois, de récentes transactions immobilières effectuées sur le territoire de Percé ont permis d'obtenir une approximation de sa valeur patrimoniale.

En effet, au mois de septembre 2014, deux bâtiments patrimoniaux d'importance de la compagnie de pêche Charles Robin situés le long de la Promenade de l'anse du Sud ont été mis en vente. Ces bâtiments, construits dans les années 1830, sont des témoins éloquents de la période faste de pêche à la morue qui a caractérisé Percé au début du 19^e siècle. En ce sens, ces bâtiments de par leur importance historique, patrimoniale et visuelle dans l'environnement bâti de Percé peuvent se comparer à la villa



Frederick-James. L'inventaire du patrimoine bâti de l'arrondissement naturel de Percé réalisé par Patri-Arch (2008) qualifie ces bâtiments comme ayant une « valeur patrimoniale supérieure ».

Les deux bâtiments ont été achetés simultanément pour la somme de 600 000 \$, alors que leur valeur foncière ajustée aux conditions de marché de 2012 totalisait 433 625 \$ (soit 188 125 \$, 154 000 \$ et 161 500 \$ pour le Pirate, Bell House et le terrain respectivement) (Gélinas, 2014; Servitech, 2013). Selon les médias, l'acheteur a voulu assurer la pérennité de ces bâtiments historiques et que «Percé retrouve sa splendeur d'antan et que l'UNESCO l'inclue dans sa liste du patrimoine mondial » (Gélinas, 2014).

Compte tenu de leur état lors de l'achat, les deux bâtiments nécessiteront des réparations majeures avec des contraintes architecturales strictes imposées par le ministère québécois de la Culture et des Communications. Ces rénovations représentent des coûts au moins équivalents à la valeur d'achat (Haroun, 2014). Ainsi, considérant le prix d'achat de 600 000 \$ duquel est soustrait la valeur foncière du terrain, soit 161 500 \$, et les coûts des rénovations estimés à 600 000 \$, l'acheteur aura investi au moins 1 038 500 \$ pour ces deux bâtiments historiques une fois qu'ils auront été restaurés. Cette somme représente un peu plus de 3 fois la valeur des deux bâtiments inscrite au rôle d'évaluation et l'on peut considérer qu'elle reflète à la fois la valeur des bâtiments et la valeur minimale patrimoniale et de paysage associée à ces bâtiments.

En appliquant ce même ratio à la villa Frederick-James, la valeur du bâtiment s'établirait à 546 000 \$, soit 366 125 \$ de plus que la valeur foncière de 2012. Dans le cadre de cette analyse, il est supposé que la différence entre la valeur inscrite au rôle et la valeur dite marchande est égale à la valeur patrimoniale, culturelle et de paysage de la villa. Puisque la villa Frederick-James est exposée en 2042, la perte sociale se chiffre à 126 980 \$ en dollars de 2012 actualisés au taux de 4 %.

Enfin, l'anxiété liée à l'incertitude pour les propriétaires de bâtiments sur le cap du segment Mont-Joli Sud n'est pas pu être quantifiée malgré son effet négatif sur la qualité de vie. Il s'agit d'un impact négatif qui pourrait être atténué par la relocalisation stratégique et avoir un effet positif sur la valeur actuelle nette (VAN) de cette option. Il n'a toutefois pas été prise en compte dans le calcul de la VAN faute de données.

Numéro du projet : 540010-000 102



6.3 ESTIMATION DU COÛT DES OPTIONS D'ADAPTATION

Pour le segment Mont-Joli Sud, la seule option étudiée est la relocalisation stratégique. Donc, les seuls coûts présentés dans cette section sont ceux liés au déplacement du bâtiment. Selon la firme de déménagement Héneault et Gosselin Inc., le coût de déménagement sur un même terrain de ce type de bâtiment est de l'ordre de 1 345 \$ le mètre linéaire.

Ainsi, considérant les dimensions de la villa Frederick-James, le coût de son déménagement est estimé à un peu plus de 200 000 \$. Puisque la villa est à moins de 5 m de la falaise, pour des mesures de sécurité, elle devrait être déplacée le plus rapidement possible. Ainsi, il est supposé que le coût de relocalisation est engagé dès l'année 2015.

Il est à noter que l'option de non-intervention implique également un coût de mise en œuvre qui est lié à la démolition de la villa Frederick-James lorsqu'elle est exposée à l'érosion en 2042. Ce coût est de 5 210 \$ actualisé en dollars de 2012.

6.4 ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Cette section présente la somme de l'ensemble des coûts et des avantages de 2015 à 2064 qui ont permis d'estimer la valeur actualisée nette de la non-intervention et de la relocalisation stratégique.

6.4.1 Calcul des coûts sur 50 ans

Les coûts totaux des options comprennent les coûts liés à l'érosion, les coûts des mesures de même que les coûts associés aux impacts économiques, environnementaux et sociaux. Les coûts sont présentés de manière agrégée au tableau 6.2, mais sont disponibles sur une base annuelle à l'annexe 4.

Tableau 6.2 – Coûts totaux actualisés à 4 % de la non-intervention et de la relocalisation stratégique

Coûts	Non-intervention	Relocalisation stratégique
Érosion	77 278 \$	14 895 \$
Coûts de la mesure	5 210 \$	201 827 \$
Impacts sociaux	126 978 \$	-
VAN	209 466 \$	216 722 \$

Numéro du projet : 540010-000 103



En cas de non-intervention, les principaux coûts surviennent en 2042 avec la perte de la villa Frederick-James ainsi que de sa valeur patrimoniale et de paysage. Compte tenu de l'horizon lointain de cette perte, le choix du taux d'actualisation a une influence importante sur les coûts actualisés. C'est pourquoi une analyse de sensibilité portant sur le taux d'actualisation a été réalisée.

Pour ce qui est de la relocalisation stratégique, les principaux coûts sont en début de période, soit en 2015, puisque la villa se trouve à moins de 5 m de la falaise. La relocalisation doit être planifiée dès 2015, ce qui implique que le taux d'actualisation choisi n'a pas une grande influence sur la VAN de cette option.

6.4.2 Calcul des avantages sur 50 ans

Dans le cas du segment Mont-Joli Sud, aucun avantage direct n'a été identifié. Les seuls avantages potentiels de la relocalisation stratégique correspondent aux coûts évités de l'inaction.

6.4.3 Valeur actualisée nette

Compte tenu que les deux options étudiées ne comportent que des coûts, les valeurs actualisées nettes de la non-intervention et de la relocalisation stratégique sont respectivement de -209 467 \$ et -216 721 \$. Lorsque l'on estime la VAN de la relocalisation stratégique par rapport à l'option de non-intervention, elle est légèrement négative et atteint -7 254 \$. Quant au ratio avantages/coûts de la relocalisation par rapport à la non-intervention, il est de 0,96.

La figure 6.5 illustre la somme cumulée des coûts nets par rapport à la non-intervention actualisés à un taux de 4 % sur la période 2015-2064. Ce graphique montre que la relocalisation stratégique ne devient pas plus avantageuse que l'inaction au cours de la période d'étude, puisque la somme demeure négative. Cependant, la somme cumulée atteint presque zéro à partir de 2042, année où la villa Frederick-James est exposée selon les taux d'érosion probables de ce segment.



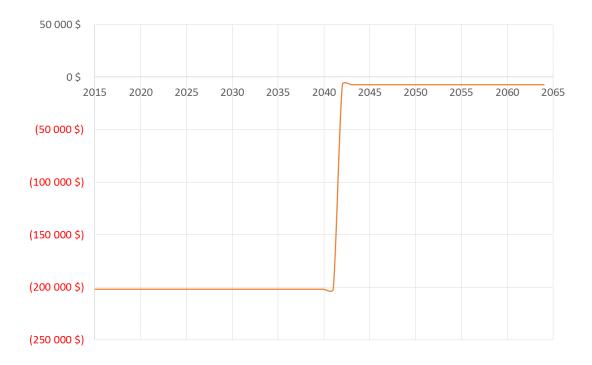


Figure 6.5 – Somme cumulative des coûts nets de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention, 2015-2064

6.4.4 Interprétation des résultats

Sur un horizon temporel de 50 ans et au taux d'actualisation de 4 %, la non-intervention et la relocalisation stratégique présentent des valeurs actualisées nettes pratiquement équivalentes. Même si la non-intervention semble a priori légèrement plus avantageuse que la relocalisation stratégique (d'environ 7 000 \$), cet avantage est considéré à l'intérieur de la marge d'erreur de l'analyse. En fait, la VAN comparative est tellement près de zéro qu'une faible variation de l'un ou l'autre des paramètres pourrait inverser les résultats de l'analyse. Par exemple, une faible accélération de l'érosion pourrait modifier suffisamment les résultats pour que la relocalisation stratégique devienne l'option privilégiée. Les analyses de sensibilité qui suivent permettent de mieux comprendre quels sont les paramètres qui peuvent influencer dans un sens ou un autre les résultats de cette ACA et s'il est possible de conclure qu'une des options est à privilégier.



106

6.5 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Les paramètres sur lesquels des analyses de sensibilité ont été réalisées sont la valeur patrimoniale et de paysage de la villa Frederick-James, les taux d'érosion et le taux d'actualisation. Ce sont les paramètres pour lesquels les hypothèses posées sont moins certaines et qui peuvent avoir une influence plus significative sur les résultats de l'ACA.

6.5.1 Valeur patrimoniale et de paysage

L'estimation de la valeur patrimoniale et de paysage de la villa Frederick-James est basée sur une seule transaction immobilière à Percé, soit celle portant sur deux bâtiments Robin (Bell House et le bâtiment du Pirate). Cette estimation repose sur l'hypothèse que la valeur patrimoniale des bâtiments Robin est équivalente à celle de la villa Frederick-James. Or la caractérisation réalisée dans le cadre de l'inventaire du patrimoine bâti de Percé qualifie la valeur patrimoniale des bâtiments Robin de « supérieure », tandis que la valeur patrimoniale de la villa Frederick-James est qualifiée d'« exceptionnelle » (Patri-Arch, 2008). Bien que cette terminologie soit qualitative, elle reflète une différence de valeur patrimoniale entre ces bâtiments.

Par ailleurs, la valeur visuelle de la villa Frederick-James dans le paysage de Percé n'a été considérée que partiellement à travers la prime patrimoniale. Pourtant, celle-ci est indéniable puisque ce bâtiment se retrouve sur de nombreuses photographies du rocher Percé.

Considérant ces éléments, une bonification de la valeur patrimoniale et de paysage de 20 % a été évaluée dans l'analyse de sensibilité. Cette bonification fait passer la valeur patrimoniale et de paysage de 366 125 \$ à 439 350 \$. La VAN de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention devient alors positive et se situe à un peu plus de 18 000 \$. Cet avantage comparatif est relativement faible considérant les incertitudes liées à l'analyse. Il n'est donc pas possible d'affirmer avec certitude que la relocalisation stratégique est une option nettement plus avantageuse que l'inaction à partir de cette seule modification.



6.5.2 Taux d'érosion

Les taux d'érosion probables utilisés pour ce segment varient entre -1 cm et -10 cm par année. Or, des taux de recul pouvant atteindre -80 cm par année ont été observés entre 2005 et 2012 à l'aide des bornes de mesure du LDGZC. Il est donc possible que les taux réels de recul pour les 50 prochaines années soient plus élevés que ceux retenus dans le cadre de cette ACA.

Afin d'étudier l'effet d'un recul plus rapide de la côte, il a été supposé que les taux d'érosion pourraient être de 10 % plus élevés. Sous cette hypothèse, deux des cinq chalets de la Plage seraient exposés en 2063 et 2064 respectivement, alors que la villa Frederick-James serait exposée en 2040 plutôt qu'en 2042.

L'exposition de deux chalets de la Plage s'accompagnerait d'une perte de vue sur la mer de deux unités d'hébergement. Selon l'évaluation réalisée sur le marché hôtelier de Percé, une unité d'hébergement avec vue sur la mer peut se louer 32 \$ de plus par nuitée qu'une unité sans vue. Cette prime représente une borne minimale de la valeur que les individus accordent à la vue sur la mer. Quant au taux d'occupation de ces deux unités d'hébergement, il a été estimé grâce au taux d'occupation moyen des chambres en Gaspésie de Tourisme Québec pour 2013, soit 82 nuitées par année. La perte économique associée à l'exposition de deux chalets de la Plage est ainsi estimée à 5 248 \$. Dans l'analyse de sensibilité, cette perte économique est comptabilisée aux moments où chacun des bâtiments est considéré comme perdu.

En augmentant le taux d'érosion de 10 %, la VAN de la non-intervention passe de -209 467 \$ à -240 404 \$, tandis que la VAN de la relocalisation stratégique passe de -216 721 \$ à -227 265 \$. Par ailleurs, la VAN de la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention devient positive et atteint un peu plus de 13 000 \$. Toutefois, cette VAN est insuffisante pour considérer que la relocalisation stratégique est préférable à l'inaction, celle-ci se situant dans la marge d'erreur de l'analyse.

6.5.3 Taux d'actualisation

Le tableau 6.4 illustre les variations de coûts et de résultats obtenues en utilisant des taux d'actualisation de 2 % et 6 %. Ce tableau permet d'observer que le taux d'actualisation a un effet important sur l'option à privilégier. L'utilisation d'un taux d'actualisation de 2 %



rend la relocalisation stratégique plus avantageuse que la non-intervention, alors qu'un taux d'actualisation de 6 % a l'effet contraire.

Tableau 6.3 – Variations des coûts et des VAN avec des taux d'actualisation de 2 % et 6 %

Ontion considérée	Variations	Taux d'actualisation	
Option considérée	variations	2 %	6 %
	Coûts liés à l'érosion	126 416 \$	48 594 \$
Non-intervention	Coût de la mesure	8 801 \$	3 115 \$
Non-intervention	Coûts sociaux	214 499 \$	75 923 \$
	VAN	(349 716 \$)	(127 632 \$)
	Coûts liés à l'érosion	21 034 \$	11 294 \$
Relocalisation stratégique	Coût de la mesure	201 827 \$	201 827 \$
	VAN	(222 861 \$)	(213 121 \$)

Les variations observées dans les résultats s'expliquent par le fait qu'un bas taux d'actualisation augmente le poids des flux monétaires futurs et donc la perte appréhendée en 2042 par l'exposition de la villa Frederick-James devient plus importante. Inversement, l'utilisation d'un taux d'actualisation plus élevé accorde un poids moindre aux impacts futurs. L'absence de robustesse dans les conclusions de l'analyse implique qu'on ne peut privilégier la relocalisation stratégique ou la non-intervention. Cependant, lorsque l'on considère des actifs à caractère communautaire comme un bien patrimonial dont la conservation est importante pour les générations futures, la théorie économique suggère d'utiliser un taux d'actualisation inférieur, ce qui favoriserait la relocalisation stratégique.

6.6 CONCLUSION

De façon générale les deux options à l'étude semblent présenter des VAN similaires sur l'horizon d'étude à un taux d'actualisation de 4 %. Les analyses de sensibilité modifiant un paramètre à la fois n'ont pas permis de déterminer si l'une ou l'autre des options est plus avantageuse économiquement. Toutefois, une analyse de sensibilité qui combinerait une augmentation de la valeur patrimoniale et de paysage de la villa Frederick-James (20 %) et une légère hausse du taux d'érosion (10 %) à un taux d'actualisation de 4 % conduirait à privilégier la relocalisation stratégique par rapport à la non-intervention.

Numéro du projet : 540010-000 108



Quant à l'analyse de sensibilité sur le taux d'actualisation, elle a démontré que le facteur temporel est critique dans ce segment. D'ailleurs, même si la villa Frederick-James est menacée en 2042 seulement, sa préservation exige une relocalisation imminente puisque ce bâtiment est déjà localisé à moins de 5 mètres de la côte. Ainsi, une décision s'impose à très court terme si l'on veut pouvoir préserver la villa Frederick-James pour les générations futures.

Numéro du projet : 540010-000



7. SEGMENT ANSE DU NORD

DESCRIPTION GÉNÉRALE 7.1

Le segment Anse du Nord est délimité au sud par la rue Biard et au nord par l'ancien édifice de la Coopérative des Pêcheurs, qui abrite aujourd'hui les services publics de la ville. Le secteur de l'anse du Nord est le second secteur névralgique de l'offre touristique de Percé. Complémentaire à l'anse du Sud, il accueille à la fois des infrastructures touristiques, commerciales et résidentielles. Il comprend, entre autres, un petit terrain de camping pour véhicules récréatifs, un magasin général, les hôtels-motels Bleu Blanc Rouge, les Trois Sœurs et Rocher Percé et deux restaurants.

D'un point de vue touristique, l'anse du Nord est particulièrement prisée pour sa plage de galets qui a conservé son aspect naturel, de même que son point de vue sur le rocher Percé et le cap Barré. Ce dernier est reconnu comme un élément du patrimoine naturel de Percé. Le littoral de l'anse du Nord est principalement utilisé pour marcher, pique-niquer, observer les mammifères marins et pêcher le maquereau et le bar rayé.

Malgré ces nombreux attraits, l'achalandage à l'anse du Nord est beaucoup moins important qu'à l'anse du Sud, puisque les accès y sont plus restreints et que le site n'a pas fait l'objet d'une mise en valeur comparable à celle de l'anse du Sud. Au sud, la grève est accessible à l'extrémité de la rue Biard par un escalier de bois dont la structure est appuyée sur l'emmarchement bétonné. Au nord, la Ville de Percé a aménagé un petit parc



servant essentiellement d'espace de stationnement informel qui permet de rejoindre la plage par une descente naturelle vers la grève²⁴.

Une enquête sur l'usage du littoral réalisée en août 2014 a permis d'estimer l'achalandage total à environ 3 500 visites entre les mois de juin et octobre (Ouranos, 2014). En comparaison aux centaines de milliers de visites ayant lieu annuellement au quai et à la promenade, l'anse du Nord attire peu de touristes malgré la qualité de son environnement naturel et des points de vue qu'elle offre sur la mer et le rocher Percé.

Au niveau géomorphologique, ce secteur est composé d'une alternance de côte à terrasse de plage, de côte à remblai et de basses falaises meubles (LDGIZC-UQAR, 2015). La dérive littorale est orientée vers le nord et entraîne les sédiments qui sont érodés du côté nord du cap du Mont-Joli vers l'anse du Nord (LDGIZC-UQAR, 2015). La présence du cap Barré agit comme un frein à la dérive littorale et marque la fin de la cellule hydrosédimentaire du rocher Percé. La présence du cap Barré permet l'accumulation de la plage (voir figure 7.1). Un important ruisseau se jette dans la portion nord du segment juste avant l'édifice de la Ville de Percé.

Historiquement, la plage de l'anse du Nord abritait un quai qui servait aux bateaux de pêche et aux départs des excursionnistes vers le rocher Percé et l'île Bonaventure. En effet, à l'époque, le quai de Percé se trouvait du côté de l'anse du Nord (voir figure 7.2). La photographie historique ci-dessous permet de voir que la dérive littorale transite bel et bien du sud vers le nord, soit du cap du Mont-Joli vers le cap Barré. Cette image permet également de constater qu'à l'époque la plupart des bâtiments construits près de la côte avaient des fondations appuyées sur des assises en pilotis et servaient essentiellement aux activités de pêche qui étaient pratiquées dans la région.

Le littoral de l'anse du Nord est resté relativement naturel jusque dans les années 70 où des infrastructures de protection ont été érigées. Les berges ont alors été consolidées en construisant des « emmarchements bétonnés » (voir figure 7.3). D'autres mesures de protection sur certaines portions du segment sont venues rigidifier davantage la côte. Au fil du temps, certains propriétaires riverains ont construit des murs de protection et des enrochements pour freiner l'érosion de leur terrain.

La Ville de Percé projette de déménager le club nautique à l'anse du Nord ce qui pourrait augmenter l'achalandage dans ce segment. Toutefois, la présente ACA ne tient pas compte de ce projet puisqu'elle suppose le statu quo en termes d'activités économiques.





Figure 7.1 – Imagerie satellite du segment Anse du Nord

Numéro du projet : 540010-000





Source : Ville de Percé

Figure 7.2 – Photographie historique de l'anse du Nord



Source: LDGIZC-UQAR et MSP

Figure 7.3 – Photographie oblique d'une portion de côte protégée par un emmarchement bétonné en 2010



7.1.1 Problématique

La présence d'une plage relativement large permet de minimiser l'impact des tempêtes sur l'érosion des basses falaises en arrière-plage. Toutefois, la mise en place de structures de protection et de remblai au courant des dernières années a contribué à un abaissement et à une réduction importante de la largeur des plages devant celles-ci. Depuis les années 60, la largeur de la plage s'est réduite de plus de 20 m (Bernatchez et al., 2008). L'artificialisation partielle de la côte a également eu pour effet de provoquer des effets de bout sur les portions de côte non protégées (voir figure 7.4).



Source: LDGIZC-UQAR et MSP

Figure 7.4 – Effet de bout d'un mur de protection sur le terrain adjacent dans une portion du segment Anse du Nord en 2010

Les apports en provenance du sud ne semblent pas suffisants pour maintenir la plage dans son état actuel. Une rigidification plus importante de la côte pourrait empirer la situation. L'artificialisation de l'ensemble du secteur entraînerait la disparition de la plage avec le temps, de manière similaire à ce qui s'est produit dans le segment Anse du Sud suite à la construction du mur de béton.

En termes de recul, l'amincissement et l'abaissement de la plage ne se sont pas traduits par un recul important du trait de côte entre 1993 et 2013. L'aménagement des différentes



structures de protection, dont l'emmarchement bétonné, a permis de maintenir jusqu'à un certain point la ligne de rivage fixe. Le taux de déplacement moyen pour l'ensemble du segment est de l'ordre de -3 cm par année, mais les taux mesurés à différents points de la côte sont assez hétérogènes (LDGIZC-UQAR, 2015). Les portions encore naturelles ont tendance à reculer beaucoup plus rapidement en raison des effets de bout des autres structures. Par exemple, dans la portion entre le muret de bois de l'Auberge Les Trois Sœurs et le remblai du garage municipal, la côte a reculé de 3,96 m entre 2007 et 2009 (LDGIZC-UQAR, 2015).

7.1.2 Option de non-intervention

L'option de non-intervention consiste au laisser-aller des structures de protection en place. Cette option repose sur l'hypothèse que les structures actuelles ne sont pas bien dimensionnées et que même entretenues elles ne permettraient pas de freiner le recul de la côte. Cette approche favoriserait à la fois un retour vers une côte naturelle à moyen terme et une reprise du rythme naturel de recul du segment vers la recherche d'un nouvel équilibre de la plage.

Le taux d'érosion appliqué est égal au taux moyen mesuré dans les sections naturelles du segment entre 1993 et 2013. Il est donc posé comme hypothèse que, sans intervention, la côte de l'anse du Nord évoluera au rythme de -18 cm par an (LDGIZC-UQAR, 2015). Par ailleurs, malgré le fait que les reculs de la côte se produiront probablement lors d'évènements de tempêtes, il est supposé que la côte reculera graduellement d'année en année.

7.1.3 Options d'adaptation

Parallèlement à la présente étude, la Ville de Percé a mandaté la firme de génie-conseil BPR et des collaborateurs afin de mener une étude de conception préliminaire des options envisagées pour la protection des berges à la fois de l'anse du Sud et de l'anse du Nord. Les options d'aménagement étudiées tiennent compte des contraintes hydrodynamiques, de l'érosion, du processus de sédimentation et de la géomorphologie des sols du segment Anse du Sud. Ces options ont été conçues pour éviter l'érosion sur un horizon temporel de 50 ans. Ainsi, dans une logique de complémentarité des deux études, la présente étude s'est appuyée sur l'identification et la conception des options



réalisées par la firme de génie-conseil pour alimenter la comparaison des options envisagées d'un point de vue économique.

Les options d'adaptation étudiées dans la présente analyse sont la recharge de plage en galets, l'enrochement, le riprap et la relocalisation stratégique.

a) Recharge de plage²⁵ (RP)

La protection par recharge de plage est basée sur le principe du maintien des conditions géomorphologiques de la plage de l'anse du Nord. Compte tenu de l'intensité des vagues qui frappent les rives de Percé, la recharge nécessite d'utiliser des matériaux relativement grossiers. Ce type de matériel est toutefois typique du galet que l'on retrouve sur la plage de l'anse du Nord. Les diamètres médians D₅₀ considérés varient entre 20 et 40 mm. Quant à l'élévation moyenne de la crête de la recharge, celle-ci atteindrait 2 m par rapport au niveau moyen des mers (NMM) et présenterait une largeur moyenne entre 12 et 15 m (voir figure 7.5).



Source: BPR et al. (2014)

Figure 7.5 – Coupe-type de la recharge de plage pour l'anse du Nord

Pour la portion médiane de l'anse du Nord, la pente de la rive et la profondeur d'eau nécessitent la mise en place d'une berme de pierres au pied de la recharge de plage afin d'en assurer la stabilité et diminuer la quantité de galets requise. L'option de la recharge de plage dans l'anse du Nord implique également le déplacement du bâtiment du camping

²⁵ La conception a été faite de manière à ce que l'ouvrage résiste à des niveaux d'eau de récurrence 50 ans, comprenant une influence des changements climatiques sur les niveaux d'eau de +40 cm sur 50 ans (BPR et al., 2014).



Havre-de-la-Nuit afin de fixer la ligne de rivage de manière à atteindre une pente d'équilibre de la plage dans le secteur le plus au sud.

b) Enrochement (E)

Cette option consiste en une protection par enrochement classique avec une pente d'environ 67 % ou d'un mètre de hauteur par 1,5 m de largeur. Selon les critères de conception²⁶, l'élévation de la crête de l'enrochement se situerait à 5 m au-dessus du NMM sur l'ensemble du segment (figure 7.6).



Source : BPR et al. (2014).

Figure 7.6 – Coupe-type de l'option de l'enrochement pour l'anse du Nord (transect 50)

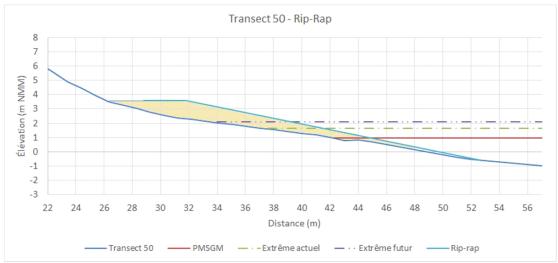
c) Riprap (RR)

La protection par riprap s'appuie sur le même principe qu'un enrochement classique tout en utilisant une pierre présentant une granulométrie nettement plus étalée que la pierre de carapace d'un enrochement classique. Le riprap est conçu avec une pente beaucoup plus faible que celle de l'enrochement, soit avec une pente d'environ 20 % ou d'un mètre de hauteur par 5 m de largeur. Une plus faible pente permet de diminuer la remontée des vagues (runup) lors des événements de tempêtes. Par conséquent, l'élévation nécessaire de la crête du riprap est plus faible que celle d'un enrochement classique. Dans le cas de

²⁶ Les critères de conception pour la hauteur de l'enrochement se fondent sur 2 % de franchissement pour des épisodes de récurrence de 50 ans (BPR et al., 2014).



l'anse du Nord, l'élévation moyenne de la crête du riprap se situerait environ à 3,5 m au-dessus du NMM.



Source: BPR et al., 2014.

Figure 7.7 – Coupe-type de l'option de riprap dans l'anse du Nord (transect 50)

d) Relocalisation stratégique (RS)

La relocalisation stratégique est définie comme étant le déménagement des bâtiments à risque dès qu'ils sont à moins de 5 m du trait de côte. Le déménagement peut se faire sur le même terrain, s'il est suffisamment grand, ou sur un autre terrain. Le déménagement sur un même terrain est favorisé dans la mesure où les règlements de zonage sont respectés et que les bâtiments relocalisés sont hors de danger jusqu'à la fin de la période d'étude. Selon le *Règlement de zonage de Percé numéro 436-2011*, les marges minimales de recul pour ce segment varient entre 3 et 15 m pour les marges avant, entre 2 et 4 m pour les marges latérales, entre 6 et 9 m pour les marges latérales combinées et elles sont de 9 m en tout temps pour les marges arrières.

7.1.4 Impacts appréhendés

Les impacts appréhendés dans le segment Anse du Nord sont nombreux et de diverses natures. Le segment est assez densément bâti, abritant un bon nombre d'établissements hôteliers, de commerces et de restaurants. Bien que moins achalandé que l'anse du Sud, le segment possède un potentiel touristique indéniable avec sa plage de galets et une vue imprenable sur le rocher Percé et la mer. En ce sens, les interventions sur le littoral



pourraient avoir un impact sur l'usage récréatif du littoral en le bonifiant ou au contraire en réduisant la qualité de l'expérience récréative. Le tableau 7.1 présente les impacts appréhendés de la non-intervention et des quatre options étudiées dans le cadre de cette ACA.

Tableau 7.1 - Impacts des options d'adaptation pour le segment Anse du Nord

Types d'impact	NI	RS	RP	RR	E
Impacts dus à l'érosion					
Pertes de terrain	Х	Х			
Dommages ou pertes de bâtiments résidentiels	Х				
Dommages aux bâtiments commerciaux	Х				
Dommages aux infrastructures publiques	Х				
Impacts économiques					
Modification d'achalandage touristique					
Perte de revenus commerciaux	Х				
Perturbation des activités de pêche commerciale					
Impacts environnementaux					
Modification d'habitats naturels					
Perturbation de frayères à poissons				Х	
Impacts sociaux	•				•
Modification du littoral et de son usage récréatif			Х		
Amélioration de la qualité de vie (sécurité, quiétude, etc.)			Х	Х	Х

NI : Non-intervention; RS : Relocalisation stratégique; RP : Recharge de plage; RR : Riprap; E : Enrochement X : présence d'impact appréhendé

Les impacts dus à l'érosion se manifestent presqu'uniquement en cas de non-intervention, c'est-à-dire suite au laisser-aller des infrastructures de protection existantes. Cependant, comme la relocalisation stratégique ne freine pas l'érosion, des pertes de terrain sont également associées à cette option. Toutes les autres options envisagées ont pour conséquence d'enrayer l'érosion, éliminant du même coup les dommages potentiels aux infrastructures.

Les principaux impacts économiques concernent l'achalandage touristique, les revenus commerciaux liés aux unités d'hébergement avec vue sur la mer et, potentiellement, les activités de pêche commerciale.



L'anse du Nord occupe une place importante, quoique moins significative que l'anse du Sud, dans l'offre touristique de Percé. Une modification majeure de l'aménagement du littoral dans ce secteur combinée à une bonification des accès à la grève et des activités touristiques en bord de mer pourrait avoir un impact non négligeable sur le pouvoir d'attraction de Percé. Or cela pourrait se traduire par la hausse du nombre de touristes séjournant à Percé et, en particulier, sur la durée de leur séjour.

Par ailleurs, lorsque certains établissements seront exposés à l'érosion, la perte des unités d'hébergement aura pour conséquence de diminuer l'offre de chambres avec vue sur la mer et de diminuer les revenus commerciaux provenant de la prime pour vue sur la mer.

L'anse du Nord est également une zone de pêche importante pour le secteur de Percé. Dépendant de la conception des options d'adaptation, leur réalisation pourrait modifier les secteurs d'habitats du homard situés sur l'avant plage du segment. Cette perturbation pourrait venir modifier les zones propices au développement du homard et, par le fait même, affecter la productivité de la pêche au homard aux endroits touchés. Les impacts potentiels sur cette activité économique sont discutés plus en détail à la section 7.2.2.

Quant aux impacts environnementaux, ceux-ci concernent essentiellement l'empiètement du littoral par le riprap. Cet empiètement pourrait détruire des frayères à capelan. Par contre, d'autres options pourraient bonifier l'habitat en créant une diversité d'interstices entre les matériaux rocheux utilisés. Toutefois, de tels gains ne sont pas comptabilisés dans cette analyse.

En ce qui a trait aux impacts sociaux, ils sont au nombre de deux. La transformation du bord de mer de Percé affectera directement la manière dont les résidents et touristes fréquentent et utilisent le littoral. Incidemment, la valeur accordée à l'usage du littoral pourrait être modifiée par l'une ou l'autre des options envisagées.

Enfin, pour les résidents vivant sur le bord de mer de l'anse du Nord, les tempêtes automnales et hivernales peuvent être des moments de grande insécurité et de stress affectant leur qualité de vie. Une amélioration de la protection des berges pourrait contribuer à diminuer cet effet néfaste et à bonifier la qualité de vie en bord de mer.



7.2 ESTIMATION MONÉTAIRE DES IMPACTS

7.2.1 Impacts dus à l'érosion

L'estimation monétaire des coûts liés à l'érosion permet de chiffrer les enjeux relatifs aux infrastructures et terrains à risque. Tous les coûts présentés dans les paragraphes qui suivent sont associés à l'option de non-intervention ou à la relocalisation stratégique, puisque toutes les autres options d'adaptation permettent de freiner l'érosion.

a) Pertes de terrain

Le taux probable d'érosion étant de -18 cm par an dans le segment Anse du Nord, des pertes de terrain sont prévues annuellement en raison de l'érosion. La perte totale de superficies est illustrée à la figure 7.8. À mesure que l'érosion gruge un terrain, la valeur de celui-ci diminue proportionnellement. La valeur économique d'un terrain a été estimée en se référant à sa valeur foncière ajustée en dollars de 2012²⁷.

Pour l'ensemble du segment, les coûts associés à la perte de terrain sont de 44 225 \$ en dollars de 2012 escomptés au taux de 4 % sur la période d'étude de 50 ans. Ces coûts sont les mêmes en situation de non-intervention qu'en optant pour la relocalisation stratégique.

²⁷ Étant donné le décalage entre le dépôt du rôle d'évaluation et la valeur au marché, les données du rôle de 2013 représentent les valeurs au marché de juillet 2011. Afin de les transformer en valeurs de 2012, la valeur inscrite au rôle a été multipliée par le facteur d'ajustement proposé par le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, soit 1,25. Le facteur d'ajustement est établi en considérant l'écart médian entre les ventes réalisées à Percé et la valeur inscrite au rôle pour ramener les valeurs aux conditions de marché de 2012.





Figure 7.8 – Cartographie du recul anticipé à l'horizon 2064 pour le segment Anse du Nord

b) Pertes de bâtiments résidentiels

Au total, trois bâtiments résidentiels se situant sur deux lots différents seront exposés d'ici 2064. Le lot le plus au sud comprend deux bâtiments, soit un bâtiment secondaire qui sera perdu en 2048 et le bâtiment principal exposé en 2049. Quant au lot plus au nord, il est constitué de deux résidences, mais une seule est touchée en 2048.

La valeur des propriétés perdues a été estimée en se référant au rôle foncier de Percé ajusté pour refléter la valeur foncière en 2012. Lorsqu'une propriété incluait deux bâtiments, la moitié de la valeur foncière a été attribuée à chaque bâtiment au moment de sa perte. La valeur totale des pertes de bâtiments résidentiels actualisés à 4 % s'élève à 54 125 \$.

Dans le cadre de la relocalisation stratégique, il a été établi que les trois bâtiments résidentiels à risque peuvent être déplacés sur le même terrain en respectant le règlement de zonage applicable.



c) Perte de bâtiments commerciaux

Tous les bâtiments commerciaux exposés sur la période d'étude sont des établissements hôteliers, à l'exception d'un bâtiment d'accueil pour un terrain de camping qui sert également de resto-bar. Ils sont affectés entre 2036 et 2051.

Certains des bâtiments touchés font partie de complexes hôteliers comprenant 3 à 4 bâtiments. Dans de tels cas, la valeur d'un bâtiment perdu a été estimée en considérant le nombre d'unités d'hébergement dans ce bâtiment par rapport à l'offre totale d'unités dans le complexe hôtelier. Ceci signifie que si un bâtiment perdu comporte le tiers des unités d'hébergement d'un complexe hôtelier, alors la valeur de ce bâtiment correspond au tiers de la valeur totale du complexe hôtelier telle que spécifiée au rôle d'évaluation.

Comme les bâtiments hôteliers de l'anse du Nord sont construits perpendiculairement à la côte, ce ne sont pas toutes les unités d'hébergement qui sont touchées lorsqu'un bâtiment est exposé. Par exemple, dans le cas de l'Auberge Les Trois Sœurs dont deux bâtiments sont exposés, seulement 10 unités d'hébergement sont réellement à risque, et ce, même si ces deux bâtiments comprennent un total de 38 unités d'hébergement. Ainsi, la proportion de la valeur totale de chacun des bâtiments perdus a été évaluée en fonction du nombre d'unités d'hébergement réellement à risque.

La valeur totale des bâtiments commerciaux exposés a été estimée à 121 435 \$ au taux d'actualisation de 4 % sur un horizon temporel de 50 ans. Dans le cadre de la relocalisation stratégique, il a été établi que tous les bâtiments commerciaux à risque, sauf un, peuvent être déplacés sur le même terrain en respectant le règlement de zonage applicable.

d) Dommages aux infrastructures publiques

Les infrastructures publiques sur le segment incluent le garage municipal et un petit parc municipal. Selon les projections d'érosion, le garage municipal ne sera pas touché par l'érosion et le parc municipal ne contient aucune infrastructure à risque. Seul le terrain sera grugé par la mer et cette perte a été comptabilisée dans les pertes de terrain.



7.2.2 Impacts économiques

a) Modification de l'achalandage touristique

Les interventions envisagées sur la côte de l'anse du Nord pourraient favoriser une meilleure harmonisation entre l'usage touristique, récréatif et naturel de Percé. Le charme de l'anse du Nord réside dans son caractère naturel. De ce fait, une bonification des attributs par des aménagements cohérents avec la nature du site pourrait se traduire par une augmentation du nombre de visiteurs et de la durée des activités récréotouristiques sur le site.

Toutefois, les options d'adaptation considérées à l'anse du Nord n'incluent pas d'aménagements récréotouristiques qui pourraient favoriser une croissance de l'achalandage touristique, tels qu'une promenade ou un belvédère. Les options se concentrent sur la protection du littoral et des actifs à risque. En conséquence, il est supposé dans cette analyse que les options d'adaptation n'auront pas d'impact quantifiable sur l'achalandage touristique à Percé, ni en Gaspésie.

b) Perte de revenus commerciaux

Une analyse coûts-avantages ne prend pas en compte les revenus qui sont perdus par un établissement commercial si ceux-ci sont transférés à un autre établissement. Toutefois, si les revenus ne sont pas entièrement transférés, alors on peut considérer qu'il y a une perte pour l'ensemble de l'économie.

Dans les cas de l'Auberge Les Trois Sœurs et du motel Bleu Blanc Rouge, certains bâtiments seront affectés par l'érosion dans l'option de non-intervention. Donc, il est probable que les unités d'hébergement avec vue sur la mer qui seront perdues ne pourront pas être remplacées par des unités offrant une aussi belle vue dans les autres établissements. Ce type d'unités est en nombre limité compte tenu des possibilités d'avoir une vue sur la mer. Or, les unités d'hébergement avec vue sur la mer sont généralement louées à un prix plus élevé que celles qui ne disposent pas de cette vue.

La perte d'unités offrant une vue sur la mer signifie une perte de revenus commerciaux pour l'ensemble de la région. L'analyse des prix d'unités d'hébergement à Percé, entre autres auprès des motels La Normandie et Riôtel ainsi que la consultation de sites internet



comme TripAdvisor, indiquent qu'en moyenne une prime de 32 \$ par nuit est chargée au client pour une unité avec vue sur la mer. Cette prime reflète la valeur minimale qu'accorde la clientèle à la vue de ce paysage unique.

Les bâtiments exposés de l'Auberge Les Trois Sœurs et du motel Bleu Blanc Rouge comptent 41 unités qui offrent une vue sur la mer. De ces unités seulement 13 seront exposés à l'horizon 2064. En supposant que le taux d'occupation de ces unités est équivalent au taux moyen d'occupation des chambres en Gaspésie de Tourisme Québec en 2013, soit 82 nuitées/an, alors la perte de 13 unités représente une somme d'environ de 34 125 \$ par an. Il faut toutefois rappeler que les bâtiments sont affectés à différents moments dans le temps par l'érosion dans l'option de non-intervention. Donc, les pertes de revenus commerciaux ont été calculées en fonction du nombre d'unités affectées et du moment où ces unités ne sont plus utilisables.

c) Perturbation des activités de pêche commerciale

En termes de pêche commerciale, c'est essentiellement le homard d'Amérique qui est pêché dans le secteur. Une intervention dans le milieu pourrait potentiellement perturber son habitat par l'apport de sédiments et modifier le fond marin par l'empiétement. Ultimement, selon l'ampleur de l'empiétement, la productivité de la pêche au homard pourrait diminuer dans ce secteur.

Toutefois, les casiers de pêche sont jetés relativement loin du rivage à l'anse du Nord. Il est possible d'en déduire que l'habitat du homard est probablement de meilleure qualité un peu plus loin au large que près de la côte. Cette hypothèse a été confirmée par la caractérisation sommaire du fond marin réalisée aux fins du projet par la firme Pesca Environnement :

« La qualité de l'habitat du homard le long de la plage de l'anse du Nord est faible. Le fond marin est dominé par du sable et du gravier, quelques galets y sont présents. Les algues y sont peu présentes. Le fond marin comporte peu d'abris pour les homards juvéniles et adultes. Les individus au stade postlarve peuvent y trouver refuge, mais risquent d'y être délogés en raison des vagues, des marées et des courants qui brassent les sédiments superficiels. » (Castonguay et Bélanger, 2014, p. 7)

La figure 7.9 illustre la qualité de l'habitat du homard dans l'anse du Nord. La zone immédiatement contiguë au cap Barré présente un habitat de qualité élevé. En fait,



comme il est possible de voir à la figure 7.10, le fond marin dans cette région est rocailleux et est couvert d'une riche flore marine. Ce type de fond marin est favorable au homard à tous les stades de développement.

Par contre, dans la zone plus au sud, la qualité de l'habitat du homard diminue alors que le fond marin est davantage graveleux et sans végétation. Les 100 premiers mètres à partir du littoral sont particulièrement inhospitaliers pour le homard à l'intérieur de toute la portion sud du segment.

Dans cette optique, il est supposé que les options d'adaptation envisagées ne devraient pas perturber la pêche commerciale du homard, car la zone d'intervention dans le segment n'est pas un milieu propice pour le développement du homard d'Amérique. L'empiètement de la recharge de plage ne devrait pas modifier substantiellement le type de fond marin (voir figure 7.11). Par ailleurs, la berme de pierre submergée proposée pour réduire l'énergie des vagues avec la recharge de plage pourrait bonifier l'habitat pour le homard en créant des interstices où il pourrait se réfugier.

Il est important de souligner que cette hypothèse repose sur une caractérisation sommaire du fond marin et qu'une étude d'impact environnemental et social sera requise pour préciser les impacts potentiels sur la pêche commerciale.



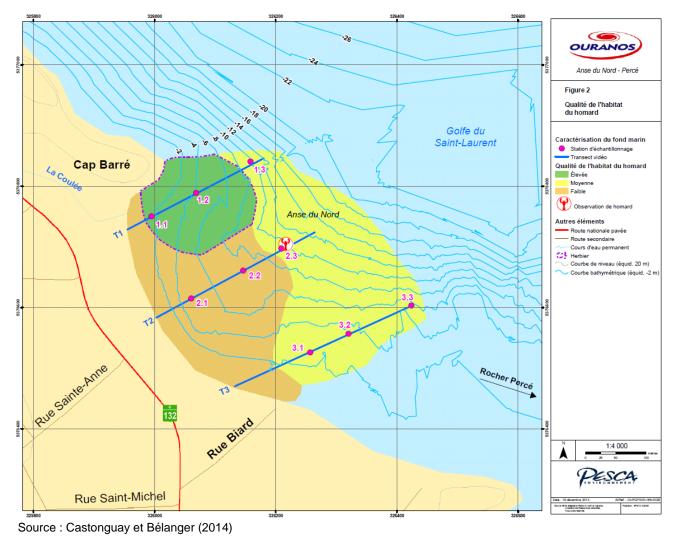


Figure 7.9 – Qualité de l'habitat du homard dans le secteur inventorié de l'anse du Nord





Source : Castonguay et Bélanger (2014)

Figure 7.10 – Habitat du homard de qualité élevée, transect 1



Source : Castonguay et Bélanger (2014)

Figure 7.11 – Habitat du homard de qualité faible, transect 2



7.2.3 Impacts environnementaux

a) Modification d'habitats naturels

Tel qu'illustré à la section précédente, le fond marin de ce secteur est essentiellement composé de galets, de sable et de gravier. En fonction de la conception préliminaire des ouvrages proposés par BPR, l'empiètement par recharge de plage ne viendrait pas modifier substantiellement les caractéristiques actuelles du fond marin.

Aussi, la mise en place de riprap ou d'enrochement ne mènerait pas à un empiètement important venant modifier le substrat de l'anse du Nord. Par conséquent, aucun impact sur les habitats naturels n'a été pris en compte dans cette analyse.

b) Perturbation de frayères à capelan

D'après le rapport de la firme Pesca Environnement (Castonguay et Bélanger, 2014), l'anse du Nord est une plage fréquentée par le capelan, un petit poisson pélagique qui migre vers les côtes pour frayer sur les plages ou sur des fonds marins propices. Ainsi, si les travaux avaient lieu en mai et juin, la fraie du capelan pourrait être perturbée. Toutefois, dans la mesure où les travaux sont réalisés en dehors de cette période, seul le riprap aurait un impact permanent sur la fraie du capelan puisque la granulométrie de la côte ne serait plus propice à la fraie.

Le capelan est une espèce clé de l'écosystème du nord du golfe du Saint-Laurent, une espèce à la base de la chaîne alimentaire marine. C'est une proie essentielle de la morue et de plusieurs autres poissons (flétan du Groenland, plie canadienne, saumon), des rorquals, des dauphins et aussi de certains oiseaux marins, dont le fou de Bassan, qui est regroupé en une importante colonie sur l'ile Bonaventure.

Afin de compenser la perte d'un milieu propice au capelan, il est envisagé de réaliser une recharge de plage à un endroit où le capelan a déjà frayé, mais où la plage s'est dégradée au fil du temps. Certaines plages de Barachois ou de l'Anse-à-Beaufils ont connu un amincissement marqué entre 1934 et 2001 et seraient des endroits propices à des recharges de plage (Bernatchez *et al.*, 2008). L'entretien de cette recharge doit également être pris en compte afin que cette mesure compensatoire puisse se maintenir.



130

Les 536 m de littoral de l'anse du Nord sont susceptibles d'être des zones de fraie du capelan. La superficie affectée serait équivalente à la superficie couverte par la recharge de plage qui nécessite 11 800 m³ de galets. En conséquence, il a été estimé que la même quantité de sable serait nécessaire pour recréer une plage de superficie équivalente dans les environs de Percé. En considérant que le sable coûte 15 \$ le m³ et en ajoutant les frais de mobilisation (5 %), de contingence (20 %), d'ingénierie (10 %) et de surveillance (10 %), le coût actualisé de la compensation pour la perte de superficie de fraie du capelan s'élève à environ 230 000 \$. De plus, il est supposé que des frais d'entretien seront encourus 4 fois au cours de l'horizon temporel 2015-2064 pour un coût actualisé de 98 054 \$. La nécessité d'effectuer une telle compensation devra être confirmée dans le cadre d'une étude d'impact environnemental et social.

7.2.4 Impacts sociaux

Les impacts sociaux identifiés concernent l'usage récréatif du littoral et la qualité de vie. Les prochaines sections décrivent comment sont traités ces impacts dans l'ACA.

a) Modification de l'usage récréatif du littoral

En transformant le littoral de l'anse du Nord, il est fort probable que l'usage récréatif de la côte sera modifié. L'option de non-intervention suppose que la côte conservera son caractère naturel, puisqu'aucune intervention n'est projetée. Ce faisant, la plage devrait se maintenir et l'usage du littoral ne devrait pas être modifié substantiellement par cette option. Cette hypothèse s'applique également pour l'option de la relocalisation stratégique.

Par contre, dans le cas des autres options envisagées, des gains ou des pertes potentiels pourraient se produire en termes de temps passé sur la plage et de la valeur accordée au littoral par les usagers.

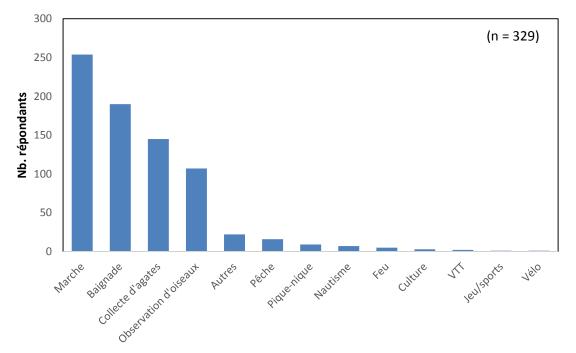
Une enquête menée pour le compte d'Ouranos en août 2014 portant sur l'usage du littoral permet d'établir un certain nombre de constats sur les usages de la côte dans l'anse du



Nord²⁸. Toutes les données présentées dans cette section sont issues des bases de données internes provenant de cette enquête (Ouranos, 2014).

D'abord, il a été constaté que l'anse du Nord est très peu fréquentée comparativement à l'anse du Sud. L'achalandage estimé pour l'année 2014 se situe à environ 3 500 personnes, alors que le nombre de visiteurs dans l'anse du Sud dépasse les 300 000 visiteurs.

La figure 7.12 présente la distribution des activités pratiquées sur la plage de l'anse du Nord. Les usagers de ce segment, principalement des touristes, utilisent typiquement la plage pour se promener, se baigner, collecter des agates et observer les oiseaux. Ces activités sont représentatives des activités pratiquées sur les plages de la Gaspésie. Par ailleurs, la pratique de ces activités, à l'exception de la marche, nécessite la présence d'une plage et d'un milieu naturel riche qui abrite une faune aviaire intéressante à observer.



Source : Résultats d'analyse des bases de données de l'enquête sur l'usage du littoral à l'anse du Nord réalisée en 2014, analyse réalisée par Ouranos.

Figure 7.12 – Principales activités pratiquées sur la plage de l'anse du Nord

²⁸ Enquête réalisée par Pesca Environnement pour le compte d'Ouranos dans l'anse du Nord en août 2014.



Afin d'évaluer la valeur de l'usage récréatif du littoral, les répondants à l'enquête ont été questionnés sur le montant qu'ils seraient prêts à payer pour accéder au site ainsi que sur les dépenses encourues pour utiliser le site, soit essentiellement la valeur du temps passé sur le site.

En moyenne, les 329 répondants ont indiqué qu'ils seraient prêts à payer 3,29 \$ par jour pour accéder à l'anse du Nord. Cette moyenne prend en considération les 177 répondants ayant indiqué qu'ils ne seraient pas prêts à payer compte tenu que l'anse du Nord est un milieu naturel dont l'accès doit demeurer gratuit ou encore qu'ils logent à l'anse du Nord et que, de ce fait, ils ont déjà payé pour avoir accès à la plage

Quant au temps passé sur la plage de l'anse du Nord, il est en moyenne de près de deux heures par visiteur, en considérant toutes les visites faites sur le site pendant un séjour. Compte tenu que le salaire moyen au Québec en 2012 était de 22,06 \$ (Statistique Canada, 2014), la valeur du temps passé à l'anse du Nord a été estimée à 43,38 \$ en moyenne par visiteur. Enfin, puisque l'achalandage estimé grâce à l'enquête est de 3 427 visiteurs par année et que la valeur totale d'usage du littoral est en moyenne de 46,67 \$ par visiteur, la valeur d'usage récréatif de l'anse du Nord a été établie à environ 160 000 \$ par an aux fins d'analyse.

Il est anticipé que chaque option d'adaptation affectera différemment l'usage récréatif du littoral. Puisque l'enquête n'a pas spécifiquement interrogé les visiteurs sur la façon dont la valeur accordée à l'usage du littoral serait modifiée advenant l'implantation de chaque option, les hypothèses suivantes ont été posées dans le cadre de l'analyse. Ces hypothèses s'inspirent des résultats obtenus grâce à une enquête panquébécoise réalisée pour l'anse du Sud.

L'enrochement permettra de continuer d'utiliser la plage comme cela se fait actuellement, soit comme un lieu de marche et de collecte d'agates. Avec le temps la largeur de la plage s'amenuisera, mais cela ne devrait pas affecter les activités pendant la période d'étude. Il est donc supposé que la valeur de l'usage du littoral ne sera pas modifiée par cet aménagement.

En ce qui concerne la recharge de plage, elle devrait permettre d'améliorer l'usage récréatif à l'anse du Nord en favorisant une plage de galets compatible avec ce qui se



retrouve actuellement dans ce segment. L'uniformisation de la ligne de rivage en retirant les structures disparates devrait bonifier le caractère naturel du site et incidemment augmenter la valeur totale accordée à l'usage du littoral. Dans cette perspective, il est supposé que la valeur d'usage accordée par visite pourrait doubler.

Finalement, étant donné qu'il est possible d'aménager le haut d'un riprap avec du matériel moins grossier permettant la marche, il est supposé que la valeur d'usage du littoral sera la même que pour l'enrochement, la relocalisation et l'option de non-intervention.

b) Qualité de vie

Les impacts sur la qualité de vie sont liés à l'anxiété, à l'insécurité et au dérangement de vivre dans un milieu de vie où il y a un risque de sinistre. Dans l'anse du Nord, la majorité des bâtiments exposés sont des motels, des hôtels, un terrain de camping et des restaurants. De ce fait, l'impact des grandes marées automnales et hivernales reste plutôt limité puisque les établissements hôteliers sont tous fermés à l'automne et à l'hiver. Toutefois, quelques résidences privées sont établies au long de l'anse du Nord et leurs propriétaires doivent vivre avec le risque qu'une tempête majeure n'endommage leur propriété.

Malheureusement, dans le cadre de cette ACA, la valeur accordée à la réduction de l'insécurité n'a pas été estimée. Une étude plus poussée de l'aversion au risque des résidents et commerçants serait nécessaire afin de bien quantifier la valeur de ces éléments.

7.2.5 Estimation du coût des options d'adaptation

L'option de non-intervention inclut des coûts de démolition des bâtiments résidentiels et commerciaux lorsqu'ils deviennent à risque. Ces coûts s'élèvent à 29 960 \$ au taux d'actualisation de 4 % de 2015 à 2064.

Quant au coût de mise en œuvre de chacune des options d'adaptation, il a été estimé à partir de la conception préliminaire réalisée par la firme de génie-conseil BPR et ses collaborateurs mandatés par la Ville de Percé (voir tableau 6.2). Les coûts de construction comprennent les frais de 5 % de mobilisation, 20 % de contingence, 10 % pour l'ingénierie et 10 % de surveillance de chantier. Ces coûts incluent également le déménagement de



certains bâtiments lorsque cela est nécessaire. Tous les ouvrages sont conçus pour protéger le littoral durant toute la durée de la période d'étude.

Le coût actualisé de construction de la recharge de plage est de 1,5 M\$, alors que le coût actualisé de la construction du riprap est de 1,4 M\$. En ce qui concerne l'enrochement, les coûts actualisés de construction sont plus élevés que ceux de la recharge de plage ou du riprap et atteignent 2,4 M\$. La relocalisation stratégique, quant à elle, représente l'option la moins coûteuse à réaliser, son coût actualisé étant de l'ordre de 410 000 \$.

Au niveau de la fréquence et des coûts d'entretien, l'option de la recharge de plage nécessite des recharges partielles tous les 10 ans. Les volumes nécessaires pour ces entretiens correspondent à 25 % des matériaux de la recharge initiale. Le riprap, quant à lui, doit faire l'objet d'une recharge partielle équivalent à 50 % de la quantité initiale des matériaux tous les 13 ans, soit 3 fois au courant des 50 prochaines années. Enfin, l'enrochement ne demande aucun entretien.

Le tableau 7.2 présente les coûts actualisés de mise en œuvre des différentes options d'adaptation étudiées.

Tableau 7.2 – Coûts de réalisation des options d'adaptation étudiées actualisés au taux de 4 % sur 50 ans

Options d'adaptation	Coûts des études et de construction	Coût de l'entretien ²⁹	Coût total actualisé
Recharge de plage	1 665 771 \$	424 905 \$	2 090 616 \$
Relocalisation stratégique	407 104 \$	-	407 104 \$
Enrochement	4 404 206 \$	-	4 404 206 \$
Riprap	1 436 605 \$	235 221 \$	1 671 826 \$

7.3 ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Cette section présente l'ensemble des coûts et avantages estimés sur un horizon temporel de 50 ans pour la non-intervention et chacune des options d'adaptation

²⁹ En plus du matériel, les frais d'entretien comprennent des frais de mobilisation (5 %), de contingence (20 %) ainsi que des frais d'ingénierie e de surveillance (20 %).



135

considérées. Le lecteur trouvera à la section 7.3.3 le tableau synthèse 7.3 qui résume les coûts, les avantages et la VAN de chaque option. Les résultats sont ensuite interprétés de manière à comparer la rentabilité économique des différentes options.

7.3.1 Calcul des coûts sur 50 ans

Les coûts de la non-intervention et de la mise en œuvre de chacune des options d'adaptation sont présentés dans cette section en dollars de 2012 actualisés à un taux de 4 % sur l'horizon temporel 2015-2064.

a) Coûts liés à la non-intervention

Le premier élément de coût concerne les pertes liées à l'érosion. Les pertes économiques actualisées associées au fait que le terrain s'érodera et que 8 bâtiments seront touchés d'ici 2064 s'élèvent à près de 220 000 \$ sur la période 2015-2064.

Des frais de démolition des bâtiments exposés doivent être ajoutés, car ces bâtiments doivent être détruits une fois atteints par l'érosion. Ces coûts actualisés s'élèvent à 29 958 \$. Enfin, la non-intervention implique la perte de revenus commerciaux de l'ordre de 170 400 \$.

Au total, les coûts actualisés liés à l'inaction sont d'environ 420 150 \$ sur l'horizon temporel considéré. Les coûts annuels liés à la non-intervention sont présentés à l'annexe 5.

b) Coûts liés à la recharge de plage

Les coûts de réalisation de la recharge de plage incluent les études préparatoires, les coûts de construction et d'entretien pour un total de 2,1 M\$. Cette mesure ne comporte pas de coûts additionnels, car aucun impact négatif n'est anticipé suite à sa mise en œuvre. Les coûts annuels liés à la recharge de plage pour l'horizon temporel 2015-2064 sont présentés à l'annexe 5.

c) Coûts liés à la relocalisation stratégique

Les coûts de la relocalisation stratégique proviennent de la nécessité de déménager huit bâtiments entre 2015 et 2026. Les coûts de déménagement s'élèvent à 407 104 \$ en



dollars actualisés. À ces coûts s'ajoute la perte économique d'un terrain qui devient non constructible et qui engendre un coût actualisé de 88 784 \$. Par ailleurs, les coûts reliés à la perte de terrain due à l'érosion sont de l'ordre de 38 952 \$.

Ainsi, les coûts totaux de la relocalisation stratégique sont de 534 840 \$ et les coûts annuels pour la période 2015-2064 sont présentés à l'annexe 5.

d) Coûts liés à l'enrochement

Les coûts de réalisation de l'enrochement incluent les coûts associés aux études préparatoires, à la mobilisation (5 %), à l'achat, au transport et à l'installation des roches de carapace ainsi que les coûts d'ingénierie (10 %). Au total, les coûts actualisés de réalisation de l'enrochement s'élèvent à 4,4 M\$ sur l'horizon 2015-2064. Les coûts annuels actualisés sont présentés à l'annexe 5.

e) Coûts liés au riprap

La mise en place d'une protection en riprap nécessite un investissement initial de 1,44 M\$. Sur l'horizon d'étude, l'entretien du riprap représente des coûts de 235 221 \$. Globalement, les coûts actualisés de la mise en place du riprap sur la période 2015-2064 sont de 1,67 M\$.

À ces coûts s'ajoutent le coût actualisé de restaurer une plage dégradée répondant aux exigences d'une frayère à capelan. Le coût actualisé de cette compensation a été estimé à 326 821 \$.

Ainsi, les coûts totaux actualisés du riprap s'élèvent à près de 2,0 M\$ et les coûts annuels liés à cette option sont présentés à l'annexe 5.

7.3.2 Calcul des avantages sur 50 ans

Cette section évalue l'ensemble des avantages liés à chacune des options d'adaptation considérées sur l'horizon temporel 2015-2064. Toutefois, l'évitement des pertes associées à l'option de non-intervention n'est pas comptabilisé comme un avantage des options d'adaptation afin d'éviter un double comptage. Le seul avantage de la protection du littoral dans l'anse du Nord concerne l'accroissement de la valeur de l'usage récréatif du littoral, suite à la mise en œuvre de la recharge de plage.



Avantages liés à la recharge de plage

Tel que mentionné précédemment, la recharge de plage devrait bonifier la valeur accordée par les usagers au littoral de l'anse du Nord. En supposant que la valeur accordée à l'usage récréatif du littoral double, il est estimé que la recharge de plage générerait un avantage de 159 955 \$ par année dès son implantation. Sur l'ensemble de la période d'étude, cela représente un avantage économique actualisé d'un peu moins de 3 M\$.

Compte tenu de l'importance de cet avantage, les principales hypothèses de calcul de la valeur d'usage récréatif du littoral pour la recharge de plage ont fait l'objet d'une analyse de sensibilité.

7.3.3 Valeur actualisée nette

Cette section présente la valeur actualisée nette (VAN) des coûts et des avantages de chaque option d'adaptation et de la non-intervention. De plus, au tableau 7.3, les VAN de chaque option sont comparées à la VAN de la non-intervention pour déterminer si l'une ou l'autre des options est plus avantageuse que l'inaction. Enfin, la ventilation des différentes composantes des VAN est présentée à la figure 7.13.

L'option de non-intervention conduit à une VAN négative car aucun avantage n'est prévu dans cette situation. La VAN de la non-intervention est de -0.4 M\$ sur la période d'étude. Seule la VAN de la recharge de plage est positive et elle atteint 0,9 M\$. Comme la relocalisation stratégique, l'enrochement et le riprap n'offrent pas d'avantage spécifique, leur VAN est négative et estimée à -0,1 M\$, -4 M\$ et - 1,6 M\$ respectivement.



Tableau 7.3 – Coûts et avantages actualisés des options d'adaptation pour l'anse du Nord

Coûts et avantages actualisés	Non-intervention	Recharge de plage	Enrochement	Riprap	Relocalisation stratégique
Érosion	(219 783 \$)	- \$	- \$	- \$	(38 952 \$)
Coûts des mesures	(29 958 \$)	(2 090 616 \$)	(4 404 206 \$)	(1 671 826 \$)	(407 104 \$)
Impacts économiques	(170 406 \$)	- \$	- \$	- \$	(88 784 \$)
Impacts environnementaux	- \$	- \$	- \$	(326 821 \$)	- \$
Impacts sociaux	- \$	2 969 768 \$	- \$	- \$	- \$
VAN (avantages ou coûts nets)	(420 147 \$)	879 152 \$	(4 404 206 \$)	(1 998 647 \$)	(534 840 \$)
VAN par rapport à la non-intervention		1 299 299 \$	(3 984 059 \$)	(1 578 500 \$)	(114 693 \$)



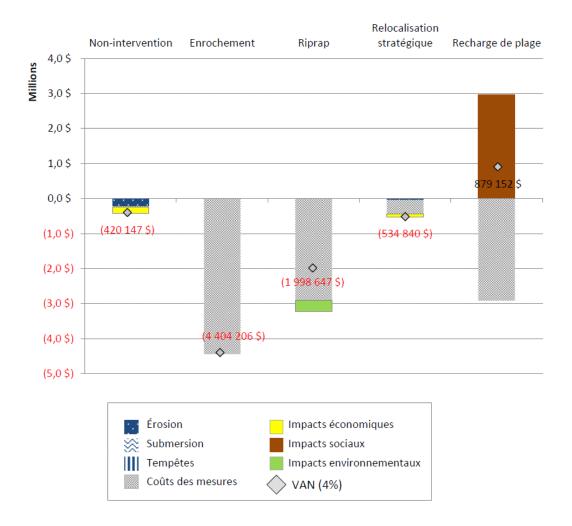


Figure 7.13 – Ventilation des coûts et avantages par option et pour la non-intervention (M\$)

Lorsque l'on compare la VAN de chaque option d'adaptation à la non-intervention, seule la recharge de plage génère une VAN comparative positive de l'ordre de 1,3 M\$. Ceci signifie que même en considérant les coûts évités, la relocalisation stratégique, l'enrochement et le riprap ne sont pas des options avantageuses économiquement.

En examinant le tableau 7.3 et la figure 7.13, on note que le coût des mesures est, dans la majorité des cas, le facteur ayant la plus grande influence sur la VAN. Dans le cas de la recharge de plage, l'avantage social associé à l'usage récréatif accru du littoral est également une composante importante.



140

Le coût de l'érosion est relativement faible considérant la nature et le nombre des bâtiments exposés. Cela s'explique, d'une part, par le fait que les bâtiments sont exposés tardivement (à partir de 2036) et, d'autre part, parce que l'évaluation foncière des établissements hôteliers semble relativement faible à Percé. L'effet de la valeur foncière a donc été examiné dans le cadre d'une analyse de sensibilité.

La figure 7.14 illustre la somme cumulée des avantages nets par rapport à la non-intervention actualisée à un taux de 4 % sur la période 2015-2064. Ce graphique permet de préciser à quel moment une option peut devenir plus avantageuse que la non-intervention. Dans le cas de l'anse du Nord, toutes les options d'adaptation étudiées sont désavantageuses au début de la période d'étude en raison des coûts importants de réalisation, alors que les pertes dues à l'érosion se matérialisent plus tardivement. Seule la recharge de plage devient plus avantageuse que la non-intervention à partir de 2036, soit à mesure que les gains liés à l'usage récréatif du littoral s'accumulent et permettent de compenser les investissements initiaux.

7.3.4 Interprétation des résultats

Comme l'indique la figure 7.15, seule la recharge de plage présente un gain économique net pour la population gaspésienne par rapport à l'option de non-intervention, soit des avantages nets de l'ordre de 1,3 M\$. Ce résultat est dû à l'augmentation de l'usage du littoral appréhendée qui compense les coûts de construction et les coûts d'entretien relativement élevés aux dix ans. En effet, un apport additionnel régulier de galets est essentiel afin de maintenir l'intégrité de cette option à long terme et sa capacité à protéger les infrastructures sur les 50 prochaines années.

L'enrochement et le riprap ne permettent pas d'obtenir des gains économiques nets. Les coûts de construction élevés, surtout pour l'option d'enrochement, affectent la rentabilité de ces options d'autant plus que leur réalisation ne génère pas d'avantage direct. Les coûts nets par rapport à la non-intervention sont de l'ordre de -4 M\$ pour l'enrochement et -1,6 M\$ pour le riprap.



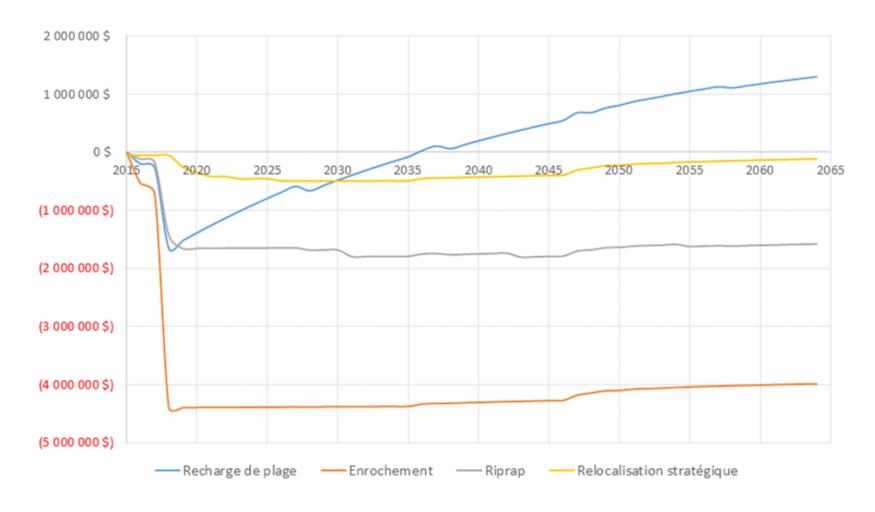


Figure 7.14 – Somme cumulative des avantages actualisés nets par rapport à la non-intervention entre 2015 et 2064



La relocalisation stratégique est elle aussi moins avantageuse que l'inaction, mais dans une moindre mesure que l'enrochement ou le riprap. En somme, les avantages associés à la préservation des bâtiments à risque ne compensent pas les coûts élevés pour déménager ces mêmes bâtiments. Les coûts nets de cette option par rapport à la non-intervention sont de l'ordre de -0,1 M\$.

Enfin, les ratios avantages-coûts présentés à la figure 7.15 démontrent que la recharge de plage avec galets est également l'option la plus avantageuse en se référant à cet indicateur. Le ratio de cette option atteint 1,62 \$ d'avantage pour chaque dollar consenti. Pour toutes les autres options, ce ratio est inférieur à 1, ce qui signifie que les coûts sont supérieurs aux avantages.

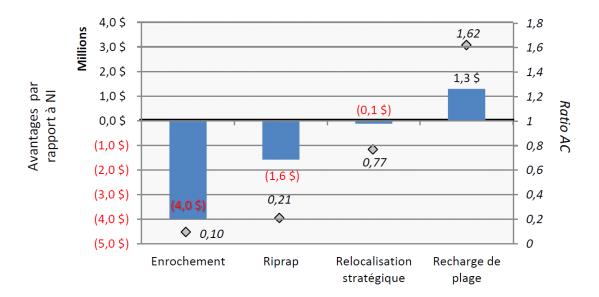


Figure 7.15 – Avantages ou coûts nets des options d'adaptation et ratio avantages-coûts

7.4 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

L'objectif de l'analyse de sensibilité est d'examiner la robustesse de la VAN lorsque des hypothèses importantes de l'analyse coûts-avantages sont modifiées. Cette section présente donc les valeurs de VAN obtenues lorsque l'on fait varier certaines hypothèses. Les hypothèses qui ont été testées concernent le taux d'actualisation, la valeur foncière des bâtiments hôteliers et la valeur de l'usage récréatif du littoral. Le tableau 7.4 présente les variations qui ont été étudiées dans le cadre des analyses de sensibilité.



Tableau 7.4 - Analyses de sensibilité

Paramètre	Variation		
Taux d'actualisation	± 2 %		
Valeur foncière des bâtiments hôteliers	+ 20 %		
Valeur de l'usage récréatif du littoral	Recherche de la valeur critique		

7.4.1 Taux d'actualisation

Dans le cas du taux d'actualisation, l'utilisation d'un taux plus faible a pour effet d'accorder une importance relative plus grande aux impacts ayant lieu plus tardivement dans l'horizon temporel considéré. À l'inverse, l'utilisation d'un taux plus élevé accentue la valeur relative des coûts initiaux et diminue la valeur des coûts et bénéfices plus éloignés dans le temps. Le tableau 7.5 illustre les valeurs obtenues avec des taux d'actualisation de 2 % et 6 %.

Avec un taux de 2 %, la VAN de la recharge de plage augmente alors que celles des autres options et de la non-intervention diminuent. À ce taux, l'option la plus avantageuse est toujours la recharge de plage, mais la relocalisation stratégique devient également plus avantageuse que la non-intervention.

Avec un taux de 6 %, la VAN de la recharge de plage diminue alors que celles de l'enrochement, du riprap, de la relocalisation stratégique et de la non-intervention augmentent. L'option à privilégier à ce taux demeure tout de même la recharge de plage.

En somme, la rentabilité économique de la recharge de plage est robuste aux variations du taux d'actualisation.



Tableau 7.5 – Effets de variations des taux d'actualisation de 2 % et 6 %

Outline Hadautation		Taux d'actualisation		
Options d'adaptation		2 %	6 %	
Non-intervention	VAN	(781 723 \$)	(235 899 \$)	
Recharge de plage	VAN	2 067 096 \$	225 119 \$	
	Avantages nets p/r non-intervention	2 848 819 \$	461 018 \$	
Relocalisation stratégique	VAN	(601 352 \$)	(481 640 \$)	
	Avantages nets p/r non-intervention	180 370 \$	245 741 \$	
Enrochement	VAN	(4 642 885 \$)	(4 182 690 \$)	
	Avantages nets p/r non-intervention	(3 861 162 \$)	(3 946 791 \$)	
Riprap	VAN	(2 305 271 \$)	(1 788 639 \$)	
	Avantages nets p/r non-intervention	(1 523 548 \$)	(1 552 740 \$)	



7.4.2 Variation de la valeur foncière

Le rôle d'évaluation de la Ville de Percé de 2013 a été utilisé pour estimer les pertes de terrain et de bâtiments. Des différences importantes ont été observées d'une propriété à l'autre dans le rôle, entre autres, parce que certaines évaluations ont été contestées et qu'elles n'ont pas suivi l'augmentation des prix des propriétés sur le marché. Il faut également souligner qu'il y a eu peu de transactions immobilières à Percé ces dernières années, ce qui limite l'information disponible pour évaluer les propriétés.

En se référant à la méthode des revenus anticipés, qui est généralement acceptée pour évaluer la valeur d'un commerce, on peut supposer que la valeur foncière des motels de l'anse du Nord est probablement sous-estimée. C'est la raison pour laquelle une analyse de sensibilité basée sur une augmentation de 20 % de la valeur foncière des bâtiments exposés à l'anse du Nord a été réalisée.

En appliquant une hausse de 20 % de la valeur foncière du rôle d'évaluation de Percé dans l'anse du Nord, la valeur de la perte des terrains et des huit bâtiments touchés s'élèverait alors à 846 697 \$ plutôt qu'à 705 581 \$ en valeur non actualisée. Cela implique que les coûts totaux de la non-intervention augmenteraient de 11 % pour atteindre environ 464 103 \$ actualisés au taux de 4 % sur une période de 50 ans. Cette augmentation de la valeur de la perte des terrains et des bâtiments étant relativement faible, elle modifie peu les résultats de l'analyse. L'option optimale reste la recharge de plage.

7.4.3 Variation des hypothèses portant sur la valeur de l'usage du littoral

Il est difficile d'évaluer avec exactitude la valeur accordée à l'usage récréatif d'un littoral. Sachant que la valeur de l'usage récréatif est une variable importante dans la sélection de l'option optimale dans l'anse du Nord, une analyse de sensibilité a été réalisée afin de déterminer la valeur minimale d'usage du littoral requise pour que la recharge de plage soit économiquement plus avantageuse que la non-intervention.

En maintenant toutes les autres hypothèses constantes, l'analyse indique que la valeur minimale pour laquelle la recharge de plage devient la mesure à privilégier est de 89 972 \$ annuellement pour une valeur totale actualisée de 1,67 M\$.



En supposant que l'achalandage estimé en 2014 de 3 427 visiteurs par an se maintienne dans l'anse du Nord, cela signifie que chaque visiteur devrait accorder une valeur d'usage additionnelle de 26,3 \$ au littoral de l'anse du Nord suite à la réalisation de la recharge de plage. Cette valeur devrait donc augmenter en moyenne de 46,67 \$ par visiteur à 73 \$. En termes de temps passé sur la plage de l'anse du Nord, cette hausse de valeur représente un peu plus d'une heure additionnelle passée à l'anse du Nord par visite.

Ainsi, pour toute valeur d'usage supérieure à 73 \$, la recharge de plage devient plus avantageuse que la non-intervention.

7.5 CONCLUSION

Le segment Anse du Nord offre un cadre naturel d'exception peu visité qui pourrait bénéficier d'une mise en valeur permettant d'en apprécier pleinement la beauté.

D'un point de vue économique, la valeur du cadre bâti à risque à l'horizon 2064 ne peut justifier à elle seule des options d'adaptation telles que la recharge de plage, l'enrochement ou le riprap. Ces options doivent générer des avantages supplémentaires sous forme d'usage récréatif du littoral pour que les options considérées deviennent plus avantageuses que l'inaction.

À ce titre, la recharge de plage est la seule option d'adaptation qui répond à la fois aux impératifs de protection et de valorisation du littoral en favorisant la mise en valeur du milieu naturel.

La rentabilité économique de la recharge de plage s'est révélée robuste à toutes les analyses de sensibilité. Ainsi, cette analyse coûts-avantages indique que la recharge de plage est l'option la plus avantageuse économiquement pour lutter contre l'érosion côtière dans l'anse du Nord à Percé.



8. CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette analyse coûts-avantages visait principalement à comparer différentes options d'adaptation en milieu côtier afin de déterminer celles qui seraient les plus avantageuses économiquement à mettre en place à Percé. L'ACA fournit deux indicateurs économiques, la valeur actualisée nette et le ratio avantages-coûts, qui peuvent aider les décideurs locaux, régionaux et nationaux à faire des choix mieux adapter aux défis auxquels seront confrontées les communautés côtières au cours des 50 prochaines années.

Les résultats de l'ACA indiquent clairement que l'option la plus avantageuse économiquement pour l'ensemble de la société est la recharge de plage en galets à la fois dans l'anse du Sud et l'anse du Nord. Les avantages de cette option excèdent les coûts dans les deux cas, car elle favorise la mise en valeur du littoral et améliore l'offre touristique de Percé, surtout à l'anse du Sud.

En ce qui concerne les deux autres segments étudiés qui sont formés de falaises rocheuses, soit Côte Surprise et Mont-Joli Sud, la relocalisation stratégique des bâtiments à risque est la seule option qui permettrait d'assurer la préservation des infrastructures touristiques et des actifs patrimoniaux de Percé. La relocalisation stratégique est avantageuse économiquement pour le segment Côte Surprise, où le risque d'effondrement expose les bâtiments à court terme.

Cette option est aussi à considérer pour le segment Mont-Joli Sud, où la villa patrimoniale Frederick-James est menacée. Quoique l'ACA indique que la relocalisation et la non-intervention sont deux options presqu'équivalentes pour le segment Mont-Joli Sud, la



perte de la villa Frederick-James entacherait la valeur patrimoniale de Percé ainsi que la beauté du paysage, deux aspects qui sont difficiles à évaluer monétairement avec fiabilité.

La figure 8.1 résume les résultats de l'analyse en présentant la valeur actualisée nette de chacune des options étudiées par rapport à la non-intervention. Tout résultat positif confirme que l'option est préférable à l'inaction. Les ratios avantages-coûts sont aussi indiqués afin de pouvoir comparer l'importance de l'avantage appréhendé par rapport aux coûts. Tout ratio supérieur à un signifie que la valeur de l'avantage associé à chaque dollar investi est supérieur à un dollar.

En conclusion, cette analyse coûts-avantages a montré que les options les plus avantageuses économiquement sont celles qui améliorent l'usage du littoral et l'offre touristique, tout en coûtant moins cher à réaliser.



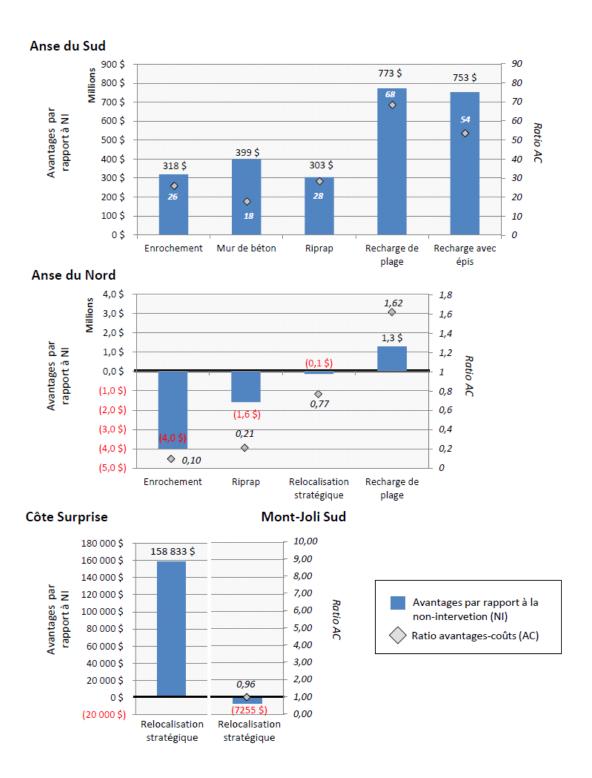


Figure 8.1 – VAN par rapport à la non-intervention et ratio avantages-coûts pour les 4 segments à Percé



Ajustement eustatique: variation du niveau moyen des mers (relative par rapport aux continents supposés stables) dont les facteurs en cause sont, par exemple, les variations thermiques des océans, la fonte des glaciers et les dynamiques de glaciation et déglaciation.

Ajustement isostatique : également appelé rebond postglaciaire ou glacio-isostasie, se définit comme le soulèvement de masses terrestres consécutif à la déglaciation et plus précisément à la fonte des calottes glaciaires, puisque les masses terrestres, antérieurement déprimées (par compression sous les charges de glace) se relèvent durant la période postglaciaire.

Analyses coûts-avantages (ACA): étude d'un programme ou d'une activité par l'analyse qualitative et quantitative de tous les avantages et de tous les coûts relatifs à l'implantation et au fonctionnement de ce programme ou de cette activité (Office québécois de la langue française, 1998).

Diamètre médian (D50): diamètre correspondant au point milieu de la distribution de la taille des pierres. Ceci signifie que si le diamètre médian est de 50 cm, la proportion de pierres de diamètre supérieur à 50 cm sera de 50 %, alors que la proportion de pierres de diamètre inférieur à 50 cm sera de 50 % également.

Dérive littorale : le déplacement le long d'un littoral de matières (sédiments, sable), causé par les vents et le déferlement entraînant un courant parallèle à la côte. Le terme



désigne à la fois le courant parallèle à la côte et le déplacement des sédiments qui est causé par ce courant.

Dommage annuel moyen (DAM): coût moyen des dommages causés par les évènements de submersion auxquels un bâtiment sera soumis lors d'une année typique. Le dommage annuel moyen est calculé à l'aide des probabilités de niveaux d'eau extrême et des dommages sur le bâtiment associés à chaque niveau correspondant.

Effet de bout : lorsque les vagues frappent une paroi rigide et imperméable, tel un mur ou un enrochement, leur énergie est réorientée aux extrémités de l'ouvrage, ce qui peut accélérer l'érosion des rives voisines.

Épis: ouvrage de protection contre l'érosion côtière, positionné de manière perpendiculaire à la côte et formée d'empilements de roches ou de pieux verticaux enfouis dans le sol et placés les uns à côté des autres, visant à retenir les particules de sédiments transportées par les vagues, tout en permettant une certaine circulation d'eau.

Fetch: distance en mer ou sur un plan d'eau au-dessus de laquelle souffle un vent donné sans rencontrer d'obstacle (une côte) depuis l'endroit où il est créé ou depuis une côte s'il vient de la terre; plus le fetch est important plus la hauteur des vagues sera grande, à l'opposé, à l'abri d'une côte (sous le vent d'une côte), la hauteur des vagues sera très faible, même si le vent est très fort, car le fetch y est plus petit.

Immunisation: option d'adaptation à la submersion qui consiste à rehausser les bâtiments par un remblayage du terrain jusqu'à une élévation suffisante afin d'éliminer ou de réduire les dommages causés par la submersion.

Jet de rive : phénomène de courant montant sur la côte après le point de déferlement des vagues, dont la hauteur dépend de la hauteur significative des vagues, leur période et l'inclinaison de la plage sur laquelle celles-ci déferlent. Il est à noter que le terme de jet de rive est utilisé de manière inclusive et équivalente au wave setup.

Niveau moyen (relatif) des mers (NMM) : hauteur moyenne de la surface de la mer, par rapport à un niveau de référence suffisamment stable; on le considère généralement issu



de la différence entre les niveaux eustatique (mesure du niveau marin relative par rapport aux continents supposés stables) et isostatique (voir rebond isostatique).

Non-intervention (NI): option de référence qui implique un laisser-aller des structures de protection existantes et une accumulation des dommages de submersion et d'érosion par les actifs dans les zones d'étude.

Produit intérieur brut (PIB) : mesure de la richesse créée dans l'année par les unités de production résidentes « qui constitue » un indicateur de croissance (OQLF, 1989).

Ratio avantages-coûts (A/C): quotient obtenu en divisant la valeur quantitative des avantages tirés d'une activité, d'un programme ou d'un projet, par les coûts afférents à cette activité, ce programme ou ce projet (ICCA, 2006).

Recharge de plage: méthode de protection contre l'érosion côtière qui consiste à transporter du sable et/ou du gravier sur une plage, soit en le déposant directement sur celle-ci ou en marge du site, pour produire un engraissement artificiel de la plage qui augmentera sa capacité à protéger la côte, en absorbant l'énergie des vagues. Cette méthode nécessite un entretien récurrent.

Récurrence: Les récurrences ou « période de retour » font référence à la probabilité d'un niveau d'eau extrême donné. Par exemple, un niveau d'eau de récurrence 20 ans devrait survenir en moyenne une fois au courant des 20 prochaines années. Les récurrences peuvent être également exprimées en termes de probabilités annuelles. Un évènement de récurrence 20 ans aura 5 % de probabilité de survenir chaque année.

Relocalisation stratégique : option d'adaptation à l'érosion et/ou à la submersion qui consiste à déplacer les bâtiments à risque vers des zones sécuritaires (non exposées aux aléas). Les seuils utilisés sont les suivants : lorsque les bâtiments lorsqu'ils sont à moins de 5 mètres du littoral ou que l'élévation de leur rez-de-chaussée est inférieure au niveau d'eau extrême de récurrence 20 ans

Riprap: option d'datation contre l'érosion due aux vagues ou aux glaces qui consiste à déverser une couche de roches ou d'autres matériaux disposés en vrac, dont les tailles



granulométriques sont diversifiées, et qui sert à absorber et diffuser l'énergie des vagues avant qu'elle n'atteigne la structure à protéger.

Submersion : phénomène naturel d'inondation par la mer qui survient lorsque la limite supérieure du jet de rive dépasse le niveau supérieur de la ligne de rivage ou de la structure de protection.

Subsidence (géologique) : un lent affaissement de la lithosphère (le continent) entraînant un dépôt progressif de sédiments sous une profondeur d'eau constante.

Surcote : un dépassement anormal du niveau de la marée haute ou du recul de la marée basse induit par des conditions météorologiques inhabituelles, comme une dépression atmosphérique, une tempête, un ouragan, auxquels leurs effets à ceux des marées astronomiques (la portion induite par la lune et le soleil).

Transit sédimentaire : voir dérive littorale

Valeur actualisée nette (VAN): différence entre les avantages et les coûts actualisés découlant de la mise en place d'un projet, d'un programme ou d'une politique. L'actualisation est l'opération consistant à ramener les avantages et les coûts survenant à différents moments dans l'horizon d'étude à une année de référence._

Végétalisation: méthode de protection contre l'érosion qui consiste à planter des végétaux adaptés au milieu côtier qui retiennent les sédiments grâce à leurs racines; il peut s'agir de ballots de terre et de matières végétales ou de plantations de plantes et d'arbustes en bordure de la côte, dont les racines doivent être denses et profondes (exemple les rosiers, les framboisiers pour les plages, l'ammophile ou « blé de mer » pour les milieux dunaires).

Zéro géodésique : repère d'altitude basé sur le positionnement en trois dimensions d'un point dans un système géodésique sélectionné, lui-même dépendant d'une projection de la surface terrestre; en Amérique du Nord, les systèmes de référence géodésique les plus utilisés sont WGS84 (*world geodetic system*), notamment utilisé par le système mondial GPS, et le NAD83 (*North American datum*).



Zéro marégraphique: aussi appelé zéro hydrographique ou zéro des cartes, la référence de niveau commune pour les mesures de profondeur en mer (ou plan de référence des sondes) sur une carte marine ainsi que pour les prédictions de marée.

Numéro du projet : 540010-000



- Baird (2014). Percé Shoreline Stabilization Concepts : Pre-Feasibility Analysis, Rapport non publié remis à Ouranos. Ottawa, Ontario. 27 p. + annexes
- Bartik, T.J. (2003) Social costs of jobs lost due to environmental regulations, Upjohn Institute Working Paper, No. 13-193, Récupéré le 12 mai 2015 à
 - http://www.econstor.eu/bitstream/10419/98583/1/739996592.pdf
- Bertnatchez, P. et Dugas, S. (2014). Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques : rapport méthodologique (Rapport scientifique final pour Ouranos). Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. 22 p.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S., Morissette, A. (2008). Sensiblité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques (Rapport scientifique final pour Ouranos). Rimouski, Québec. Récupéré à http://www.ouranos.ca/media/publication/145 Bernatchezetal2008.pdf
- Boardman, A.E., Moore, M.A. Vinning, A. (2010). The Social Discount Rate for Canada Based on Future Growth in Consumption. Canadian Public Policy, 36 (3), 325 343.
- Bourque, A. et Simonet, G. (2008). Québec. Dans D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (dir,), Vivre avec les changements climatiques au Canada 2007 (p. 171–226). Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada.
- BPR, Consultants Ropars, Groupe IBI/DAA (2014) Conception pour la reconstruction du mur de soutènement et de la promenade de Percé dans l'Anse du Sud et pour la protection des berges dans l'Anse du Nord. Rapport numéro 11522 (60ET), présenté à la ville de Percé, Gaspé, 104 p. + annexes.
- Castonguay, M. et Bélanger, M. (2014) Anse du Nord Percé : Caractérisation du fond marin. Pesca Environnement, Rapport non publié remis à Ouranos, 12 p. + annexes.
- Chadwick, N. (2009). Curved Seawall, Pett Levels. Repéré à http://www.geograph.org.uk/photo/1503255



- Commission des biens culturels du Québec (CBCQ) (2006) Étude de caractérisation de l'arrondissement naturel de Percé. Commission des biens culturels du Québec, 74 p. Récupéré le 17 février 2015 à
 - http://www.cbcq.gouv.qc.ca/fileadmin/user_upload/docs/perce.pdf
- Gélinas, G. (2014). Un mécène pour Percé. Le Soleil édition du 21 septembre 2014. Repéré le 12 janvier 2015 à http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/les-regions/201409/20/01-4802122-un-mecene-p our-perce.php
- Groupe OGDS (2008). Étude préalable à la construction d'un parc récréotouristique Société de développement économique de Percé.
- Haroun, T. (2014). Patrimoine de Percé menacé Québec refuse d'intervenir. Le Devoir, édition du 6 août, 2014. Repéré le 12 janvier 2015 à http://www.ledevoir.com/politique/villes-et-regions/415232/patrimoine-de-perce-menace-que bec-refuse-d-intervenir
- Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2014a). Population et structure par âge et sexe. Population et démographie. Consulté le 12 mai 2015 http://www.stat.gouv.gc.ca/statistiques/population-demographie/structure/index.html
- Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2014b). Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base par région administrative, Québec, 2007-2013. Coup d'œil sur les régions et les MRC. Repéré le 15 mars 2015 à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/comp_interreg/tableaux/pib_ra_2007-2013.ht ml
- Kefi, D. (2014). L'appréciation du séjour touristique des visiteurs de Percé : une enquête internet (Essai de maîtrise). Université Laval. 59 p.
- LDGIZC-UQAR (Laboratoire de Dynamique et de Gestion intégrée des zones côtières –Université du Québec à Rimouski) (2015). Base de données d'évolution, de classification et d'utilisation des zones côtières du Québec. Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec, Bases de données de recherche inédites, consultées entre février 2014 et mai 2015.
- Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) (2015) Homard d'Amérique : distribution et habitat. Contexte. Repéré le 12 mars 2015 à http://ogsl.ca/fr/homard/contexte/habitat.html
- Ouranos (2014) Enquête sur l'usage du littoral à l'anse du Nord menée par Pesca Environnement en août 2014 pour le compte d'Ouranos. Ouranos, Montréal, Québec, Bases de données de recherche non publiées, analysées en mars 2015.
- Patri-Arch (2008) Inventaire du patrimoine bâti : Arrondissement naturel de Percé. Rapport remis à la ville de Percé, Percé, Québec, 131 p. Récupéré le 23 janvier 2015 à http://www.ville.perce.qc.ca/fichiers/ville/Perce_MilieuVie/Synthese_22oct2008.pdf
- Pêches et Océans Canada (MPO) (2015). Réseau des observateurs du capelan Bilan 2013-2014. Pêches et Océans Canada, Mont-Joli, Québec, 39 p. Récupéré le 11 mai 2015 à http://ogsl.ca/images/visuel/Capelan/Bilan_capelan_2013-14.pdf



- Quintin, C., Fraser. C., Bernatchez, P. et Jolivet, Y. (2015) Cinq ans après le 6 décembre 2010 : leçons apprises d'une tempête et réflexions sur la résilience côtière d'un littoral en mouvement. 10ième colloque sur les risques naturels au Québec (ACFAS), 28 mai 2015, Rimouski, Québec. Présentation orale.
- Regroupement des Pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie (RPPSG) (2014). Caractérisation sommaire du fond marin de l'anse du Sud à Percé. Rapport non publié remis à Ouranos. 42 p.
- Savard, J.-P., Bernatchez, P., Morneau, F., Saucier, F., Gachon, P., Senneville, S., Fraser, C. et Jolivet, Y. (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 (Rapport scientifique final pour Ouranos). Montréal: Ouranos. 48 p.
- SEGMA/Agence MC Brière (2013). Quai de Percé Étude d'achalandage et de provenance des clientèles : Quai de Percé. Rapport SS-13497 remis à l'Office de tourisme du Rocher-Percé. Percé, 20 p. + annexes
- Séguin-Aubé, I. (2013). Les risques côtiers et leur gestion : perception des communautés et des intervenants. Rapport de l'agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord. Baie-Comeau, Québec. 16 p.
- Servitech (2013) Rôle d'évaluation foncière 2013 de la M.R.C. du Rocher-Percé. Servitech, Québec, Québec, base de données, consultée en octobre 2014.
- Statistiques Canada (2014). Enquête sur la population active (EPA), estimations du salaire des employés selon le genre de travail, la classification nationale des professions pour statistiques (CNP-S), le sexe et le groupe d'âge annuel (dollars courants), Tableau 282-0070
- Tecsult (2008) Analyse coûts-avantages de solutions d'adaptation à l'érosion côtière pour la ville de Sept-Îles. Rapport remis à la ville de Sept-Îles, Sept-Îles, Québec, 150 p.
- Tourisme Québec (2013). Le tourisme au Québec en bref 2010. Récupéré le 2 octobre 2015 à http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/media/document/etudes-statistiques/TQ-bref-2 010.pdf
- Tourisme Québec (2015). Fréquentation quotidienne des établissements d'hébergement au Québec. Bulletin touristique. Repéré le 12 mars 2015 à http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/bulletins_info/bulletin/heb-frequentation.php?m ois=9&anneehaut=2013&anneebass=2014&soumettre=comparer
- Ville de Percé, Règlement de zonage numéro 436-2011. Récupéré le 11 mai 2015 à http://ville.perce.qc.ca/fichiers/ville/ReGLEMENTS_D_URBANISMES___JUILLET_2012/3T R_zonage_FINAL_436_2011_Perc__2012_05_22.pdf
- Webster, A., Gagnon-Lebrun, F., Desjarlais, C., Nolet, J., Sauvé, C., Uhde, S. (2008) L'évaluation des avantages et des coûts de l'adaptation aux changements climatiques. Rapport d'ÉcoRessources Consultants remis à Ouranos, Montréal, Québec, 66 p.

ANNEXE 1 COÛTS ANNUELS DES DIFFÉRENTES OPTIONS POUR LA PÉRIODE 2015-2064 POUR CÔTE SURPRISE



OPTION DE NON-INTERVENTION

. ,	Érosion (coûts	Coûts des mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
Année	par année)	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts
2015	(172) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(172) \$
2016	(166) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(166)\$
2017	(160) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(160)\$
2018	(154) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(154) \$
2019	(148) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(148) \$
2020	(142) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(142)\$
2021	(137) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(137) \$
2022	(131) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(131) \$
2023	(126) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(126) \$
2024	(121) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(121) \$
2025	(116) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(116) \$
2026	(112) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(112) \$
2027	(108) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(108) \$
2028	(103) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(103) \$
2029	(99) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(99) \$
2030	(95) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(95) \$
2031	(92) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(92) \$
2032	(88) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(88) \$
2033	(85) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(85) \$
2034	(81) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(81) \$
2035	(78) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(78) \$
2036	(75) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(75) \$
2037	(72) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(72) \$
2038	(59 610) \$	(35 042) \$	(12 781) \$	- \$	- \$	(107 433) \$
2039	(67) \$	- \$	(12 289) \$	- \$	- \$	(12 356) \$
2040	(64) \$	- \$	(11 817) \$	- \$	- \$	(11 881) \$
2041	(62) \$	- \$	(11 362) \$	- \$	- \$	(11 424) \$
2042	(59) \$	- \$	(10 925) \$	- \$	- \$	(10 984) \$
2043	(57) \$	- \$	(10 505) \$	- \$	- \$	(10 562) \$
2044	(55) \$	- \$	(10 101) \$	- \$	- \$	(10 155) \$
2045	(52) \$	- \$	(9 712) \$	- \$	- \$	(9 765) \$
2046	(50) \$	- \$	(9 339) \$	- \$	- \$	(9 389) \$
2047	(41 881) \$	(12 433) \$	(17 959) \$	- \$	- \$	(72 273) \$
2048	(47) \$	- \$	(17 269) \$	- \$	- \$	(17 315) \$
2049	(45) \$	- \$	(16 604) \$	- \$	- \$	(16 649) \$
2050	(43) \$	- \$	(15 966) \$	- \$	- \$	(16 009) \$
2051	(41) \$	- \$	(15 352) \$	- \$	- \$	(15 393) \$
2052	(40) \$	- \$	(14 761) \$	- \$	- \$	(14 801) \$
2053	(38) \$	- \$	(14 193) \$	- \$	- \$	(14 232) \$
2054	(37) \$	- \$	(13 648) \$	- \$	- \$	(13 684) \$
2055	(35) \$	- \$	(13 123) \$	- \$	- \$	(13 158) \$
2056	(34) \$	- \$	(12 618) \$	- \$	- \$	(12 652) \$
2057	(33) \$	- \$	(12 133) \$	- \$	- \$	(12 165) \$
2058	(27 205) \$	(8 276) \$	(17 499) \$	- \$	- \$	(52 980) \$
2059	(30) \$	- \$	(16 826) \$	- \$	- \$	(16 856) \$
2060	(29) \$	- \$	(16 179) \$	- \$	- \$	(16 208) \$
2061	(28) \$	- \$	(15 557) \$	- \$	- \$	(15 584) \$
2062	(27) \$	- \$	(14 958) \$	- \$	- \$	(14 985) \$
2063	(26) \$	- \$	(14 383) \$	- \$	- \$	(14 409) \$
2064	(25) \$	- \$	(13 830) \$	- \$	- \$	(13 854) \$
TOTAL	(132 381) \$	(55 751) \$	(371 687) \$	- \$	- \$	(559 819) \$



RELOCALISATION STRATÉGIQUE

Année	Érosion	Coûts des mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
2015	(coûts par année)	d'adaptation	économiques - \$	environnementaux	sociaux	coûts (397 324) \$
2015	(172) \$ (166) \$	(397 152) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(166) \$
2016	(160) \$	- \$ - \$	- \$	- \$	- \$ - \$	(160) \$
	(154) \$	- \$	- \$	- \$	- \$ - \$	(154) \$
2018	(148) \$	- \$ - \$	- \$	- \$	- \$ - \$, , ,
						(148) \$
2020	(142) \$ (137) \$	Y	- \$	- \$	- \$	(142) \$
2021		- \$	- \$	- \$	- \$	(137) \$
2022	(131) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(131) \$
2023	(126) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(126) \$
2024	(121) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(121) \$
2025	(116) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(116) \$
2026	(112) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(112) \$
2027	(108) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(108) \$
2028	(103) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(103) \$
2029	(99) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(99) \$
2030	(95) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(95) \$
2031	(92) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(92) \$
2032	(88) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(88) \$
2033	(85) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(85) \$
2034	(81) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(81) \$
2035	(78) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(78) \$
2036	(75) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(75) \$
2037	(72) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(72) \$
2038	(69) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(69) \$
2039	(67) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(67) \$
2040	(64) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(64) \$
2041	(62) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(62) \$
2042	(59) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(59) \$
2043	(57) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(57) \$
2044	(55) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(55) \$
2045	(52) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(52) \$
2046	(50) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(50) \$
2047	(48) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(48) \$
2048	(47) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(47) \$
2049	(45) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(45) \$
2050	(43) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(43) \$
2051	(41) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(41) \$
2052	(40) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(40) \$
2053	(38) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(38) \$
2054	(37) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(37) \$
2055	(35) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(35) \$
2056	(34) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(34) \$
2057	(33) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(33) \$
2058	(31) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(31) \$
2059	(30) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(30) \$
2060	(29) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(29) \$
2061	(28) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(28) \$
2062	(27) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(27) \$
2063	(26) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(26) \$
2064	(25) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(25) \$
TOTAL	(3 835) \$	(397 152) \$	- \$		- \$	(400 986) \$



Numéro du projet : 540010-000



OPTION DE NON-INTERVENTION

Année	Érosion (coûts	Dommages	Coûts des mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des coûts
Ailliee	par année)	infrastructures	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	Somme des couts
2015	(1 749) \$	(29 813) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(31 563) \$
2016	(1 737) \$	(28 667) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(30 404) \$
2017	(1778)\$	(27 564) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(29 342) \$
2018	(1 799) \$	(26 504) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(28 303) \$
2019	(1812)\$	(25 485) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(27 297) \$
2020	(1 787) \$	(60 464) \$	(286 647) \$	- \$	- \$	- \$	(348 898) \$
2021	(1 748) \$	- \$	- \$	(32 928 811) \$	- \$	- \$	(32 930 559) \$
2022	(1711)\$	- \$	- \$	(31 662 318) \$	- \$	- \$	(31 664 029) \$
2023	(1 673) \$	- \$	- \$	(30 444 537) \$	- \$	- \$	(30 446 210) \$
2024	(1 634) \$	- \$	- \$	(29 273 593) \$	- \$	- \$	(29 275 227) \$
2025	(1 590) \$	- \$	- \$	(28 147 686) \$	- \$	- \$	(28 149 275) \$
2026	(1 534) \$	- \$	- \$	(27 065 082) \$	- \$	- \$	(27 066 616) \$
2027	(1 482) \$	- \$	- \$	(26 024 118) \$	- \$	- \$	(26 025 600) \$
2028	(1 431) \$	- \$	- \$	(25 023 190) \$	- \$	- \$	(25 024 620) \$
2029	(1377)\$	- \$	- \$	(24 060 760) \$	- \$	- \$	(24 062 137) \$
2030	(1 331) \$	- \$	- \$	(23 135 346) \$	- \$	- \$	(23 136 677) \$
2031	(1 289) \$	- \$	- \$	(22 245 525) \$	- \$	- \$	(22 246 814) \$
2032	(1 248) \$	- \$	- \$	(21 389 928) \$	- \$	- \$	(21 391 176) \$
2033	(1 209) \$	- \$	- \$	(20 567 238) \$	- \$	- \$	(20 568 447) \$
2034	(1 168) \$	- \$	- \$	(19 776 191) \$	- \$	- \$	(19 777 359) \$
2035	(1 128) \$	- \$	- \$	(19 015 568) \$	- \$	- \$	(19 016 696) \$
2036	(1088) \$	- \$	- \$	(18 284 200) \$	- \$	- \$	(18 285 287) \$
2037	(1 050) \$	- \$	- \$	(17 580 961) \$	- \$	- \$	(17 582 011) \$
2038	(1 023) \$	- \$	- \$	(16 904 771) \$	- \$	- \$	(16 905 794) \$
2039	(995) \$	- \$	- \$	(16 254 587) \$	- \$	- \$	(16 255 582) \$
2040	(959) \$	- \$	- \$	(15 629 411) \$	- \$	- \$	(15 630 369) \$
2041	(925) \$	- \$	- \$	(15 028 279) \$	- \$	- \$	(15 029 204) \$
2042	(893) \$	- \$	- \$	(14 450 269) \$	- \$	- \$	(14 451 162) \$
2043	(870) \$	- \$	- \$	(13 894 489) \$	- \$	- \$	(13 895 359) \$
2044	(849) \$	- \$	- \$	(13 360 086) \$	- \$	- \$	(13 360 935) \$
2045	(827) \$	- \$	- \$	(12 846 236) \$	- \$	- \$	(12 847 063) \$
2046	(806) \$	- \$	- \$	(12 352 150) \$	- \$	- \$	(12 352 957) \$
2047	(784) \$	- \$	- \$	(11 877 068) \$	- \$	- \$	(11 877 852) \$
2048	(763) \$	- \$	- \$	(11 420 257) \$	- \$	- \$	(11 421 020) \$
2049	(125 661) \$	- \$	(13 559) \$	(10 990 702) \$	- \$	- \$	(11 129 923) \$
2050	(637) \$	- \$	- \$	(10 567 983) \$	- \$	- \$	(10 568 620) \$
2051	(618) \$	- \$	- \$	(10 161 522) \$	- \$	- \$	(10 162 141) \$
2052	(595) \$	- \$	- \$	(9 770 694) \$	- \$	- \$	(9 771 290) \$
2053	(571) \$	- \$	- ş	(9 394 899) \$	- \$	- \$	(9 395 470) \$
2054	(549) \$	- \$	- ş	(9 033 556) \$	- ş	- ş - \$	
2055	(529) \$	- \$	- \$	(8 686 112) \$	- \$	- ş - \$	(, ,
2056	(8 526) \$	- ş - \$	(2 007) \$	(8 356 237) \$	- \$ - \$	- \$	
2057	(472) \$	- \$ - \$	- \$	(8 034 843) \$	- \$	- \$	
2058	(449) \$	- \$	- \$	(7 725 810) \$	- \$	- \$	
2059	(428) \$	- ş - \$	- ş - \$	(7 428 664) \$	- \$ - \$	- \$	
2060	(409) \$	- \$	- \$	(7 142 946) \$	- \$	- ş - \$	
2060	(396) \$	- \$	- \$	(6 868 217) \$	- \$ - \$	- \$	
2061	(80) \$	- ş - \$	- ş - \$	(6 604 055) \$	- \$	- \$	
2062	(77) \$	- \$ - \$	- \$	(6 350 053) \$	- \$ - \$	- \$	
			(9 113) \$				
2064 TOTAL	(35 182) \$	- \$ (198 496) \$			- \$ - \$	- \$ - \$	
TOTAL	(219 224) \$	(198 496) \$	(311 327) \$	(703 872 066) \$	- \$	- \$	(704 601 113) \$



RECHARGE DE PLAGE

	Coûts des	Impacts	Impacts	Impacts	Samma das	
Année	mesures	Impacts économiques	Impacts	Impacts	Somme des	
	d'adaptation	economiques	environnementaux	sociaux	coûts	
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	
2016	(661 545) \$	- \$	- \$	- \$	(661 545) \$	
2017	(212 034) \$	- \$	- \$	- \$	(212 034) \$	
2018	(7 883 323) \$	(634 743) \$	(605 407) \$	- \$	(9 123 473) \$	
2019	- \$	(11 967) \$	(291 061) \$	- \$	(303 028) \$	
2020	- \$	(11 507) \$	(279 866) \$	- \$	(291 373) \$	
2021	- \$	(11 064) \$	- \$	- \$	(11 064) \$	
2022	- \$	(10 639) \$	- \$	- \$	(10 639) \$	
2023	- \$	(10 230) \$	- \$	- \$	(10 230) \$	
2024	- \$	(9 836) \$	- \$	- \$	(9 836) \$	
2025	- \$	(9 458) \$	- \$	- \$	(9 458) \$	
2026	- \$	(9 094) \$	- \$	- \$	(9 094) \$	
2027	- \$	(8 744) \$	- \$	- \$	(8 744) \$	
2028	(256 756) \$	(8 408) \$	- \$	- \$	(265 164) \$	
2029	- \$	(8 085) \$	- \$	- \$	(8 085) \$	
2030	- \$	(7 774) \$	- \$	- \$	(7 774) \$	
2031	- \$	(7 475) \$	- \$	- \$	(7 475) \$	
2032	- \$	(7 187) \$	- \$	- \$	(7 187) \$	
2032	- \$	(6 911) \$	- \$	- \$	(6 911) \$	
2034	- \$	(6 645) \$	- \$	- ş - \$	(6 645) \$	
				- \$	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
2035	- \$ - \$	(6 389) \$	- \$ - \$	-	(6 389) \$	
2036		(6 144) \$	- \$ - \$		(6 144) \$	
2037		(5 907) \$		Y	(5 907) \$	
2038	(173 455) \$	(5 680) \$	- \$	- \$	(179 135) \$	
2039	- \$	(5 462) \$	- \$	- \$	(5 462) \$	
2040	- \$	(5 252) \$	- \$	- \$	(5 252) \$	
2041	- \$	(5 050) \$	- \$	- \$	(5 050) \$	
2042	- \$	(4 855) \$	- \$	- \$	(4 855) \$	
2043	- \$	(4 669) \$	- \$	- \$	(4 669) \$	
2044	- \$	(4 489) \$	- \$	- \$	(4 489) \$	
2045	- \$	(4 316) \$	- \$	- \$	(4 316) \$	
2046	- \$	(4 150) \$	- \$	- \$	(4 150) \$	
2047	- \$	(3 991) \$	- \$	- \$	(3 991) \$	
2048	(117 180) \$	(3 837) \$	- \$	- \$	(121 018) \$	
2049	- \$	(3 690) \$	- \$	- \$	(3 690) \$	
2050	- \$	(3 548) \$	- \$	- \$	(3 548) \$	
2051	- \$	(3 411) \$	- \$	- \$	(3 411) \$	
2052	- \$	(3 280) \$	- \$	- \$	(3 280) \$	
2053	- \$	(3 154) \$	- \$	- \$	(3 154) \$	
2054	- \$	(3 033) \$	- \$	- \$	(3 033) \$	
2055	- \$	(2 916) \$	- \$	- \$	(2 916) \$	
2056	- \$	(2 804) \$	- \$	- \$	(2 804) \$	
2057	- \$	(2 696) \$	- \$	- \$	(2 696) \$	
2058	(79 163) \$	(2 592) \$	- \$	- \$	(81 755) \$	
2059	- \$	(2 493) \$	- \$	- \$	(2 493) \$	
2060	- \$	(2 397) \$	- \$	- \$	(2 397) \$	
2061	- \$	(2 305) \$	- \$	- \$	(2 305) \$	
2062	- \$	(2 216) \$	- \$	- \$	(2 216) \$	
2063	- \$	(2 131) \$	- \$	- \$	(2 131) \$	
2064	- \$	(2 049) \$	- \$	- \$	(2 049) \$	
TOTAL	9 383 457 \$	(894 673) \$	1 176 334 \$	- \$	(11 454 463) \$	
IOIAL	J JOJ 43/ \$	(074 0/3) \$	1 1/0 334 \$	- ə	(TT 404 400) \$	



RECHARGE DE PLAGE AVEC ÉPIS

Année	Coûts des mesures Impacts		Impacts	Impacts	Somme des	
Ailliee	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts	
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	-	
2016	(1 063 443) \$	- \$	- \$	- \$		
2017	(340 847) \$	- \$	(15 202) \$	- \$		
2018	(10 608 221) \$	(634 743) \$	(766 202) \$	- \$		
2019	- \$	(11967)\$	(291 061) \$	- \$		
2020	- \$	(11507)\$	(279 866) \$	- \$		
2021	- \$	(11064)\$	- \$	- \$		
2022	- \$	(10639)\$	- \$	- \$		
2023	- \$	(10 230) \$	- \$	- \$		
2024	- \$	(9836)\$	- \$	- \$		
2025	- \$	(9458)\$	- \$	- \$	(9458)	
2026	- \$	(9094)\$	- \$	- \$		
2027	- \$	(8744)\$	- \$	- \$		
2028	- \$	(8408)\$	(29 626) \$	- \$		
2029	- \$	(8085)\$	- \$	- \$		
2030	- \$	(7774)\$	- \$	- \$		
2031	- \$	(7475)\$	- \$	- \$		
2032	- \$	(7 187) \$	- \$	- \$		
2033	- \$	(6911)\$	- \$	- \$		
2034	- \$	(6645)\$	- \$	- \$		
2035	- \$	(6389)\$	- \$	- \$	(6389)	
2036	- \$	(6144)\$	- \$	- \$		
2037	- \$	(5907)\$	- \$	- \$		
2038	- \$	(5 680) \$	(20 014) \$	- \$		
2039	- \$	(5 462) \$	- \$	- \$		
2040	- \$	(5 252) \$	- \$	- \$		
2041	- \$	(5 050) \$	- \$	- \$		
2042	- \$	(4855)\$	- \$	- \$	(4855)	
2043	- \$	(4669)\$	- \$	- \$	(4669)	
2044	- \$	(4489)\$	- \$	- \$		
2045	- \$	(4316)\$	- \$	- \$		
2046	- \$	(4150)\$	- \$	- \$		
2047	- \$	(3991)\$	- S	- \$		
2048	- \$	(3837)\$	(13 521) \$	- \$		
2049	- \$	(3690)\$	- \$	- \$		
2050	- 3	(3548)\$		- \$		
2051	- \$	(3411)\$	- \$	- \$	(22.0)	
2052	- \$	(3 280) \$	- \$	- \$		
2053	- \$	(3154)\$		- \$	(3154)	
2054	- \$	(3033)\$		- \$		
2055	- \$	(2916)\$		- \$	(2916)	
2056	- \$	(2804)\$	- \$	- \$		
2057	- \$	(2696)\$	- \$	- \$		
2058	- \$	(2592)\$		- \$		
2059	- \$	(2493)\$		- \$		
2060	- \$			- \$		
2061		(2397)\$				
2062	- \$ - \$	(2305)\$		- \$ - \$		
	- \$	(2216)\$	- \$			
2063	- \$	(2131)\$				
2004	(12 012 511) \$	(2 049) \$ (894 673) \$		- \$ - \$		



RIPRAP

	Coûts des	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
Année	mesures	•	-	•	coûts
	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	couts
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(659 938) \$	- \$	- \$	- \$	(659 938) \$
2017	(211 519) \$	- \$	(15 202) \$	- \$	(226 721) \$
2018	(7 872 425) \$	(634 743) \$	(463 499) \$	- \$	(8 970 667) \$
2019	- \$	(17 977 810) \$	(145 530) \$	- \$	(18 123 341) \$
2020	- \$	(17 286 356) \$	(139 933) \$	- \$	(17 426 289) \$
2021	- \$	(16 621 496) \$	- \$	- \$	(16 621 496) \$
2022	- \$	(15 982 208) \$	- \$	- \$	(15 982 208) \$
2023	- \$	(15 367 508) \$	- \$	- \$	(15 367 508) \$
2024	- \$	(14 776 450) \$	- \$	- \$	(14 776 450) \$
2025	- \$	(14 208 125) \$	- \$	- \$	(14 208 125) \$
2026	- \$	(13 661 658) \$	- \$	- \$	(13 661 658) \$
2027	- \$	(13 136 210) \$	- \$	- \$	(13 136 210) \$
2028	- \$	(12 630 971) \$	(29 626) \$	- \$	(12 660 597) \$
2029	- \$	(12 145 164) \$	- \$	- \$	(12 145 164) \$
2030	(308 210) \$	(11 678 043) \$	- \$	- \$	(11 986 253) \$
2031	- \$	(11 228 887) \$	- \$	- \$	(11 228 887) \$
2032	- \$	(10 797 007) \$	- \$	- \$	(10 797 007) \$
2033	- \$	(10 381 737) \$	- \$	- \$	(10 381 737) \$
2034	- \$	(9 982 440) \$	- \$	- \$	(9 982 440) \$
2035	- \$	(9 598 500) \$	- \$	- \$	(9 598 500) \$
2036	- \$	(9 229 327) \$	- \$	- \$	(9 229 327) \$
2037	- \$	(8 874 353) \$	- Ş - \$	- ş - \$	(8 874 353) \$
2037	- \$	(8 533 031) \$	(20 014) \$	- ş - \$	(8 553 046) \$
2039	- \$	(8 204 838) \$	- \$	- ş - \$	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2040	- \$	(7 889 267) \$	- \$	- ş - \$	(8 204 838) \$ (7 889 267) \$
2040	- \$	(7 585 834) \$	- \$ - \$	- ş - \$	(7 585 834) \$
2041	(192 507) \$	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	,		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
	(192 307) \$	(7 294 071) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(7 486 578) \$
2043	- \$	(7 013 530) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(7 013 530) \$
2044	- \$	(6 743 779) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(6 743 779) \$
2045	- \$	(6 484 403) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(6 484 403) \$
2046	- \$	(6 235 003) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(6 235 003) \$
2047		(5 995 195) \$	· ·		(5 995 195) \$
2048	- \$	(5 764 610) \$	(13 521) \$	- \$	(5 778 131) \$
2049	- \$	(5 542 895) \$	- \$	- \$	(5 542 895) \$
2050	- \$	(5 329 706) \$	- \$	- \$	(5 329 706) \$
2051	- \$	(5 124 718) \$	- \$	- \$	(5 124 718) \$
2052	- \$	(4 927 613) \$	- \$	- \$	(4 927 613) \$
2053	- \$	(4 738 089) \$	- \$	- \$	(4 738 089) \$
2054	(120 239) \$	(4 555 855) \$	- \$	- \$	(4 676 095) \$
2055	- \$	(4 380 630) \$	- \$	- \$	(4 380 630) \$
2056	- \$	(4 212 144) \$	- \$	- \$	(4 212 144) \$
2057	- \$	(4 050 139) \$	- \$	- \$	(4 050 139) \$
2058	- \$	(3 894 364) \$	(9 134) \$	- \$	(3 903 498) \$
2059	- \$	(3 744 581) \$	- \$	- \$	(3 744 581) \$
2060	- \$	(3 600 559) \$	- \$	- \$	(3 600 559) \$
2061	- \$	(3 462 076) \$	- \$	- \$	(3 462 076) \$
2062	- \$	(3 328 919) \$	- \$	- \$	(3 328 919) \$
2063	- \$	(3 200 883) \$	- \$	- \$	(3 200 883) \$
2064	- \$	(3 077 773) \$	- \$	- \$	(3 077 773) \$
TOTAL	(9 364 838) \$	(391 113 497) \$	(836 459) \$	- \$	(401 314 794) \$



ENROCHEMENT

	Coûts des	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
Année	mesures économiques é		environnementaux	sociaux	coûts
	d'adaptation	•			
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(931 579) \$	- \$	- \$	- \$	(931 579) \$
2017	(298 583) \$	- \$	(15 202) \$	- \$	(313 786) \$
2018	(10 157 747) \$	(634 743) \$	(302 057) \$	- \$	(11 094 547) \$
2019	- \$	(17 207 462) \$	(67 914) \$	- \$	(17 275 376) \$
2020	- \$	(16 545 636) \$	(65 302) \$	- \$	(16 610 938) \$
2021	- \$	(15 909 266) \$	- \$	- \$	(15 909 266) \$
2022	- \$	(15 297 371) \$	- \$	- \$	(15 297 371) \$
2023	- \$	(14 709 010) \$	- \$	- \$	(14 709 010) \$
2024	- \$	(14 143 279) \$	- \$	- \$	(14 143 279) \$
2025	- \$	(13 599 307) \$	- \$	- \$	(13 599 307)
2026	- \$	(13 076 257) \$	- \$	- \$	(13 076 257) \$
2027	- \$	(12 573 324) \$	- \$	- \$	(12 573 324) \$
2028	- \$	(12 089 734) \$	(29 626) \$	- \$	(12 119 360)
2029	- \$	(11 624 745) \$	- \$	- \$	(11 624 745)
2030	- \$	(11 177 639) \$	- \$	- \$	(11 177 639) :
2031	- \$	(10 747 730) \$	- \$	- \$	(10 747 730) :
2032	- \$	(10 334 356) \$	- \$	- \$	(10 334 356)
2033	- \$	(9 936 880) \$	- \$	- \$	(9 936 880)
2034	- \$	(9 554 693) \$	- \$	- \$	(9 554 693)
2035	- \$	(9 187 204) \$	- \$	- \$	(9 187 204)
2036	- \$	(8 833 850) \$	- \$	- \$	(8 833 850)
2037	- \$	(8 494 087) \$	- \$	- \$	(8 494 087)
2038	- \$	(8 167 391) \$	(20 014) \$	- \$	(8 187 405)
2039	- \$	(7 853 261) \$	- \$	- \$	(7 853 261)
2040	- \$	(7 551 212) \$	- \$	- \$	(7 551 212)
2041	- \$	(7 260 781) \$	- \$	- \$	(7 260 781)
2042	- \$	(6 981 520) \$	- \$	- \$	(6 981 520)
2043	- \$	(6 713 000) \$	- \$	- \$	(6 713 000)
2043	- \$	(6 454 808) \$	- \$	- \$	(6 454 808)
2045	- \$	(6 206 546) \$	- \$	- \$	(6 206 546)
2045		(5 967 833) \$			(5 967 833)
	- \$ - \$		- \$ - \$. ,
2047	- \$	(5 738 301) \$ (5 517 597) \$	(13 521) \$		(5 738 301)
2048					(5 531 118)
2049	- \$ - \$	(5 305 382) \$	- \$ - \$		(5 305 382)
2050		(5 101 329) \$	·		(5 101 329)
2051	- \$	(4 905 124) \$	- \$	- \$	(4 905 124)
2052	- \$	(4 716 465) \$	- \$	- \$	(4 716 465)
2053	- \$	(4 535 062) \$	- \$	- \$	(4 535 062)
2054	- \$	(4 360 637) \$	- \$	- \$	(4 360 637)
2055	- \$	(4 192 920) \$	- \$	- \$	(4 192 920)
2056	- \$	(4 031 654) \$	- \$	- \$	(4 031 654)
2057	- \$	(3 876 590) \$	- \$	- \$	(3 876 590)
2058	- \$	(3 727 491) \$	(9 134) \$	- \$	(3 736 625)
2059	- \$	(3 584 126) \$	- \$	- \$	(3 584 126)
2060	- \$	(3 446 275) \$	- \$	- \$	(3 446 275)
2061	- \$	(3 313 726) \$	- \$	- \$	(3 313 726)
2062	- \$	(3 186 275) \$	- \$	- \$	(3 186 275)
2063	- \$	(3 063 726) \$	- \$	- \$	(3 063 726)
2064	- \$	(2 945 890) \$	- \$	- \$	(2 945 890)
TOTAL	(11 387 909) \$	(374 381 495) \$	(522 770) \$	- \$	(386 292 174)



MUR DE BETON AVEC DEFLÉCTEUR

	Coûts des	lununanta	Immedia	lucusanta	
Année	mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des coûts
	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(2 291 827) \$	- \$	- \$	- \$	(2 291 827) \$
2017	(734 560) \$	- \$	(15 202) \$	- \$	(749 762) \$
2018	(19 380 334) \$	(634 743) \$	(294 145) \$	- \$	(20 309 222) \$
2019	- \$	(13 000 950) \$	(64 110) \$	- \$	(13 065 061) \$
2020	- \$	(12 500 914) \$	(61 645) \$	- \$	(12 562 558) \$
2021	- \$	(12 020 109) \$	- \$	- \$	(12 020 109) \$
2022	- \$	(11 557 797) \$	- \$	- \$	(11 557 797) \$
2023	- \$	(11 113 267) \$	- \$	- \$	(11 113 267) \$
2024	- \$	(10 685 833) \$	- \$	- \$	(10 685 833) \$
2025	- \$	(10 274 840) \$	- \$	- \$	(10 274 840) \$
2026	- \$	(9 879 654) \$	- \$	- \$	(9 879 654) \$
2027	- \$	(9 499 667) \$	- \$	- \$	(9 499 667) \$
2028	- \$	(9 134 295) \$	(29 626) \$	- \$	(9 163 921) \$
2029	- \$	(8 782 976) \$	- \$	- \$	(8 782 976) \$
2030	- \$	(8 445 169) \$	- \$	- \$	(8 445 169) \$
2031	- \$	(8 120 355) \$	- \$	- \$	(8 120 355) \$
2032	- \$	(7 808 034) \$	- \$	- \$	(7 808 034) \$
2033	- \$	(7 507 725) \$	- \$	- \$	(7 507 725) \$
2034	- \$	(7 218 966) \$	- \$	- \$	(7 218 966) \$
2035	- \$	(6 941 314) \$	- \$	- \$	(6 941 314) \$
2036	- \$	(6 674 340) \$	- \$	- \$	(6 674 340) \$
2037	- \$	(6 417 635) \$	- \$	- \$	(6 417 635) \$
2038	- \$	(6 170 803) \$	(20 014) \$	- \$	(6 190 817) \$
2039	- \$	(5 933 464) \$	- \$	- \$	(5 933 464) \$
2040	- \$	(5 705 254) \$	- \$	- \$	(5 705 254) \$
2041	- \$	(5 485 821) \$	- \$	- \$	(5 485 821) \$
2042	- \$	(5 274 828) \$	- \$	- \$	(5 274 828) \$
2043	- \$	(5 071 950) \$	- \$	- \$	(5 071 950) \$
2044	- \$	(4 876 875) \$	- \$	- \$	(4 876 875) \$
2045	- \$	(4 689 303) \$	- \$	- \$	(4 689 303) \$
2046	- \$	(4 508 945) \$	- \$	- \$	(4 508 945) \$
2047	- \$	(4 335 524) \$	- \$	- \$	(4 335 524) \$
2048	- \$	(4 168 773) \$	(13 521) \$	- \$	(4 182 294) \$
2049	- \$	(4 008 436) \$	- \$	- \$	(4 008 436) \$
2050	- \$	(3 854 265) \$	- \$	- \$	(3 854 265) \$
2051	- \$	(3 706 024) \$	- \$	- \$	(3 706 024) \$
2052	- \$	(3 563 485) \$	- \$	- ş - \$	(3 563 485) \$
2052	- \$	(3 426 428) \$	- \$	- ş - \$	(3 426 428) \$
2054	- \$	(3 294 642) \$	- \$	- \$	(3 294 642) \$
2054	- \$	(3 167 925) \$	- \$ - \$	- ş - \$	(3 167 925) \$
2056	- \$	(3 046 082) \$	- \$ - \$	- \$	(3 046 082) \$
2056	- \$	(2 928 925) \$	- \$ - \$	- \$	(2 928 925) \$
			- Ş (9 134) \$		(2 825 408) \$
2058		(2 816 274) \$			` ' '
2059		(2 707 956) \$	- \$ - \$		(2 707 956) \$
2060		(2 603 803) \$	- \$ - \$		(2 603 803) \$
2061		(2 503 657) \$	- \$ - \$		(2 503 657) \$
2062	- \$	(2 407 363) \$		- \$	(2 407 363) \$
2063	- \$	(2 314 772) \$	- \$	- \$	(2 314 772) \$
2064	- \$	(2 225 742) \$	- \$	- \$	(2 225 742) \$
TOTAL	(22 406 721) \$	(283 015 900) \$	(507 397) \$	- \$	(305 930 018) \$

ANNEXE 3 AVANTAGES ANNUELS DES DIFFÉRENTES OPTIONS POUR LA PÉRIODE 2015-2064 POUR ANSE DU SUD



GAINS LIÉS À L'ACHALANDAGE TOURISTIQUE

Année	Recharge de	Recharge de
7	plage	plage avec épis
2015	- \$	- \$
2016	- \$	- \$
2017	- \$	- \$
2018	- \$	- \$
2019	3 653 680 \$	2 875 060 \$
2020	3 513 154 \$	2 764 481 \$
2021	3 378 033 \$	2 658 155 \$
2022	3 248 109 \$	2 555 918 \$
2023	3 123 181 \$	2 457 614 \$
2024	3 003 059 \$	2 363 090 \$
2025	2 887 557 \$	2 272 202 \$
2026	2 776 497 \$	2 184 810 \$
2027	2 669 708 \$	2 100 779 \$
2028	2 567 027 \$	2 019 979 \$
2029	2 468 296 \$	1 942 288 \$
2030	2 373 361 \$	1867584\$
2031	2 282 078 \$	1 795 754 \$
2032	2 194 306 \$	1 726 687 \$
2033	2 109 909 \$	1 660 276 \$
2034	2 028 759 \$	1 596 419 \$
2035	1 950 730 \$	1 535 018 \$
2036	1 875 702 \$	1 475 979 \$
2037	1 803 559 \$	1 419 211 \$
2038	1 734 192 \$	1 364 626 \$
2039	1 667 492 \$	1 312 140 \$
2040	1 603 358 \$	1 261 673 \$
2041	1 541 690 \$	1 213 147 \$
2042	1 482 394 \$	1 166 488 \$
2043	1 425 379 \$	1 121 623 \$
2044	1 370 557 \$	1 078 483 \$
2045	1 317 843 \$	1 037 003 \$
2046	1 267 157 \$	997 119 \$
2047	1 218 420 \$	958 768 \$
2048	1 171 558 \$	921 892 \$
2049	1 126 498 \$	886 435 \$
2050	1 083 171 \$	852 341 \$
2051	1 041 511 \$	819 559 \$
2052	1 001 453 \$	788 037 \$
2053	962 935 \$	757 728 \$
2054	925 899 \$	728 585 \$
2055	890 288 \$	700 562 \$
2056	856 046 \$	673 618 \$
2057	823 121 \$	647 709 \$
2058	791 462 \$	622 797 \$
2059	761 022 \$	598 844 \$
2060	731 752 \$	575 811 \$
2061	703 607 \$	553 665 \$
2062	676 545 \$	532 370 \$
2063	650 524 \$	511 894 \$
2064	625 504 \$	492 206 \$
TOTAL	79 358 083 \$	62 446 427 \$





OPTION DE NON-INTERVENTION

	Érosion	Coûts des		I		C
Année	(coûts par	mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
	année)	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts
2015	(732) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(732) \$
2016	(702) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(702) \$
2017	(669) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(669) \$
2018	(640) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(640) \$
2019	(613) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(613) \$
2020	(586) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(586) \$
2021	(553) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(553) \$
2022	(526) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(526) \$
2023	(500) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(500) \$
2024	(477) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(477) \$
2025	(458) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(458) \$
2026	(439) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(439) \$
2027	(420) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(420) \$
2028	(402) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(402) \$
2029	(385) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(385) \$
2030	(370) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(370) \$
2031	(353) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(353) \$
2032	(337) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(337) \$
2033	(322) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(322) \$
2034	(308) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(308) \$
2035	(293) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(293) \$
2036	(281) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(281) \$
2036	(261) \$	- \$, 1	- \$	· · · · · ·
						(269) \$
2038	(258) \$	- \$ - \$	- \$	- \$ - \$	- \$	(258) \$
2039	(248) \$		- \$		- \$	(248) \$
2040	(238) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(238) \$
2041	(228) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(228) \$
2042	(62 602) \$	(5 210) \$	- \$	- \$	(126 978) \$	(194 791) \$
2043	(210) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(210) \$
2044	(201) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(201) \$
2045	(191)\$	- \$	- \$	- \$	- \$	(191) \$
2046	(183) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(183) \$
2047	(175) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(175) \$
2048	(168) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(168) \$
2049	(161) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(161) \$
2050	(155) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(155) \$
2051	(149) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(149) \$
2052	(143) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(143) \$
2053	(137) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(137) \$
2054	(132) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(132) \$
2055	(127) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(127) \$
2056	(122) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(122) \$
2057	(117) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(117) \$
2058	(112) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(112) \$
2059	(108) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(108) \$
2060	(104) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(104) \$
2061	(100) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(100) \$
2062	(96) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(96) \$
2063	(92) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(92) \$
2064	(88) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(88) \$
TOTAL	(77 278) \$	(5 210) \$	- \$	- \$	(126 978) \$	(209 467) \$



RELOCALISATION STRATÉGIQUE

2016	omme des coûts
2016	202 559) \$
2017	(702) \$
2018	(669) \$
2019 (613) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 5 - \$ 5 5 5 5 5 5 5 5 5	(640) \$
2020	(613) \$
2021	(586) \$
2022	(553) \$
2023	(526) \$
2024	(500) \$
2025	(477) \$
2026	(458) \$
2027	(439) \$
2028 (402) \$ -	(420) \$
2029 (385) \$ -	(402) \$
2030 (370) \$ -	(385) \$
2031 (353) \$ -	(370) \$
2032 (337) \$ -	(353) \$
2033 (322) \$ -	(337) \$
2034 (308) \$ -	(322) \$
2035 (293) \$ -	(308) \$
2036 (281) \$ -	(293) \$
2037 (269) \$ -	(281) \$
2038 (258) \$ -	(269) \$
2039 (248) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2040 (238) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2041 (228) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2042 (219) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2043 (210) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ -	(258) \$
2040 (238) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2041 (228) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2042 (219) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2043 (210) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (122) \$ - \$ - \$ -	(248) \$
2041 (228) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2042 (219) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2043 (210) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ <td>(238) \$</td>	(238) \$
2042 (219) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2043 (210) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ -	(228) \$
2043 (210) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(219) \$
2044 (201) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(210) \$
2045 (191) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(201) \$
2046 (183) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(191) \$
2047 (175) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(183) \$
2048 (168) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(175) \$
2049 (161) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(168) \$
2050 (155) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(161) \$
2051 (149) \$ - \$ - \$ - \$ 2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$	(155) \$
2052 (143) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$ - \$	(149) \$
2053 (137) \$ - \$ - \$ - \$ 2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$	(143) \$
2054 (132) \$ - \$ - \$ - \$ 2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$	(137) \$
2055 (127) \$ - \$ - \$ - \$ - \$ 2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$	
2056 (122) \$ - \$ - \$ - \$	(132) \$
	(127) \$
	(122) \$
	(117) \$
	(112) \$
	(108) \$
	(104) \$
	(100) \$
	(96) \$
	(92) \$
2064 (88) \$ - \$ - \$ - \$ TOTAL (14 895) \$ (201 827) \$ - \$ - \$ (2	(88) \$ 216 721) \$





OPTION DE NON-INTERVENTION

	Érosion	Coûts des				
Année	(coûts par	mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
	année)	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts
2015	(2 029) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(2 029) \$
2016	(1 953) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 953) \$
2017	(1 880) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 880) \$
2018	(1 809) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 809) \$
2019	(1 743) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 743) \$
2020	(1 681) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 681) \$
2021	(1 621) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 621) \$
2022	(1 561) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 561) \$
2023	(1 503) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 503) \$
2024	(1 449) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 449) \$
2025	(1 395) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 395) \$
2026	(1 342) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 342) \$
2027	(1 292) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 292) \$
2028	(1 243) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 243) \$
2029	(1 192) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 192) \$
2030	(1 144) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 144) \$
2031	(1 099) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 099) \$
2032	(1 056) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 056) \$
2033	(1 014) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 014) \$
2034	(974) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(974) \$
2035	(937) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(937) \$
2036	(27 752) \$	(6 680) \$	(6 912) \$	- \$	- \$	(41 344) \$
2037	(865) \$	- \$	(6 646) \$	- \$	- \$	(7 511) \$
2038	(830) \$	- \$	(6 390) \$	- \$	- \$	(7 221) \$
2039	(798) \$	- \$	(6 145) \$	- \$	- \$	(6 943) \$
2040	(767) \$	- \$	(5 908) \$	- \$	- \$	(6 675) \$
2041	(737) \$	- \$	(5 681) \$	- \$	- \$	(6 418) \$
2042	(708) \$	- \$	(5 463) \$	- \$	- \$	(6 171) \$
2042	(680) \$	- \$	(5 252) \$	- \$	- \$	(5 933) \$
2043	(654) \$	- \$	(5 050) \$	- \$	- \$	(5 705) \$
2045	(629) \$	- \$	(4 856) \$	- \$	- \$	(5 485) \$
2045	(606) \$	- \$	(4 669) \$	- \$	- \$	(5 276) \$
2047	(75 867) \$	(6 540) \$	(5 238) \$	- \$	- \$	(87 645) \$
2047	(28 173) \$	(5 031) \$	(5 037) \$	- \$	- \$	(38 240) \$
2048	(26 831) \$	(6 402) \$	(4 843) \$	- \$	- \$	(38 076) \$
2050	(415) \$	- \$	(4 657) \$	- \$	- \$	(5 072) \$
2051	(14 067) \$	(3 130) \$	(7 036) \$	- \$	- \$	(24 234) \$
2051	(383) \$	- \$	(6 766) \$	- \$	- \$ - \$	(7 149) \$
2052	(370) \$	- \$	(6 505) \$	- \$	- \$ - \$	(6 875) \$
2053	(5 875) \$		(7 392) \$			(15 443) \$
	, , ,					(15 443) \$
2055	(333) \$	- \$ - \$	(7 108) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	
2056	(327) \$	- \$ - \$	(6 835) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(7 162) \$
2057	(315) \$	- \$ - \$	(6 572) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(6 887) \$
2058	(302) \$	- \$	(6 319) \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(6 621) \$
2059	(290) \$		(6 076) \$			(6 367) \$
2060	(279) \$		(5 842) \$	- \$	- \$	(6 121) \$
2061	(268) \$	- \$	(5 618) \$	- \$	- \$	(5 886) \$
2062	(257) \$	- \$	(5 402) \$	- \$	- \$	(5 659) \$
2063	(251) \$	- \$	(5 194) \$	- \$	- \$	(5 445) \$ (5 220) \$
2064	(235) \$	- \$	(4 994) \$	- \$	- \$	(5 229) \$
TOTAL	(219 783) \$	(29 958) \$	(170 406) \$	- \$	- \$	(420 147) \$



RECHARGE DE PLAGE

	Coûts des		I	l	C
Année	mesures	Impacts	Impacts	Impacts	Somme des
	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(205 628) \$	- \$	- \$	- \$	(205 628) \$
2017	(65 907) \$	- \$	- \$	- \$	(65 907) \$
2018	(1 394 177) \$	- \$	- \$	- \$	(1 394 177) \$
2019	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2020	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2021	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2022	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2023	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2024	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2025	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2025	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2020	- \$	- \$	- \$	- ş - \$	- ş - \$
2027	(174 122) \$	- \$	- \$	- \$ - \$	(174 122) \$
	<u> </u>		. 1		
2029					- \$
2030					- \$
2031	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2032	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2033	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2034	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2035	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2036	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2037	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2038	(117 631) \$	- \$	- \$	- \$	(117 631) \$
2039	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2040	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2041	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2042	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2043	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2044	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2045	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2046	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2047	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2048	(79 467) \$	- \$	- \$	- \$	(79 467) \$
2049	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2050	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2051	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2052	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2053	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2054	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2055	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2056	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2057	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2058	(53 685) \$	- \$	- \$	- \$	(53 685) \$
2059	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2060	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2061	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2062	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2063	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2064	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
TOTAL	(2 090 616) \$	- \$	- \$	- \$	(2 090 616) \$
IOIAL	(5 020 010) 3	<u>- </u>	اد -	- y	(5 020 0TO) 3



ENROCHEMENT

	Coûts des	l	I		Somme des
Année	mesures Impacts		Impacts	Impacts	
	d'adaptation	économiques	environnementaux	sociaux	coûts
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(543 689) \$	- \$	- \$	- \$	(543 689) \$
2017	(174 259) \$	- \$	- \$	- \$	(174 259) \$
2018	(3 686 257) \$	- \$	- \$	- \$	(3 686 257) \$
2019	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2020	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2021	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2022	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2023	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2024	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2025	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2026	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2027	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2028	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2029	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2030	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2031	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2032	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2033	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2034	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2035	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2036	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2037	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2037	- \$	- \$	- \$	- \$	- ş - \$
2038	- \$	- \$	- \$	- \$	- ş - \$
2039	- \$	- \$	- \$	- \$	- ş - \$
2040	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2041			- \$	- \$	- ş - \$
2042					
2043	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$
2044	- \$ - \$	- \$	- \$	- \$	
2046	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$	- \$ - \$
2047 2048		- \$		- \$	- \$ - \$
					_
2049					
2050					- \$
2051	- \$	- \$	- \$ - \$	- \$	- \$
2052	- \$	- \$		- \$	- \$
2053	- \$	- \$		- \$	- \$
2054	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2055	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2056	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2057	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2058	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2059	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2060	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2061	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2062	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2063	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2064	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
TOTAL	(4 404 206) \$	- \$	- \$	- \$	(4 404 206) \$



RIPRAP

Année	Coûts des mesures d'adaptation	Impacts économiques	Impacts environnementaux	Impacts sociaux	Somme des coûts
2015	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2016	(123 304) \$	- \$	- \$	- \$	(123 304) \$
2017	(59 281) \$	- \$	- \$	- \$	(59 281) \$
2018	(1 254 020) \$	- \$	- \$	- \$	(1 254 020) \$
2019	- \$	- \$	(228 766) \$	- \$	(228 766) \$
2020	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2021	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2022	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2023	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2024	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2025	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2026	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2027	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2028	- \$	- \$	(40 182) \$	- \$	(40 182) \$
2029	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2030	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2031	(116 751) \$	- \$	- \$	- \$	(116 751) \$
2031	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2032	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2033	- \$	- \$	- \$	- \$	
2034	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$ - \$
		- \$	- \$	- ş - \$	- \$
2036					- \$ - \$
2037					
2038	- \$	- \$		•	(27 146) \$
2039	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2040	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2041	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2042	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2043	(72 923) \$	- \$	- \$	- \$ - \$	(72 923) \$
2044	- \$	- \$	- \$		- \$
2045	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2046	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2047	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2048	- \$	- \$	(18 339) \$	- \$	(18 339) \$
2049	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2050	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2051	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2052	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2053	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2054	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2055	(45 547) \$	- \$	- \$	- \$	(45 547) \$
2056	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2057	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2058	- \$	- \$	(12 389) \$	- \$	(12 389) \$
2059	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2060	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2061	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2062	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2063	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2064	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
TOTAL	(1 671 826) \$	- \$	(326 821) \$	- \$	(1 998 647) \$



RELOCALISATION STRATÉGIQUE

Année	Érosion (coûts par année)	Coûts des mesures d'adaptation	Impacts économiques	Impacts environnementaux	Impacts sociaux	Somme des coûts
2015	(2 029) \$	(53 020) \$	- \$	- \$	- \$	(55 049) \$
2016	(1953)\$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 953) \$
2017	(1880)\$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 880) \$
2018	(1809)\$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 809) \$
2019	(1743)\$	(111 341) \$	(88 784) \$	- \$	- \$	(201 869) \$
2020	(1 350) \$	(93 791) \$	- \$	- \$	- \$	(95 142) \$
2021	(1621)\$	(69 543) \$	- \$	- \$	- \$	(71 164) \$
2022	(1 256) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 256) \$
2023	(1 210) \$	(39 724) \$	- \$	- \$	- \$	(40 934) \$
2023	(1 167) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 167) \$
2025	(1 124) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(1 124) \$
2025	(1 124) \$	(39 684) \$	- \$	- \$	- \$	(40 765) \$
2026	, , ,	(39 664) \$	- \$ - \$	- \$	- \$ - \$	
	(1 041) \$ (1 002) \$	- \$ - \$	- \$	- \$ - \$	- \$ - \$	(1 041) \$
2028						(1 002) \$
2029	(961) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(961) \$
2030	(921) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(921) \$
2031	(885) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(885) \$
2032	(850) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(850) \$
2033	(817) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(817) \$
2034	(784) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(784) \$
2035	(754) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(754) \$
2036	(724) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(724) \$
2037	(696) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(696) \$
2038	(668) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(668) \$
2039	(643) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(643) \$
2040	(618) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(618) \$
2041	(593) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(593) \$
2042	(570) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(570) \$
2043	(548) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(548) \$
2044	(527) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(527) \$
2045	(506) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(506) \$
2046	(488) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(488) \$
2047	(466) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(466) \$
2048	(449) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(449) \$
2049	(432) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(432) \$
2050	(415) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(415) \$
2051	(399) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(399) \$
2052	(383) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(383) \$
2053	(370) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(370) \$
2054	(361) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(361) \$
2055	(333) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(333) \$
2056	(327) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(327) \$
2057	(315) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(315) \$
2058	(302) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(302) \$
2059	(290) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(290) \$
2060	(279) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(279) \$
2061	(268) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(268) \$
2062	(257) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	(257) \$
2063	(251) \$	- ş - \$	- \$	- \$	- \$	(251) \$
2063	(231) \$	- \$ - \$	- \$	- \$	- \$ - \$	(235) \$
TOTAL	(38 952) \$	(407 104) \$	(88 784) \$		- ş - \$	(534 840) \$