



$$VAN = \sum_{t=1}^T \frac{avantages_t}{(1+\rho)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{coûts_t}{(1+\rho)^t}$$

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE À RIVIÈRE-OUELLE

Résumé exécutif
Mars 2016



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



Québec



REMERCIEMENTS

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.

Cette étude a été rendue possible grâce à de nombreuses collaborations, dont notamment 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 et de la dynamique des vagues sur les côtes du Québec.

Nous tenons à remercier la MRC de Kamouraska pour sa collaboration et son support, notamment Valérie Labrecque, Coordonnatrice du Service de gestion intégrée de l'eau. L'apport précieux des nombreux partenaires locaux a permis

d'avoir accès aux informations et aux données essentielles à la réalisation de cette analyse. En particulier, nous voulons saluer l'aide précieuse de Benoit Rioux de la Financière agricole et de Régis Potvin, ingénieur.

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 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), Élisabeth Marceau (MPO), Graham Frank (Baird), Marcel Roussy (MAPAQ), Rénauld 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), Paul Gingras (MRC La Mitis) et Jean-Pierre Savard (Ouranos).

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE À RIVIÈRE-OUELLE

**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
Guillaume Duff, Ouranos
Ursule Boyer-Villemaire, Ouranos
François Morneau, Ouranos
Claude Desjarlais, Ouranos

Principaux collaborateurs :

Pascal Bernatchez, UQAR
Steeve Dugas, UQAR
Chantal Quintin, UQAR
MRC de Kamouraska

Révision et mise en page : Beatriz Osorio, Ouranos, et Katherine Pineault, Ouranos

Numéro de projet : 540010-000

Citation suggérée : Circé, M., Da Silva, L., Duff, G., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) *Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Rivière-Ouelle*. Ouranos : Montréal. 69 pages et annexes.

Mars 2016



RÉSUMÉ EXÉCUTIF

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 lancé par le Groupe de travail sur l'économie 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.

Dans le cadre de cette étude, cinq sites ont fait l'objet d'analyses coûts-avantages (ACA). Il s'agit de Kamouraska, de Percé, de Maria, de Carleton-sur-Mer et des Îles-de-la-Madeleine. Le présent rapport s'intéresse au littoral de la MRC de Kamouraska et plus précisément des municipalités de Rivière-Ouelle et de La Pocatière¹.

¹ Même si la zone d'étude inclut des terres situées dans les deux municipalités, c'est l'aboteau de Rivière-Ouelle qui est menacé sur la période d'étude. C'est pourquoi cette étude de cas s'intitule *Analyse coûts-avantages d'options d'adaptation en zone côtière à Rivière-Ouelle*.

Comme plusieurs municipalités côtières au Québec, la MRC de Kamouraska subit déjà d'importants impacts liés aux changements climatiques, lesquels se traduisent par la montée du niveau marin, l'adoucissement hivernal et la perte du couvert de glace dans le Saint-Laurent, ainsi que la modification du régime des tempêtes. La modification de ces paramètres hydroclimatiques vient accélérer et amplifier les aléas côtiers d'érosion et de submersion menaçant les terres agricoles de la région qui sont importantes pour la vitalité économique de la MRC de Kamouraska.

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Cette étude vise à déterminer, en utilisant l'analyse coûts-avantages, les options d'adaptation les plus avantageuses pour protéger la zone côtière de Rivière-Ouelle de ces impacts accrus de l'érosion et de la submersion qui s'intensifient à cause des changements climatiques. L'analyse s'appuie sur des projections d'érosion future fournies par le LDGIZC de l'UQAR de même que sur des projections de niveaux d'eau extrêmes développées conjointement par Ouranos et le LDGIZC.

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. L'ACA se base sur deux indicateurs économiques pour 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, les coûts de construction et d'entretien des différentes options. Quant aux avantages de l'adaptation, ils proviennent en majeure partie des coûts évités et de gains environnementaux.

Les avantages et les coûts des différentes options d'adaptation proposées sont actualisés à 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 du Bas-Saint-Laurent.

ZONE D'ÉTUDE

Les municipalités de Rivière-Ouelle et de La Pocatière sont situées le long de la rive sud du Saint-Laurent entre les municipalités de Saint-Denis-De La Bouteillerie et de Saint-Roch-des-Aulnaies. Les deux municipalités à l'étude font partie de la MRC de Kamouraska dans la région du Bas-Saint-Laurent. Les terres de la région, réputées être de grande qualité, notamment à cause de la présence d'argile favorable à l'agriculture, ont favorisé le développement de cette activité économique importante.

La zone d'étude couvre 370 hectares et est comprise entre l'autoroute 20, la route 132, la rivière Saint-Jean et la rivière Ouelle, comme indiqué à la figure A. La majeure partie de ce territoire est occupée par des terres agricoles qui sont protégées par un aboiteau de 4,2 km de long. Il s'agit en fait d'une digue construite en terre dans les années 1930 afin de drainer et de protéger les terres et de permettre leur mise en culture. À l'avant de l'aboiteau se trouve un marais qui le protège de l'érosion et de la submersion, puisqu'il amortit l'énergie des vagues lors de tempêtes. L'aboiteau de Rivière-Ouelle a été identifié comme une structure vulnérable qui pourrait être fortement touchée par l'érosion dans les prochaines années.

OPTIONS D'ADAPTATION

À Rivière-Ouelle, quatre options d'adaptation ont été évaluées afin d'atteindre l'un ou l'autre des objectifs suivants : 1) éviter toute brèche dans l'aboteau afin de protéger la majeure partie des terres agricoles ou 2) permettre au marais de se régénérer afin qu'il assure à plus long terme la protection de l'aboteau. Compte

tenu du rehaussement marin, les quatre options considérées incluent toutes le rehaussement de l'aboteau qui devrait passer d'une élévation moyenne de 3,9 m géodésique à environ 5 m géodésique.

La première option envisagée est de protéger l'aboteau par un épi en T formé de pierres qui serait construit à l'avant de la partie de



Figure A - Localisation de la zone d'étude

l'aboiteau la plus vulnérable à l'érosion du marais. La seconde mesure consiste à enrocher l'aboiteau afin qu'il soit en mesure de contrer l'érosion et d'éviter ainsi la formation de brèches. La troisième option est plutôt basée sur un recul partiel de l'aboiteau dans sa partie la plus vulnérable (perte d'environ 14 hectares de terres agricoles), afin de permettre au marais de continuer à assurer une protection naturelle contre l'érosion. Enfin, la quatrième option est la dépoldérisation. Elle implique de reculer l'aboiteau jusqu'au rang de l'Éventail permettant ainsi au marais de se régénérer sur une superficie potentielle de 200 hectares.

Les options d'adaptation qui ont été retenues pour l'analyse proviennent de différentes études techniques réalisées sur le territoire de la MRC de Kamouraska au cours des dernières années afin de réhabiliter et/ou d'entretenir les aboiteaux. Celles-ci prennent en compte les conditions hydrodynamiques, l'érosion, la sédimentation et les contraintes géotechniques liées à la zone d'étude. Les options d'adaptation étudiées dans cette analyse ont été conçues pour une vie utile de 50 ans.

PROBLÉMATIQUE

Les principaux enjeux au niveau de la zone d'étude sont liés à la disparition du marais qui pourrait conduire à la formation de brèches dans l'aboiteau, ce qui inonderait alors les terres agricoles de façon récurrente. Actuellement, les terres agricoles sont submergées à de très rares occasions lors d'événements de tempête majeurs comme en décembre 2010 lorsque le niveau d'eau est supérieur à l'élévation de l'aboiteau.

Normalement, la présence du marais saumâtre protège l'aboiteau, mais avec un taux de recul probable du marais de -1,93 m par an à son point le plus critique, l'aboiteau sera exposé à l'érosion à partir de 2035. L'aboiteau n'ayant pas été conçu pour résister à l'assaut des vagues, il est prévu que des brèches se formeront et que l'eau salée submergera les terres agricoles les plus basses.

Sur un horizon temporel de 50 ans, si rien n'est fait, c'est plus de 200 hectares de terres agricoles qui pourraient être perdus dans la zone d'étude. En contrepartie, les terres submergées permettraient la régénération du marais qui pourrait accroître graduellement sa superficie. En effet, les terres agricoles perdues pourraient être en partie retournées à un état naturel de marais saumâtre offrant des services écologiques, dont un habitat pour la biodiversité.

Les impacts potentiels de la non-intervention sont estimés à 619 571 \$ sur 50 ans à un taux d'actualisation de 4 %. La majeure partie des dommages appréhendés proviendrait de la perte de terres cultivables, qui sont évaluées à 10 000 \$ l'hectare dans la région.

RÉSULTATS DE L'ACA

Les résultats de l'ACA montrent que seul le recul partiel de l'aboiteau 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 de son faible coût de construction et parce qu'elle favorise la régénération du marais sur une superficie d'environ 14 hectares permettant

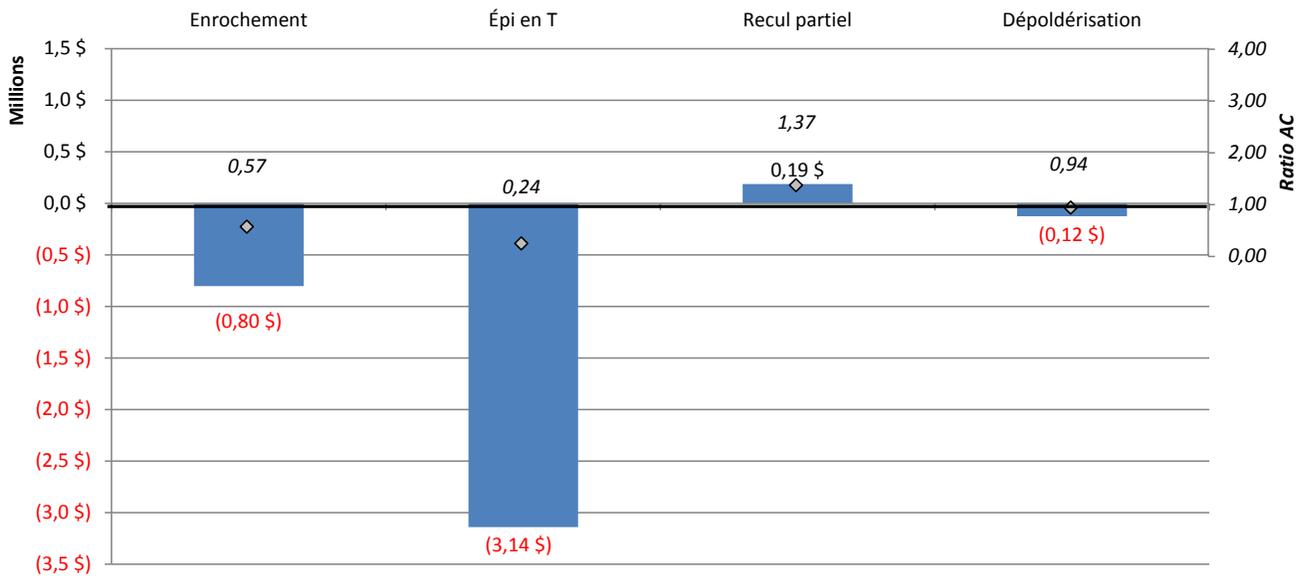


Figure B - Avantages actualisés nets par rapport à la non-intervention à Rivière-Ouelle

ainsi de protéger l'aboteau de l'érosion. Sur la période d'étude, l'option de recul partiel l'aboteau offre des avantages actualisés nets de 189 308 \$ par rapport à la non-intervention (voir figure B). Chaque dollar consenti pour cette option permet de générer 1,37 \$ d'avantage.

Les analyses de sensibilité indiquent que la valeur des services écologiques associés au marais est un facteur qui influence significativement les résultats de l'ACA. De plus, l'hypothèse relative à la rapidité à laquelle le marais pourrait se régénérer et offrir des services écologiques modifie les résultats de l'ACA. Ainsi, avec une valeur des services écologiques plus élevée ou une augmentation du taux de régénération du marais, la dépoldérisation devient l'option la plus avantageuse économiquement. Malheureusement, les gains environnementaux

liés à l'existence d'un marais sont difficiles à évaluer monétairement, car on ne peut pas observer de transactions sur le marché pour les services écologiques. De plus, les conditions favorisant la régénération d'un marais sont encore peu connues.

Somme toute, suite à l'ensemble des analyses de sensibilité réalisées, l'option du recul partiel combinée au rehaussement de l'aboteau demeure la solution privilégiée. Elle permet de redonner à l'aboteau sa protection naturelle, soit un marais, ce qui évite d'avoir à enrocher l'aboteau ou à le protéger par un épi en T, deux options très coûteuses par rapport aux dommages appréhendés au cours des 50 prochaines années.

LISTE DES ACRONYMES

ACA :	Analyse coûts-avantages
CC :	Changements climatiques
LDGIZC :	Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières
MAMOT :	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
MDDELCC :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MPO :	Ministère des Pêches et Océans
MRC :	Municipalité régionale de comté
UNB :	Université du Nouveau-Brunswick
UPEI :	Université de l'Île-du-Prince-Édouard
UQAM :	Université du Québec à Montréal
UQAR :	Université du Québec à Rimouski
VAN :	Valeur actualisée nette