

# GÉORISQUES CÔTIERS, VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DE LA COMMUNAUTÉ D'EKUANITSHIT DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES



**CONSEIL TRIBAL  
MAMUITUN**



**Laboratoire de dynamique  
et de gestion intégrée des  
zones côtières** | UQAR

**2012**

## Équipe de réalisation

### Coordination, recherche et rédaction

Pascal Bernatchez géomorphologue côtier (Ph. D.), professeur-chercheur au Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)

### Recherche, enquête, cartographie, analyse et rédaction

Stéphanie Friesinger géographe (M.Sc), professionnelle de recherche au LDGIZC de l'UQAR  
Catherine Denis géographe (B.Sc), professionnelle de recherche au LDGIZC de l'UQAR

### Cartographie

Steeve Dugas géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQAR  
Frankie Jean-Gagnon géographe (B.Sc), étudiante à la maîtrise en gestion des ressources maritimes de l'UQAR  
David Didier géographe (B.Sc), étudiant à la maîtrise en géographie de l'UQAR  
David Lacombe géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQAR  
Louis Cormier géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQA  
Marie-Andrée Roy technicienne en géomatique pour le département de Biologie, Chimie et Géographie de l'UQAR  
Susan Drejza géographe (M.Sc), professionnelle de recherche au LDGIZC de l'UQAR

### Analyse et rédaction des données climatologiques

Yvon Jolivet microclimatologue (M.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQAR

### Analyse des données hydrologiques

Jérôme Dubé géomorphologue fluvial (M.Sc), auxiliaire d'enseignement et de recherche de l'UQAR

### Coordination locale

David Toro conseiller en environnement, Conseil tribal Mamuitun  
Sylvie Vollant directrice des Services publics, Conseil des Innus de Pessamit  
Luc Picard superviseur des parcs et pelouse, Services publics du Conseil des Innus de Pessamit  
Marc Bacon géomaticien, Services publics du Conseil des Innus de Pessamit  
Rémy Bastien directeur du Service immobilisations, infrastructures et habitation, Innu Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam  
Vincent Napish conseiller politique du Conseil des Innus de Ekuanitshit  
Denis Losier agent de liaison pour Nutashkuan, Mammit Innuat

### Crédits photographiques

Page couverture : Chalets à l'est de la rivière Mingan (Novembre 2010); Littoral devant Ekuanitshit (Août 2010); Rive ouest de la rivière Mingan (Mars 2010).

Sauf indication contraire, l'ensemble des photographies présentées dans ce rapport proviennent du LDGIZC.

### Référence complète

Bernatchez, P., Friesinger, S., Denis, C. et Jolivet, Y. 2012. Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté d'Ekuanitshit dans un contexte de changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Conseil tribal Mamuitun et au Ministère des affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 220 pages.

## Remerciements

Nous désirons d'abord et avant tout remercier chaleureusement les Chefs Raphaël Picard, Georges-Ernest Grégoire, Jean-Charles Piétacho et François Bellefleur ainsi que leur conseil respectif pour leur appui et leur collaboration dans la réalisation de ce projet.

L'équipe de réalisation remercie le Conseil tribal Mamuitun, et plus particulièrement David Toro et Lionel Picard, pour l'initiative de ce projet de recherche. Nous remercions aussi le MAINC, maintenant nommé le ministère des AADNC, qui a financé, par l'entremise du programme d'adaptation aux changements climatiques, la réalisation de ce projet. Merci à Yanie Chauret et à Nicole Brouard des AADNC pour les échanges et leurs commentaires constructifs lors du développement du projet.

Merci à Sylvie Vollant et à Luc Picard de la communauté de Pessamit pour leur disponibilité, leur aide précieuse tout au long du processus d'enquête avec les acteurs publics et les résidents. Merci à Marc Bacon pour les données numériques sur l'utilisation du territoire de Pessamit. Merci à Dominic Francoeur, du comité ZIP RNE, pour le partage d'informations sur les projets réalisés à Pessamit ainsi que pour le partage de données numériques.

Nous désirons aussi remercier Rémy Bastien pour sa collaboration dans la mise en place du processus d'enquête pour les communautés de Uashat mak Mani-Utenam. Merci également à Vincent Napish, conseiller politique de Ekuanitshit pour son aide au moment de l'enquête auprès des résidents et des acteurs publics. Un remerciement spécial à Denis Losier pour ses précieux conseils pour la réalisation des enquêtes à Nutashkuan ainsi qu'à Stéphane Lacasse du Conseil tribal MamitInnuat pour ses conseils et son contact auprès du conseil tribal.

Merci à tous les acteurs publics et résidents de Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan qui ont accepté de partager leurs observations et leurs connaissances de l'évolution de la zone côtière. Nous voulons spécifier aussi l'aide précieuse donnée de la part de tous les traducteurs de chacune des communautés : Luc Picard (Pessamit), Guylaine Pinette (Uashat mak Mani-Utenam), Simon Mollen (Ekuanitshit) et Jean-Sébastien Ispatao (Nutashkuan).

Nous voulons spécialement remercier tous ceux et celles qui ont participé aux ateliers de formation sur le réseau de suivi de l'érosion côtière. Les personnes que nous remercions sont :

Pour Pessamit :

- 1- Marc Bacon, technicien en géomatique du Conseil des Innus de Pessamit;
- 2- Pascal Richard, technicien en géomatique du Conseil des Innus de Pessamit;
- 3- Sébastien Picard, agent territorial du Conseil des Innus de Pessamit.

Pour Uashat mak Mani-Utenam :

- 1- Gaëlle André, directrice adjointe des Services techniques de Uashat mak Mani-Utenam;
- 2- Ovila Fontaine, superviseur des Services techniques à Mani-Utenam;

- 3- Shanon Michel, superviseur des installations d’approvisionnement en eau potable à Mani-Utenam;
- 4- Daniel Jourdain, superviseur des Services techniques à Uashat;
- 5- Josélito Fontaine, employé de la direction des Services techniques à Uashat.

Pour Ekuanitshit :

- 1- Claude Basile, directeur du Service d’entretien;
- 2- Sylvain Napess, responsable de l’approvisionnement en eau potable.

Pour Nutashkuan :

- 1- Simon Courtois, directeur des Services techniques du Conseil des Innus de Nutashkuan;
- 2- Denis Losier, technicien des Services techniques du Conseil Tribal Mamit Innuat.

Nous remercions tout particulièrement Kateri Jourdain, pour sa collaboration dans la diffusion de notre programme d’enquête dans le bulletin « Innuvelle ». Merci également aux équipes des radios communautaires de Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan de nous avoir accordé du temps de diffusion si précieux.

Nous désirons aussi remercier Josée Bastien, du ministère des Ressources naturelles du Canada, pour les orthophotographies et les données numériques des zones à l’étude. Merci à Sozig Le Breton, de l’agence Mamu Innu Kaikusseht (AMIK), à Virginie Provost du comité ZIP Côte-Nord du Golfe et à Hans-Frederic Ellefsen, du ministère des Pêches et Océans Canada, pour leur partage de connaissances et de données sur les zones à l’étude. Un remerciement chaleureux à Steve Dubreuil, anthropologue du musée de la Côte-Nord, et à l’équipe du musée Shaputuan de Sept-Îles pour leurs précieuses informations sur la culture innue et sur le site du Vieux-Poste de Sept-Îles.

## Résumé

Ce rapport s'inscrit dans un projet de recherche portant sur la vulnérabilité des communautés innues aux aléas côtiers dans un contexte de changements climatiques. Réalisée en collaboration avec le Conseil tribal Mamuitun, cette étude devrait permettre d'augmenter la résilience côtière et la capacité d'adaptation des communautés d'Ekuanitshit, Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam et Nutashkuan grâce à la production d'outils de planification du développement de leur territoire. Ces outils ont notamment été produits en intégrant les savoirs traditionnels, les activités et les sites patrimoniaux ainsi que les connaissances géoscientifiques.

Ce volume porte spécifiquement sur la communauté d'Ekuanitshit. L'analyse de la vulnérabilité et des aléas côtiers a été réalisée pour l'ensemble du territoire côtier utilisé par les Innus dans le cadre de leurs activités. La zone d'étude s'étend de l'estuaire de la rivière Saint-Jean à l'estuaire de la Romaine.

### **Caractéristiques du territoire d'Ekuanitshit**

La réserve d'Ekuanitshit est établie sur le complexe deltaïque de la rivière Mingan, au confluent de cette dernière avec le golfe du Saint-Laurent. Le développement de la zone de villégiature à proximité du littoral et les besoins d'infrastructures de la communauté (p.ex. : agrandissement du centre de santé, maison de la culture, usine de transformation de poissons) accentuent l'urgence d'identifier les zones vulnérables aux aléas côtiers afin de guider l'aménagement du territoire. Les principaux enjeux socio-économiques en lien avec les aléas côtiers sont les infrastructures situées dans la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan ainsi que celles situées à proximité de la rive ouest de la rivière Mingan dont la route 138 et la piste cyclable. Le maintien de la pêche au saumon et des déplacements sur le territoire en hiver sont également des enjeux importants de l'adaptation aux changements environnementaux.

Sur le territoire de la réserve d'Ekuanitshit, l'environnement côtier et estuarien est constitué de côtes à terrasse de plage, de falaises meubles et de terrasses alluviales. Ces côtes sont composées uniquement de sable. L'ensemble des falaises meubles situées sur la rive ouest de la rivière Mingan sont actives et un segment est actuellement enroché. La façade côtière est active entre la brèche de tempête et le quai. On retrouve un muret de bois partiellement endommagé à l'ouest du quai.

En ce qui concerne la zone de villégiature située sur des terres intramunicipales appartenant à la MRC de la Minganie à l'est de la rivière Mingan, elle est constituée de terrasses de plage entrecoupées de pointes rocheuses et de falaises meubles à terrasse de plage. Ces côtes alternent entre un état actif et stable.

L'estuaire de la rivière Mingan connaît actuellement plusieurs changements. Les répondants rapportent une baisse du niveau d'eau, un élargissement du lit de la rivière et un ensablement de l'estuaire. Ce dernier phénomène pourrait s'expliquer par l'augmentation des apports

sédimentaires côtiers en hiver en raison de la réduction de la couverture de la glace côtière et par la baisse du régime hydrologique.

### **Analyse de l'évolution côtière en lien avec les conditions climatiques, glacielles et hydrologiques historiques**

L'évolution côtière, en lien avec les conditions climatiques, glacielles et hydrologiques, a été globalement analysée de 1948 à 2005 selon des intervalles de temps qui présentaient des profils climatiques distincts, soit au-dessus ou au-dessous de la normale.

L'analyse des données météorologiques à la station de Sept-Îles indique une tendance positive, non significative, au réchauffement des températures pour l'ensemble des paramètres étudiés. Le réchauffement est particulièrement important lors de la saison hivernale de la période récente (2006-2010) qui a enregistré les anomalies moyenne (1,95 °C) et maximum (+ 7,01 °C) les plus élevées. Cette élévation des températures moyennes hivernales concorde avec la diminution des degrés-jours de gel. La baisse des degrés-jours de gel concorde aussi avec une réduction de la couverture de glace dans le golfe du Saint-Laurent. Les précipitations de pluie annuelle sont à la hausse alors que les précipitations neigeuses annuelles et hivernales sont à la baisse. La période de 2006-2010 présente le nombre d'événements de pluie diluvienne de 30 mm par année le plus élevé et arrive au second rang pour le seuil de 50 mm et plus. Les tempêtes sont plus fréquentes en hiver. Malgré une baisse de leur nombre, la réduction de la couverture de glace côtière (1996-2010) expose la côte à un plus grand nombre de tempêtes.

De façon globale, la côte de la rivière Saint-Jean à la rivière Romaine présente des taux d'évolution négatifs pour la période de 1948 à 1997, à l'exception de 1967 à 1976, et est en accumulation pour la période de 1997 à 2005.

Lorsqu'on analyse l'évolution côtière par type de côte, on remarque que la falaise meuble de la rive ouest de la rivière Mingan est en recul depuis 1948 et de manière plus marquée lors des périodes avec de nombreux événements de précipitations diluviennes (1948 à 1967 et 1989 à 1997). La valeur maximale de recul mesurée a été de 1,71 m/an entre 1989 et 1997. Cette falaise évolue par sapement basal, dû à l'écoulement fluvial et à l'action des glaces mobiles, et par décrochements superficiels. Elle est donc très réactive à l'intensité des précipitations, au débit fluvial et aux redoux hivernaux.

La terrasse de plage devant Ekuanitshit évolue différemment des terrasses de plage des autres secteurs. Son bilan d'évolution de 1948 à 2005 est stable avec une valeur assez faible (0,16 m/an) malgré qu'elle soit située en aval de la dérive littorale. Le recul le plus important a été de 1,85 m/an entre 1983 et 1989. Ce bilan s'explique par la faible distance entre la plage et le chenal profond entre l'île du Havre de Mingan et la côte qui limite la progradation de la côte puisque les sédiments sont expulsés vers le chenal et ne peuvent revenir dans la cellule hydrosédimentaire. De plus, ce secteur ne présente pas de période de forte érosion puisqu'il est protégé des vagues de tempête par l'île du Havre de Mingan.

La terrasse de plage au niveau de la zone de villégiature est globalement stable à l'exception des périodes caractérisées par plusieurs événements de tempêtes (1948 à 1967 et 1983 à 1989). La valeur maximale de recul mesurée a été de 2,48 m/an entre 1983 et 1989. Comme la plupart des terrasses de plage de la région à l'étude, elle évolue sous l'effet des vagues de tempête et est sensible aux variations des apports sédimentaires provenant des rivières et de l'érosion des falaises côtières en amont. Par conséquent, elle réagit indirectement aux modifications du cycle hydrologique (précipitations, débit de la rivière) et de la couverture de glace.

### **Projection du littoral dans un contexte de changements climatiques**

Les scientifiques du climat prévoient que les changements climatiques se répercuteront au Québec par une augmentation des températures moyennes annuelles et hivernales et par une augmentation des précipitations hivernales, qui pourrait se traduire par une augmentation des précipitations liquides lorsque les températures dépassent le seuil de 0°C.

Dans la zone côtière, ces modifications du climat auront pour conséquence de diminuer l'englacement de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent et de diminuer la formation de la glace côtière et par conséquent, d'augmenter le nombre total d'événements de vagues de tempêtes affectant la côte. On prévoit aussi une intensification des redoux hivernaux ainsi que des cycles de gel et de dégel et, conséquemment, l'accélération du recul des falaises côtières. Enfin, sur la Côte-Nord, l'accélération de la hausse eustatique devrait renverser la tendance à la baisse du niveau marin relatif. On observe déjà, au niveau des côtes basses, en bordure des complexes deltaïques, des évidences de submersion côtière.

Deux scénarios ont été utilisés afin de projeter l'évolution du trait de côte ou de la ligne de rivage à l'horizon 2060. Le premier implique que l'évolution future va s'effectuer selon des conditions semblables au passé alors que le second considère comme plausible que l'intensité de l'érosion côtière s'accélère en raison des changements climatiques. Le choix du scénario pour chacun des segments a été basé sur l'analyse du fonctionnement du système côtier et sur son comportement appréhendé dans un contexte de changements climatiques.

De manière générale, la période de 1997 à 2005 constitue la période la plus chaude et peut constituer un bon analogue de ce qui devrait se passer pour les prochaines décennies en regard de l'évolution côtière.

Dans le contexte où la baisse du régime hydrologique de la rivière se poursuit, le recul de la rive ouest de la rivière Mingan devrait s'effectuer selon des conditions semblables au passé. L'unité MIN-12, adjacente aux limites administratives d'Ekuanitshit, devrait donc reculer de 28 m d'ici 2060.

Le recul projeté sur la terrasse de plage devant la communauté d'Ekuanitshit est négligeable (-3 m d'ici 2060) puisque cette dernière est protégée des vents de tempête par l'île du Havre de Mingan.

En considérant la poursuite de la baisse du régime hydrologique des rivières et la diminution des apports sédimentaires fluviaux qui en découle, la tendance d'évolution devant la zone de villégiature devrait s'inverser dans le futur et passer d'un bilan positif à un bilan négatif. De plus, avec la diminution de la glace côtière associée au réchauffement des températures et l'augmentation du nombre total de vagues de tempête atteignant les plages en hiver qui en résulte, il est projeté que la terrasse de plage devant la zone de villégiature recule de 35 m d'ici 2060.

### **Vulnérabilité des infrastructures et des activités aux aléas côtiers et aux changements environnementaux**

L'analyse du niveau de vulnérabilité des infrastructures et des activités a été réalisée par horizon de temps selon les projections de l'évolution de la ligne de rivage ou du trait de côte d'ici 2060. Les infrastructures vulnérables à l'érosion côtière et fluviale sont les chalets de la zone de villégiature, les infrastructures de services publics (belvédère et tuyau d'évacuation des eaux de pluie) et un site récréatif (rampe de mise à l'eau). Sur un total de 24 infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 54% présentent un niveau de vulnérabilité faible à très faible et 12 % un niveau très élevé à élevé. Les chalets de la zone de villégiature représentent à eux seuls 88 % de l'ensemble des infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060. Un de ces chalets sera vulnérable dès 2020 et 7 le seront entre 2030 et 2040. La rampe de mise à l'eau ainsi que les belvédères et le tuyau d'évacuation des eaux de pluie situés sur la rive ouest de la rivière Mingan sont actuellement menacés par l'érosion fluviale.

Les voies de communication qui sont vulnérables à l'érosion côtière et fluviale sont la route 138, des routes locales et des sentiers de VTT. Sur un total de 6,5 km d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 26 % présente un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé (2005 à 2020) et 41 % présente un niveau de vulnérabilité faible à très faible (2040 à 2060). La route 138 sera menacée dès 2020 et le nombre de mètres vulnérables à l'érosion augmentera au fil des ans jusqu'à atteindre 1,6 km d'ici 2060.

Au niveau des activités, 93 % des aires analysées de cueillette de petits fruits (bleuets, fraises et graines rouges) seront vulnérables à l'érosion d'ici 2060. De plus, une grande partie des activités qui se déroulent sur les berges de la rivière Mingan sont déjà menacées par l'érosion et les changements environnementaux (pêche sur la glace, baignade, détente, jeux d'hiver, rassemblement, cueillette de petits fruits, promenade en VTT et en motoneige, pêche et rampe de mise à l'eau). Dans la zone de villégiature, l'accès aux chalets en véhicule deviendra impossible en raison de l'érosion des chemins d'accès. De plus, plusieurs chalets et campements seront vulnérables à l'érosion d'ici 2060. Enfin, la marche, la promenade en VTT, la cuisson de la banique, la cueillette de petits fruits et la cueillette de mye ont pour leur part un niveau de vulnérabilité moyen.

### **Zonage du risque d'érosion côtière et secteurs d'intervention prioritaire**

Une cartographie préliminaire des zones exposées à l'érosion côtière et fluviale a été réalisée à l'intérieur des limites administratives d'Ekuanitshit. Nous recommandons d'interdire de

nouvelles constructions permanentes dans ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. Les marges de recul préconisées vont de 55 à 60 mètres selon les types de côtes. Trois secteurs nécessiteront une intervention à court et moyen terme, soit : 1) la terrasse de plage devant la communauté d'Ekuanitshit; 2) la rive ouest de la rivière Mingan et 3) la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan. Des recommandations sont proposées à l'égard de ces secteurs.

### **Perceptions des résidents et des acteurs publics sur les aléas côtiers et les changements environnementaux**

L'enquête sur les perceptions des résidents et des gestionnaires de la communauté a mis en lumière le fait que les répondants observent une accélération du phénomène d'érosion, tout particulièrement sur la berge ouest de la rivière Mingan ainsi que dans le secteur de villégiature à l'est de la rivière Mingan, et qu'ils voient une augmentation de la fréquence des événements de glissements de terrain. De plus, ils observent plusieurs changements environnementaux, dont le réchauffement climatique, l'augmentation des redoux hivernaux, la diminution de la glace côtière et l'ensablement de l'estuaire de la rivière Mingan. Selon eux, les aléas côtiers surviennent en réaction aux changements climatiques, à l'augmentation des redoux hivernaux et à la diminution de la glace côtière. Les résidents sont plus nombreux à croire que les interventions humaines (p.ex. : VTT) peuvent participer à générer de l'érosion.

Selon les participants, les zones les plus affectées dans la communauté sont les berges de la rive ouest de l'estuaire de la rivière Mingan ainsi que la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan. Des belvédères, la piste cyclable, le sentier pédestre et plusieurs chalets ont été affectés par l'érosion côtière et fluviale. De plus, des activités telles que la promenade en VTT, la cueillette de petits fruits, la marche, les déplacements en motoneige, la pêche et la chasse aux oiseaux migrateurs sont affectées par les aléas côtiers et les changements environnementaux. Les répondants sont également nombreux à craindre une éventuelle rupture du pédoncule.

Les solutions d'adaptation préconisées par une majorité de répondants portent sur la sensibilisation aux processus qui façonnent leur environnement ainsi que sur les solutions d'adaptation à envisager. Certains répondants sont enclins à reculer les infrastructures vulnérables aux aléas côtiers alors que d'autres aimeraient enrocher le littoral devant le secteur de villégiature. Une majorité de répondants propose l'enrochement de la rive ouest de la rivière Mingan ainsi que le projet de contournement de la route 138 afin de s'adapter à l'érosion fluviale. Les deux groupes croient que le conseil de bande, les experts et les deux paliers de gouvernements devraient travailler en étroite collaboration afin d'identifier les solutions d'adaptation. Par ailleurs, une plus grande proportion d'acteurs publics croit que les résidents devraient également être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation. Les répondants sont d'avis que la gestion des solutions d'adaptation devrait être réalisée par le conseil de bande uniquement. Le financement devrait, selon les deux groupes de répondants, être assuré par les deux paliers de gouvernements et plusieurs répondants proposent qu'Hydro-Québec contribue financièrement aux solutions d'adaptation.

La qualité des témoignages recueillis confirme l'importance d'inclure les connaissances des résidents et des acteurs publics dans un processus de gestion intégrée de la zone côtière.

### **Transfert de connaissance**

Un réseau de suivi de l'érosion côtière a été implanté grâce à une collaboration des chercheurs de l'UQAR et des responsables issus de la communauté d'Ekuanitshit. Ces derniers ont reçu une formation en décembre 2010 pour assurer une autonomisation du suivi du phénomène d'érosion. Toutefois, le manque de ressources financières pourrait entraver la poursuite de la collecte des données et le mentorat par des chercheurs de l'UQAR. Une rencontre est également prévue à l'automne 2012 avec les gestionnaires d'Ekuanitshit pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation.

# Table des matières

Équipe de réalisation.....	II
Remerciements .....	III
Résumé.....	V
Table des matières .....	XI
Liste des figures.....	XIV
Liste des planches.....	XVII
Liste des tableaux .....	XVIII
Listes des annexes .....	XIX
<b>1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1 Mise en contexte.....	1
1.2 Objectifs.....	2
1.3 Localisation de la zone d'étude .....	2
<b>2 Contexte socio-économique.....</b>	<b>3</b>
2.1 Démographie.....	3
2.2 Occupation du territoire côtier .....	6
2.3 Activités côtières et maritimes.....	9
<b>3 Analyse des perceptions des acteurs publics et des résidents sur les aléas côtiers et les changements environnementaux .....</b>	<b>10</b>
3.1 Mise en contexte et objectifs .....	10
3.2 Méthodologie.....	11
3.2.1 Stratégie d'échantillonnage et outils d'enquête .....	11
3.2.2 Déroulement de l'enquête .....	12
3.2.3 Traitement et analyse des données .....	12
3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions.....	13
3.3 Résultats de l'enquête sur les perceptions des acteurs publics.....	14
3.3.1 Profil des répondants .....	14
3.3.2 Préoccupations des acteurs publics .....	15
3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés .....	16
3.3.4 Causes des aléas.....	20
3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux .....	22
3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance .....	24
3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents.....	28
3.4.1 Profil des répondants .....	28
3.4.2 Préoccupations des résidents.....	29
3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés .....	30
3.4.4 Causes des aléas.....	34

3.4.5	Impacts des aléas et des changements environnementaux .....	36
3.4.6	Solutions d'adaptation et gouvernance .....	38
3.5	Analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des aléas et des changements environnementaux .....	43
3.5.1	Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux .....	43
3.5.2	Perceptions des zones affectées par les phénomènes, les processus et les changements environnementaux .....	49
3.6	Faits saillants de l'enquête sur les perceptions.....	56
3.6.1	Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences .....	56
3.6.2	Solutions et gouvernance .....	57
<b>4</b>	<b>Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques .....</b>	<b>59</b>
4.1	Méthodologie .....	59
4.1.1	Les données climatiques .....	59
4.1.2	Les données glacielles .....	67
4.1.3	Les données hydrologiques .....	68
4.1.4	Les données sur les niveaux d'eau .....	68
4.2	Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques.....	69
4.3	Projections climatiques .....	79
4.3.1	Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières .....	81
<b>5</b>	<b>Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers .....</b>	<b>83</b>
5.1	Méthodologie.....	83
5.1.1	Caractérisation de la côte.....	83
5.1.2	Évolution historique .....	89
5.2	Contexte physique de la zone à l'étude .....	92
5.2.1	Géologie et formations meubles.....	92
5.2.2	Conditions hydrodynamiques générales.....	93
5.3	Portrait actuel de la côte .....	94
5.3.1	Portrait actuel de la région d'Ekuanitshit.....	96
5.3.2	Portrait actuel de la réserve d'Ekuanitshit.....	99
5.4	Évolution historique de la côte.....	108
5.4.1	Analyse globale des taux de déplacement .....	108
5.4.2	Analyse par secteur des taux de déplacement.....	110
5.4.3	Constats généraux.....	117
<b>6</b>	<b>Projection de l'évolution côtière .....</b>	<b>122</b>
6.1	Méthodologie.....	122

6.1.1	Identification des facteurs-clés d'évolution et couplage évolution côtière et climat historique .....	122
6.1.2	Définition des scénarios d'évolution .....	125
6.2	Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution .....	125
6.2.1	Secteur A et B – Rivière Saint-Jean/Mingan .....	125
6.2.2	Secteur C - Ekuanitshit/rivière Mingan.....	136
6.2.3	Secteur D et E - Rivière Mingan .....	139
6.2.4	Secteur F - Rivière Mingan/pointe à l'est .....	140
6.2.5	Secteur G - Pointe à l'est/pointe Paradis .....	143
6.2.6	Secteur H - Pointe Paradis/rivière Romaine .....	146
<b>7</b>	<b>Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux .....</b>	<b>148</b>
7.1	Méthodologie .....	148
7.1.1	Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures.....	148
7.1.2	Évaluation de la vulnérabilité des activités .....	149
7.2	Résultats de la vulnérabilité aux aléas et aux changements environnementaux .....	150
7.2.1	Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles .....	150
7.2.2	Vulnérabilité des infrastructures linéaires .....	151
7.2.3	Vulnérabilité des activités .....	152
<b>8</b>	<b>Cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière dans un contexte de changements climatiques .....</b>	<b>160</b>
8.1	Méthodologie du zone du risque d'érosion côtière .....	160
8.2	Résultats de zonage du risque d'érosion côtière .....	162
8.3	Secteurs d'intervention prioritaire .....	165
<b>9</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>167</b>
	<b>Références.....</b>	<b>170</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>176</b>

## Liste des figures

Figure 1. Localisation d'Ekuanitshit et de la zone d'étude .....	3
Figure 2. Répartition de la population d'Ekuanitshit en 2006 par groupe d'âge et par sexe .....	4
Figure 3. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge .....	5
Figure 4. Occupation du territoire côtier d'Ekuanitshit .....	6
Figure 5. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier d'Ekuanitshit .....	8
Figure 6. Profil des acteurs publics rencontrés .....	14
Figure 7. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière .....	15
Figure 8. Aléas observés par les acteurs publics .....	16
Figure 9. Tendances des aléas observés par les acteurs publics .....	17
Figure 10. Saisons où se manifestent les aléas selon les acteurs publics .....	17
Figure 11. Processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics .....	18
Figure 12. Tendances des processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics.....	18
Figure 13. Changements climatiques observés par les acteurs publics .....	19
Figure 14. Changements environnementaux observés par les acteurs publics .....	19
Figure 15. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics .....	20
Figure 16. Causes des aléas fluviaux selon les acteurs publics .....	21
Figure 17. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics .....	23
Figure 18. Proportion d'acteurs publics qui perçoivent des impacts des changements climatiques .....	23
Figure 19. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics .....	24
Figure 20. Solutions préconisées pour les aléas côtiers selon les acteurs publics.....	25
Figure 21. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les acteurs publics.....	27
Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les acteurs publics .....	27
Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les acteurs publics.....	27
Figure 24. Profil des résidents rencontrés .....	28
Figure 25. Résidents ayant une propriété en zone côtière .....	28
Figure 26. Aléas observés par les résidents .....	30
Figure 27. Tendance des aléas observés par les résidents.....	31
Figure 28. Saison où se manifestent les aléas selon les résidents .....	31
Figure 29. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents.....	32
Figure 30. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les résidents.....	32
Figure 31. Changements climatiques observés par les résidents .....	33
Figure 32. Changements environnementaux observés par les résidents .....	33
Figure 33. Causes des aléas côtiers selon les résidents .....	34
Figure 34. Causes des aléas fluviaux selon les résidents.....	35
Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents.....	37
Figure 36. Actions entreprises selon les résidents .....	39

Figure 37. Appréciation des actions entreprises selon les résidents .....	39
Figure 38. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents .....	40
Figure 39. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents .....	42
Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents .....	42
Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents.....	42
Figure 42. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux.....	45
Figure 43. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de la rivière Saint-Jean à la rivière Romaine .....	46
Figure 44. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur d'Ekuanitshit.....	47
Figure 45. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur à l'est de la rivière Mingan .....	48
Figure 46. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants.....	50
Figure 47. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs .....	51
Figure 48. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur rivière Saint-Jean/Longue-Pointe-de-Mingan.....	52
Figure 49. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Mingan .....	53
Figure 50. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur est de la rivière Mingan/ruisseau Lechasseur .....	54
Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur est de la rivière Romaine .....	55
Figure 52. Localisation de la station météorologique de Sept-Îles et de la station de jaugeage de la rivière Romaine .....	60
Figure 53. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010.....	77
Figure 54. Moyenne annuelle, maximum et minimum des débits moyens journaliers de la rivière Romaine .....	78
Figure 55. Moyenne séquentielle (moyennes, maximums et minimums) des débits moyens journaliers de la rivière Romaine.....	78
Figure 56. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec .....	79
Figure 57. Côte à falaise meuble (Estuaire de la rivière Mingan).....	85
Figure 58. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Estuaire de la rivière Mingan) .....	86
Figure 59. Côte à flèche littorale (Embouchure de la rivière Saint-Jean).....	86
Figure 60. Côte à marais maritime (Estuaire de la rivière Mingan).....	87
Figure 61. Côte à terrasse alluviale (Estuaire de la rivière Mingan).....	87
Figure 62. Côte à terrasse de plage (Ekuanitshit).....	88
Figure 63. Côte à terrasse de plage à base rocheuse (à l'est de l'estuaire de la rivière Mingan) .....	88

Figure 64. Côte rocheuse (entre la rivière Mingan et la rivière Romaine) .....	89
Figure 65. Délimitation de la ligne de rivage .....	91
Figure 66. Localisation des secteurs de caractérisation côtière.....	95
Figure 67. Types de côte de la zone d'étude .....	97
Figure 68. État de la côte de la zone d'étude .....	98
Figure 69. Types de côte de la réserve d'Ekuanitshit .....	100
Figure 70. État de la côte de la réserve d'Ekuanitshit .....	100
Figure 71. Muret de bois devant la communauté d'Ekuanitshit .....	101
Figure 72. Décrochements superficiels et coulées de sable sec (rivière Mingan) .....	102
Figure 73. Portrait actuel du secteur de la rivière Saint-Jean – Longue-Pointe-de-Mingan .....	103
Figure 74. Portrait actuel du secteur de Longue-Pointe-de-Mingan .....	104
Figure 75. Portrait actuel du secteur de la rivière Mingan.....	105
Figure 76. Portrait actuel du secteur du ruisseau Leblanc .....	106
Figure 77. Portrait actuel du secteur de la rivière Romaine .....	107
Figure 78. Taux de déplacement par type de côte et par période pour la région d'Ekuanitshit .....	109
Figure 79. Évolution historique du secteur A – Rivière Saint-Jean/Longue-Pointe-de-Mingan.....	110
Figure 80. Évolution historique du secteur B – Longue-Pointe-de-Mingan/Ekuanitshit.....	111
Figure 81. Évolution historique du secteur C - Ekuanitshit/rivière Mingan .....	112
Figure 82. Évolution historique du secteur D –Rive sud de la rivière Mingan .....	113
Figure 83. Évolution historique du secteur E –Rive nord de la rivière Mingan .....	114
Figure 84. Évolution historique du secteur F -Rivière Mingan/pointe à l'est.....	114
Figure 85. Évolution historique du secteur G -Pointe à l'est/pointe Paradis .....	115
Figure 86. Évolution historique du secteur H -Pointe Paradis/rivière Romaine .....	116
Figure 87. Évolution historique des secteurs A à H par période .....	118
Figure 88. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-01 et MIN-02 .....	130
Figure 89. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-02.....	131
Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-02 et MIN-03 .....	132
Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-04 et MIN-05 .....	133
Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-05.....	134
Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-05 et MIN-06 .....	135
Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-07, MIN-08, MIN-09, MIN-10, MIN-11, MIN-12, MIN-13 et MIN-14 .....	137
Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-06 et MIN-07 et MIN-12 (touchant la réserve).....	138
Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-15, MIN-16, MIN-17, MIN-18.....	142

Figure 97. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-19.....	144
Figure 98. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-19, MIN-20, MIN-21 et MIN-22.....	145
Figure 99. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-23, MIN-24, MIN-25, MIN-26, MIN-27, MIN-28 et MIN-29 .....	147
Figure 100. Localisation des différentes aires d'activités vulnérables aux aléas et aux changements environnementaux.....	155
Figure 101. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux.....	156
Figure 102. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, ensemble de la zone d'étude .....	157
Figure 103. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, estuaire de la rivière Mingan.....	158
Figure 104. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan.....	159
Figure 105. Zonage du risque d'érosion de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-06, MIN-07 et MIN-12.....	163
Figure 106. Zonage du risque d'érosion de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-19.....	164
Figure 107. Stations de suivi des géorisques côtiers de la région d'Ekuanitshit .....	201
Figure 108. Stations de suivi des géorisques côtiers de la région d'Ekuanitshit.....	202

## Liste des planches

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B.....	119
Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C, D, E et F .....	120
Planche 3. Évolution côtière historique des secteurs G et H .....	121

## Liste des tableaux

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006.....	3
Tableau 2. Variation du nombre de logements privés occupés entre 1996 et 2006 à Ekuanitshit .....	5
Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière d'Ekuanitshit.....	7
Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière d'Ekuanitshit .....	7
Tableau 5. Organismes et services représentés.....	14
Tableau 6. Préoccupations des acteurs publics.....	15
Tableau 7. Liens entre les changements climatiques et les aléas fluviaux .....	21
Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics.....	23
Tableau 9. Solutions d'adaptation planifiées selon les acteurs publics .....	24
Tableau 10. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas fluviaux .....	25
Tableau 11. Préoccupations des résidents.....	29
Tableau 12. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers .....	35
Tableau 13. Liens entre les changements climatiques et les aléas fluviaux .....	36
Tableau 14. Impacts des changements climatiques selon les résidents.....	38
Tableau 15. Solutions préconisées pour les aléas fluviaux par les résidents.....	41
Tableau 16. Synthèse des perceptions des résidents et des acteurs publics d'Ekuanitshit à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux .....	58
Tableau 17. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification de la station de Sept-Îles A. ....	61
Tableau 18. Normales climatiques à la station Sept-Îles A. pour la période 1971 à 2000.....	65
Tableau 19. Exemple de calcul d'anomalie des précipitations totales pour l'intervalle 1979-1986.....	66
Tableau 20. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés .....	67
Tableau 21. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques. ....	70
Tableau 22. Données hydrologiques de la rivière Romaine.....	77
Tableau 23. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec.....	80
Tableau 24. Définition des types de côtes .....	84
Tableau 25. Définition de l'état de la côte .....	85
Tableau 26. Intervalle d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes.....	90
Tableau 27. Stratigraphie de la côte du secteur de rivière Saint-Jean à la rivière Romaine.....	97
Tableau 28. Type d'infrastructures de protection de la zone d'étude.....	98
Tableau 29. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région d'Ekuanitshit .....	123
Tableau 30. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures.....	149
Tableau 31. Niveau de vulnérabilité des infrastructures en fonction de l'horizon de temps.....	149
Tableau 32. Niveau de vulnérabilité des activités en fonction de leur état.....	150
Tableau 33. Type d'infrastructures ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière et fluviale .....	151
Tableau 34. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière et fluviale.....	152
Tableau 35. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion.....	154
Tableau 36. Taux de recul maximum enregistrés sur la Côte-Nord selon les types de côte .....	160

Tableau 37. Marges minimales de recul prévues selon les types de côte appliquées à la Côte-Nord.....	161
Tableau 38. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière .....	162

## Listes des annexes

Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics .....	177
Annexe 2. Questionnaire élaboré pour les informateurs clés et les résidents .....	183
Annexe 3. Résultats du test G .....	191
Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics.....	194
Annexe 5. Impacts des aléas selon les acteurs publics .....	195
Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents .....	196
Annexe 7. Concordance entre les stations météorologiques de Havre-St-Pierre et de Sept-Îles.....	197
Annexe 8. Formation au suivi de l'érosion côtière.....	200
Annexe 9. Procédure des relevés de terrain pour le suivi de l'érosion des côtes du Québec maritime .....	203

# 1 Introduction

## 1.1 Mise en contexte

Avec des taux de recul moyen de l'ordre de 0,5 à 2,0 m par an à plusieurs endroits, l'érosion des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent suit la tendance mondiale (Bernatchez et Dubois, 2004). Dans un contexte de changements climatiques, ces taux d'érosion devraient s'accélérer au Québec (Bernatchez *et al.*, 2008; Savard *et al.*, 2009). Les communautés innues à l'étude, soit Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan, sont généralement établies sur d'anciens complexes deltaïques formés au début de l'Holocène, il y a un peu plus de 10 000 ans (Bernatchez, 2003; Dubois, 1979). Or, ces environnements côtiers sont compris dans le 3 % du littoral canadien identifié comme le plus sensible à la hausse du niveau marin (Shaw *et al.*, 1998). Ces systèmes côtiers sont aussi parmi les plus sensibles au réchauffement climatique (Bernatchez, 2003). Au Québec, les impacts de l'érosion se manifestent déjà sur le plan socio-économique par des dommages occasionnés aux cadres bâtis (résidentiels, commerciaux, patrimoniaux et infrastructures de service), aux réseaux routiers et ferroviaires, de même que par des perturbations aux activités économiques et par la hausse des coûts d'entretien des infrastructures côtières (Bernatchez *et al.*, 2008). Ils se manifestent aussi, sur le plan écologique, par la perte ou la modification d'habitats dont les effets se feront bientôt sentir sur les activités traditionnelles des communautés littorales.

Actuellement, les communautés innues visées par ce projet n'ont pas d'outils de planification du développement de leur territoire qui prennent en compte les géorisques côtiers et les changements climatiques. Réalisé en collaboration avec le Conseil tribal Mamuitun et avec l'appui des conseils de bande de l'ensemble des communautés à l'étude, soit Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan, la réalisation de ce projet permet aux communautés autochtones de bénéficier des mêmes connaissances et des outils d'adaptation développés dans les municipalités du Québec à l'égard des risques naturels côtiers et des changements climatiques. Ce projet se veut aussi original puisqu'il intègre les savoirs traditionnels aux connaissances géoscientifiques. De plus, au lieu d'évaluer la vulnérabilité uniquement en fonction des infrastructures, comme c'est le cas actuellement dans les municipalités du Québec, elle sera aussi évaluée en fonction des activités pratiquées par les communautés et en tenant compte des lieux culturels et patrimoniaux jugés importants par les communautés. Les outils développés au cours de ce projet devraient permettre d'augmenter la résilience côtière et la capacité d'adaptation des communautés innues côtières en réduisant leur vulnérabilité aux changements climatiques. Ce présent volume fait partie intégrante d'une série de quatre rapports et vise la communauté d'Ekuanitshit alors que les trois autres visent les communautés respectives mentionnées plus haut.

## 1.2 Objectifs

Le projet de recherche a été réalisé en deux phases. La première portait sur l'étude qualitative de la vulnérabilité et l'intégration des savoirs locaux et des perceptions (1<sup>er</sup> octobre au 31 mars 2010). La seconde phase s'est concentrée sur l'étude de l'évolution des systèmes côtiers en lien avec les changements climatiques, l'analyse de la vulnérabilité future de la communauté face aux aléas côtiers et le développement d'outils cartographiques pour zoner le risque d'érosion (1<sup>er</sup> avril 2010 au 31 mars 2012).

Les objectifs de ce projet de recherche sont :

1. Analyser les perceptions des acteurs publics et des résidents à l'égard des géorisques côtiers et des changements environnementaux ainsi que des pistes de solutions d'adaptation qu'ils préconisent;
2. Cartographier les zones de phénomènes naturels et de changements environnementaux ainsi que les zones d'activités sociales, économiques, culturelles et traditionnelles identifiées par les acteurs publics et les résidents sur le territoire côtier;
3. Analyser les processus et les aléas côtiers;
4. Effectuer une analyse des données météorologiques historiques;
5. Réaliser une analyse historique et prospective de l'évolution côtière en lien avec les paramètres climatiques et océanographiques;
6. Identifier les enjeux potentiels des communautés innues en lien avec les aléas côtiers et les changements climatiques;
7. Dresser un bilan de la vulnérabilité des infrastructures et des activités à l'érosion fluviale et côtière et aux changements climatiques;
8. Effectuer une cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière;
9. Assurer un transfert des connaissances vers les gestionnaires du territoire et les communautés à l'étude.

## 1.3 Localisation de la zone d'étude

La communauté d'Ekuanitshit borde le golfe du Saint-Laurent à l'embouchure de la rivière Mingan, au cœur de la Minganie (Figure 1). Elle est localisée entre Longue-Pointe-de-Mingan et Havre-Saint-Pierre, situé à 40 km à l'est. Le principal centre de services régional, Sept-Îles, est situé à 190 kilomètres à l'ouest. La communauté d'Ekuanitshit est accessible par la route 138. À l'intérieur des terres, quelques chemins forestiers et des pistes de motoneige complètent le réseau de transport routier. La présence d'un quai en eau peu profonde favorise le déplacement en bateau le long de la côte. De plus, la région est desservie par un aéroport régional situé à Havre-Saint-Pierre et le transport aérien à l'intérieur des terres est favorisé par une hydrobase située au lac des Plaines. La réserve a été créée en 1963 à la suite du transfert de la Seigneurie

de Mingan au gouvernement fédéral (Hydro-Québec, 2007). Elle couvre aujourd’hui une superficie de 1919 hectares, soit 19,19 km<sup>2</sup> (AADNC, 2010).

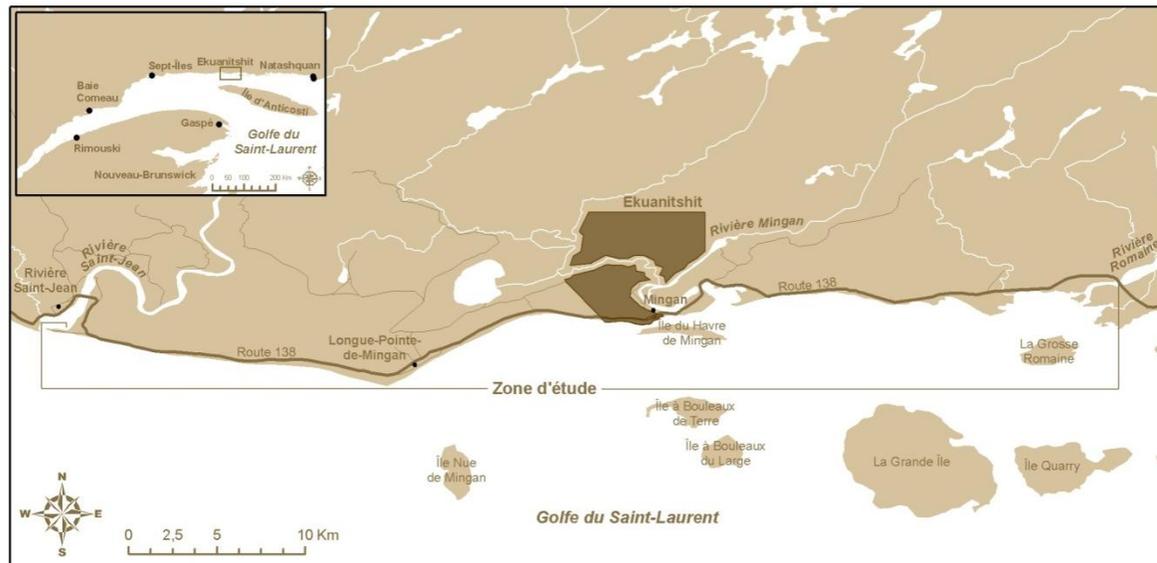


Figure 1. Localisation d’Ekuanitshit et de la zone d’étude

## 2 Contexte socio-économique

### 2.1 Démographie

Les données démographiques récentes montrent que la population d’Ekuanitshit est en faible croissance. En effet, Ekuanitshit comptait 407 habitants en 2006, soit 16 individus de plus qu’en 2001 (Tableau 1). La municipalité de Havre-Saint-Pierre, principal centre urbain à proximité d’Ekuanitshit, comptait pour sa part 3 150 individus en 2006, soit 141 de moins qu’en 2001 (Tableau 1). Ainsi, bien qu’Ekuanitshit ait connu une diminution de sa population totale entre 1996 et 2006, la période de 2001 à 2006 démontre un redressement de la situation. Ceci concorde avec la projection 2001-2017 de la taille des populations autochtones pour l’ensemble du Canada (Statistique Canada, 2005). En effet, l’étude de Statistique Canada montre que cette population augmentera d’ici 2017 et ce, à un rythme de croissance supérieur au double de celui de la population canadienne totale (Statistique Canada, 2005).

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006

Communauté	2006 <sup>1</sup>	2001 <sup>1</sup>	1996 <sup>2</sup>	Variation 1996-2006 (%)	Variation 2001-2006 (%)
Ekuanitshit	407	391	430	-5.3	4.1
Havre-Saint-Pierre	3 150	3 291	3 450	-8.7	-4.3

Sources : 1) Statistique Canada, 2007; 2) Statistique Canada, 1997

La population d'Ekuanitshit est jeune. En 2006, l'âge médian était de 24,7 ans alors qu'il était de 42,7 ans pour Havre-Saint-Pierre et de 41 ans pour l'ensemble du Québec (Statistique Canada, 2007). De plus, les gens de 0 à 19 ans comptaient pour 44 % de la population en 2006 (Figure 2), ce qui correspond au double de l'occupation de cette tranche d'âge dans le portrait démographique de Havre-Saint-Pierre (22 %) et de la province du Québec (23 %) (Statistique Canada, 2007). Tout groupe d'âge confondu, on remarque qu'il y a un plus grand nombre de femmes que d'hommes à Ekuanitshit. En effet, les femmes représentent 55 % de la communauté (Statistique Canada, 2007), ce qui correspond à un ratio de 8 hommes pour 10 femmes. Lorsque l'on observe la variation de la population par groupe d'âge, on remarque qu'un grand nombre d'aînés ont quitté la communauté (- 67 %) et que le groupe qui a connu la plus grande croissance au cours des dix dernières années correspond aux 55 à 74 ans (+ 40 %) (Figure 3).

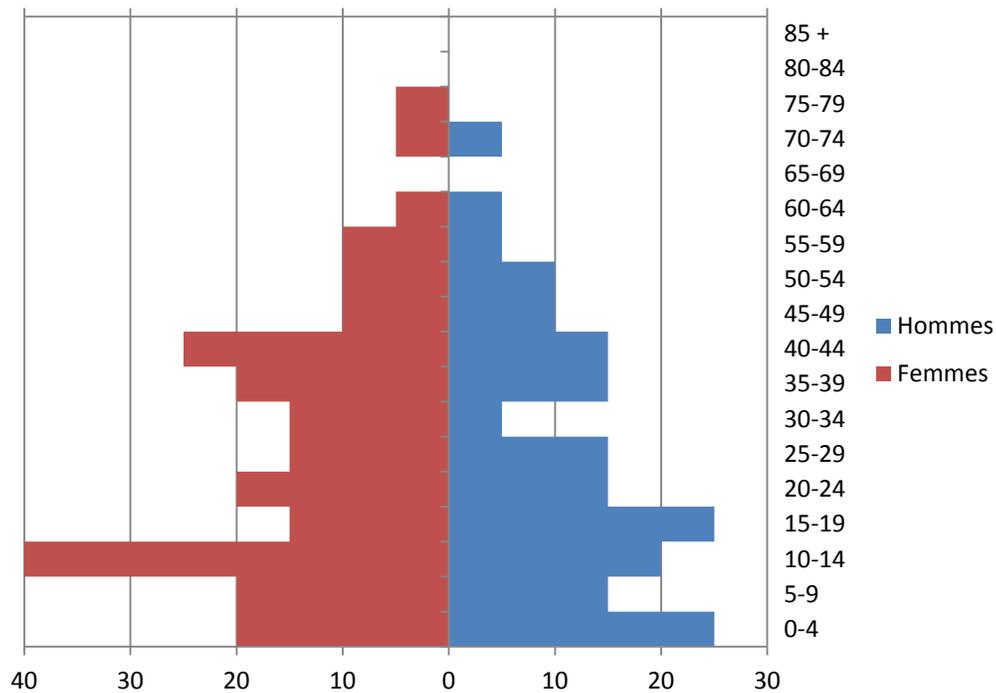


Figure 2. Répartition de la population d'Ekuanitshit en 2006 par groupe d'âge et par sexe  
 Source : Statistique Canada, 2007

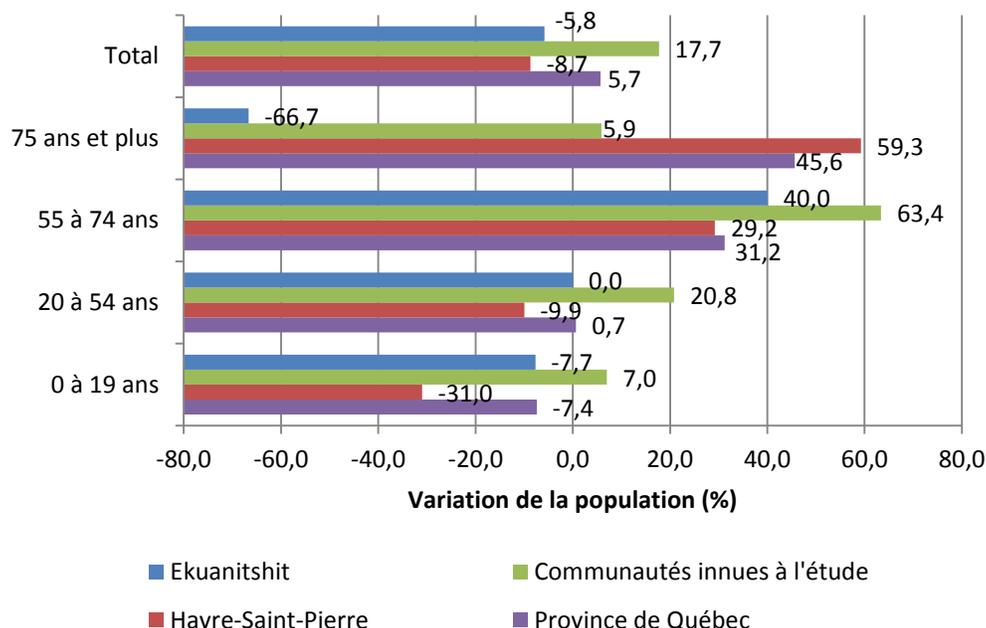


Figure 3. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge

Source : Statistique Canada, 2007

En 2006, on retrouvait 120 logements privés occupés dans la communauté d'Ekuanitshit, soit 20% de plus qu'en 1996 (Tableau 2). La taille moyenne des ménages était de 3,4 personnes par logement en 2006 comparativement à 4,3 en 1996 (Statistique Canada, 1997; Statistique Canada, 2007). La municipalité de Havre-Saint-Pierre comptait pour sa part 1 256 logements privés occupés ce qui correspond à une moyenne de 2,4 personnes par logement (Statistique Canada, 2007). On peut donc affirmer que, bien qu'elle laisse encore place à l'amélioration, les conditions de vie des résidents d'Ekuanitshit ont connu une certaine amélioration du point de vue du logement.

Tableau 2. Variation du nombre de logements privés occupés entre 1996 et 2006 à Ekuanitshit

Communauté	2006 <sup>1</sup>	1996 <sup>2</sup>	Variation 1996-2006 (%)
Ekuanitshit	120	100	20

Sources : 1) Statistique Canada, 2007; 2) Statistique Canada, 1997

On remarque que la population active occupée est proportionnellement plus faible à Ekuanitshit qu'à Havre-Saint-Pierre et que le nombre de personnes travaillant à l'extérieur de leur lieu de résidence y est plus élevé. À Ekuanitshit, la population active occupée de 15 ans et plus comptait 110 individus en 2006, ce qui représente 27 % de la population totale (Statistique Canada, 2007). Un peu moins de 60 % de la population active occupée, soit 65 individus, ont un emploi dans la communauté (Statistique Canada, 2007). À Havre-Saint-Pierre, la population active occupée de 15 ans et plus représente 49 % de la population totale, soit 1 545 individus

(Statistique Canada, 2007). De plus, la grande majorité des personnes actives occupées, soit 85%, travaillent directement à Havre-Saint-Pierre (Statistique Canada, 2007).

## 2.2 Occupation du territoire côtier

Une bande côtière couvrant 150 m entre la ligne de rivage et l'intérieur des terres a été utilisée pour réaliser l'inventaire de l'occupation du territoire côtier. La première occupation derrière la ligne de rivage a été retenue.

L'inventaire de l'occupation du territoire côtier montre que ce dernier est principalement utilisé à des fins de transport (VTT, vélo et voiture) (73,8 % du littoral) (Figure 4). Les zones récréatives (sentiers pédestres ou VTT (sentiers utilisés à des fins récréatifs) représentent pour leur part 11,8 % de l'occupation de la côte. Aucune portion du littoral n'est directement résidentielle. Dans tous les cas, une route ou une zone récréative se retrouve entre la ligne de rivage et les résidences. Enfin, 11,4 % de la bande côtière est naturelle (Figure 4).

La réserve d'Ekuanitshit adjacente au littoral est principalement utilisée pour des activités portuaires, pour la circulation en véhicule tout-terrain (VTT) ainsi qu'à des fins récréatives (Figure 5). On retrouve à l'intérieur de la zone d'inventaire adjacente à la rivière Mingan d'importantes voies de communication, dont la route nationale 138 et des sentiers cyclables (Figure 5).

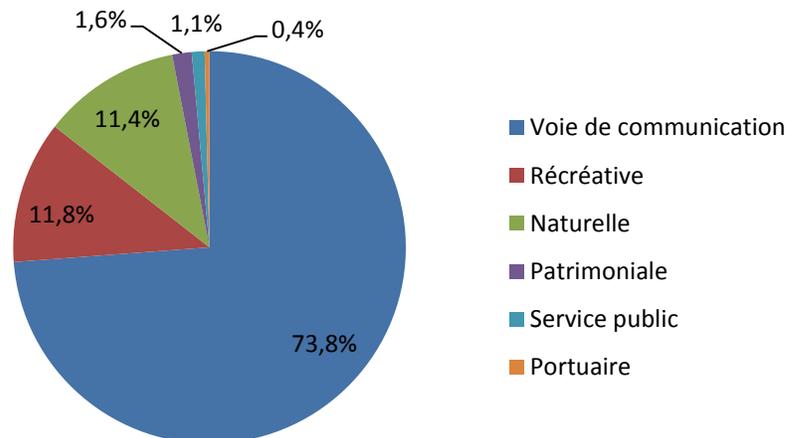


Figure 4. Occupation du territoire côtier d'Ekuanitshit

Les infrastructures et les sites utilisés par les Innus d'Ekuanitshit localisés à moins de 150 mètres de la ligne de rivage adjacente à la réserve d'Ekuanitshit ont été inventoriés (Figure 5, Tableau 3 et Tableau 4). Les infrastructures et les sites inventoriés ont été répertoriés selon qu'ils se trouvaient à l'intérieur des limites de la réserve ou à l'extérieur. La majorité des infrastructures et des sites utilisés par les Innus sont à l'intérieur de la réserve (Tableau 3 et Tableau 4). Certains

éléments essentiels aux activités de ces derniers se retrouvent toutefois à l'extérieur de la réserve, dont une section de la route nationale 138, une piste cyclable et des infrastructures portuaires. Les principales infrastructures situées à l'intérieur des limites de la réserve correspondent aux bâtiments de la rue Matias Uashaunnu (Figure 5). Outre neuf résidences et leur bâtiment secondaire, on retrouve le dispensaire, la résidence des infirmières, le bureau de la sécurité publique, les bureaux du conseil tribal Mammit Innuat et deux entrepôts du conseil de bande sur cette rue. Ces bâtiments sont à une distance de 120 à 150 m du méandre de la rivière Mingan. Le cimetière et l'église sont pour leur part à un peu plus de 100 m de la ligne de rivage sur la terrasse de plage. Un sentier de VTT, d'un peu plus de trois kilomètres, sert de voie de communication entre la partie ouest de la réserve et Longue-Pointe-de-Mingan. Ce sentier de VTT est situé à environ 20 à 50 m de la ligne de rivage.

**Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière d'Ekuanitshit**

Type d'infrastructures et de sites	Nbre d'infrastructures/sites	
	Intérieur de la réserve	Extérieur de la réserve
Résidence	23	0
Service public	10	4
Site récréatif	10	5
Infrastructure patrimoniale	4	1
Site patrimonial	3	0
Infrastructure portuaire	0	3
Commerce	0	1
Infrastructure récréative	0	2
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>16</b>

**Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière d'Ekuanitshit**

Enjeux linéaires	Longueur (m)	
	Intérieur de la réserve	Extérieur de la réserve
Voie de communication	3 656,89	2 696,13
Sentier récréatif	177,40	1 001,12
<b>Total</b>	<b>3 993.25</b>	<b>3 697.25</b>

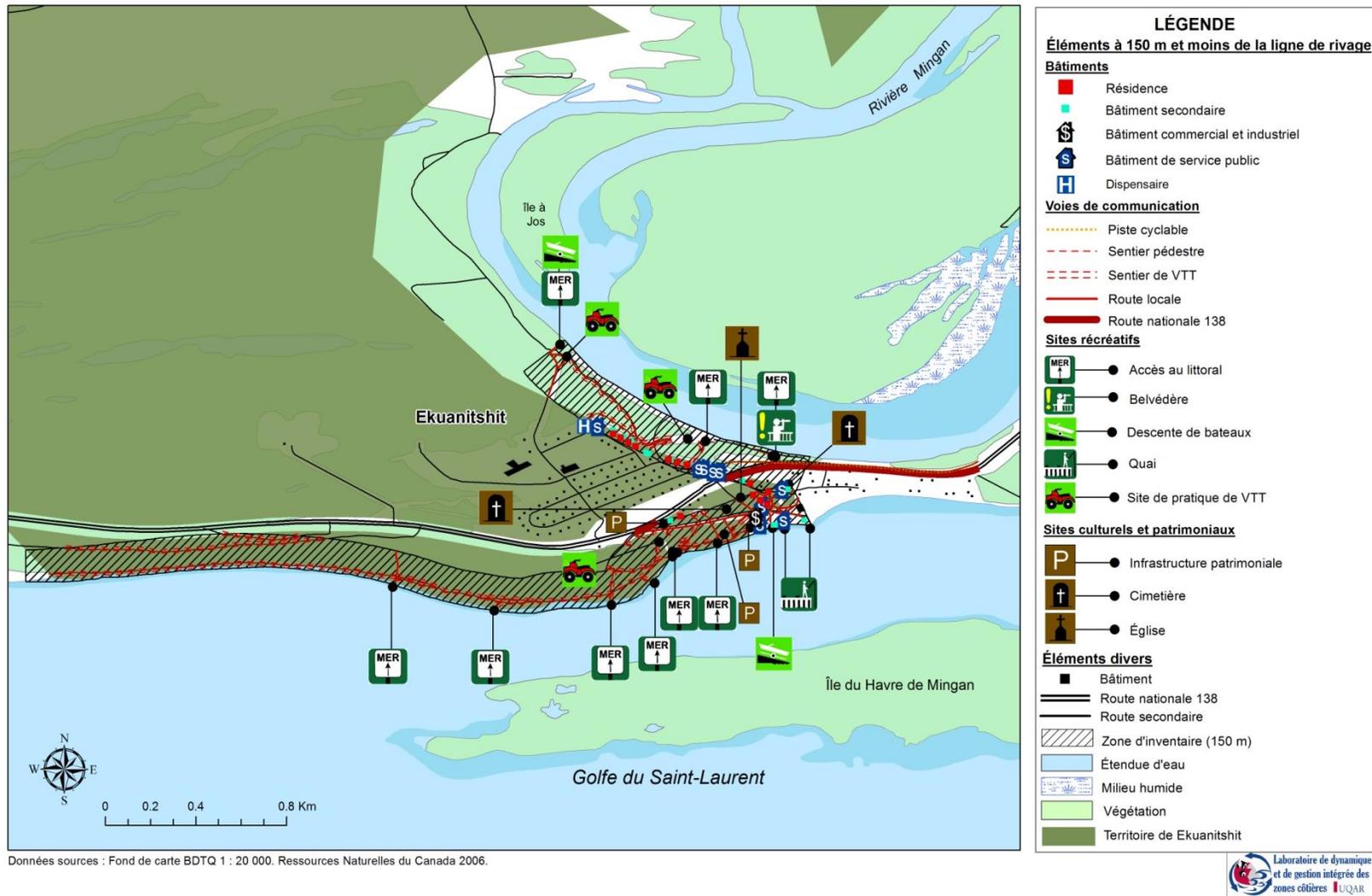


Figure 5. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier d'Ekuanitshit

## 2.3 Activités côtières et maritimes

L'ensemble des activités pratiquées par les Innus sur le littoral et aux abords de la rivière Mingan, à l'intérieur et à l'extérieur des limites de la réserve, a fait l'objet d'un recensement lors de l'enquête auprès de la population d'Ekuanitshit. Ces résultats sont présentés à la section 3.5.

Le littoral adjacent à la communauté d'Ekuanitshit est assidument utilisé par les Innus. Le quai de Mingan est notamment utilisé pour les activités de pêche commerciale de l'entreprise Pêcheries Shipek fondée par les conseils de bande d'Ekuanitshit et de Pakua-shipi. Les principales espèces pêchées sont le crabe, le pétoncle et le buccin (bourgot). Il s'agit d'un employeur important pour les Innus d'Ekuanitshit. En plus des activités de pêche commerciale, le littoral est utilisé pour les déplacements en VTT et en motoneige, la cueillette de petits fruits, les rassemblements et la promenade. La chasse aux oiseaux migrateurs se fait aussi directement de la rive ou encore d'une embarcation. Certains se rendent à l'île du Havre de Mingan, en embarcation ou en motoneige selon la saison, pour y pratiquer la chasse aux oiseaux migrateurs, la trappe, la chasse aux phoques et pour y pique-niquer en famille.

La zone riveraine de la rivière Mingan adjacente à la réserve est aussi un lieu important d'activité. En fait, la rivière Mingan est très fréquentée pour la pêche, notamment au saumon atlantique et à l'omble de fontaine. Une rampe de mise à l'eau située en amont de la communauté permet l'accès des embarcations à la rivière. Ce lieu est aussi important pour la baignade et les rassemblements annuels tels que les courses de canot sur la rivière. On retrouve sur la rive ouest de la rivière Mingan un sentier pédestre (piste cyclable) très fréquenté par les Innus, tant pour la promenade, le VTT ou la cueillette de petits fruits. Le fossé pluvial, lorsqu'il est sec, est aussi utilisé comme un accès à l'eau et comme lieu de rassemblement pour les baigneurs. En hiver, les déplacements en motoneige sont fréquents sur la rivière Mingan, notamment pour s'adonner aux activités de pêche sur la glace.

### **3 Analyse des perceptions des acteurs publics et des résidents sur les aléas côtiers et les changements environnementaux**

#### **3.1 Mise en contexte et objectifs**

Les connaissances des collectivités côtières sur les changements environnementaux de la zone côtière sont une source d'information qui permet de mieux comprendre la dynamique des aléas côtiers. La compréhension des aléas est une étape essentielle à l'identification de solutions adaptées à la dynamique côtière. Comme les communautés côtières sont les premières à être affectées par les aléas et par la mise en œuvre des solutions d'adaptation, il est primordial d'intégrer leurs connaissances et leur perception afin d'augmenter leur capacité d'adaptation. Il a été démontré qu'un écart entre les données géoscientifiques et la perception des individus concernant les changements environnementaux peut réduire la résilience de ces derniers (Alessa *et al.*, 2008), allant même jusqu'à faire en sorte qu'aucune stratégie d'adaptation ne soit déployée. En effet, le besoin de s'adapter ou non aux aléas dépend des perceptions des gens face au risque et aux processus qui le conditionnent (French, 2004; Myatt *et al.*, 2003a). Or, à l'exception de quelques études effectuées dans les régions côtières (Bird et Dominey-Howes, 2008; Roca et Villares, 2008; Meur-Férec, 2006; Myatt *et al.*, 2003b), la perception des résidents est rarement prise en considération.

Dans le cadre de ce projet, l'approche utilisée permet d'évaluer la résilience des résidents aux aléas côtiers en intégrant les savoirs locaux et les activités culturelles dans l'analyse de la vulnérabilité aux géorisques côtiers. Le volet perception du projet de recherche vise plus particulièrement à :

1. Analyser la perception des résidents et des acteurs publics des communautés à l'égard des géorisques côtiers et des changements environnementaux;
2. Cartographier les zones de phénomènes naturels et de changements environnementaux ainsi que les zones d'activités sociales, économiques, culturelles et traditionnelles identifiées par les participants sur le territoire côtier;
3. Comparer les résultats de l'enquête avec les données géoscientifiques pour en évaluer la concordance, évaluer et améliorer la résilience de la communauté aux géorisques côtiers dans un contexte de changements climatiques.

## 3.2 Méthodologie

### 3.2.1 Stratégie d'échantillonnage et outils d'enquête

Dans un premier temps, la méthode d'échantillonnage et les guides d'entretien ont été présentés et discutés lors d'une rencontre entre les chercheurs de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), un représentant du Conseil tribal Mamuitun et trois représentants des Services publics du Conseil des Innus de Pessamit. Cette rencontre a permis de préciser la méthode d'échantillonnage et d'adapter les outils d'enquête en tenant compte des contextes sociaux des communautés innues. La méthode ainsi développée a été présentée aux agents de liaison des communautés de Uashat, Mani-Utenam et Nutashkuan ainsi qu'au Chef d'Ekuanitshit lors de la semaine du 1<sup>er</sup> mars 2010. L'ensemble de ces partenaires a formellement accordé leur soutien au projet au cours du mois de mars 2010.

La méthode d'échantillonnage établie en consensus avec les intervenants consistait à rencontrer trois groupes de répondants soit : les acteurs publics, les informateurs-clés et les résidents. Les acteurs publics regroupent les gestionnaires locaux (représentants du bureau politique, direction des différents services, etc.) ainsi que les responsables d'organisations œuvrant dans la zone côtière. Les informateurs-clés correspondent à des individus de la collectivité innue ayant des connaissances approfondies du milieu côtier. Il peut s'agir d'aînés, d'individus habitant à proximité du littoral ou encore de personne fréquentant la zone côtière de façon récurrente dans la pratique de ses activités. Les résidents correspondent à des individus identifiés aléatoirement grâce à l'annuaire téléphonique des membres de la communauté ou encore par sollicitation directe dans des lieux publics. Cette méthode de triangulation des sources permet de s'assurer d'avoir un maximum d'informations sur les changements du milieu naturel tout en obtenant la perception de différents groupes de la population.

Le guide d'entretien semi-dirigé destiné aux acteurs publics comprend 20 questions dont la majorité est de type ouvert alors que le guide d'entretien destiné aux informateurs-clés et aux résidents comprend 22 questions dont une majorité est de type fermé (Annexe 1 et Annexe 2). Les entrevues, d'une durée moyenne d'une heure, portaient sur l'identification des changements environnementaux et des phénomènes naturels ainsi que sur leurs causes et leurs impacts. Les répondants ont aussi été interrogés sur les solutions d'adaptation et sur les modes de gouvernance à privilégier. Un exercice de cartographie interactive a permis de localiser les activités pratiquées, les lieux culturels et traditionnels d'importance ainsi que les zones affectées par des phénomènes naturels et des changements environnementaux. Ces outils ont été testés sur un sous-échantillon de la communauté de Pessamit entre le 26 février et le 9 mars 2010.

### 3.2.2 Déroulement de l'enquête

La population d'Ekuanitshit a été informée de la tenue de l'enquête dans leur communauté grâce à la publication d'un article dans le numéro d'avril-mai 2010 du journal « *Innuvelle* » et grâce à la diffusion d'une annonce sur les ondes de la radio communautaire ainsi que dans le bulletin de nouvelles locales mensuelles du 2 juin 2010.

L'enquête s'est déroulée entre le 2 et le 11 juin 2010 ainsi que le 25 août 2010. Les acteurs publics ont été identifiés par l'agent de liaison, le conseiller politique M. Vincent Napish. Les informateurs-clés ont été en partie identifiés par l'agent de liaison ainsi que par d'autres informateurs-clés et répondants. Les acteurs publics, les informateurs-clés et les résidents ont été directement contactés par les chercheurs soit en personne sur leur lieu de travail ou encore par téléphone à leur domicile. Seuls les informateurs-clés et les résidents parlant uniquement innu ont été contactés par un traducteur. Suite au consentement des répondants, un rendez-vous était pris dans les jours suivants pour effectuer l'entretien. Les rencontres se sont déroulées soit dans une salle du conseil de bande, au lieu de travail des répondants ou à leur domicile. Un traducteur était aussi disponible au besoin. Un formulaire de consentement, permettant au participant de comprendre les objectifs de la recherche ainsi que les clauses relatives à la confidentialité et à la diffusion des données, a été présenté aux participants. Ces derniers pouvaient, selon leur guise, signer le formulaire de consentement ou présenter un consentement verbal. Avec l'accord des participants, les entrevues ont été enregistrées à l'aide d'un magnétophone.

Malgré les efforts réalisés afin que les résidents rencontrés constituent un échantillon représentatif de la population d'Ekuanitshit, il demeure que la participation volontaire des personnes interpellées peut induire un biais dans l'enquête. L'échantillon obtenu est donc non-probabiliste.

### 3.2.3 Traitement et analyse des données

L'ensemble des enregistrements a été écouté afin de compléter et de valider la saisie des données. La saisie et le traitement des données ont été réalisés à l'aide du logiciel SPSS. Les données qualitatives ont été catégorisées afin de les transformer en variables dichotomiques. L'ensemble des données récoltées étant nominal, seules des statistiques descriptives (analyse d'effectifs et tableaux croisés) ont été réalisées. L'application du test G sur les principales variables à l'étude a démontré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les réponses des différents groupes de répondants (Kinneer et Gray, 2005). L'effectif d'absence de relation est toujours plus important que celui de présence de relation (Annexe 3). Toutefois, compte tenu des pouvoirs différents des acteurs publics et des résidents au sens large (informateurs-clés et résidents), et conséquemment de leur impact sur la résilience de la communauté, il a été décidé de présenter les résultats de ces deux groupes distinctement. Les graphiques et les diagrammes ont pour leur part été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

La cartographie des zones d'activités et des zones exposées aux aléas a été réalisée à l'aide du logiciel ArcGIS 9.3X et d'orthophotographies datant de 2005 et de 2006. Afin d'analyser l'extension maximale des zones d'activités et des zones actives, les données de la cartographie interactive des différents groupes de répondants ont été réunies. La compilation des zones d'activités et des zones exposées aux aléas illustre la densité d'observations dans une zone donnée ainsi que l'aire maximale de réalisation des activités ou encore l'aire maximale des zones affectées par les processus d'érosion observés. Ces regroupements permettent de développer une vision holistique de la situation. Cependant, étant donné la taille de l'échantillon de la population, on ne peut affirmer que ces données représentent la totalité des activités pratiquées ou des zones exposées aux aléas perçues par les membres de la communauté.

### **3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions**

Les résultats de l'enquête sur les perceptions sont d'abord présentés pour les acteurs publics puis pour les résidents au sens large (informateurs-clés et résidents). Les thèmes abordés dans ces deux sections respectives portent sur : 1) le profil des répondants; 2) leurs préoccupations; 3) les aléas et les changements environnementaux observés, leurs causes et leurs conséquences; 4) les solutions d'adaptation et la gouvernance. Compte tenu de la nature qualitative des données, seuls les effectifs obtenus sont présentés. Pour les questions fermées, les effectifs obtenus sont présentés en valeurs absolues pour les acteurs publics et en pourcentage pour les résidents. Pour les questions ouvertes, les expressions qualitatives émises par les répondants sont présentées en tableaux avec leurs effectifs. Les commentaires des répondants sont cités avec leur numéro de questionnaire entre parenthèses (p.ex. : (C01)). Une analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des changements environnementaux contribue à faire ressortir les faits saillants de l'enquête.

### 3.3 Résultats de l'enquête sur les perceptions des acteurs publics

#### 3.3.1 Profil des répondants

Sur les huit acteurs publics rencontrés à Ekuanitshit, quatre représentent divers services du conseil de bande et quatre représentent des organismes dont les activités sont associées au milieu côtier et estuarien (Tableau 5). On remarque qu'un nombre égal d'hommes et de femmes ont participé à l'enquête (Figure 6). Cette situation s'explique par la forte représentativité des femmes sur le marché du travail et sur le plan politique à Ekuanitshit. En effet, plusieurs postes de direction du conseil de bande sont occupés par des femmes et deux des quatre sièges de conseiller politique leur sont réservés (Hydro-Québec, 2007). La majorité des gestionnaires rencontrés est âgée de 40 à 59 ans (Figure 6). Trois acteurs publics représentent la jeune génération (entre 18 et 39 ans) alors qu'un seul est âgé de 60 ans et plus. Six des huit acteurs publics rencontrés habitent sur le territoire d'Ekuanitshit. Par ailleurs, trois répondants ont actuellement un chalet aux abords de la côte et une personne a déjà habité à proximité du rivage (Figure 7).

Tableau 5. Organismes et services représentés

Organisme	Nbre
Service	
<b>Conseil des Innus d'Ekuanitshit</b>	<b>4</b>
Bureau politique	1
Direction générale	1
Secteur de l'habitation	1
Centre de santé	1
<b>Pêcheries Shipek</b>	<b>1</b>
<b>Pouvoirie de la rivière Mingan</b>	<b>1</b>
<b>Société de gestion Ekuanitshinnuat</b>	<b>1</b>
<b>Société Ishpitenitamun</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>8</b>

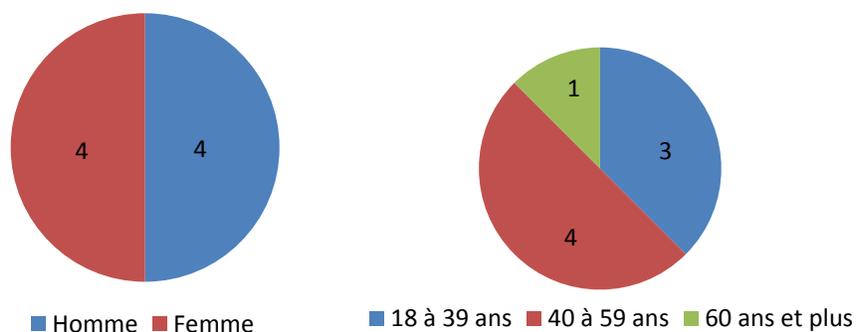


Figure 6. Profil des acteurs publics rencontrés

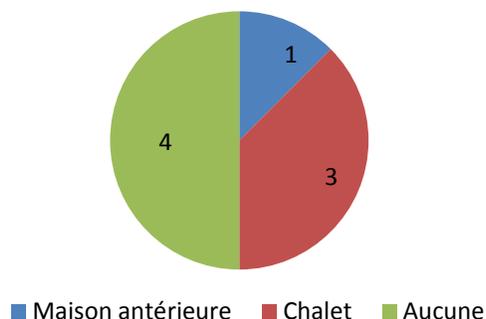


Figure 7. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière

### 3.3.2 Préoccupations des acteurs publics

À la question ouverte portant sur les préoccupations des acteurs publics, les problématiques d'ordre socio-économique telles que la délinquance et les dépendances aux drogues et à l'alcool sont apparues comme étant celles qui soulevaient le plus d'inquiétudes (Tableau 6). Les préoccupations environnementales évoquées sont associées à l'exploitation des ressources naturelles (barrages hydro-électriques et déforestation) alors que les préoccupations politiques soulevées soulignent un besoin de transparence et d'autonomie.

Tableau 6. Préoccupations des acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Préoccupations	
<b>Préoccupations socio-économiques</b>	<b>5</b>
Délinquance, dépendances aux drogues et à l'alcool	3
Manque de ressources financières et techniques	1
Manque d'activités sociales et communautaires	1
<b>Préoccupations environnementales</b>	<b>2</b>
Problèmes reliés à l'exploitation des ressources naturelles (barrage hydro-électrique, déforestation)	2
<b>Préoccupations politiques</b>	<b>2</b>
Manque de transparence	1
Absence d'autonomie politique	1

### 3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés

#### 3.3.3.1 Érosion et inondation

À la question fermée portant sur la présence d'érosion et d'inondation sur le territoire d'Ekuanitshit, sept des huit acteurs publics rencontrés affirment que l'érosion affecte les berges de la rivière Mingan alors que seulement cinq répondants constatent de l'érosion côtière (Figure 8). Selon ces répondants, l'érosion est en accélération tant sur les berges de la rivière que sur la côte (Figure 9). L'ensemble des personnes observant de l'érosion est d'avis qu'elle se produit au printemps (Figure 10). L'érosion fluviale est concentrée sur la rive ouest de la rivière Mingan. Elle affecte la rive concave, à la hauteur du dispensaire, et se poursuit jusqu'à l'embouchure (Figure 49). L'érosion côtière affecterait principalement la plage à l'ouest de la communauté et un secteur de villégiature à l'est de la rivière Mingan (Figure 49).

Un faible nombre de répondants ont remarqué des inondations. Les inondations côtières ont été rapportées par trois acteurs publics dont deux sont d'avis que la fréquence des inondations côtières a augmenté au cours des dernières années (Figure 8 et Figure 9). Ces dernières ont été remarquées au niveau de la brèche de tempête, à la hauteur du poste d'essence (Figure 49). Du côté de la rivière, seulement deux acteurs publics rapportent des inondations (Figure 8). Les impacts de ces dernières se sont fait ressentir principalement au niveau des chutes Mingan (C66). Un acteur public indique qu'il a l'impression que les inondations au niveau de la rivière Mingan surviennent moins qu'autrefois (Figure 9).

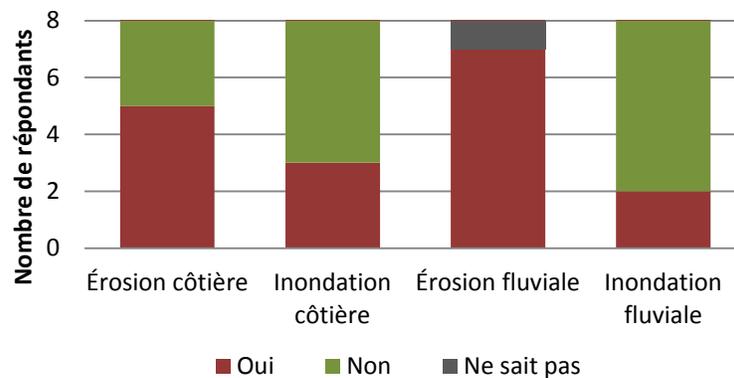


Figure 8. Aléas observés par les acteurs publics

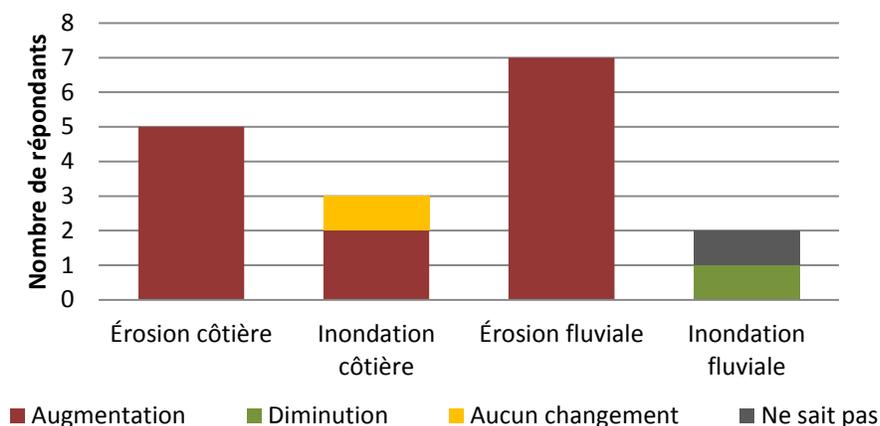


Figure 9. Tendances des aléas observés par les acteurs publics

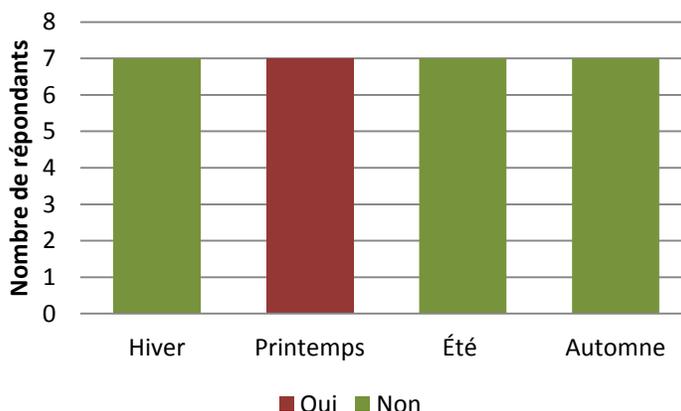


Figure 10. Saisons où se manifestent les aléas selon les acteurs publics

### 3.3.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

À la question fermée portant sur les processus et les phénomènes naturels susceptibles d'affecter le territoire côtier d'Ekuanitshit, la majorité des acteurs publics témoignent de séismes, de glissements de terrain et de pluies diluviennes (Figure 11). Par ailleurs, trois acteurs publics témoignent d'embâcles de glace dans l'estuaire de la rivière Mingan au printemps et deux participants témoignent de la présence de vagues de tempête (Figure 11). En ce qui concerne les vagues de tempête, des acteurs publics sont d'avis que l'île du Havre de Mingan protège le littoral de la communauté des grands vents et donc des vagues de tempête (C59 et C69).

En réponse à la question fermée portant sur la tendance d'évolution des processus et des phénomènes observés, on apprend que les séismes ressentis sont de faible intensité et se produisent régulièrement au printemps lors du dégel (Figure 12, C57, C64, C66, C68, S62). Les glissements de terrain, qui seraient en augmentation selon les répondants (Figure 12), se

produisent principalement sur la rive ouest de la rivière Mingan (Figure 49), mais aussi dans le secteur de villégiature à l'est de la rivière Mingan (Figure 50) et dans le secteur de la rivière Saint-Jean (Figure 48). Enfin, les répondants ont commenté qu'il n'y a pas de changements dans la fréquence des pluies diluviennes et que ces dernières se produisent régulièrement une à deux fois par année (Figure 12, C66).

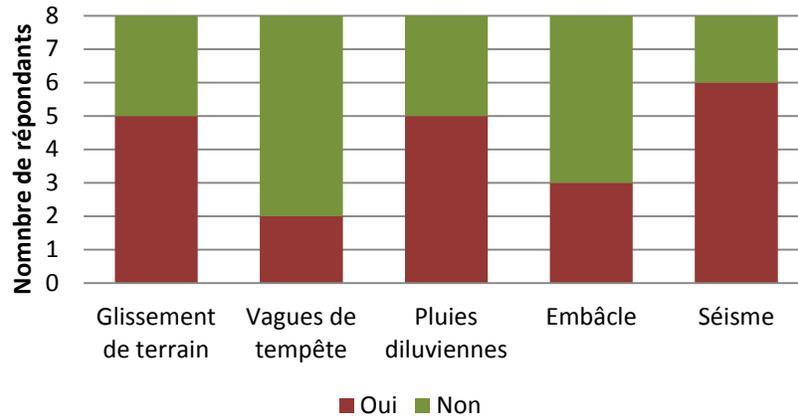


Figure 11. Processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics

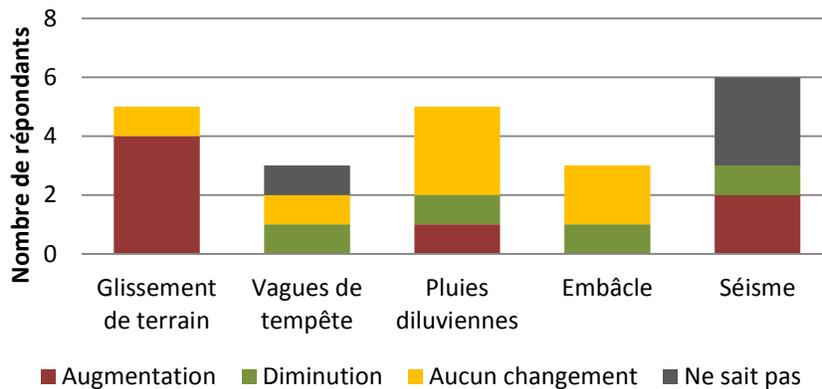


Figure 12. Tendances des processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics

### 3.3.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

L'ensemble des acteurs publics observe un réchauffement climatique et la majorité d'entre eux constate une augmentation des redoux hivernaux et une diminution de la glace autant sur la rivière Mingan que sur le golfe du Saint-Laurent (Figure 13 et Figure 14). Par ailleurs, la moitié des répondants affirment que le niveau d'eau des rivières diminue, tout particulièrement celui de la rivière Mingan (Figure 14). Les observations sont toutefois ambiguës au sujet de l'évolution de la largeur de la plage et du niveau d'eau du golfe du Saint-Laurent (Figure 14).

Les témoignages recueillis à la question ouverte portant sur les changements environnementaux évoquent des transformations au niveau de l'estuaire de la rivière Mingan (Annexe 4, Figure 49).

Selon les acteurs publics rencontrés, la dynamique sédimentaire de la rivière aurait changé au cours des dernières années. En plus de l'augmentation des glissements de terrain évoquée précédemment, les acteurs publics observent un ensablement de l'estuaire (C57, C64 et C66). La batture s'étendrait sur une plus grande distance à l'aval de l'estuaire de la rivière Mingan et la pente serait plus prononcée à son extrémité (C57). Selon un acteur public, ce phénomène d'ensablement pourrait être causé par la diminution du couvert de glace en hiver, ce qui augmenterait les déplacements sédimentaires durant la saison hivernale (C66). Le lit de la rivière se déplacerait graduellement vers l'ouest entre le débarcadère et le pont de la rivière Mingan et aurait tendance à changer subitement de chenal à l'embouchure (C64 et C66). Dans la zone côtière, les transformations évoquées portent sur les courants qui seraient devenus plus forts entre l'île du Havre de Mingan et la communauté ainsi qu'à l'ouest de la communauté (Annexe 4, Figure 49, C57). La pente de ce chenal se serait accentuée au cours des dernières années (C66). Enfin, des accumulations de sable ont été observées aux abords de l'ancien quai (C59) ainsi que sur l'avant-plage à l'ouest de la communauté où des acteurs publics observent la formation de cordons et de sillons pré littoraux (Figure 48, C66). Au niveau de la zone urbanisée, un acteur public remarque le rétrécissement du pédoncule (C69).

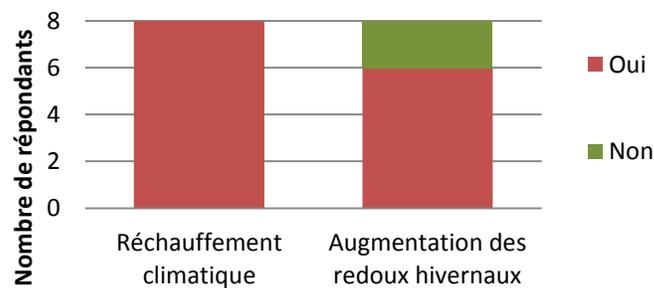


Figure 13. Changements climatiques observés par les acteurs publics

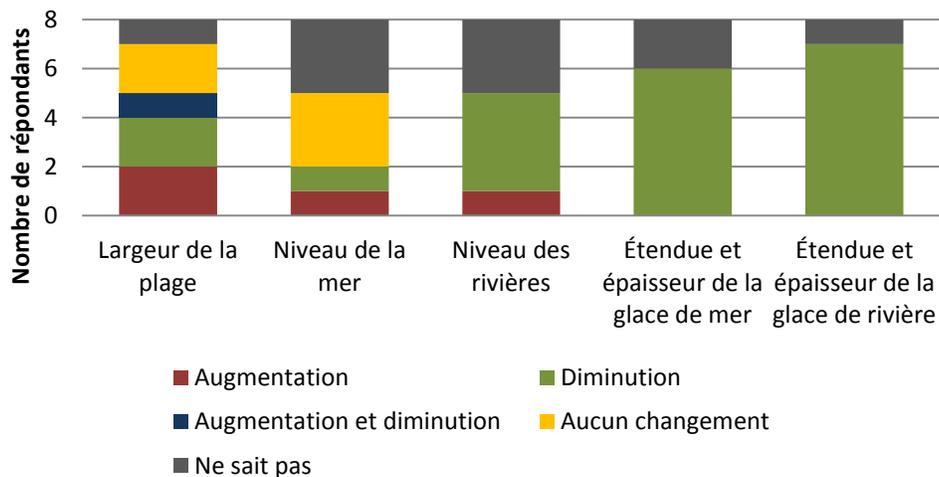


Figure 14. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

### 3.3.4 Causes des aléas

#### 3.3.4.1 Causes des aléas côtiers

Les cinq acteurs observant de l'érosion et/ou de l'inondation côtière ont été interrogés sur les causes de la présence de ces phénomènes sur leur territoire. Ces derniers ont été questionnés en fonction des processus et des phénomènes qu'ils avaient auparavant identifiés sur leur territoire (Figure 11). Il en ressort que seuls les changements climatiques sont considérés par une majorité de répondants comme étant une des causes des aléas côtiers (Figure 15). Un participant mentionne que les changements climatiques sont responsables des redoux hivernaux plus fréquents et qu'il croit que cette augmentation de cycle de gel et de dégel contribue à accélérer l'érosion côtière (S62). Par ailleurs, on remarque que les interventions humaines (p.ex. : l'utilisation de VTT), ne sont pas considérées comme des processus pouvant générer de l'érosion (Figure 15). Un répondant indique que, lorsqu'il y a de la glace, les berges sont protégées de l'érosion (C59). Toutefois, puisque le chenal entre l'île du Havre de Mingan et la communauté n'a pas gelé les dernières années, l'érosion serait produite en continu (C59).

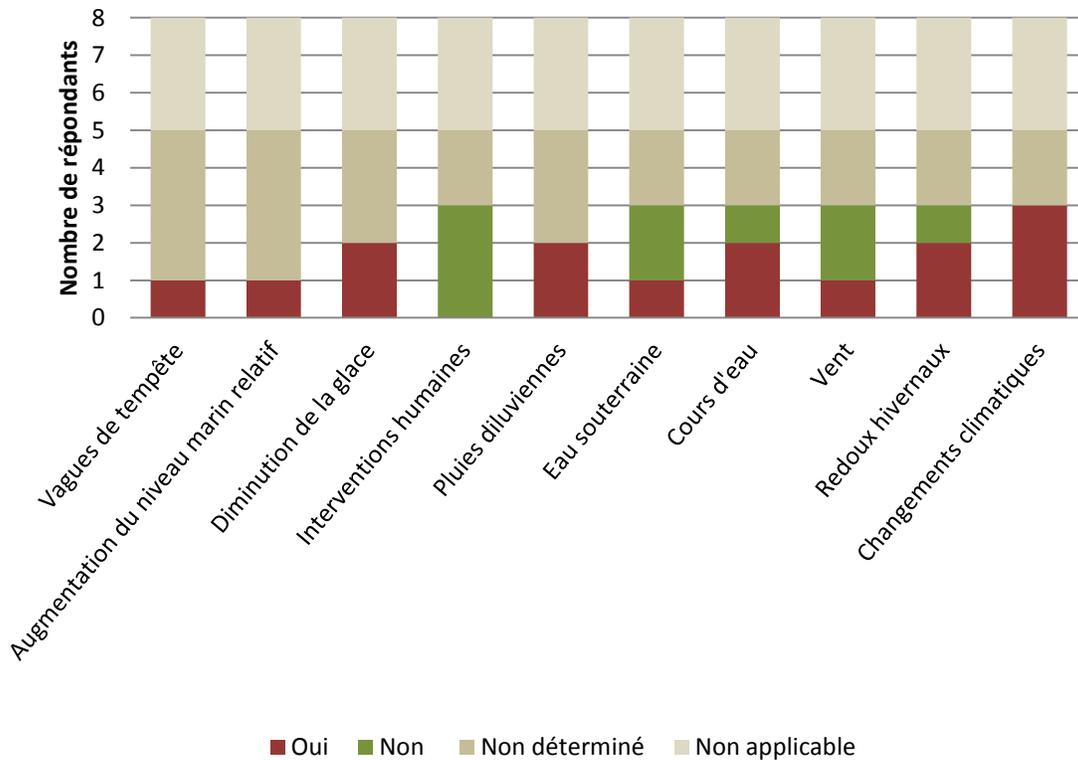


Figure 15. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics

### 3.3.4.2 Causes des aléas fluviaux

Les sept acteurs publics observant de l'érosion et/ou de l'inondation aux abords de la rivière Mingan ont été interrogés sur les causes de ces phénomènes. Les changements climatiques, les redoux hivernaux et la diminution de la glace ont été pointés du doigt par près de la moitié des répondants (Figure 16). Les participants associent les changements climatiques à l'augmentation des redoux hivernaux ainsi qu'à la diminution de la neige et de la glace qui auraient pour effet de diminuer le niveau des rivières et de modifier le comportement des crues (Tableau 7). Un acteur public explique que les redoux hivernaux et les marées accélèrent l'érosion puisque lors du gel et du dégel les glaces en mouvement activent les falaises sableuses (C67). Toutefois, pour ce répondant, l'érosion des berges de la rivière est une fatalité dictée par la configuration de la rivière (C67).

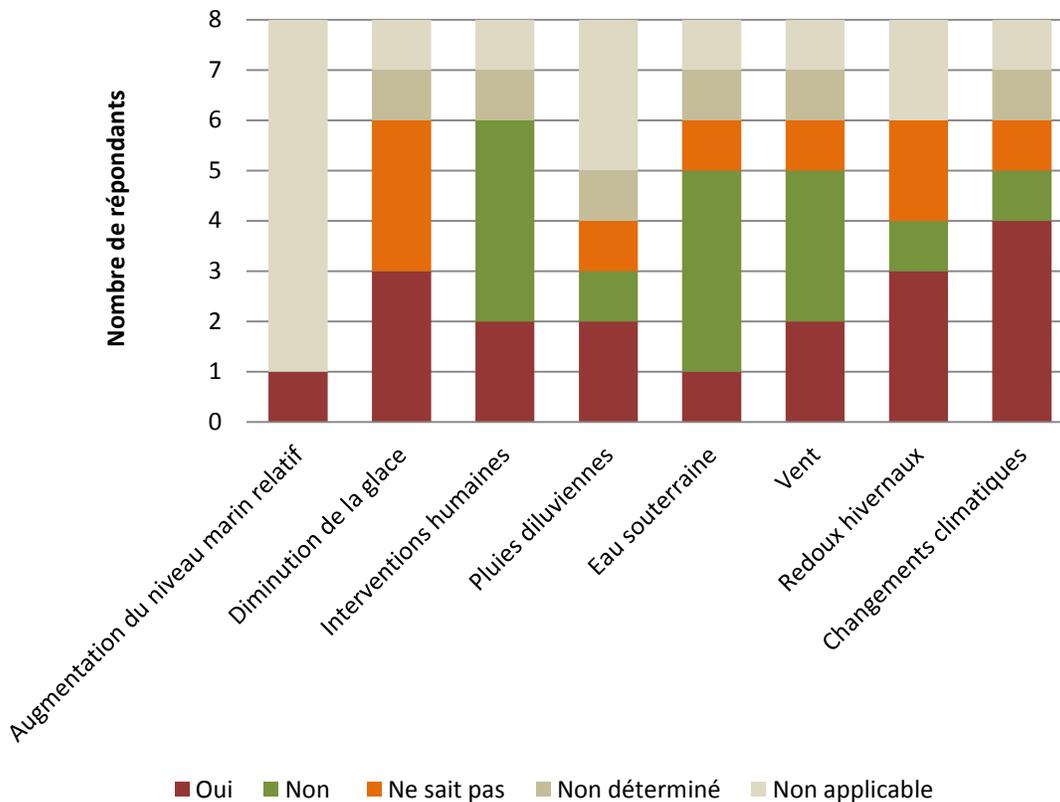


Figure 16. Causes des aléas fluviaux selon les acteurs publics

Tableau 7. Liens entre les changements climatiques et les aléas fluviaux

Explication	Nbre d'observations
La diminution de la neige et de la glace fait baisser le niveau des rivières	2
L'augmentation des redoux hivernaux accélère l'érosion	1
La crue est modifiée par les changements climatiques	1

### 3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Les répondants observent que les infrastructures, l'aménagement du territoire, les ressources biologiques et les activités sont les principaux domaines affectés par l'érosion et l'inondation (Figure 17). L'ensemble des impacts relatés par les répondants est répertorié à l'annexe 5. Selon les commentaires recueillis, les infrastructures à proximité de la rive ouest de la rivière Mingan (sentier pédestre, belvédère, piste cyclable, route 138 et une maison) sont menacées par l'érosion (Annexe 5). Une section du sentier pédestre a déjà été érodée et un belvédère a dû être reculé. Par ailleurs, un chalet de la pourvoirie Mingan a été affecté par une inondation en 2005. En ce qui concerne l'aménagement du territoire, trois acteurs publics indiquent que le moratoire sur la construction en zone côtière limite leur possibilité de développement résidentiel et industriel. La localisation du projet de maison de la culture a d'ailleurs dû être révisée afin de respecter ce moratoire. Aux dires des répondants, l'érosion des berges de la rivière Mingan contribue à motiver le projet de contournement de la route 138 par le nord de la communauté. Au niveau des activités, la pêche, la baignade et la cueillette de petits fruits sont particulièrement affectées par les aléas et les changements environnementaux. De plus, selon les participants, un site archéologique n'ayant pas encore fait l'objet de fouille serait actuellement en érosion. Il serait situé sur la rive ouest de l'embouchure de la rivière Mingan. Enfin, la moitié des acteurs publics croient que les aléas génèrent de l'inquiétude dans leur communauté. Selon ces derniers, c'est surtout une éventuelle rupture du pédoncule ainsi que l'érosion du littoral dans la zone de villégiature à l'est de la communauté qui suscite des inquiétudes.

En ce qui concerne les impacts des changements climatiques, sept des huit acteurs publics rencontrés ont affirmé que les changements climatiques ont actuellement des répercussions sur leur territoire et leur mode de vie (Figure 18). Au regard de leurs témoignages, on apprend que les principaux changements observés concernent la période hivernale (Tableau 8). Les acteurs publics ont constaté une diminution des précipitations nivales, une diminution de la glace, une augmentation des températures hivernales ainsi que la diminution des tempêtes. De plus, le niveau des rivières se serait abaissé suite à la diminution des précipitations nivales. Le comportement des saumons et des oiseaux migrateurs serait aussi en mutation selon des acteurs publics rencontrés. En 2010, la montaison du saumon aurait été devancée de près de trois semaines en raison du faible niveau d'eau et certaines fosses auraient été menacées de s'assécher en raison de l'ensablement de la rivière (C66). Pour leur part, les bernaches du Canada auraient raccourci leur période de halte à proximité d'Ekuanitshit (C68). Les impacts des changements climatiques sur le mode de vie des résidents se font aussi ressentir au niveau des activités pratiquées (Tableau 8). En effet, cinq répondants indiquent que des activités telles que la pêche sur la glace, la pêche au saumon, la trappe, la chasse aux oiseaux migrateurs ainsi que d'autres activités en forêt sont affectées par les manifestations des changements climatiques. De plus, trois acteurs publics ont fait mention des difficultés de se déplacer sur leur territoire en hiver en raison de la diminution de la neige et de la glace. Enfin, un acteur public est aussi préoccupé par les impacts des changements climatiques sur les revenus associés à la pêche au saumon.

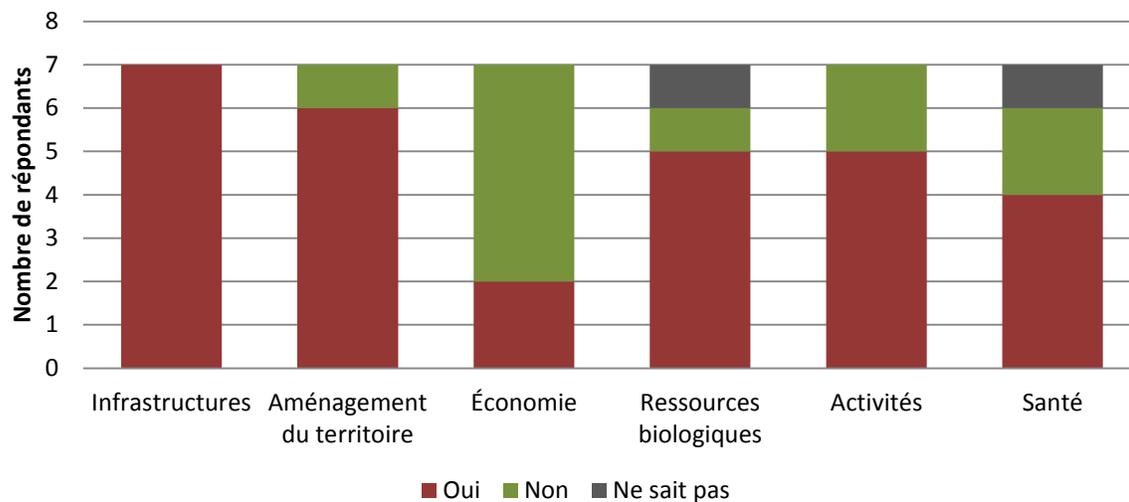


Figure 17. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics

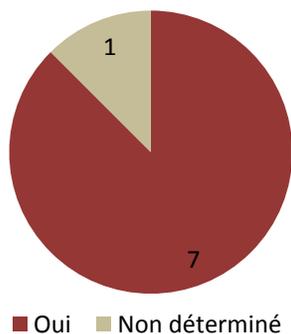


Figure 18. Proportion d'acteurs publics qui perçoivent des impacts des changements climatiques

Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics

Thèmes	
Impacts observés	Nbre d'observations
<b>Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel</b>	
Diminution des précipitations nivales	6
Diminution de la glace	4
Augmentation des températures hivernales	3
Diminution des tempêtes	2
Faune et flore affectées (comportement du saumon et des bernaches)	2
Diminution du niveau des rivières	1
<b>Impacts des changements climatiques sur le mode de vie</b>	
Activités affectées (pêche au saumon, pêche sur la glace, trappe, chasse aux bernaches et autres activités en forêt affectées)	5
Déplacements hivernaux limités	3
Économie associée à la pêche au saumon affectée	1

### 3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

#### 3.3.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

Sept des huit répondants considèrent que des actions ont été entreprises pour s'adapter aux aléas. Les mesures de protection du littoral observées par les participants sont : le muret sur le littoral face à l'ancienne usine, la plantation d'élyme des sables réalisée par le comité ZIP sur la plage face à l'île du Havre de Mingan et le moratoire sur la construction en zone côtière. Du côté des berges de la rivière Mingan, les mesures de protection évoquées sont : l'enrochement d'une section de la berge ouest de la rivière Mingan, la recharge en matériel meuble au sommet de la falaise à proximité du débarcadère et la création d'un fossé pluvial. En ce qui concerne l'appréciation de ces actions, on constate que seuls l'enrochement et le muret ont été relevés comme étant des actions efficaces que les acteurs publics referaient (Figure 19).

Selon les acteurs publics, les principales mesures d'adaptation planifiées pour faire face aux aléas sont le contournement de la route 138, cofinancé par Hydro-Québec et le ministère des Transports du Québec dans le cadre des mesures d'atténuation des impacts du barrage hydro-électrique de la Romaine ainsi que son volet portant sur la stabilisation des berges de la rivière Mingan (Tableau 9).

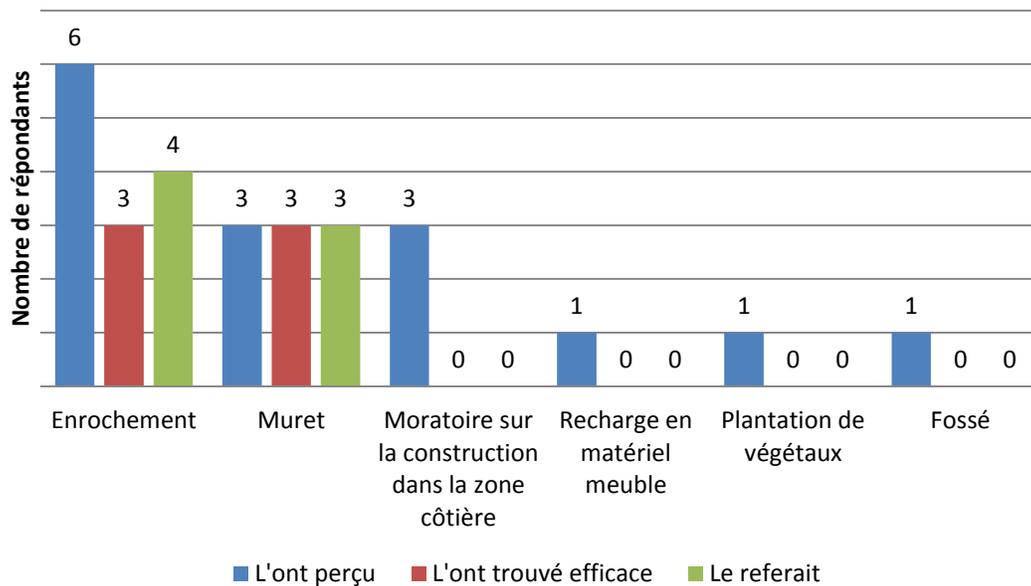


Figure 19. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics

Tableau 9. Solutions d'adaptation planifiées selon les acteurs publics

Actions prévues	Nbre d'observations
Projet de contournement de la route 138	3
Stabilisation des berges de la rivière Mingan au niveau de la route 138	2

### 3.3.6.2 Solutions préconisées pour les aléas côtiers

Selon les cinq acteurs publics observant de l'érosion et/ou de l'inondation côtière (Figure 8), quatre acteurs publics croient que la sensibilisation serait une solution à préconiser pour s'adapter aux aléas côtiers et trois répondants ont opté pour le retrait préventif des infrastructures situées dans des zones à risques (Figure 20). Un acteur public précise que le muret de bois actuel devrait être refait puisqu'il est en mauvais état (C59). Selon les méthodes proposées, de deux à trois acteurs ont préféré s'abstenir de répondre soit parce qu'ils ne connaissaient pas la méthode proposée ou encore qu'ils ne connaissaient pas les impacts que cela pourrait avoir sur leur communauté.

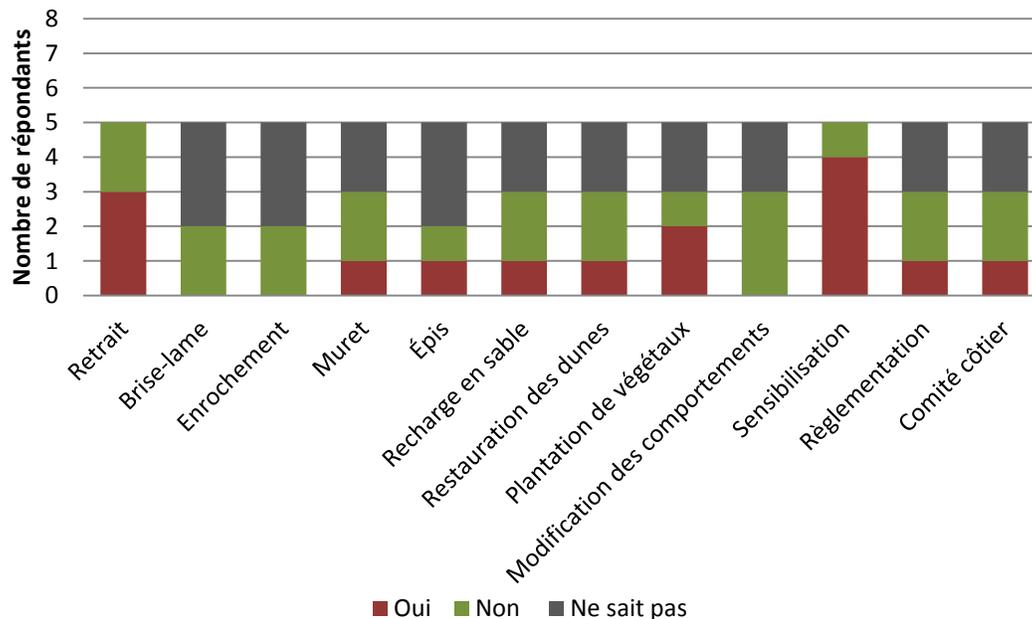


Figure 20. Solutions préconisées pour les aléas côtiers selon les acteurs publics

### 3.3.6.3 Solutions préconisées pour les aléas fluviaux

Les acteurs publics préoccupés par l'érosion et les inondations du côté de la rivière Mingan croient qu'il serait pertinent de faire de la sensibilisation, de réaliser le projet de contournement de la route 138 et de faire des travaux de stabilisation de la berge ouest (enrochement, plantation de végétaux ou muret) (Tableau 10).

Tableau 10. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas fluviaux

Solutions préconisées	Nbre d'observations
Sensibilisation	6
Contournement de la route 138	5
Enrochement	5
Plantation de végétaux	4
Muret	3

#### *3.3.6.4 Mode de gouvernance préconisé*

Selon les informations rassemblées auprès des acteurs publics, il existe un plan de mesures d'urgence dont la dernière mise à jour date de 1996. Ce plan de mesures d'urgence tient compte des risques d'inondation, toutefois, il ne tient pas compte de l'érosion côtière et de la submersion, ni d'une éventuelle rupture du pédoncule. Aux dires des acteurs rencontrés, la communauté d'Ekuanitshit manquerait de ressources humaines pour assurer le bon déroulement des interventions en cas de sinistre. Comme ils ne disposent pas de leur propre corps policier, ils dépendent des services des municipalités voisines. Le responsable du plan des mesures d'urgence est la directrice générale du conseil de bande. Un conseiller politique est aussi responsabilisé à l'égard du plan de mesures d'urgence. Selon les commentaires recueillis auprès des acteurs publics, le plan devrait être révisé prochainement.

Aux questions fermées portant sur les acteurs devant être impliqués dans l'identification, la gestion et le financement des mesures d'adaptation aux aléas côtiers, la majorité des acteurs publics d'Ekuanitshit sont d'avis que le conseil de bande, les résidents (tout particulièrement les aînés), la communauté scientifique et des ministères des deux paliers gouvernementaux (AADNC, MPO, MRNF et MTQ) devraient être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation (Figure 21). Certains sont d'avis qu'il faudrait que les experts proposent des solutions et que le conseil de bande, suite à une consultation avec sa population, prenne une décision (C67). Au niveau de la gestion des solutions d'adaptation, les répondants sont d'avis que seul le conseil de bande devrait être responsabilisé à cet effet (Figure 22). En ce qui concerne le financement des solutions d'adaptation, les principaux acteurs interpellés sont les deux paliers gouvernementaux (Figure 23). Par ailleurs, des acteurs publics croient qu'Hydro-Québec devrait aussi participer au financement des solutions d'adaptation.

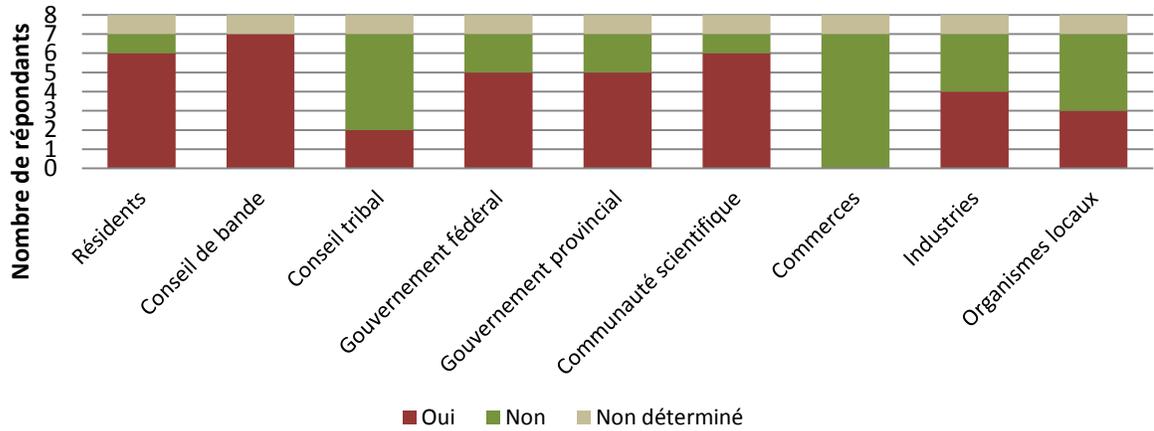


Figure 21. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

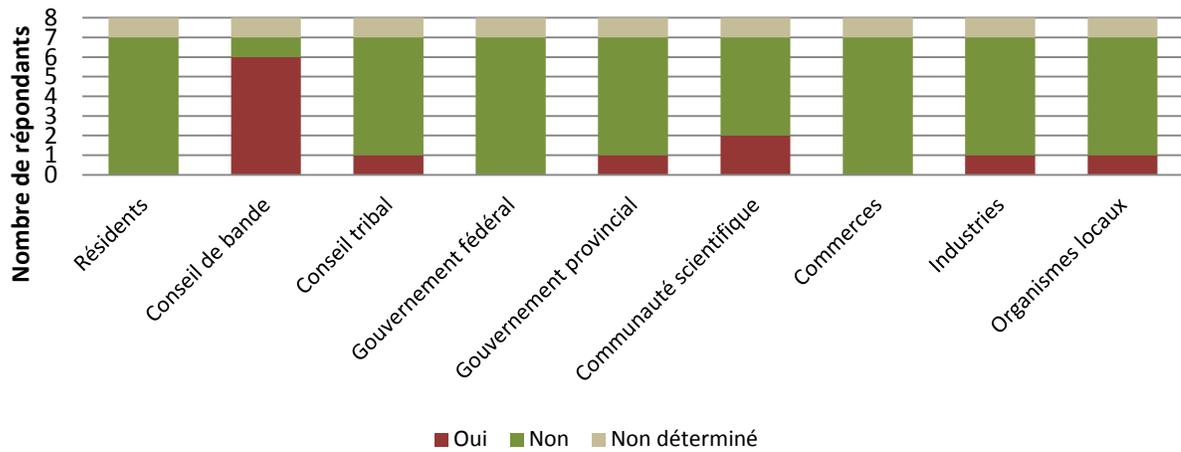


Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

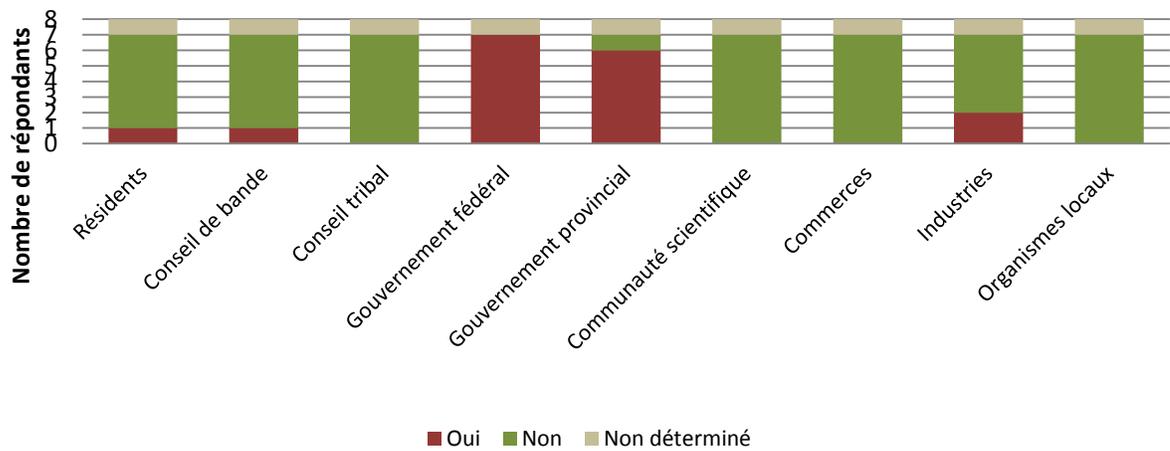


Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

## 3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents

### 3.4.1 Profil des répondants

Sur les 29 résidents ayant accepté de participer à l'étude, 59% sont des femmes et 41% sont des hommes (Figure 24). Près de 60% des résidents interrogés sont âgés de 40 à 59 ans alors que 24% ont 60 ans et plus et 17% entre 18 et 39 ans (Figure 24). Un seul des résidents rencontrés habite actuellement à proximité de la zone côtière (Figure 25). Toutefois, près de 60% des résidents, soit 17 personnes, ont un chalet à proximité du littoral (Figure 25). De plus, deux répondants ont déjà eu un campement à proximité du littoral. Ces chalets et ces sites de campements sont concentrés dans un secteur à l'est de la rivière Mingan, sur des terres publiques intramunicipales gérées par la MRC de la Minganie (Figure 45). Bien qu'un tiers des répondants n'ont jamais habité ou eu de campement à proximité du littoral (Figure 25), l'ensemble des répondants pratique actuellement des activités dans la zone côtière.

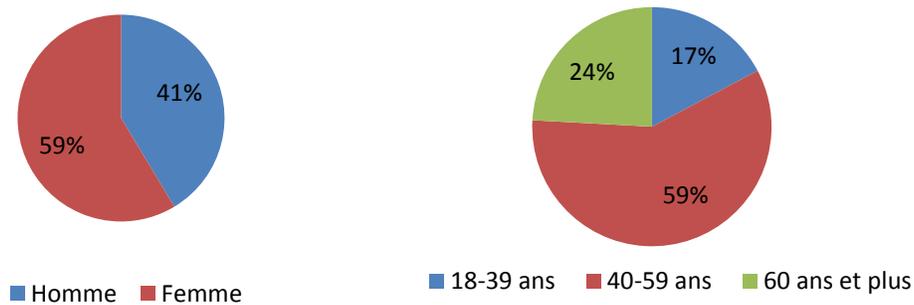


Figure 24. Profil des résidents rencontrés

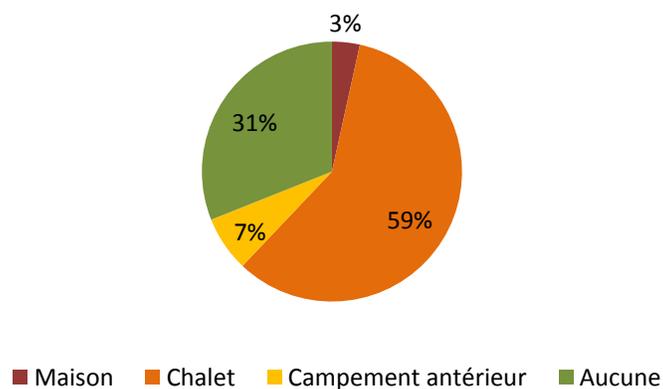


Figure 25. Résidents ayant une propriété en zone côtière

### 3.4.2 Préoccupations des résidents

Les préoccupations des résidents d'Ekuanitshit sont principalement d'ordre socio-économique (Tableau 11). La délinquance, les dépendances aux drogues et à l'alcool de même que le manque d'activités sociales et communautaires sont les inquiétudes les plus fréquemment émises. Au niveau de l'environnement et de l'aménagement du territoire, le manque de logements est un souci qui a été évoqué à quelques reprises. De plus, certaines personnes se sont dites préoccupées par les questions d'exploitation des ressources naturelles sur leur territoire, notamment au niveau de la construction du barrage hydro-électrique de La Romaine. Seulement un résident s'est démontré préoccupé par l'augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes. Au niveau politique, ce sont principalement l'absence de règlements dans tous les secteurs de même que le manque de transparence et de volonté politique qui inquiète une partie des répondants rencontrés.

Tableau 11. Préoccupations des résidents

Thèmes	Nbre d'observations
<b>Préoccupations</b>	
<b>Préoccupations socio-économiques</b>	<b>24</b>
Délinquance, dépendances aux drogues et à l'alcool	9
Manque d'activités sociales et communautaires	6
Perte de l'identité culturelle	4
Faible taux de scolarisation	2
Manque de responsabilisation	1
Haut taux de suicide	1
Manque de développement économique	1
<b>Préoccupations environnementales</b>	<b>10</b>
Manque de logements	4
Problèmes reliés aux barrages hydro-électriques	2
Problèmes reliés à l'exploitation des ressources naturelles et du territoire	2
Augmentation des aléas côtiers et pluies diluviennes	1
Problèmes dans l'aménagement du territoire	1
<b>Préoccupations politiques</b>	<b>7</b>
Absence de réglementation dans tous les secteurs	3
Manque de transparence politique	2
Manque de volonté politique	2

### 3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés

#### 3.4.3.1 Érosion et inondation

L'érosion sur les berges de la rivière Mingan est l'aléa remarqué par le plus grand nombre de répondants. En effet, 97% des répondants observent de l'érosion sur les berges de la rivière alors que 83% observent de l'érosion sur la côte (Figure 26). La majorité des répondants est d'avis que l'érosion, côtière et fluviale, est de plus en plus fréquente sur leur territoire (Figure 27). Une majorité de répondants (93%) a précisé que l'érosion se produit au printemps et près de la moitié (48%) ont mentionné que l'érosion survenait à l'automne (Figure 28). Selon les commentaires recueillis, l'érosion fluviale est concentrée sur la rive ouest de la rivière Mingan à la hauteur de la communauté jusqu'à l'embouchure (Figure 49). L'érosion côtière est observée dans le secteur de villégiature à l'est de la rivière Mingan, sur la plage à l'ouest de la communauté et à l'embouchure de la rivière Mingan (Figure 48, Figure 49 et Figure 50). Un résident, se fiant sur des mesures prises par lui-même chaque année, relate que le recul de la côte a atteint 1,30 m au total au cours des huit dernières années dans la zone de villégiature (C60).

Du côté des inondations, un peu moins de 55% des répondants observent de l'inondation côtière et 45% de l'inondation aux abords de la rivière Mingan (Figure 26). Aucune tendance d'évolution de ces aléas n'a cependant pu être dégagée par les répondants (Figure 27). Certains résidents rencontrés évoquent une crue de la rivière Mingan qui aurait eu lieu dans les années 1950 (C63, C72, C73). À cette époque, un chalet aurait été emporté par la crue jusqu'à l'embouchure de la rivière (C72). Selon les dires d'un aîné, le niveau de la rivière était alors à 30 centimètres du haut de la falaise actuelle (C63). En ce qui concerne l'inondation côtière observée récemment, les répondants indiquent qu'elle se produit au niveau de la brèche de tempête située à la hauteur du poste d'essence, sur la plage face au village de Mingan et à l'embouchure de la rivière Mingan (Figure 49).

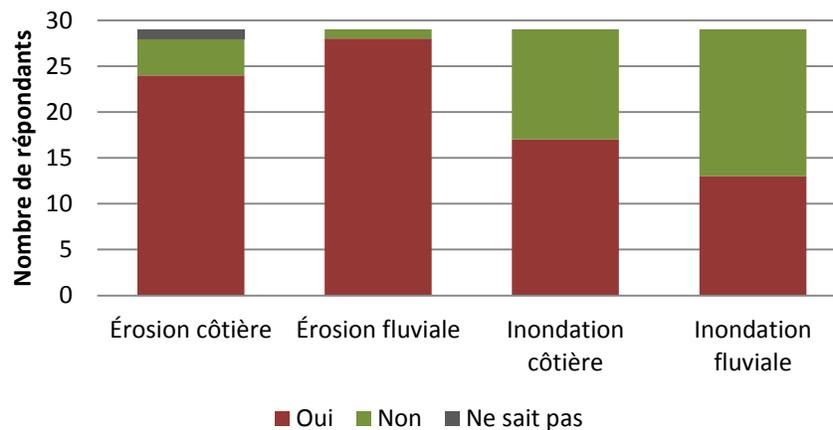


Figure 26. Aléas observés par les résidents

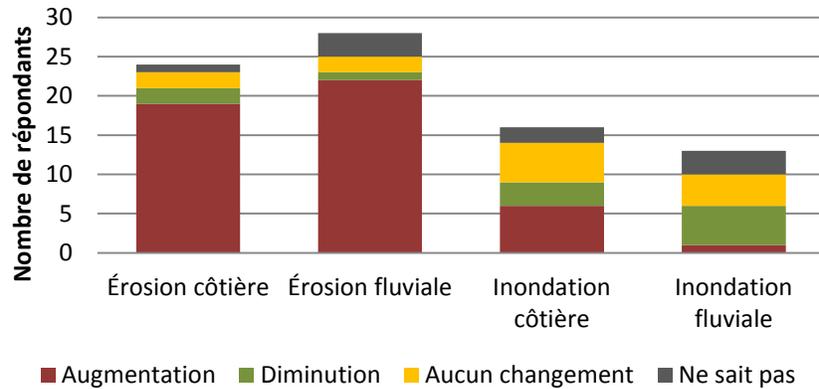


Figure 27. Tendence des aléas observés par les résidents

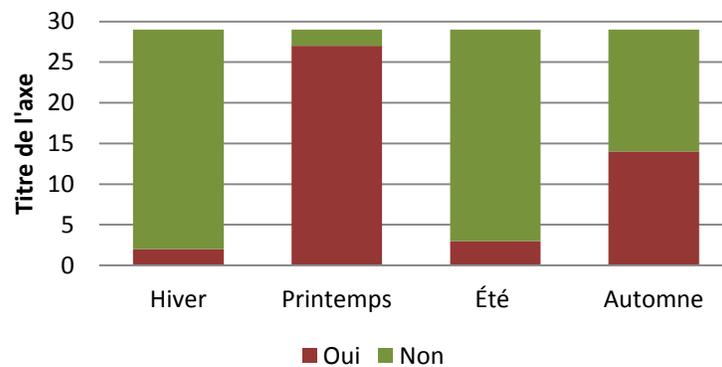


Figure 28. Saison où se manifestent les aléas selon les résidents

### 3.4.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Parmi les autres processus et phénomènes susceptibles de survenir sur le territoire d'Ekuanitshit, ceux qui ont été remarqués par la majorité des résidents interrogés sont les séismes (66%), les glissements de terrain (62%) ainsi que les vagues de tempêtes (55%) (Figure 29). Pour plusieurs répondants, il n'y aurait pas de changements dans la fréquence des séismes (Figure 30). Les séismes ressentis se déroulent lors des périodes de grand froid hivernal ainsi qu'au dégel et ils sont souvent associés à des bruits de craquement (C58, C70, C93 et S63). De plus, un répondant indique qu'une fissure se serait formée au niveau de la partie étroite du pédoncule (S54, Figure 49). Selon la majorité des répondants observant des glissements de terrain, ces derniers seraient de plus en plus fréquents (Figure 30). Les glissements de terrain sont principalement observés sur la rive ouest de la rivière Mingan (Figure 49). Au sujet des vagues de tempête, il apparaît difficile d'obtenir un consensus sur leur tendance d'évolution, la majorité des répondants n'ayant pas d'avis à ce sujet (Figure 30). Enfin, il est intéressant de remarquer que six des sept répondants observant des embâcles croient que l'occurrence des embâcles est moins fréquente (Figure 30).

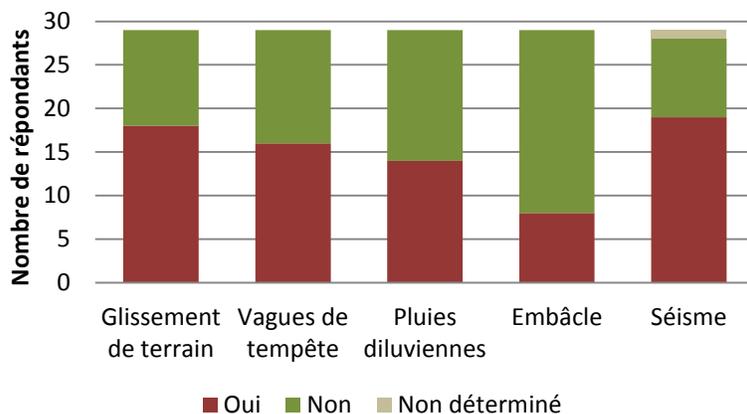


Figure 29. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents

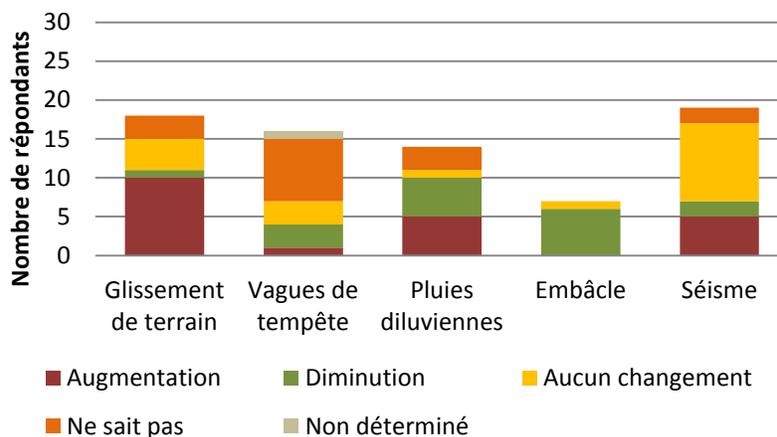


Figure 30. Tendence des processus et des phénomènes naturels observés par les résidents

### 3.4.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

À Ekuanitshit, 90% des résidents interrogés observent un réchauffement climatique et 65% des répondants sont témoins d'une augmentation des redoux hivernaux (Figure 31). Les principaux changements environnementaux observés concernent la diminution de la glace. En effet, 83% des répondants observent une diminution de la glace côtière et 72% remarquent une diminution de la glace sur la rivière Mingan (Figure 32). De plus, selon 55% des répondants, le niveau des rivières serait en diminution (Figure 32). Tout comme pour les acteurs publics, les résultats apparaissent ambigus au sujet de l'évolution de la largeur de la plage ou encore du niveau de la mer (Figure 32). Les observations recueillies à la question ouverte portant sur les changements environnementaux portent principalement sur les changements affectant l'estuaire de la rivière Mingan (Annexe 6). Plusieurs des résidents rencontrés témoignent de l'ensablement de l'estuaire de même que de l'élargissement du lit de la rivière (Figure 49). Dans la zone côtière, la seule observation recueillie concerne le changement de la morphologie de la plage au

printemps. Selon un observateur, les crêtes et les sillons disparaissent au printemps en raison des fortes pluies et des glaces (Annexe 6). Enfin, les changements de la zone urbaine qui ont retenu l'attention des personnes rencontrées concernent le rétrécissement du pédoncule, la présence d'une fissure dans la partie la plus étroite de ce dernier ainsi que l'élévation du niveau de la nappe phréatique (Annexe 6).

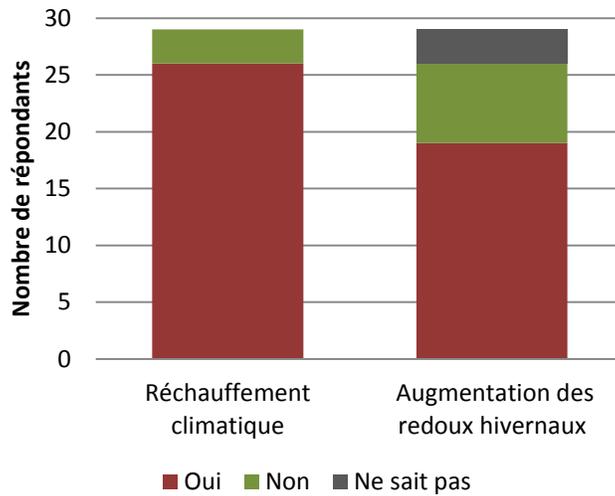


Figure 31. Changements climatiques observés par les résidents

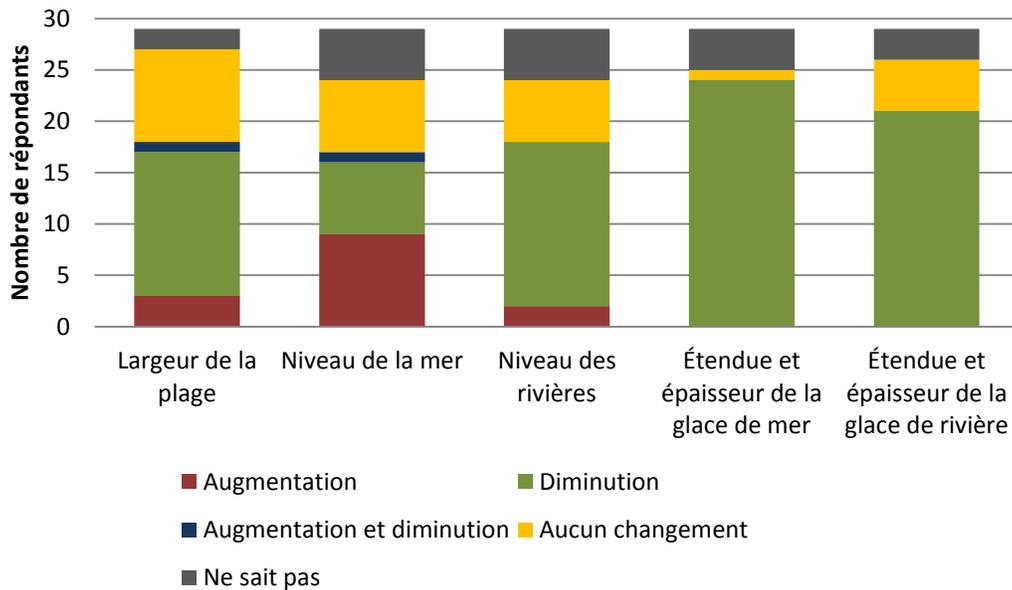


Figure 32. Changements environnementaux observés par les résidents

### 3.4.4 Causes des aléas

#### 3.4.4.1 Causes des aléas côtiers

Les 25 résidents observant des aléas côtiers ont été questionnés sur les causes de ces phénomènes sur leur territoire. Les participants ont été interrogés en fonction des processus et des phénomènes qu'ils avaient auparavant identifiés (Figure 33). Ainsi, une majorité des répondants croient que les changements climatiques (72%), les redoux hivernaux (68%), les interventions humaines (60%), le fort débit de la rivière Mingan (60%) et le vent (60%) sont en partie responsables des aléas côtiers (Figure 33). Le lien établi par les répondants entre les changements climatiques et les aléas côtiers concerne l'augmentation du niveau marin, des cycles de gel et de dégel et des pluies ainsi que la diminution de la glace (Tableau 12). En ce qui concerne les interventions humaines identifiées comme étant en partie responsables des aléas côtiers, neuf répondants ont indiqué que la circulation de VTT et de véhicules sur la plage était en cause (C60, C62, C63, C70, S53, S54, S58, S63 et S66). Un répondant est convaincu que l'érosion est un phénomène naturel et que le problème provient des hommes qui s'installent à des endroits qui ne sont pas adaptés (C65). Selon deux répondants, la présence de glace pourrait aussi être responsable de l'érosion côtière (C70, S61). Un d'entre eux a observé que la plage s'abaisse devant le pied de glace et que le sable est transporté en même temps que les glaces lors du dégel (C70).

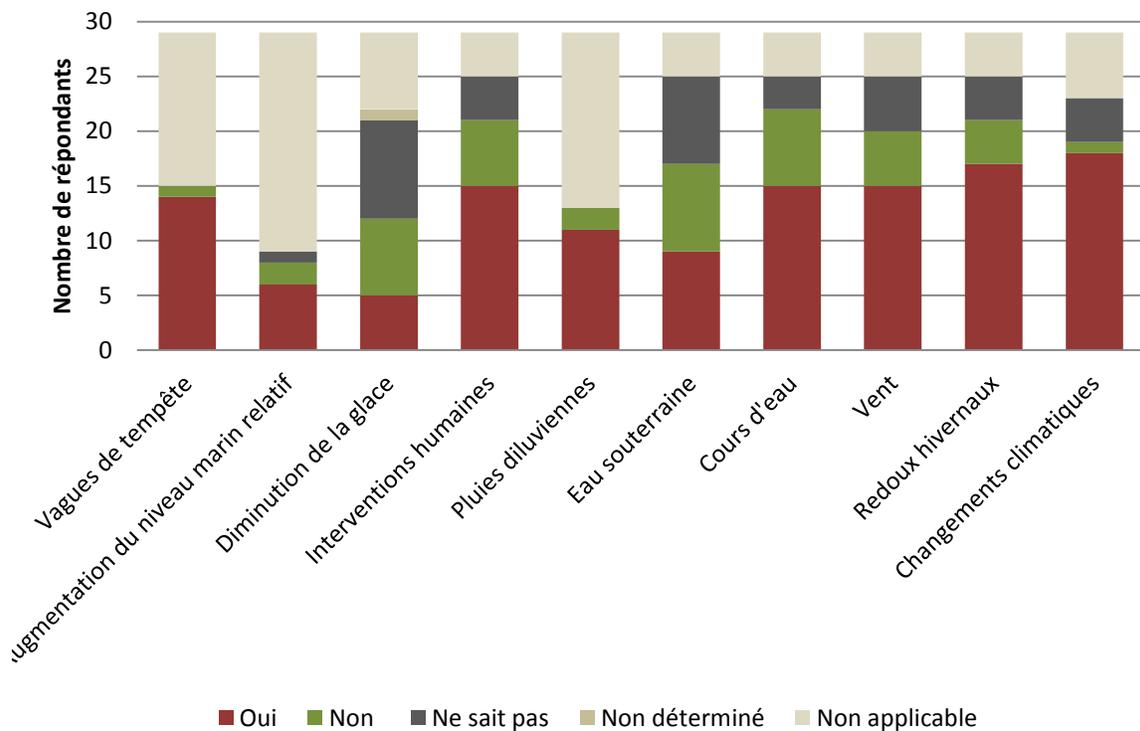


Figure 33. Causes des aléas côtiers selon les résidents

Tableau 12. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers

Explication	Nbre d'observations
Augmentation des pluies	5
Diminution de la glace	5
Augmentation des cycles de gel et de dégel	4
Augmentation du niveau marin	3
Augmentation du niveau marin causée par la fonte des glaciers	2
Augmentation des températures hivernales	1

### 3.4.4.2 Causes des aléas fluviaux

Les 28 résidents observant de l'érosion et/ou de l'inondation au niveau de la rivière Mingan ont aussi été questionnés sur les causes de ces aléas. Ces derniers ont été interrogés seulement en fonction des processus et des phénomènes qu'ils avaient auparavant identifiés (Figure 29). Il en résulte qu'une majorité de répondants sont d'avis que les changements climatiques (71%), les redoux hivernaux (64%), le vent (64%), les interventions humaines (61%), et les pluies diluviennes (50%) génèrent de l'érosion sur les berges de la rivière Mingan (Figure 34). Les répondants associent l'augmentation des pluies, des températures et du niveau marin aux changements climatiques et ces manifestations participent selon eux aux risques fluviaux (Tableau 13). De plus, la diminution de la glace et la hausse des cycles de gel et de dégel qu'ils associent aux changements climatiques seraient aussi en partie responsables des aléas fluviaux (Tableau 13). Selon les observations des résidents, les glaces mobiles activeraient les berges de la rivière Mingan (S54, S61, C92). Selon des résidents, l'augmentation du niveau des grandes marées serait aussi en cause dans l'accélération de l'érosion des berges de la rivière (C65, C93, S64). Enfin, l'augmentation du trafic lourd sur la 138 dans le cadre du projet de La Romaine contribuerait selon plusieurs répondants à fragiliser le pédoncule de par les vibrations qu'elle engendre (S57, S58, S59, S60, S88, C62, C93).

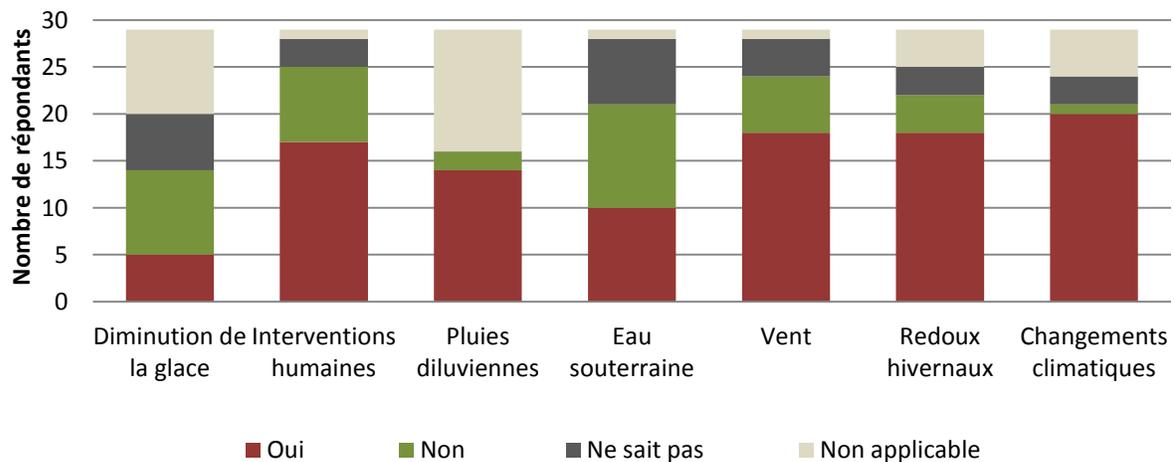


Figure 34. Causes des aléas fluviaux selon les résidents

Tableau 13. Liens entre les changements climatiques et les aléas fluviaux

Explication	Nbre d'observations
Augmentation des pluies	4
Augmentations des températures	4
Augmentation du niveau marin	3
Diminution de la glace	3
Augmentation des cycles gel-dégel	2
Augmentation du niveau marin causée par la fonte des glaciers	1
Augmentation des pluies hivernales	1
Augmentation des températures hivernales	1
Augmentation des vents	1
Débâcle hâtive	1

### 3.4.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Selon la majorité des résidents rencontrés (90%), l'érosion, les inondations et les changements environnementaux survenus sur leur territoire ont eu des impacts sur les services publics de la communauté d'Ekuanitshit (Figure 35). La grande majorité des résidents évoque qu'une partie du sentier pédestre près de la rive ouest de la rivière Mingan a été érodée et que des belvédères ont déjà été reculés. Un chemin d'accès à un chalet dans la zone de villégiature aurait été sectionné par l'érosion (C70) et un bâtiment de la pourvoirie Mingan aurait été affecté par l'inondation survenue en 2005 (C93). Selon la grande majorité des résidents, le sentier pédestre, les belvédères, la piste cyclable et la route 138 sont menacés par l'érosion fluviale. Par ailleurs, 69% des personnes rencontrées sont d'avis que les aléas ont des impacts sur la santé des résidents d'Ekuanitshit (Figure 35). Il apparaît que l'érosion des berges de la rivière génère de l'inquiétude pour plusieurs résidents qui craignent pour les jeunes enfants qui jouent dans cette zone (C58, C71, C93, S59, S88) et qui ont peur que le pèdoncule se sectionne en deux (C58, S60). Non moins de 14 résidents sur les 29 rencontrés indiquent que leur chalet a été affecté par l'érosion côtière (Figure 35). D'ailleurs, sept résidents auraient accusé des pertes de terrain au niveau de leur chalet (C60, C63, C92, S53, S55, S61, S68). Selon 52% des répondants, les ressources biologiques seraient aussi affectées par l'érosion côtière et fluviale. Les résidents auraient observé une diminution de la taille des myes (S57), une diminution des petits fruits (S53, S55, S65, S68, C73) ainsi qu'une modification du comportement des saumons (C58, C61, C65, C72, C73, C92, C93, S53, S54, S60, S88) et des oiseaux migrateurs (S88).

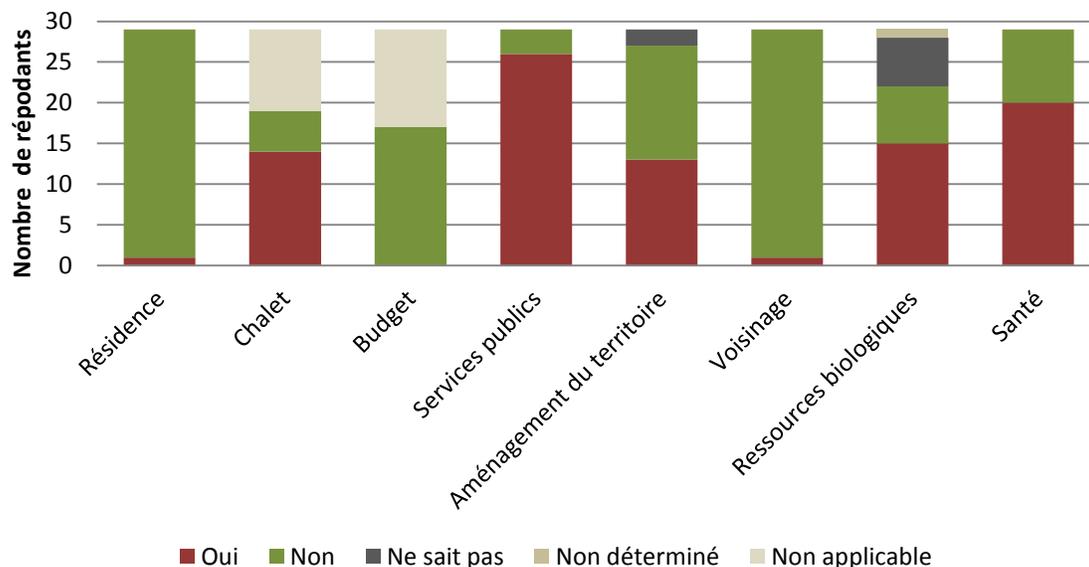


Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents

La majorité des résidents rencontrés (93%) sont d’avis que les changements climatiques ont des impacts sur leur communauté. Les impacts des changements climatiques remarqués par le plus grand nombre de résidents concernent la diminution des précipitations nivales ainsi que la diminution de la glace (Tableau 14). Ces changements majeurs sont responsables du nombre important d’activités affectées par les changements climatiques ainsi que des déplacements hivernaux limités (Tableau 14). En effet, l’absence de neige et de banquise observée à l’hiver 2009-2010 a empêché les déplacements sur le territoire en motoneige ainsi que la pêche sur la glace, la trappe et les activités hivernales des enfants (patins, glissade, etc.). Un résident raconte qu’il a tout de même essayé d’utiliser sa motoneige sur la faible épaisseur de glace qui s’était formée sur les lacs et les rivières, mais que l’activité était devenue risquée car la glace cédait sous sa motoneige (C62). De plus, en raison de la hausse des températures hivernales et de l’absence de précipitations nivales observée par les résidents, la route blanche, seule voie de communication pour rejoindre les villages de la Basse-Côte-Nord, est demeurée fermée. Ainsi, les résidents ayant de la famille dans ces villages n’ont pu se réunir tel qu’ils le font habituellement (C70). Parmi les impacts des changements climatiques observés, on remarque une certaine ambiguïté au niveau des observations quant à la tendance des températures estivales (Tableau 14). Plutôt que de préciser le sens des tendances climatiques, certains résidents ont affirmé que d’une manière générale, les températures actuelles ne suivent plus les variations saisonnières comme auparavant (Tableau 14). Cette situation, de même qu’une perte de repère au niveau des indices climatiques, fait en sorte que trois personnes âgées de plus de 40 ans ont affirmé ne plus être en mesure de prévoir le temps qu’il fera (C58, C71, C72). Cet impact est déstabilisant pour les aînés de même que pour les plus jeunes, car cela perturbe leur autonomie pendant leurs longs séjours en forêt. Selon d’autres résidents, l’augmentation des cycles de gel et de dégel contribuerait à la dégradation des solages de leur habitation (C93).

Tableau 14. Impacts des changements climatiques selon les résidents

Thèmes	Nbre d'observations
Impacts observés	
<b>Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel</b>	<b>51</b>
Diminution des précipitations nivales	18
Diminution de la glace	10
Augmentation des températures hivernales	6
Faune et flore affectées (myes, petits fruits, saumons, truites, oiseaux migrateurs)	5
Augmentation des températures estivales	3
Augmentation de l'érosion côtière	3
Augmentation des pluies	2
Diminution des températures estivales	2
Les températures varient des normales saisonnières	2
<b>Impacts des changements climatiques sur le mode de vie</b>	<b>38</b>
Activités affectées (campement, chasse, pêche, trappe et activités hivernales)	21
Déplacements hivernaux limités (motoneige)	13
Capacité de prévoir le temps affectée	3
Services et économie affectés (fermeture de la route blanche, dégradation des fondations des maisons)	2

### 3.4.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

#### 3.4.6.1 Appréciation des actions entreprises

Près de deux tiers des résidents rencontrés considèrent que des actions ont été entreprises pour s'adapter aux aléas et aux changements environnementaux (Figure 36). La mesure de protection la plus observée concerne l'enrochement situé sur la rive ouest de la rivière Mingan (Figure 37). Une majorité des personnes l'ayant perçu (81%) le considère comme étant efficace et referait cette intervention. Par ailleurs, deux autres personnes ont mentionné qu'il y avait déjà eu un muret de bois sur la rive ouest de la rivière Mingan (S65, C72). Toutefois, cette mesure de protection n'aurait pas été efficace et c'est pourquoi ces derniers ne la referaient pas. La recharge en matériel meuble observée par les résidents a été réalisée à proximité du débarcadère de la rivière Mingan. Le résident l'ayant observé l'a trouvé efficace, mais ne le referait pas (Figure 37). Au niveau du littoral, un résident a mentionné qu'il y avait un muret devant l'ancienne usine. Cette personne croit que cette mesure de protection a été efficace et il la referait (S56). D'un autre côté, trois résidents ont constaté qu'une section de la route 138 a dû être déplacée entre Havre-Saint-Pierre et Rivière-Saint-Jean (Figure 37). Selon ces derniers, cette action aurait été efficace, toutefois, un d'entre eux ne la referait pas. Deux des résidents rencontrés ont mentionné qu'une action était prévue pour s'adapter aux aléas. Pour l'un d'entre eux, il s'agissait d'un projet de construction d'un nouveau chemin d'accès vers son chalet et pour l'autre il s'agit du projet de contournement de la route 138 par le nord de la communauté.

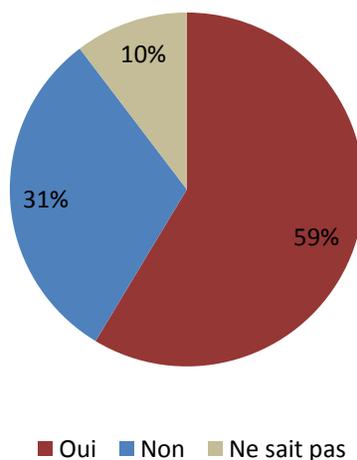


Figure 36. Actions entreprises selon les résidents

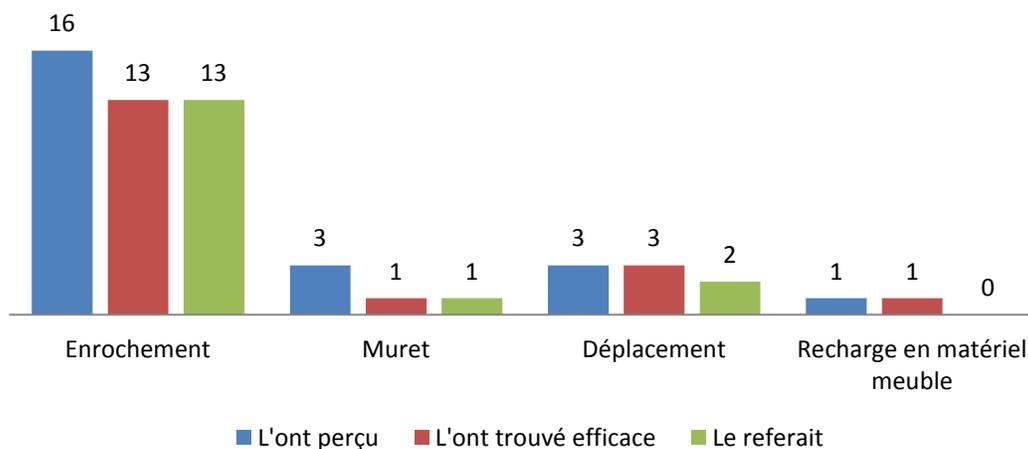


Figure 37. Appréciation des actions entreprises selon les résidents

### 3.4.6.2 Solutions préconisées pour les aléas côtiers

La solution préconisée par le plus grand nombre de résidents observant des aléas côtiers est la sensibilisation (72%) (Figure 38). Ces derniers croient qu'il est important que les résidents aient plus de connaissances sur les processus qui menacent leur territoire. Par ailleurs, 15 des 25 répondants observant des aléas côtiers (60%), croient qu'il est préférable de se retirer des zones à risques d'érosion (Figure 38). Certains villégiateurs disent qu'ils envisagent déjà de déplacer leur chalet (C60, C70). La création d'un comité côtier (52%) ainsi que l'installation d'un enrochement (48%) sont aussi des solutions envisagées favorablement par une majorité de répondants (Figure 38).

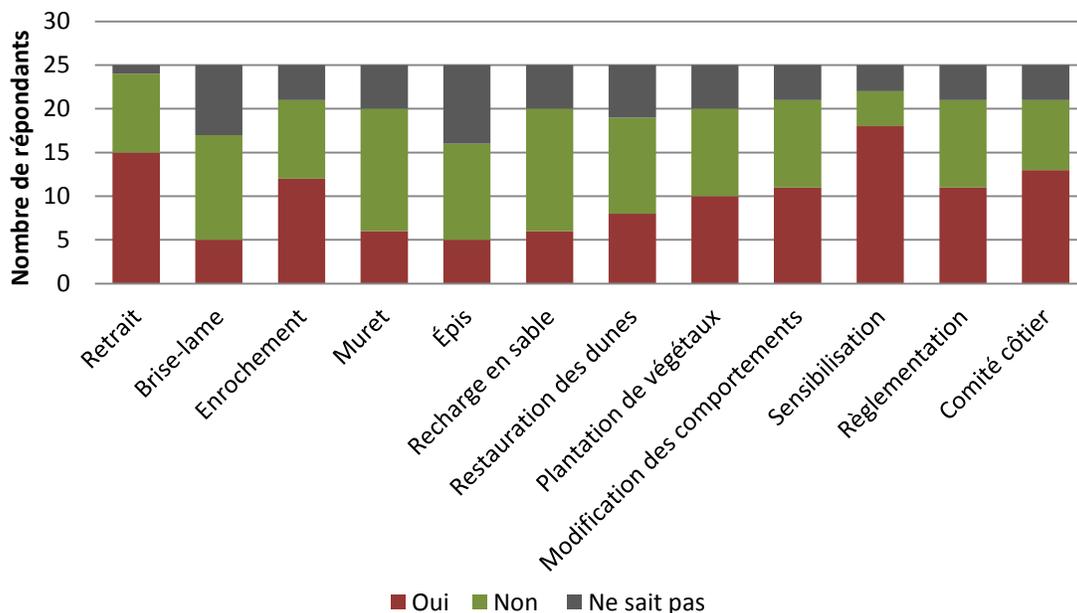


Figure 38. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents

### 3.4.6.3 Solutions préconisées pour les aléas fluviaux

Une majorité de résidents sont d'avis que l'enrochement et la sensibilisation sont les solutions à préconiser pour limiter les impacts de l'érosion fluviale (Tableau 15). En ce qui concerne l'enrochement, un résident précise qu'il serait important que ce dernier ne se rende pas jusqu'au fossé pluvial, car cela pourrait être dangereux pour les enfants qui se baignent à cet endroit (C61). Par ailleurs, un autre répondant mentionne qu'il faudrait faire attention à ne pas perturber l'habitat des poissons puisqu'il y a de bonnes captures qui se font actuellement dans cette zone (C62). Les répondants croient qu'il serait important de sensibiliser tant les résidents que les membres du conseil de bande à la problématique de l'érosion, à ses causes et à son rythme d'évolution. De son côté, le projet de contournement de la route 138 est favorablement évoqué par les répondants qui croient que cela permettra d'atténuer un risque important. La création d'un comité de protection des littoraux est évoquée notamment dans le but de contrôler ou encore de limiter la circulation de VTT (C62).

**Tableau 15. Solutions préconisées pour les aléas fluviaux par les résidents**

Solutions préconisées pour les aléas fluviaux	Nbre d'observations
Enrochement	20
Sensibilisation	20
Projet de contournement de la route 138	16
Création d'un comité côtier	13
Plantation de végétaux	11
Modification des comportements	11
Règlementation	11
Muret	10
Recharge en matériel meuble	4

#### ***3.4.6.4 Mode de gouvernance préconisé***

Selon les résidents rencontrés, les acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptations sont, par ordre d'importance : le conseil de bande (86%), la communauté scientifique (83%), le gouvernement fédéral (79%), les résidents (72%) et le gouvernement provincial (72%) (Figure 39). Au niveau du gouvernement provincial, plusieurs personnes précisent que le ministère des Transports du Québec devrait être impliqué dans l'identification de solution d'adaptation pour la route 138 (C58, C61, C62, C72). Au niveau des organismes locaux à impliquer, les répondants font référence à la pourvoirie du Complexe Manitou-Mingan. Par ailleurs, lorsque des répondants mentionnent que les industries devraient participer à l'identification des solutions, ils évoquent principalement Hydro-Québec. Au niveau de la gestion des solutions d'adaptation, les résidents croient que le conseil de bande est l'instance la plus apte à effectuer ce type de tâche (Figure 40). Cependant, des résidents suggèrent la formation d'un comité indépendant composé de représentants de différentes instances afin de gérer les solutions d'adaptations (S55, S63, S65, S68). En ce qui concerne le financement des solutions d'adaptation, la majorité des répondants s'accorde pour identifier les deux paliers gouvernementaux comme principaux bailleurs de fonds (Figure 41). De plus, les industries, principalement Hydro-Québec, ont aussi été retenues par les résidents comme acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation (Figure 41).

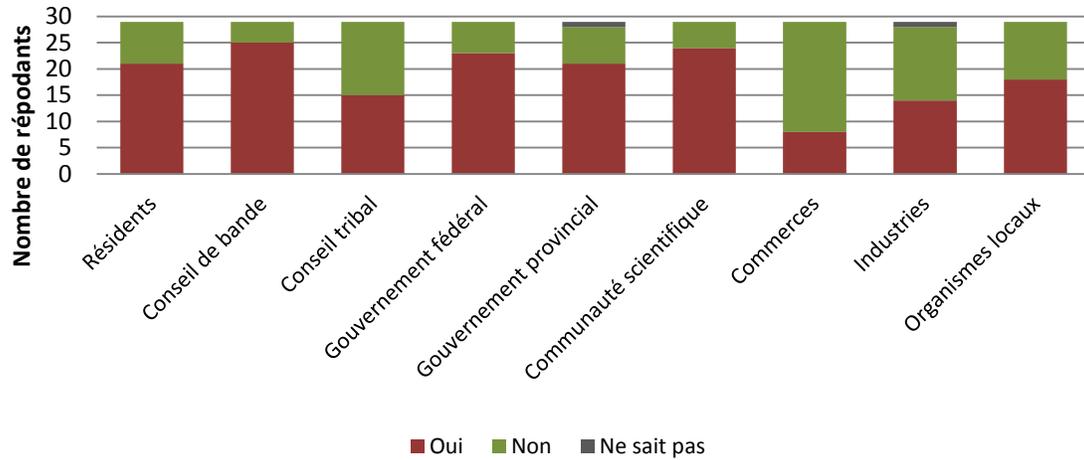


Figure 39. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents

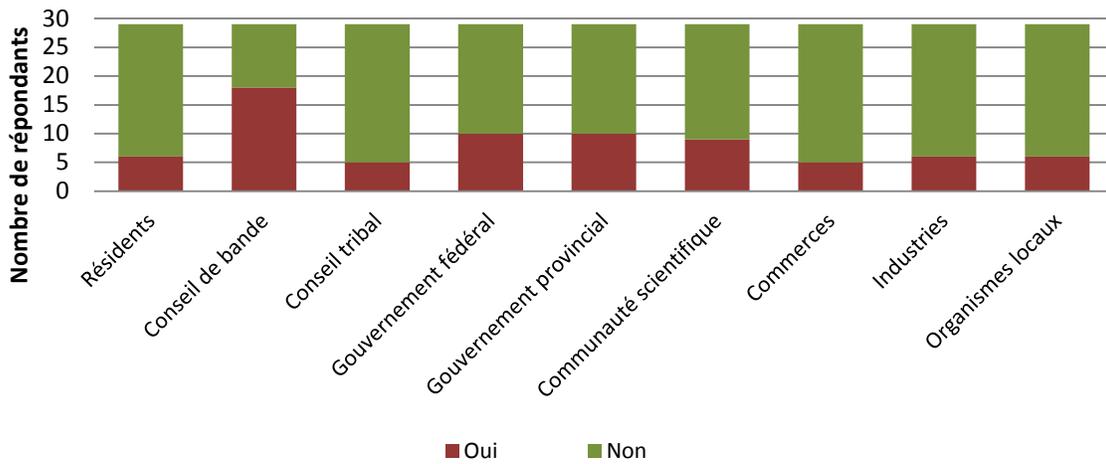


Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents

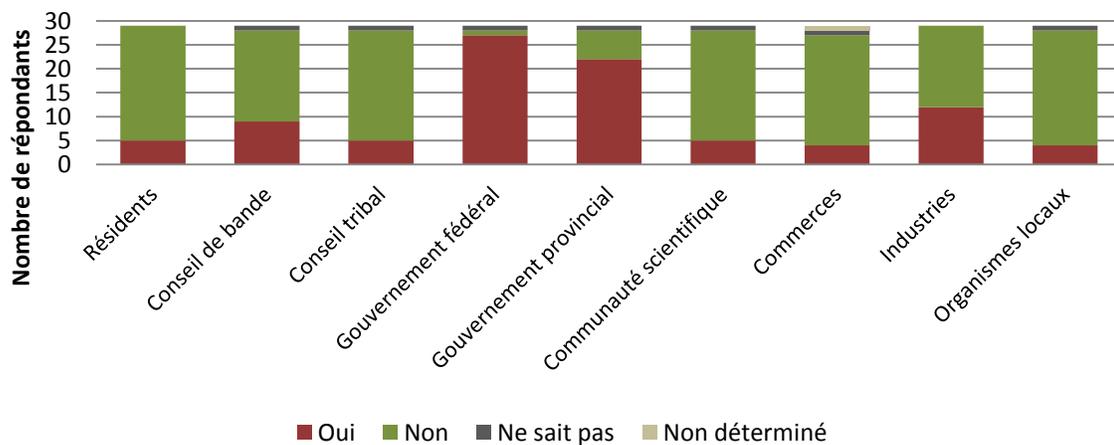


Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents

## 3.5 Analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des aléas et des changements environnementaux

### 3.5.1 Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux

#### 3.5.1.1 Proximité du milieu de vie des répondants avec le milieu côtier

Sur les 37 personnes rencontrées à Ekuanitshit, 34 habitent sur le territoire de la réserve, deux habitent à Longue-Pointe-de-Mingan et une demeure à l'est de la réserve sur le pédoncule (Figure 44). Au total, 20 répondants ont un chalet sur les terres publiques intramunicipales situées à l'est de la rivière Mingan. La zone de villégiature a été tracée dans son ensemble puisqu'il était difficile pour les répondants d'indiquer avec certitude le lieu de leur chalet (Figure 45).

#### 3.5.1.2 Description des zones utilisées

La question ouverte portant sur les zones utilisées dans le cadre d'activités visait uniquement les activités pratiquées à proximité du littoral. Les zones d'activités désignées par les répondants couvrent le littoral allant de la rivière Saint-Jean à la rivière Romaine ainsi qu'au large de cette zone, en incluant l'île du Havre de Mingan (Figure 43). Les rivières Mingan, Manitou et Romaine ont aussi été désignées comme des zones importantes pour les activités de la population d'Ekuanitshit.

Les zones les plus densément utilisées sont concentrées sur le littoral à l'ouest de la communauté et à l'est de la rivière Mingan ainsi qu'au niveau de l'estuaire de la rivière Mingan (Figure 44 et Figure 45). Ce sont aussi les zones où les participants observent le plus grand nombre d'activités affectées et cessées.

##### 3.5.1.2.1 Littoral à l'ouest de la rivière Mingan

La zone située entre l'accès à la plage le plus à l'ouest de la communauté (site de la croix) et l'ancien quai de Mingan, est fréquemment utilisée par les participants pour la marche, la cueillette de petits fruits, la pratique de VTT, la pêche au capelan, les rassemblements, la mise à l'eau des embarcations et la pratique de motoneige en hiver (Figure 43 et Figure 44). Toutefois, ces activités sont affectées par l'érosion et la diminution de la largeur de la plage. De plus, plusieurs répondants relatent qu'ils avaient autrefois l'habitude de camper à cet endroit, mais qu'ils ont arrêté en raison de l'évolution de leur mode de vie. Des participants indiquent avoir cessé de pratiquer la motoneige, la chasse aux phoques et la trappe dans cette zone en raison des changements climatiques et de la diminution de la glace.

##### 3.5.1.2.2 Estuaire de la rivière Mingan

L'estuaire de la rivière Mingan est une zone importante pour la pêche. Cette dernière est toutefois affectée par l'ensablement de la rivière et par une diminution des populations de poissons (Figure 44). De plus, la pêche sur glace y est affectée par la diminution de la couverture de la glace. Des répondants indiquent avoir arrêté de pratiquer la pêche à cet endroit en raison

des changements climatiques et de l'ensablement de la rivière. Par ailleurs, plusieurs personnes qui s'y déplaçaient en motoneige ont cessé de pratiquer cette activité en raison des changements climatiques et de la diminution de la couverture de la glace.

Les berges de la rivière Mingan qui sont adjacentes à la communauté sont aussi très importantes pour les rassemblements de la population, l'accès à l'eau des embarcations, la marche, la cueillette de petits fruits et la baignade (Figure 44). Cependant, selon les répondants ces activités seraient affectées par l'érosion et les glissements de terrain. Plusieurs répondants indiquent même avoir cessé de pratiquer leurs activités (rassemblement, marche, cueillette de petits fruits, baignade, jeux hivernaux et VTT) en raison de l'érosion, des glissements de terrain, de l'augmentation du niveau de l'eau et de la diminution de la couverture de la glace.

La rive ouest de l'estuaire de la rivière Mingan, à l'aval du pont, est densément utilisée par les répondants pour la marche, la baignade et le VTT. Ces activités seraient cependant affectées en raison de l'érosion, de la diminution de la largeur de la plage et de l'augmentation du niveau marin (Figure 44). Des participants relatent qu'ils avaient autrefois l'habitude de camper, de cueillir des petits fruits ou encore d'aller marcher dans cette zone, mais qu'ils ont arrêté en raison de l'érosion, de la diminution de la largeur de la plage et de l'augmentation du niveau marin.

#### *3.5.1.2.3 Littoral à l'est de la rivière Mingan*

La zone de villégiature située sur le littoral à l'est de la rivière Mingan est très importante pour la population d'Ekuanitshit (Figure 45). On y retrouve un nombre important de chalets appartenant à des membres de la communauté et ces derniers y pratiquent plusieurs activités (VTT, marche, pêche au capelan, cueillette de petits fruits, chasse aux oiseaux migrateurs, campement, rassemblement et cueillette de mye). Ces activités seraient principalement affectées par l'érosion et le vent. De plus, des répondants relatent qu'ils ont arrêté de camper dans cette zone en raison de l'érosion et de la diminution de la largeur de la plage. Enfin, d'autres participants mentionnent qu'ils avaient autrefois l'habitude de chasser le phoque et les oiseaux migrateurs au large de cette zone, mais qu'ils ont arrêté en raison des changements climatiques et de la diminution de la couverture de la glace.

#### *3.5.1.2.4 Littoral à proximité du ruisseau Lechasseur*

Le littoral aux abords du ruisseau Lechasseur est important pour les gens de la communauté pour les activités de rassemblement, de campement, de marche et de cueillette de petits fruits (Figure 45). Ces activités sont cependant menacées par l'érosion qui sévit dans cette zone.

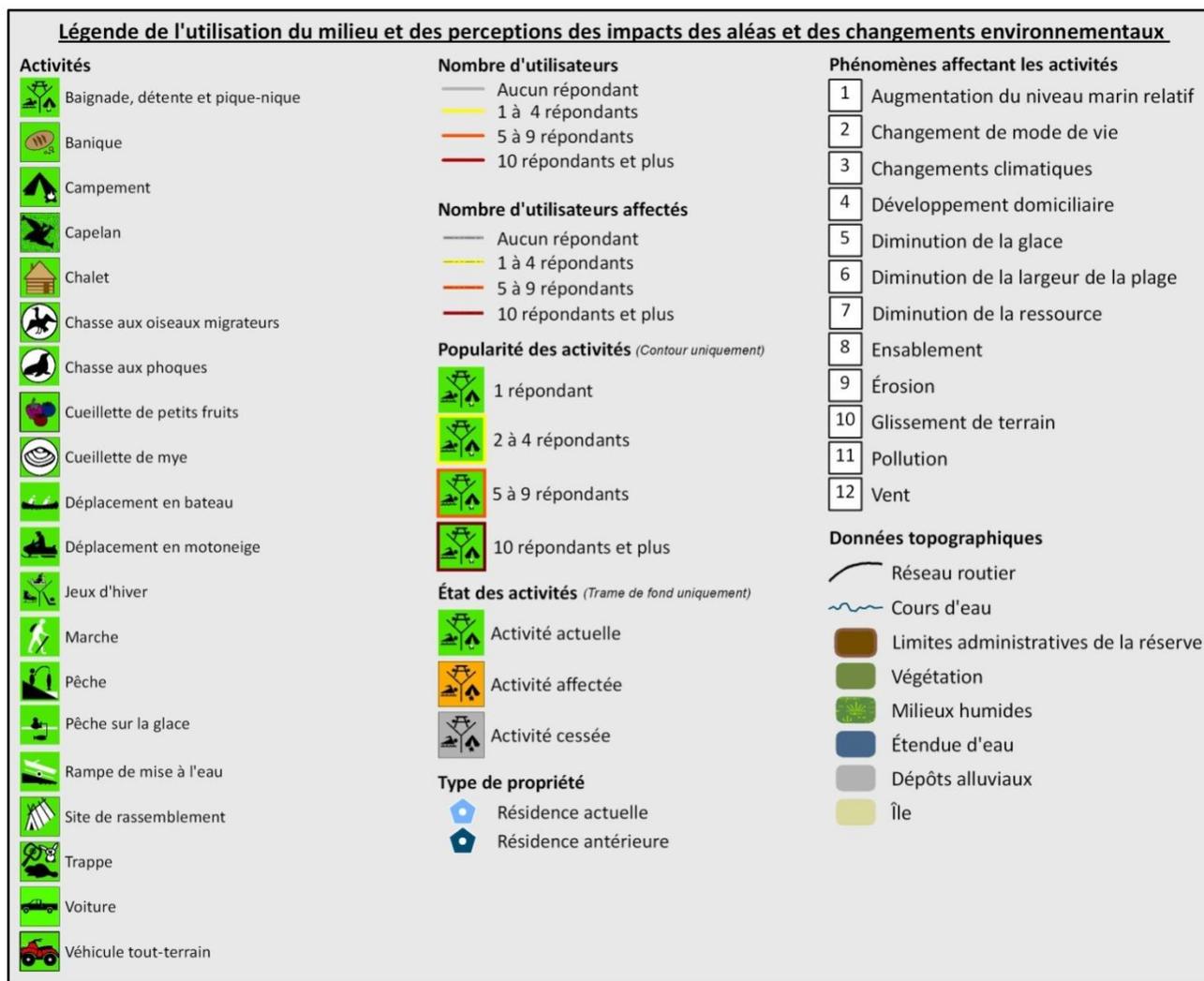


Figure 42. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux





Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Ekuanitshit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 5

Laboratoire de dynamique  
et de gestion intégrée des  
zones côtières LUQAR

Figure 44. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur d'Ekuanitshit



Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Ekuanitsthit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 5

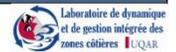


Figure 45. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur à l'est de la rivière Mingan

## 3.5.2 Perceptions des zones affectées par les phénomènes, les processus et les changements environnementaux

### 3.5.2.1 Description des zones affectées

Les participants observent que la zone située entre la rivière Saint-Jean jusqu'à l'est de la rivière Romaine est affectée par les phénomènes naturels et les changements environnementaux (Figure 47). Les secteurs où une plus grande densité de participants observent des phénomènes naturels et des changements environnementaux correspondent aux zones les plus densément utilisées, soit le littoral entre Longue-Pointe-de-Mingan et l'estuaire de la rivière Mingan, la rive ouest de l'estuaire de la rivière Mingan ainsi que la zone de villégiature située à l'est de la rivière Mingan (Figure 48, Figure 49 et Figure 50).

#### 3.5.2.1.1 Longue-Pointe-de-Mingan et l'estuaire de la rivière Mingan

Plusieurs résidents observent de l'érosion sur le littoral entre Longue-Pointe-de-Mingan et l'estuaire de la rivière Mingan (Figure 48 et Figure 49). Par ailleurs, la majorité des répondants indiquent la présence d'inondation côtière au niveau de la brèche de tempête située à l'ouest du quai de Mingan (Figure 49). Dans cette zone, il n'y a pas de consensus entre les participants sur le sens de l'évolution de la largeur de la plage. Elle aurait tendance à augmenter et à diminuer dans le temps et dans l'espace (Figure 48 et Figure 49). Par ailleurs, des participants remarquent la formation de barre d'avant côte dans ce secteur (Figure 48).

#### 3.5.2.1.2 Rive ouest de l'estuaire de la rivière Mingan

Au niveau des berges de l'estuaire de la rivière Mingan adjacentes à la communauté, une majorité de répondants observent de l'érosion fluviale, des glissements de terrain et une diminution de la largeur de la plage (Figure 49). Par ailleurs, des répondants relatent que des embâcles, des inondations, des fissures et le dégel affectent aussi ce secteur (Figure 49).

#### 3.5.2.1.3 Littoral à l'est de la rivière Mingan

Les participants observent de l'érosion sur l'ensemble de la zone de villégiature (Figure 50). De plus, certains remarquent que les vents affectent surtout la partie ouest de ce secteur et que la submersion ou encore les glissements de terrain endommagent les terrains où il y a une grande densité de chalets (Figure 50). Face à la zone affectée par des glissements de terrain, des répondants relatent la formation de barres d'avant-côte (Figure 50). Enfin, la tendance de l'évolution de la largeur de la plage sur ce territoire n'est pas claire. Apparemment, cette dernière aurait tendance à augmenter ou à diminuer dans le temps et dans l'espace (Figure 50).

### 3.5.2.2 Analyse des zones affectées

Un grand nombre de répondants observent des phénomènes et des processus sur la rive ouest de la rivière Mingan et dans la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan. Ces zones correspondent également aux sites les plus densément utilisés par les participants. La proximité des chalets et des activités pourrait expliquer l'importance des observations dans ces secteurs. Les participants sont frappés par l'intensité de l'érosion de la rive ouest de la rivière Mingan qui

évolue suite à des glissements de terrain qui seraient, selon les répondants, engendrés par la variation du niveau de l'eau et par l'action des glaces à la débâcle. Cette augmentation de sédiments combinée à la perte de capacité de la rivière (diminution du niveau de l'eau) rapportée par des participants pourrait expliquer en partie l'ensablement de l'estuaire dont témoignent certains répondants. Dans la zone de villégiature, les commentaires recueillis concordent et indiquent que le littoral recule principalement en raison du vent et des vagues de tempête et que les chalets sont eux aussi menacés par l'érosion et les processus éoliens.

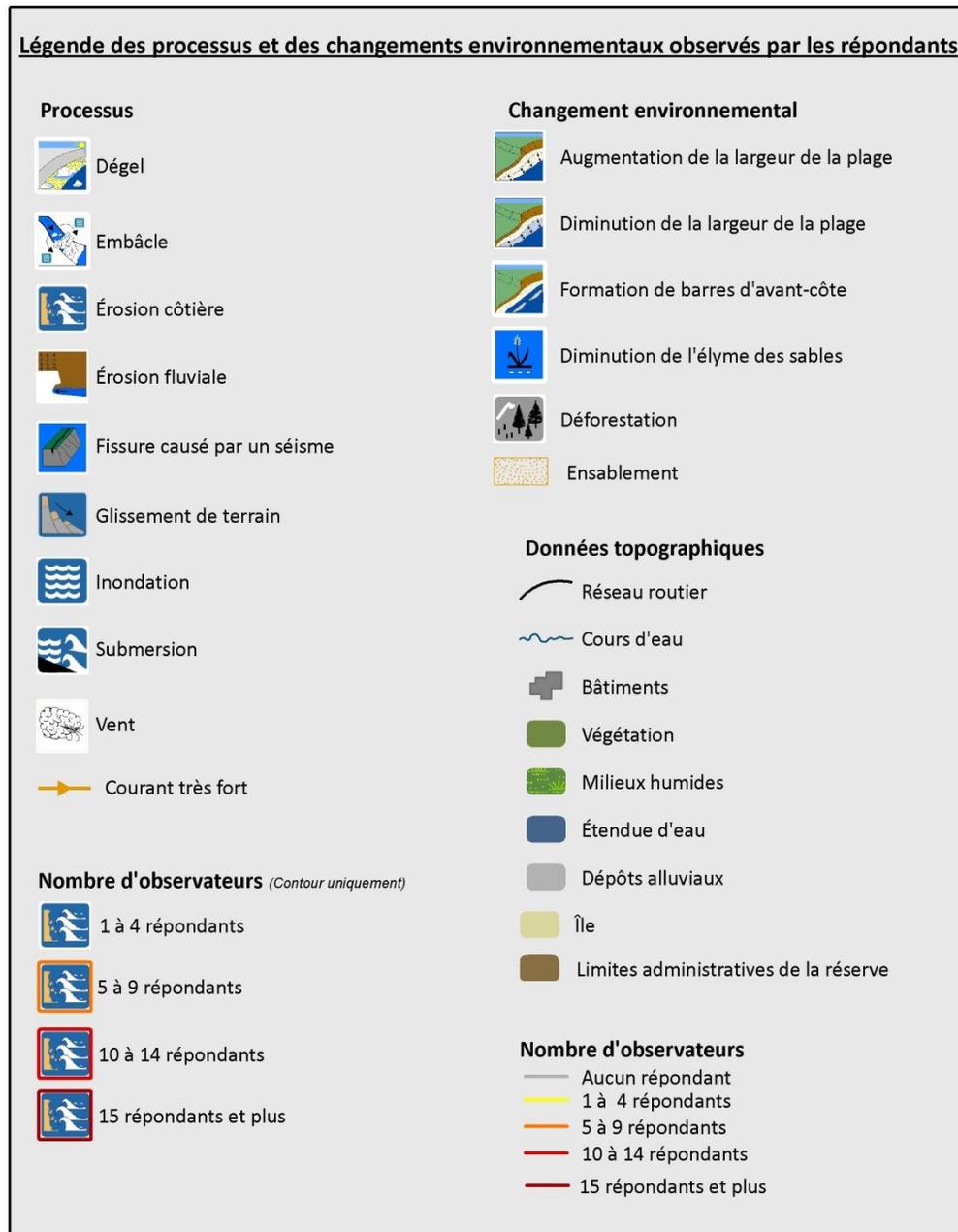


Figure 46. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants



**Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.**

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 5



**Figure 47. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs**

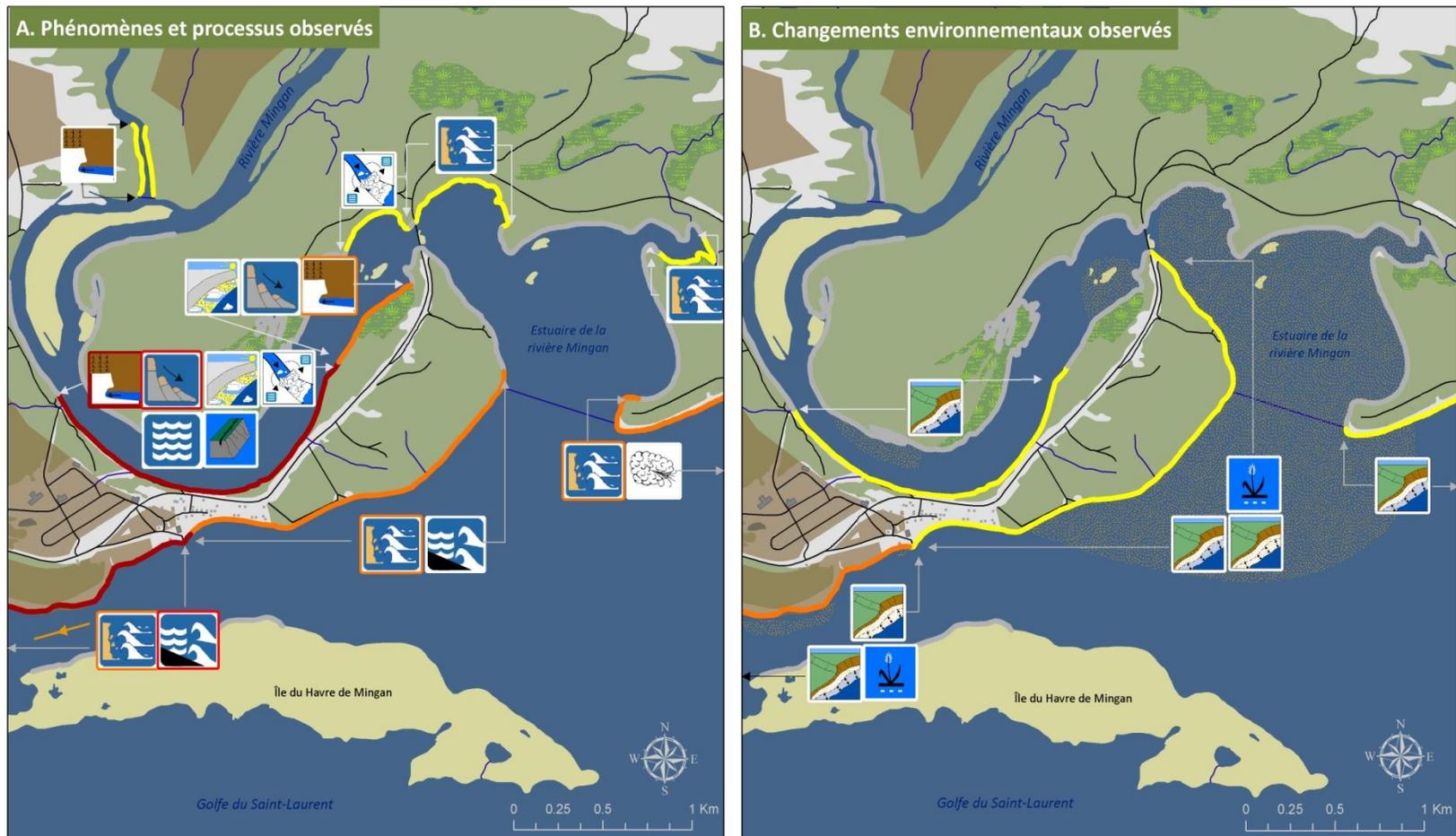


**Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.**

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 5



Figure 48. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur rivière Saint-Jean/Longue-Pointe-de-Mingan



Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 5

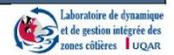


Figure 49. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Mingan



**Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.**

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 5



Figure 50. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur est de la rivière Mingan/ruisseau Lechasseur



**Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.**  
 Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 5

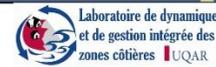


Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur est de la rivière Romaine

### 3.6 Faits saillants de l'enquête sur les perceptions

À Ekuanitshit, 37 personnes ont participé à cette enquête et il s'est avéré que 20 d'entre elles ont actuellement un chalet sur le littoral au niveau de la zone de villégiature et que l'ensemble des répondants pratique des activités sur le territoire côtier. Compte tenu de la proximité du milieu de vie des répondants avec le milieu côtier, il est possible de croire que cet échantillon est bien positionné pour commenter les phénomènes naturels et les changements environnementaux qui affectent le littoral. Le tableau 16 présente une synthèse des perceptions des résidents et des acteurs publics sur les aléas côtiers et les changements environnementaux.

#### 3.6.1 Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences

##### 3.6.1.1 Secteur du littoral

Sur l'ensemble des répondants, 81% sont d'avis que l'accélération de l'érosion côtière affecte leur territoire. Selon les participants, tant les acteurs publics que les résidents, les berges reculent principalement au printemps, dans la zone de villégiature ainsi que sur la plage située à l'ouest de la communauté. Des glissements de terrain ainsi que des vents violents affecteraient une section de la zone de villégiature. La submersion est un phénomène observé dans une moins grande proportion, toutefois, les récits concordent pour indiquer que la brèche de tempête est inondée annuellement lors des grandes marées. Les répondants sont d'avis que les manifestations des changements climatiques, l'augmentation des redoux hivernaux, le fort débit de la rivière et les vents violents sont responsables de l'érosion et de la submersion côtière. Pour les acteurs publics, la circulation en VTT et en camion sur les plages n'entraînerait pas d'érosion alors que, selon les résidents, cette pratique est une des principales causes de l'érosion côtière. Bien que la grande majorité des gens observe une diminution de la couverture de glace côtière, l'impact de ce changement sur la dynamique côtière n'apparaît pas clairement dans la communauté. Pour certains, surtout les acteurs publics, la diminution de la glace entraînerait plus d'érosion, puisque cette dernière peut maintenant se dérouler en continu. Pour d'autres, surtout des résidents, la présence de glace augmente l'érosion en générant un abaissement de la plage et en transportant des sédiments. Les principaux impacts des aléas côtiers sont associés au recul des terrains situés dans la zone de villégiature (7 chalets sur 29 ont perdu du terrain) ainsi qu'aux contraintes de développement en zone littorale. Les contraintes de développement résidentiel et industriel liées au moratoire sur la construction en zone côtière ont surtout été rapportées par certains acteurs publics. Les impacts des changements environnementaux dans la zone côtière affectent principalement les activités de VTT, marche, cueillette de petits fruits, déplacement en motoneige et les sites de campement.

### **3.6.1.2 Secteur de l'estuaire de la rivière Mingan**

Non moins de 95% des répondants observent l'accélération de l'érosion sur la rive ouest de l'estuaire de la rivière Mingan. Selon les acteurs publics et les résidents, l'estuaire de la rivière Mingan a subi des transformations importantes au cours des dernières années. La grande majorité des participants, tout groupe confondu, observent une diminution de la glace sur la rivière et un peu plus de 50% des répondants indiquent que le niveau de la rivière se serait abaissé. Certains répondants relatent que le lit de la rivière s'est élargi et ensablé au niveau de l'estuaire et que le chenal a tendance à changer plus fréquemment de lit à l'embouchure. Une accélération des glissements de terrain a été observée par la grande majorité des participants. Plusieurs craignent que la rivière sectionne le pédoncule à son endroit le plus étroit. Cette inquiétude s'est fait sentir tant lors des entrevues avec les acteurs publics que les résidents. D'ailleurs, un résident a indiqué avoir observé des fissures dans le sol dans la zone étroite du pédoncule. Les participants sont d'avis que les manifestations des changements climatiques, les redoux hivernaux, les vents violents, le trafic lourd (en créant des secousses) et les pluies diluviennes sont responsables du recul des berges de la rivière Mingan. Par ailleurs, pour certains répondants, le frottement des glaces mobiles avec le bas des falaises meubles participerait à déstabiliser les berges. L'érosion des berges de la rivière Mingan a eu plusieurs conséquences sur les infrastructures publiques (sentier pédestre et belvédère) et menace la route 138, la piste cyclable et certaines résidences principales. L'ensablement de l'estuaire a des conséquences sur les activités de pêche alors que la diminution de la glace affecte les déplacements en motoneige et la pêche sur la glace. Certains craignent que la diminution de captures de saumons, ou encore la fermeture de certaines fosses entraînent une diminution des revenus de la pourvoirie.

### **3.6.2 Solutions et gouvernance**

La solution d'adaptation préconisée par le plus grand nombre de répondants, tout groupe confondu, est la sensibilisation. De plus, pour plusieurs répondants, tant les résidents que les acteurs publics, le contournement de la route 138 par le nord permettra de limiter la vulnérabilité de la route 138 à l'érosion fluviale. Un grand nombre de participants sont aussi d'avis qu'il est nécessaire d'installer un enrochement sur la rive ouest de la rivière Mingan. Au niveau du littoral, quelques résidents et acteurs publics croient qu'il serait nécessaire de mettre en place une infrastructure rigide (enrochement ou muret) au niveau de la zone de villégiature afin de protéger les chalets. Un peu moins de la moitié des résidents et des acteurs publics envisagent favorablement le déplacement des infrastructures à risque.

Au niveau de la gouvernance, les répondants sont d'avis que les résidents, le conseil de bande, les gouvernements fédéraux et provinciaux ainsi que la communauté scientifique devraient travailler ensemble à identifier les solutions d'adaptation les plus appropriées. Toutefois, seuls le conseil de bande ou encore un organisme indépendant devraient gérer le projet dont le financement devrait être assuré par les deux paliers gouvernementaux et Hydro-Québec. Enfin, il apparaît urgent de s'assurer de la mise à jour du plan de mesures d'urgence afin de s'assurer que les risques côtiers y soient pris en compte.

Tableau 16. Synthèse des perceptions des résidents et des acteurs publics d'Ekuanitshit à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux

<p><b>Processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accélération de l'érosion et des glissements de terrain sur la rive ouest de la rivière Mingan;</li> <li>- Plusieurs résidents témoignent de l'accélération de l'érosion côtière dans le secteur des chalets à l'est de la rivière Mingan;</li> <li>- Submersion au niveau de la brèche de tempête devant la communauté;</li> <li>- Présence de légers séismes, principalement au printemps lors du dégel;</li> <li>- Réchauffement du climat, augmentation des redoux hivernaux et diminution de la glace;</li> <li>- Ensablement de l'estuaire de la rivière Mingan, élargissement du lit de la rivière et déplacement du chenal principal à l'embouchure;</li> <li>- Formation de cordons et de sillons pré littoraux.</li> </ul>
<p><b>Causes des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changements climatiques;</li> <li>- Augmentation des redoux hivernaux;</li> <li>- Diminution de la glace;</li> <li>- À l'opposé des acteurs publics, les résidents croient que les interventions humaines sont une des causes de l'érosion côtière et fluviale.</li> </ul>
<p><b>Conséquences des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrastructures à proximité de la rivière Mingan ont été affectées ou le seront éventuellement (sentier pédestre, belvédère, piste cyclable, route 138 et une maison);</li> <li>- Près de la moitié des résidents interrogés ont été affectés au niveau de leur chalet à l'est de la rivière Mingan</li> <li>- Inquiétudes dans la communauté surtout sur la crainte de la rupture du pédoncule;</li> <li>- Les changements environnementaux affectent le comportement des saumons et des oiseaux migrateurs et rendent plus difficiles les déplacements sur le territoire en hiver;</li> <li>- Activités affectées : VTT, marche, cueillette de petits fruits, déplacement en motoneige, pêche;</li> <li>- Les acteurs publics indiquent que le moratoire sur la construction en zone côtière limite leur possibilité de développement résidentiel et industriel.</li> </ul>
<p><b>Solutions d'adaptation préconisées</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'encochement du côté de la rivière Mingan et le muret sur le littoral sont jugés efficaces par les répondants;</li> <li>- La sensibilisation et le retrait préventif sont préconisés pour s'adapter à l'érosion côtière. De plus, plusieurs résidents envisagent favorablement l'encochement de la zone de villégiature;</li> <li>- La sensibilisation, l'encochement et le projet de contournement de la route 138 sont préconisés pour s'adapter à l'érosion fluviale.</li> </ul>
<p><b>Mode de gouvernance préconisé</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le conseil de bande, la communauté scientifique et les gouvernements fédéral et provincial (tout particulièrement le MTQ) devraient travailler en collaboration pour identifier les solutions d'adaptation. Par ailleurs, une plus grande proportion d'acteurs publics croient que les résidents devraient aussi être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation;</li> <li>- Le conseil de bande est la principale instance visée pour gérer les solutions d'adaptation;</li> <li>- Le financement des solutions d'adaptation devrait être assuré par le gouvernement fédéral et provincial. De plus, plusieurs proposent qu'Hydro-Québec participe aussi au financement des solutions d'adaptation.</li> </ul>

## 4 Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques

La région d'Ekuanitshit profite d'un climat tempéré maritime fortement sous l'influence de l'importante masse d'eau que représente le golfe du Saint-Laurent.

Au-delà de cette vision statique du climat, les paramètres climatiques ainsi que les conditions hydrologiques et glacielles évoluent et se transforment au fil du temps. Le présent chapitre illustre la variabilité et les tendances des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles pour la période couvrant globalement de 1945 à 2010. L'analyse de l'évolution du climat historique est présentée selon des intervalles temporels qui présentent des profils climatiques distincts optimaux pour réaliser un couplage historique du climat et de l'évolution côtière. Par la suite, les projections climatiques pour la zone à l'étude sont présentées ainsi que leurs répercussions sur le milieu côtier.

### 4.1 Méthodologie

#### 4.1.1 Les données climatiques

##### 4.1.1.1 Identification et localisation des stations météorologiques

Les données climatiques historiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent de la station météorologique de Sept-Îles A, située à proximité de l'aéroport de Sept-Îles (Figure 52). Ces données proviennent d'Environnement Canada (2010).

Les données récoltées à la station climatique de Havre-Saint-Pierre, plus près de la zone d'étude, n'ont pu être retenues aux fins d'analyse car les données historiques de cette station ne remontent qu'à 1968 et plusieurs données antérieures à 1983 sont manquantes. La concordance entre les données de température hivernale (corrélation : 0,96) et annuelle (corrélation : 0,91) de la station de Sept-Îles A. et de Havre-Saint-Pierre (Annexe 7) permet cette transposition. De plus, les données de précipitation totale en provenance de la station de Havre-Saint-Pierre comportent plusieurs données manquantes et ne permettent pas d'établir des totaux annuels ainsi qu'un seuil qui permettrait d'identifier les anomalies subséquentes (Annexe 7). En fait, seulement 13 années sur 30, de 1971 à 2000, contiennent des plages intactes qui permettent d'établir une moyenne mathématique. Selon les critères d'Environnement Canada, la normale de Havre-Saint-Pierre devrait porter la cote « E » (au moins dix ans d'enregistrement) comparativement à la station météorologique de Sept-Îles dont la qualité des données porte la cote « A » (pas plus de 3 années manquantes consécutives ou de 5 années au total). À ce sujet, se référer à la définition des normales et moyennes climatiques présentée à la section 4.1.1.5. Finalement, puisqu'il existe aussi des données homogénéisées pour la station de Sept-Îles et non pour celle de Havre-Saint-Pierre, nous croyons que le choix de la station climatique de Sept-Îles devient important pour un traitement statistique plus juste dans le cadre de l'identification des liens entre le climat historique et l'évolution côtière.

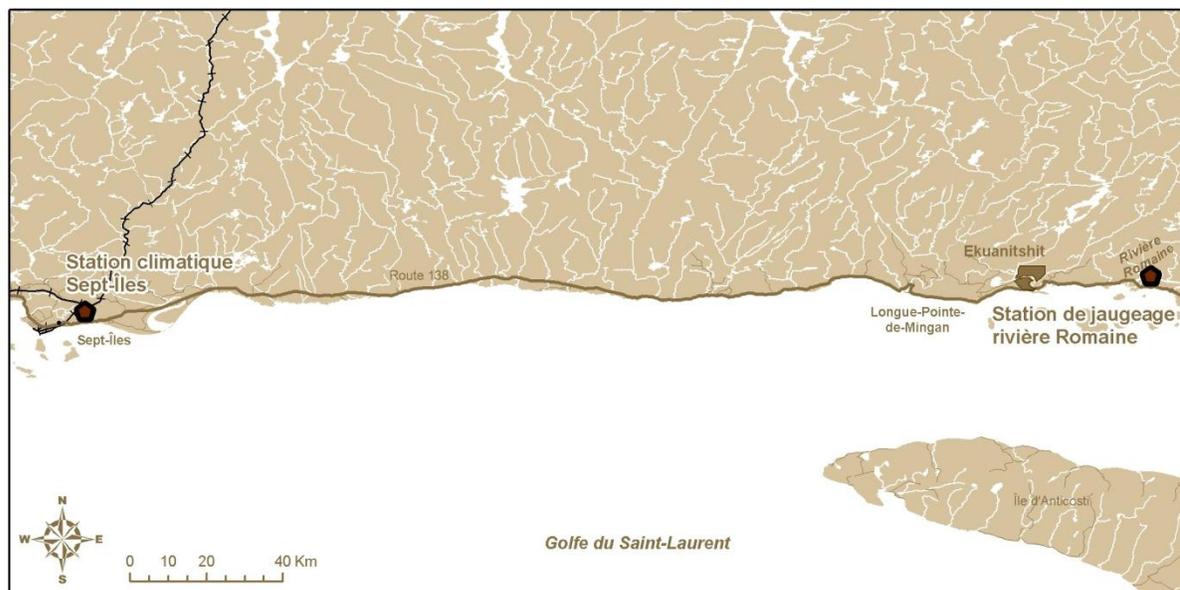


Figure 52. Localisation de la station météorologique de Sept-Îles et de la station de jaugeage de la rivière Romaine

#### 4.1.1.2 Période d'enregistrement des données météorologiques

La station Sept-Îles A. bénéficie d'une base de données historique importante puisque celle-ci s'échelonne généralement de l'année 1945 à 2010 (66 ans d'enregistrement; Tableau 17). Cette dernière est essentiellement composée des relevés quotidiens de la température moyenne et des précipitations (totale, pluie et neige). Les données climatiques enregistrées sur une base horaire (température et vitesse moyenne des vents) ont pour leur part été analysées pour la période de 1953 à 2010 (58 années d'enregistrement). Les données quotidiennes et horaires ont servi à l'élaboration des résultats des anomalies climatiques et des tendances climatiques.

##### Note sur les données homogénéisées

Selon Environnement Canada (2011<sup>3</sup>) :

« Les données climatiques ajustées et homogénéisées ont été créées pour être utilisées dans les recherches climatiques en incluant les études des changements climatiques. Elles incluent un nombre d'ajustements aux données originales des stations pour traiter les sauts causés par les changements d'instruments et de procédures d'observations. Quelques fois, les observations de plusieurs stations ont été combinées pour générer de longues séries temporelles.»

Afin de compléter les séries temporelles jusqu'à la période la plus récente (2010), les bases de données homogénéisées ont dû être complétées par des données brutes. Lorsque les résultats des analyses comportent un tel chevauchement de données (brutes et homogénéisées), une annotation indique la période concernée.

Tableau 17. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification de la station de Sept-Îles A.

Données météorologiques quotidiennes		
<b>1945-2002</b>		
Latitude: 50°13'00.000" N	Longitude: 66°16'00.000" W	Altitude: 54,90 m
Identification Climat: 7047910	Identification OMM: NIL	Identification TC: YZV
<b>2002-2010</b>		
Latitude: 50°13'00.000" N	Longitude: 66°15'00.000" W	Altitude: 52,60 m
Identification Climat: 7047914	Identification OMM: 71279	Identification TC: XZV
Données météorologiques horaires		
<b>1953-2010</b>		
Latitude: 50°13'00.000" N	Longitude: 66°16'00.000" W	Altitude: 54,90 m
Identification Climat: 7047910	Identification OMM: NIL	Identification TC: YZV

#### 4.1.1.3 Définition des différents paramètres climatiques

Les différents paramètres climatiques sélectionnés pour l'analyse l'ont été en fonction de leur importance jugée critique dans l'activation des processus liés à l'érosion des côtes.

##### 4.1.1.3.1 Température moyenne journalière

Les températures moyennes quotidiennes sont calculées à partir de la somme de la température maximale et minimale de la journée que l'on divise par 2.

##### 4.1.1.3.2 Degrés-jours de gel annuel

Les degrés-jours de gel sont l'accumulation, au cours de l'hiver, des températures moyennes journalières sous 0°C (Pêches et Océans Canada, 2004). Elles représentent le total, en valeur absolue, des températures moyennes journalières négatives. Par exemple : si le maximum est 1,0°C et le minimum de -3,4°C la moyenne est de  $\{1 + (-3,4)\} / 2 = -1,2^\circ\text{C}$ . Puisque cette valeur est négative, elle est additionnée en valeur absolue (1,2) aux degrés-jours de gel annuel. Toutefois, si la résultante avait été positive, elle n'aurait pas été additionnée aux degrés-jours de gel annuel.

##### 4.1.1.3.3 Jours de redoux hivernaux

Les jours de redoux hivernaux sont discriminés à partir des bases de données horaires de la température sur une plage de temps qui s'échelonne du premier décembre au 28 ou 29 février de l'année suivante. Un jour de redoux devient effectif lorsque, sur une plage de 24 heures (de 00h00 à 23h00), on dénombre un minimum de 4 heures où la température est égale ou supérieure à 0°C et ce, de façon consécutive ou non consécutive. Cela signifie que les quatre heures où la température est supérieure à 0°C peuvent être dispersées aléatoirement sur la plage de temps de 24 heures. Lorsque ce critère est satisfait, un jour de redoux est recensé. Ce seuil, tant pour le nombre d'heures que pour la température, a été défini à partir d'observations sur le terrain (Bernatchez, 2003).

Des erreurs de recensement des jours de redoux peuvent subvenir lors des changements de plage de 24 heures. Par exemple, l'événement de redoux ne sera pas recensé si la température horaire atteinte est de 0 °C ou plus de 22h00 à 02h00 le jour suivant. Dans ce contexte, les résultats du nombre de jours de redoux recensés ne peuvent être inférieurs à ceux présentés à l'intérieur des tableaux et figures. Nous croyons que cette erreur est minime et ne peut que sous-estimer très légèrement le résultat final.

#### 4.1.1.3.4 *Jours avec au moins un cycle de gel et de dégel*

Les cycles de gel et de dégel sont discriminés à partir des bases de données horaires de la température du premier novembre au 31 mars de l'année suivante. Un jour contenant un cycle de gel et de dégel est comptabilisé si la température maximum est égale ou supérieure à 1,2 °C et que la température minimum est égale ou inférieure à -2,2 °C et ce, pendant au moins une heure pour chacun des paramètres, sur une plage de 24h (de 00h00 à 23h00) (Fraser, 1959). Les seuils de température de Fraser ont été choisis, car ils représentent des seuils minimum et maximum importants qui peuvent avoir un impact sur les surfaces géologiques altérées ou érodées par les variations de la température de l'air ambiant.

Comme dans le cas du recensement des jours de redoux, des erreurs de recensement des cycles de gel et de dégel peuvent subvenir lors des changements de plage de 24 heures (ex : température horaire minimum de -2,2 °C atteinte à 23h00 et température de 1,2 °C enregistrée à 00h00). Dans ce cas précis, le cycle de gel et de dégel n'est pas recensé.

#### 4.1.1.3.5 *Précipitations totales*

Les précipitations totales sont la somme de toutes les formes de précipitations liquides ou solides (bruine, bruine verglaçante, pluie verglaçante, grêle, neige roulée, neige en grain, etc.) qui atteignent le sol et sont totalisées sur une période de 24 heures. Le résultat des mesures s'exprime en hauteur verticale d'eau (millimètre : mm) dont la précision de la mesure est de 0,2 mm. Si la mesure est inférieure à 0,2 mm, elle est notée comme « trace » au sol et n'est pas comptabilisée dans l'analyse.

#### 4.1.1.3.6 *Précipitations de pluie*

Les précipitations de pluie représentent la somme reçue au sol sous forme liquide (bruine, pluie verglaçante et grêle) et sont totalisées sur une période de 24 heures. Les résultats des mesures s'expriment aussi en millimètre (mm).

#### 4.1.1.3.7 *Précipitations neigeuses*

Les précipitations neigeuses représentent la somme de la partie solide des précipitations (neige, neige roulée) reçues au sol et sont totalisées sur une période de 24 heures. La mesure de hauteur de neige est enregistrée en centimètre (cm) avec une précision de 0,2 cm. Si la mesure est inférieure à 0,2 cm, la mesure est inscrite comme « trace » au sol et n'est pas traitée dans l'analyse.

#### 4.1.1.3.8 Jour de tempête

Les jours de tempête dénombrés dans ce document diffèrent du recensement du nombre de tempête. En fait, une tempête est caractérisée par une dépression barométrique touchant un lieu et dont la durée peut parfois s'établir sur plusieurs jours. Dans ce contexte, le nombre de jours de tempête recensé est très souvent plus élevé que le nombre de tempête en un lieu donné. Les seuils utilisés dans la discrimination des tempêtes à partir des vitesses du vent varient considérablement selon les auteurs (Friesinger, 2009). Dans une perspective de gestion des risques côtiers et d'aménagement du territoire, nous croyons qu'il est approprié, en vertu du principe de précaution et des différentes études consultées, de retenir initialement des seuils minimaux de vitesse du vent de 50 km/h et de 70 km/h pendant au moins une heure pour définir un événement de tempête.

Les données horaires de vitesse de vent enregistrées à la station Sept-Îles A. comportent certaines données manquantes de 1953 à 2010. À cet effet, un certain nombre de mois comportent des jours où l'ensemble de la grille de 24 heures est manquant soit août 1979 (un jour) ; octobre 1979 (onze jours) et en novembre 1979 (cinq jours).

Cependant, l'ensemble des périodes a été retenu intégralement pour l'analyse des événements de tempête puisque les données manquantes sont rares et distribuées aléatoirement à l'intérieur de la base de données.

#### 4.1.1.3.9 Pluies diluviennes

Les seuils utilisés pour la caractérisation des pluies diluviennes sont basés sur ceux de Lacroix et Boivin (1991) et Bernatchez *et al.* (2008) soit :

- 50 mm et plus de pluie en 24 heures sur une base annuelle;
- 30 mm et plus de pluie en 24 heures sur une base annuelle;
- 25 mm et plus de pluie en 24 heures pour la période hivernale (déc., janv. et févr.);
- 30 mm et plus de pluie en 24 heures pour la période printanière (mars, avril, mai).

#### 4.1.1.4 Définition des intervalles de temps d'acquisition de données

Les résultats faisant référence à des plages de temps doivent être interprétés comme suit :

- Horaire : les données sont relevées chaque heure ;
- Quotidien : les données sont relevées une fois par période de 24 heures ;
- Mensuel : valeurs moyennes pour chaque mois établies à partir des relevés quotidiens;
- Annuelle : du 1er janvier au 31 décembre d'une même année;
- Hivernale : du 1er décembre au 28 ou 29 février de l'année suivante;
- Printanière : du 1er mars au 31 mai inclusivement;
- Estivale : du 1er juin au 31 août inclusivement;
- Automnale : du 1er septembre au 30 novembre inclusivement.

#### 4.1.1.5 Les normales ou moyennes climatiques

Le tableau 18 présente les normales climatiques pour la période 1971-2000. Selon l'Organisation météorologique mondiale, une période de trente ans s'avère suffisamment longue pour atténuer les variations interannuelles (Environnement Canada, 2011<sup>b</sup>). À cet effet, les normales climatiques présentées dans ce document s'établissent sur une période de trente années consécutives. Selon Environnement Canada (2011<sup>b</sup>), les données climatiques doivent respecter la règle suivante :

*« Si, pour un mois donné, il manque plus de 3 valeurs quotidiennes consécutives ou plus de 5 valeurs en tout, la moyenne mensuelle ne doit pas être calculée et la moyenne mensuelle annuelle doit être considérée comme manquante. » C'est la « règle des 3/5 ». Pour les calculs concernant les précipitations totales, les degrés-jours et les « jours avec », on ne tolère pas de jours manquants. »*

Chaque paramètre climatologique (température, précipitation, etc.) faisant partie des normales climatiques est classé selon un code s'étalant de « A » à « G » par Environnement Canada. Le code « A » auquel sont associées les normales climatiques de Sept-Îles signifie qu'il ne manque pas de données climatiques (température ou précipitation) pendant plus de trois années consécutives ou de cinq années au total durant la période d'acquisition (1971-2000).

Les normales climatiques servent de seuil de référence afin de déterminer les anomalies. Les différentes normales climatiques dont font références les tableaux des anomalies sont, si disponibles, établis par Environnement Canada ou sont calculés à partir des données brutes ou des données homogénéisées.

Tableau 18. Normales climatiques à la station Sept-Îles A. pour la période 1971 à 2000

Paramètres climatiques	Normales climatiques
Température moyenne annuelle (°C)	0,8 <sup>1</sup> <b>0,86</b> <sup>2</sup>
Température moyenne hivernale (°C) (déc., janv., févr.)	-13,3 <sup>1</sup> <b>-13,36</b> <sup>2</sup>
Température moyenne printanière (°C) (mars-avril)	-3,6 <sup>1</sup>
Nombre de jours de redoux hivernaux (déc., janv. et févr.)	7,2 <sup>3</sup>
Nombre de jours comportant un cycle de gel et de dégel hivernal (nov., déc., janv., févr. et mars)	10,5 <sup>3</sup>
Degrés-jours de gel annuel (°C)	1609,3 <sup>1</sup>
Précipitation totale annuelle (mm)	1156,0 <sup>1</sup> <b>1282,0</b> <sup>2</sup>
Précipitation de pluie annuelle (mm)	757,4 <sup>1</sup> <b>772,2</b> <sup>2</sup>
Précipitation de pluie hivernale (mm) (déc., janv., févr.)	38,2 <sup>1</sup> <b>41,2</b> <sup>2</sup>
Précipitation neigeuse annuelle (cm)	412,0 <sup>1</sup> <b>512,7</b> <sup>2</sup>
Précipitation de neige hivernale (cm)	247,8 <sup>1</sup> <b>298,7</b> <sup>2</sup>
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 50 km/h)	10,5 <sup>3</sup>
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 70 km/h)	0,9 <sup>3</sup>
<sup>1</sup> Normale calculée par Environnement Canada avec les données de la station Sept-Îles A., normale classée A <sup>2</sup> Normale calculée par le LDGIZC avec les données homogénéisées de la station Sept-Îles A. <sup>3</sup> Normale calculée par le LDGIZC avec les données de la station Sept-Îles A.	

#### 4.1.1.6 Les anomalies

Les anomalies représentent l'écart moyen positif ou négatif (rarement neutre) entre les résultats obtenus pour une période donnée et une valeur seuil correspondant à la normale de la station sur une période donnée (Tableau 19). Le résultat de cette opération permet de distinguer, pour un paramètre climatique donné, les plages temporelles au-dessus ou au-dessous de la normale et ainsi de les associer à l'analyse de l'évolution côtière.

Tableau 19. Exemple de calcul d'anomalie des précipitations totales pour l'intervalle 1979-1986

Années	Précipitations totales (mm)	Anomalies (mm)		
	Normale : 1287,0 mm	précipitations totales – normale (1287,0 mm)		
1979	1 413,9	126,9	}	Anomalie moyenne 14,2 mm
1980	1 475,3	188,3		
1981	1 452,8	165,8		
1982	1 428,6	141,6		
1983	1 539,4	252,4 (anomalie maximum)		
1984	1 239,0	-48,0		
1985	838,1	-448,9		
1986	1 022,9	-264,1		

#### 4.1.1.7 La tendance climatique

Les régressions linéaires sont calculées selon la méthode des moindres carrés pour une courbe représentée par l'équation suivante :  $Y = mx + b$  (m est la pente et b, l'ordonnée à l'origine). Ces dernières ont été validées par un test d'analyse de variance de type ANOVA qui indique aux lecteurs et lectrices si la droite de régression est significative ( $< 0,05$ ; non dû au hasard) ou non significative ( $> 0,05$ ; dû au hasard).

#### 4.1.1.8 Les données manquantes

Certaines plages de données climatologiques historiques sont incomplètes ou simplement manquantes. Le tableau qui suit répertorie les périodes qui n'ont pas été retenues à des fins d'analyse dans le présent document (Tableau 20).

Tableau 20. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés

	(Période d'enregistrement) Données annuelles manquantes
<b>Température moyenne annuelle</b> (données homogénéisées jusqu'à 2002)	(1945-2010)
	1979, 1993
<b>Température moyenne hivernale</b> (déc., jan., févr.) (données homogénéisées jusqu'à 2002)	(1945-2010)
	Aucune année manquante
<b>Degrés-jours de gel</b> (données non homogénéisées)	(1945-2010)
	1979, 1993
<b>Précipitation totale</b> (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1979, 1993, 2002, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010
<b>Précipitation de pluie</b> (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1955, 1979, 1993, 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
<b>Précipitation de pluie hivernale</b> (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1946-2010)
	1955, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
<b>Précipitation de neige</b> (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1955, 1993, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
<b>Précipitation de neige hivernale</b> (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1946-2010)
	1955, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
<b>Jours de redoux hivernaux</b> (données non homogénéisées)	(1954-2010)
	Aucune année manquante
<b>Jours de tempête</b> (données non homogénéisées)	(1952-2010)
	Aucune année manquante

#### 4.1.2 Les données glacielles

Les données historiques (1969-2010) de la couverture de glace sur le golfe du Saint-Laurent proviennent du Service canadien des glaces (Environnement Canada, 2011<sup>5</sup>). La superficie totale du golfe du Saint-Laurent représente 487 455 km<sup>2</sup>. Le total accumulé de la couverture de glace historique est la somme des premières, jeunes et nouvelles glaces. Les résultats représentent la quantité moyenne de glace en pourcentage de la superficie totale du golfe présente pour la période du 26 novembre au 26 mars. Les anomalies de la couverture de glace ont été basées sur la normale (en %) de la période 1971-2000.

#### **4.1.3 Les données hydrologiques**

Malgré que la rivière Romaine est à l'extrémité est de la région d'étude, le régime hydrologique de cette rivière a été analysé puisqu'elle est la seule ayant une station de jaugeage sur le territoire d'étude (Figure 52). Le niveau d'eau et les débits ont été récoltés par le Centre d'expertise hydrique du Québec (2010). Seuls les débits ont été utilisés pour l'analyse réalisée dans cette étude. Les données hydrologiques ont été relevées de façon quotidienne et représentent le débit moyen de la rivière durant une journée. L'étendue des données de débits débute en 1957 et se termine en 2011. Un maximum, une moyenne et un minimum sont ressortis grâce à ces données. Le maximum et le minimum des débits journaliers dans une année ont été ressortis et la moyenne pour les différentes périodes a été calculée. La moyenne des maximums, des moyennes et des minimums ont également été calculés.

#### **4.1.4 Les données sur les niveaux d'eau**

Malgré que la station marégraphique soit située à Sept-Îles, à 190 kilomètres à l'ouest d'Ekuanitshit, les données historiques sur les niveaux d'eau atteints ont été utilisées afin de faire ressortir le nombre de jour avec des niveaux au-dessus de 3,5 m (soit 0,1 m au-dessus du niveau des pleines mers supérieures de grandes marées) et de 3,7 m (marnage de grande marée). Ces données sont récoltées par le Service hydrographique du Canada (2011a). Les données sont présentées pour la période couvrant globalement de 1976 à 2005.

## 4.2 Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques

L'analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles est présentée sous forme de tableau synthèse (Tableau 21). À la lumière des résultats d'anomalies des précipitations et des températures, il a été possible de distinguer des intervalles temporels ayant des profils climatiques distincts, au-dessus ou sous la normale. Afin de réaliser un couplage entre l'évolution côtière et le climat, l'identification de ces intervalles a déterminé les périodes propices à l'analyse de l'évolution côtière historique. Ainsi, le climat historique est analysé en fonction des sept intervalles retenus, soit: 1948 à 1966; 1967 à 1975; 1976 à 1982; 1983 à 1988; 1989 à 1996 ; 1997 à 2005 et 2006 à 2010. Il est important de spécifier que les contraintes de disponibilité de séries de photographies aériennes de qualité ne nous ont pas permis de sélectionner les photographies en relation exacte avec les variations parfois rapides des séquences d'anomalies annuelles. Dans ce contexte, les séquences de photographies aériennes chevauchent parfois plusieurs séquences d'anomalies positives et négatives et l'anomalie moyenne peut ne pas représenter correctement l'importance des résultats à l'intérieur de la plage temporelle analysée. Pour cette raison, des valeurs maximums ou minimums sont associées à chacun des intervalles d'analyse de l'évolution côtière afin d'en dégager une meilleure interprétation. Afin de faciliter la lecture des résultats, les valeurs chaudes d'anomalies sont identifiées par une trame orangée, alors que les valeurs froides ont une trame bleue. Par ailleurs, l'anomalie maximum ou minimum de l'ensemble de la période est marquée par une trame rouge. Enfin, les principaux constats sont présentés pour chacun des paramètres analysés.

Tableau 21. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques.

TEMPÉRATURE		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
<b>Température moyenne annuelle (°C)</b>  (1945 à 1995 : données homogénéisées et 1996 à 2010 : données non homogénéisées)  <i>Normale: + 0,86 °C</i> <i>Normale: + 0,80 °C (1996-2010)</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	0,14	-0,25	0,09	0,11	-0,42	0,43	1,09
	<b>Anomalie maximum</b>	1,44 (1955)	0,94 (1969)	1,74 (1981)	0,94 (1987)	0,84 (1996)	2,15 (1999)	3,39 (2010)
	<b>Tendance</b>	1945-2010 : + 0,55 °C (+0,008 °C/an) (Données non homogénéisées : 2003-2010) ANOVA : 0,171 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Séquence récente (2006-2010) la plus chaude enregistrée avec un maximum le plus élevé (3,39 °C);</li> <li>- Seulement deux séquences sous la normale (1967-1975 et 1989-1996);</li> <li>- Séquence la plus froide est 1989-1996;</li> <li>- Tendance au réchauffement légèrement positive et non significative.</li> </ul>						
<b>Température moyenne hivernale (°C)</b>  (1945 à 1995 et 1997 à 2009 : données homogénéisées 1996 et 2010 : données non homogénéisées)  <i>Normale : -13,36 °C</i> <i>Normale: -13,30 °C (1996-2010)</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	0,97	0,11	1,11	0,61	-1,49	1,17	1,95
	<b>Anomalie maximum</b>	5,06 (1958)	4,96 (1969)	2,16 (1978)	1,86 (1987)	0,56 (1996)	3,15 (1998)	7,01 (2010)
	<b>Tendance</b>	1945-2010 : + 0,15 °C (+0,002 °C/an) (Données non homogénéisées : 2003-2010) ANOVA : 0,800 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Séquence récente (2006-2010) est la plus chaude, tant au niveau de l'anomalie moyenne que de l'anomalie maximum qui est extrêmement élevée pour l'hiver 2009-2010 (+ 7,01°C);</li> <li>- La séquence 1989-1996 est la seule séquence hivernale dont l'anomalie moyenne se situe sous la normale (-1,49 °C);</li> <li>- Tendance au réchauffement très légèrement positive et non significative.</li> </ul>						

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
TEMPÉRATURE (SUITE)		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
<b>Degrés-jours de gel (°C)</b>  (Données non homogénéisées)  <i>Normale : 1609,3 D-j de gel</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-142,0	26,9	-101,6	-72,8	99,9	-138,4	-304,2
	<b>Anomalie minimum</b>	-582,1 (1966)	-537,1 (1969)	-582,9 (1981)	-332,2 (1987)	-207,8 (1996)	-391,4 (1999)	-931,2 (2010)
	<b>Tendance</b>	1945-2010 : -60,8 D-j (-0,92 D-j/an) ANOVA : 0,576 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La séquence du cumulatif des degrés-jours de gel est la plus faible durant la période récente (2006-2010);</li> <li>- La séquence cumulative la plus élevée est 1989-1996;</li> <li>- Tendance négative non significative.</li> </ul>						
<b>Jours de redoux hivernaux</b>  (Données non homogénéisées)  <i>Normale : 7,2 jours</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	NIL	0,28	2,55	-0,83	-2,17	0,39	3,83
	<b>Anomalie maximum</b>	NIL	8,8 (1969)	10,8 (1979)	1,8 (1983)	11,8 (1996)	4,8 (1997)	21,8 (2010)
	<b>Tendance</b>	1954-2010 : -2,7 jours de redoux (-0,048 jour de redoux/an) ANOVA : 0,301 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie du nombre de jours de redoux hivernaux le plus élevé durant la période récente 2006-2010 et une anomalie maximum très élevée à l'hiver 2009-2010 (+21,8 jours de redoux);</li> <li>- Tendance négative plutôt faible, mais non significative.</li> </ul>						
<b>CONSTATS GLOBAUX DU PARAMÈTRE TEMPÉRATURE</b>								
<p>Concordance générale des séquences chaude et froide entre la majorité des paramètres reliés à la température. L'intervalle de 1989 à 1996, qui représente la séquence hivernale la plus froide, correspond aussi au nombre de jours de redoux inférieur à la normale de 7,2 jours de redoux (-2,17 jours de redoux). Bien que l'ensemble des tendances de la température affiche des résultats non significatifs, il en demeure que ces résultats montrent une tendance positive au réchauffement.</p>								

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
PRÉCIPITATIONS ANNUELLES		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
<b>Précipitation totale annuelle (mm)</b>  <i>Normale : 1282,0 mm</i>  <i>Normale: 1156,0 mm (1997-2005)</i>  <i>(non homogénéisées)</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-84,1	152,8	22,3	-107,6	43,6	-118,1	NIL
	<b>Anomalie maximum</b>	247,6 (1966)	400,6 (1969)	177,8 (1980)	198,5 (1983)	302,2 (1994)	40,4 (1998)	NIL
	<b>Tendance</b>	1945-2007 : -57,9 mm (-0,92 mm/an) ANOVA : 0,501 (non significatif) (données homogénéisées de 1945-2001)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1967 à 1975 (400,6 mm);</li> <li>- Deux séquences positives consécutives (1967 à 1982);</li> <li>- Séquence la plus négative durant la période récente de 1997 à 2005;</li> <li>- Tendance non significative à la diminution des précipitations totales.</li> </ul>						
		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2001	2006-2010
<b>Précipitation de pluie annuelle (mm)</b>  <i>Normale : 772,2 mm</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-52,8	43,3	22,0	-25,7	15,5	-48,1	NIL
	<b>Anomalie maximum</b>	158,4 (1966)	147,6 (1969)	213,3 (1981)	112,5 (1983)	245,4 (1994)	61,7 (1998)	NIL
	<b>Tendance</b>	1945-2001 : + 113,9 mm (+1,99 mm/an) ANOVA : 0,190 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1989 à 1996 (245,4 mm);</li> <li>- Séquence la plus négative durant la période de 1948 à 1966;</li> <li>- Tendance non significative à l'augmentation des précipitations de pluie.</li> </ul>						
<b>Précipitation neigeuse annuelle (cm)</b>  <i>Normale : 512,7 cm</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-34,1	106,6	-2,5	-84,9	25,2	-46,8	NIL
	<b>Anomalie maximum</b>	86,4 (1966)	256,3 (1968)	94,4 (1976)	83,1 (1983)	183,0 (1996)	-5,7 (1999)	NIL
	<b>Tendance</b>	1945-2001 : -32,3 cm (-0,57 cm/an) ANOVA : 0,560 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1967 à 1975 (256,3 mm);</li> <li>- Séquence dont l'anomalie moyenne est la plus négative se trouve durant la période de 1983 à 1988 (-84,9 mm);</li> <li>- Séquence fortement positive durant la période de 1967 à 1975;</li> <li>- Tendance non significative à la diminution des précipitations neigeuses.</li> </ul>						

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
PRÉCIPITATIONS HIVERNALES		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2001	2006-2010
<b>Précipitation de pluie hivernale (mm)</b>  <i>Normale : 41,2 mm</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-4,9	2,0	13,2	-7,8	-7,6	0,98	NIL
	<b>Anomalie maximum</b>	81,5 (1958)	75,1 (1968)	82 (1981)	54,4 (1983)	61,3 (1996)	42 (1997)	NIL
	<b>Tendance</b>	1946-2001 : + 3,5 mm (+ 0,063 mm/an) ANOVA : 0,762 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie moyenne positive la plus élevée pour la séquence de 1976 à 1982 (13,2 mm);</li> <li>- Anomalie maximum (82,0 mm) enregistrée en 1981, mais dont le maximum en 1958 (81,5 mm) est tout aussi important;</li> <li>- Deux séquences consécutives dont les anomalies moyennes sont négatives de 1983 à 1996;</li> <li>- Tendance faible, mais non significative à l'augmentation des précipitations de pluie hivernale.</li> </ul>						
<b>Précipitation neigeuse hivernale (cm)</b>  <i>Normale : 298,7 cm</i>	<b>Anomalie moyenne</b>	-11,9	80,3	-1,0	-55,3	16,8	16,1	NIL
	<b>Anomalie maximum</b>	85,8 (1958)	340,6 (1969)	101,8 (1981)	-13,2 (1986)	97,3 (1996)	114,1 (1997)	NIL
	<b>Tendance</b>	1946-2001 : -37,7 cm (-0,6727 cm/an) ANOVA : 0,352 (non significatif)						
	<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anomalie maximum (340,6 cm) enregistrée en 1969;</li> <li>- Séquence dont l'anomalie moyenne est la plus négative se trouve durant la période de 1983 à 1988 (-55,3 cm);</li> <li>- Tendance non significative à la diminution des précipitations neigeuses hivernales.</li> </ul>						
<b>CONSTATS GLOBAUX DU PARAMÈTRE PRÉCIPITATION</b>								
<p>De façon générale, les résultats montrent une augmentation moyenne des précipitations totales annuelles de 1967 à 1982. Mis à part la faible diminution des précipitations neigeuses de la séquence de 1976 à 1982, cette augmentation semble se traduire par un rehaussement des précipitations sous forme de pluie et de neige durant les mêmes périodes. Il est à noter que durant la séquence la plus récente (1997-2005 et 1997-2001), les anomalies moyennes annuelles affichent des résultats négatifs tandis que les séquences de précipitations hivernales montrent des résultats positifs. Pour l'ensemble des précipitations, les tendances affichent des résultats non significatifs. Cependant, on dénote tout de même une tendance à l'augmentation des précipitations de pluie annuelle et hivernale.</p>								

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
PRÉCIPITATIONS DILUVIENNES		1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
Évènements de 50 mm et plus	Somme	10	11	0	5	5	5	5
	Nbre/an	0,5	1,2	0	0,8	0,6	0,5	1
Évènements de 30 mm et plus	Somme	59	43	29	14	40	25	25
	Nbre/an	3,1	4,8	4,1	2,3	5	2,8	5
	Maximum atteint en 24h	114,6 (nov. 1966)	98,6 (sept.1972)	48,0 (avril 1979)	59,8 (déc. 1987)	84,6 (sept. 1994)	59,5 (août 2005)	83,5 (oct. 2008)
Évènements printaniers de 30 mm et plus	Somme	8	8	8	4	4	2	3
	Nbre/an	0,4	0,9	1,1	0,7	0,5	0,2	0,6
	Maximum atteint en 24h	69,6 (mai 1963)	74,9 (avril 1973)	48,0 (avril 1979)	44,2 (avril 1984)	39,8 (avril 1994)	40,1 (avril 2005)	40,5 (mai 2010)
Évènements hivernaux de 25 mm et plus	Somme	6	4	2	2	4	1	5
	Nbre/an	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,1	1
	Maximum atteint en 24h	42,9 (déc. 1950)	88,6 (févr. 1968)	30,1 (févr. 1981)	59,8 (déc. 1987)	57,4 (déc. 1996)	35,2 (déc. 2003)	44,4 (déc. 2003)
Tendance	Tendance non représentative pour l'ensemble des précipitations diluviennes							
Constats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les séquences de 1948 à 1966 et de 1967 à 1975 présentent le nombre d'évènements de pluie diluvienne de 50 mm le plus élevé;</li> <li>- Le maximum absolu tombé en 24 heures a été atteint en novembre 1966 (114,6 mm);</li> <li>- La séquence de 1948 à 1966 (19 ans) présente le nombre d'évènements de pluie diluvienne de 30 mm le plus élevé (59);</li> <li>- Le plus grand nombre d'évènements de pluie diluvienne printanière (30 mm) a été atteint durant trois séquences consécutives de 1948 à 1982;</li> <li>- Le nombre maximum de pluie diluvienne hivernale absolu tombé en 24h a été atteint en février 1968 (88,6 mm), mais le nombre d'évènements le plus élevé appartient à la séquence de 1948 à 1966;</li> <li>- Il faut noter que la courte séquence de 2006 à 2010 (5 ans) affiche un nombre d'évènements hivernaux (5) presque aussi élevé que la séquence de 1948 à 1966 qui compte 6 évènements. En termes de fréquence annuelle, la période récente de 2006 à 2010 présente la valeur la plus élevée pour le seuil de 30 mm et arrive au second rang après la période de 1967 à 1975 pour le seuil de 50 mm et plus.</li> </ul>							

JOURS DE TEMPÊTES			Intervalle d'analyse de l'évolution côtière							
			Déc. 1952 à nov. 1966	Déc. 1966 à nov. 1975	Déc. 1975 à nov. 1982	Déc. 1982 à nov. 1988	Déc. 1988 à nov. 1996	Déc. 1996 à nov. 2005	Déc. 2005 à nov. 2010	
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 50 km/h et plus	Annuel (Décembre à novembre)	Somme	526	121	95	70	57	85	33	
		Nbre/an	37,6	13,4	13,6	11,7	7,1	9,4	6,6	
	Décembre à février	Somme	168	51	33	19	18	26	15	
		Nbre/an	12,0	5,7	4,7	3,2	2,3	2,9	3	
	Mars à mai	Somme	188	39	45	33	19	28	9	
		Nbre/an	13,4	4,3	6,4	5,5	2,4	3,1	1,8	
	Juin à août	Somme	66	4	4	3	6	5	0	
		Nbre/an	4,7	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0	
	Septembre à novembre	Somme	104	27	13	15	14	26	9	
		Nbre/an	7,4	3	1,9	2,5	1,8	2,9	1,8	
	Évènements de tempête avec vitesse du vent de 70 km/h et plus	Annuel (Décembre à novembre)	Somme	73	12	9	6	3	8	2
			Nbre/an	5,2	1,3	1,3	1	0,4	0,9	0,4
Décembre à février		Somme	32	9	7	4	1	3	0	
		Nbre/an	2,3	1	1	0,7	0,1	0,3	0	
Mars à mai		Somme	24	1	1	2	1	4	1	
		Nbre/an	1,7	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4	0,2	
Juin à août		Somme	3	0	0	0	0	0	0	
		Nbre/an	0,2	0	0	0	0	0	0	
Septembre à novembre		Somme	14	2	1	0	1	1	1	
		Nbre/an	1	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,2	
Tendance		<b>Tendance non représentative pour l'ensemble des évènements de tempête</b>								
Constats		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La séquence de déc. 1952 à nov. 1966, qui est la séquence la plus longue (14 années), présente un nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/h et 70 km/h le plus élevé (526), ainsi que la fréquence annuelle la plus élevée (37,6);</li> <li>- Les périodes printanière (mars-avril-mai) et hivernale (déc.-janv.-févr.) représentent les saisons les plus actives en nombre de jours de tempête dénombrés;</li> <li>- La période estivale (juin-juil.-août) demeure la période où on retrouve un minimum de jours de tempête et, dans le cas des jours de tempête avec des vents horaires de 70 km/h et plus, seulement trois jours sont recensés.</li> </ul>								

NIVEAUX D'EAU	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE					
	1961-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,5 m	NIL	NIL	30	38	50	38
Nbre/an	NIL	NIL	4	6	6	4
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,7 m	NIL	NIL	8	4	4	7
Nbre/an	NIL	NIL	1,1	0,7	0,5	0,8
Constats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'intervalle de 1989 à 1996 comprend le nombre de jours avec des niveaux d'eau &gt; à 3,5 m le plus élevé (50 soit 6 par an en moyenne);</li> <li>- L'intervalle de 1976 à 1982 comprend le nombre de jours avec des niveaux d'eau &gt; à 3,7 m le plus élevé (8 soit 1,1 par an en moyenne)</li> </ul>					

Source: Service hydrographique du Canada, 2011

COUVERTURE DE GLACE SUR LE GOLFE DU SAINT-LAURENT	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
	1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
Anomalie moyenne (%) <i>Normale de 23,98 %</i>	NIL	-1,8 (1969-1975)	-2,2	0,4	4,2	-6,4	-10,3
Anomalie minimum (%) <i>Normale de 23,98 %</i>	NIL	-17,3 (1969)	-7,3 (1981)	-7,5 (1983)	-3,6 (1996)	-10,2 (2000)	-20,4 (2010)
Tendance	1969-2010: -7,1 % (-0,17 %/an) ANOVA: 0,061 (non significatif)						
Constats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'anomalie moyenne de la couverture de glace sur le golfe la plus faible se retrouve durant la période récente de 2006 à 2010 avec une anomalie minimum atteinte durant l'année 2010 (-20,4 %);</li> <li>- La période récente de 2006 à 2010 correspond aux températures moyennes annuelles et aux températures moyennes hivernales les plus élevées par rapport aux normales;</li> <li>- La période de couverture de glace supérieure à la normale (1989-1996) correspond à la période froide annuelle et hivernale sous les normales;</li> <li>- La tendance révèle une diminution non significative de la couverture de l'englacement du golfe du Saint-Laurent.</li> </ul>						

La figure 53 montre les variations de la couverture de glace pour la période de 1969 à 2010. On constate qu'à l'exception de 2003, la période entre 1995 et 2010 enregistre des valeurs généralement sous la normale, cette dernière étant de 23,98%. La période de 1980 à 1983 inclusivement est aussi une période avec une faible couverture de glace tout comme la période de 1969 à 1971.

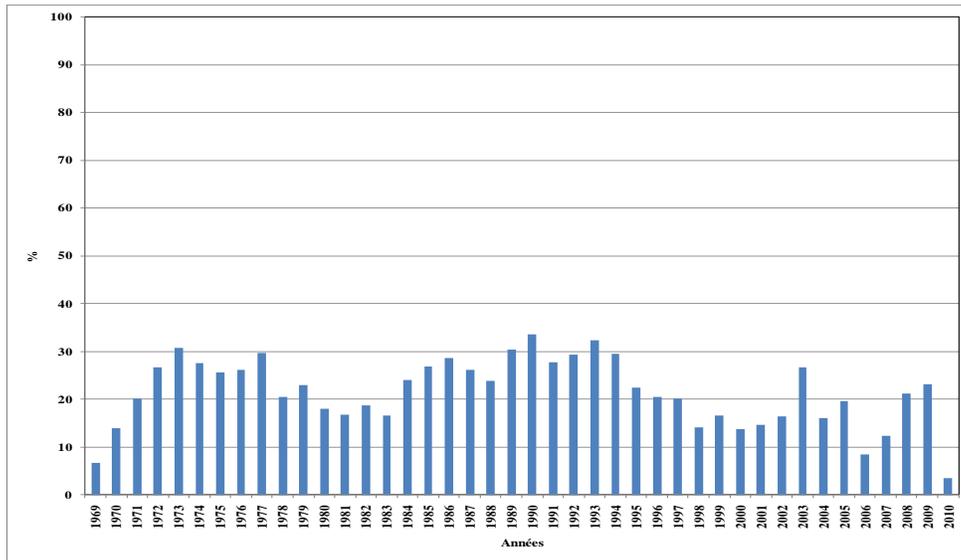


Figure 53. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010

Tableau 22. Données hydrologiques de la rivière Romaine

INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE							
DÉBITS MOYENS DE LA RIVIÈRE ROMAINE	1948-1966	1967-1975	1976-1982	1983-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
<b>Anomalie moyenne (m<sup>3</sup>/s)</b> <i>Normale de 293,1 m<sup>3</sup>/s</i>	13,4 (1957-1966)	8,1	35.5	-13.2	-36,0	-8,0	-5,7
<b>Anomalie maximum (m<sup>3</sup>/s)</b> <i>Normale de 293,1 m<sup>3</sup>/s</i>	307.1	240.4	230.8	174.2	119.6	176.5	99.7
<b>Constats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La période de 1976 à 1982 correspond aux débits moyens annuels les plus élevés;</li> <li>- La période de 1989 à 1996 correspond aux débits moyens annuels les plus faibles;</li> <li>- Les maximums de débits moyens ont diminué et les plus faibles se trouvent dans la période récente.</li> <li>- La période de 1948 à 1966 présente l'anomalie des maximums des débits moyens la plus élevée.</li> <li>- La tendance révèle une diminution non significative des débits moyens.</li> </ul>						

Les figures 54 et 55 montrent les résultats des moyennes des débits annuels de la rivière Romaine selon les intervalles d'analyse de l'évolution côtière. Elle démontre une baisse non significative des débits maximums. La tendance des moyennes des débits maximums regroupées par période montre cependant une baisse beaucoup plus significative (Figure 55). La tendance de la moyenne des débits moyens par période est en baisse également mais de façon non significative, comme c'est le cas pour les moyennes de débits minimums.

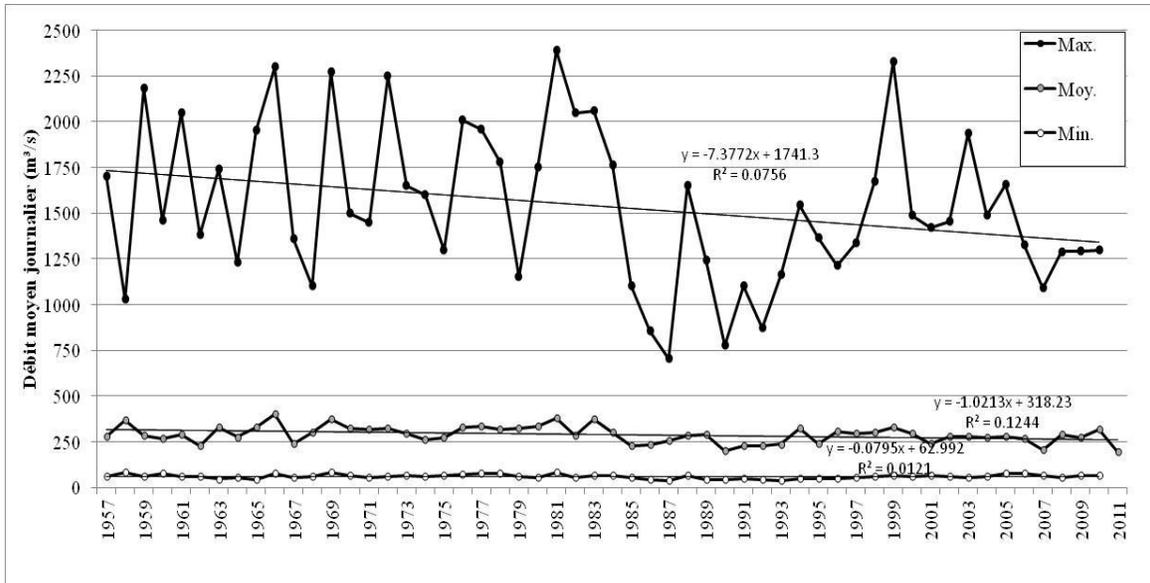


Figure 54. Moyenne annuelle, maximum et minimum des débits moyens journaliers de la rivière Romaine

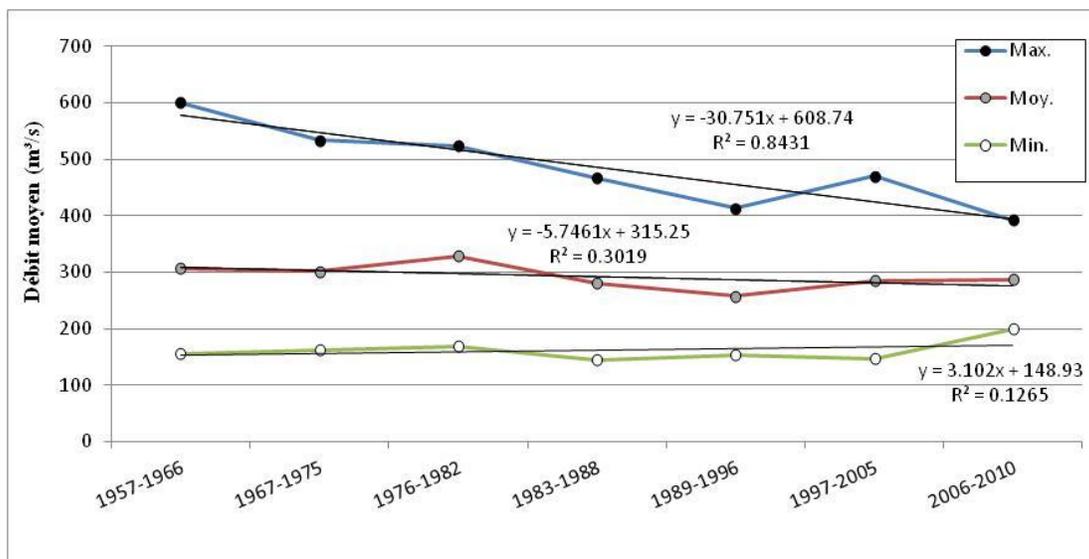
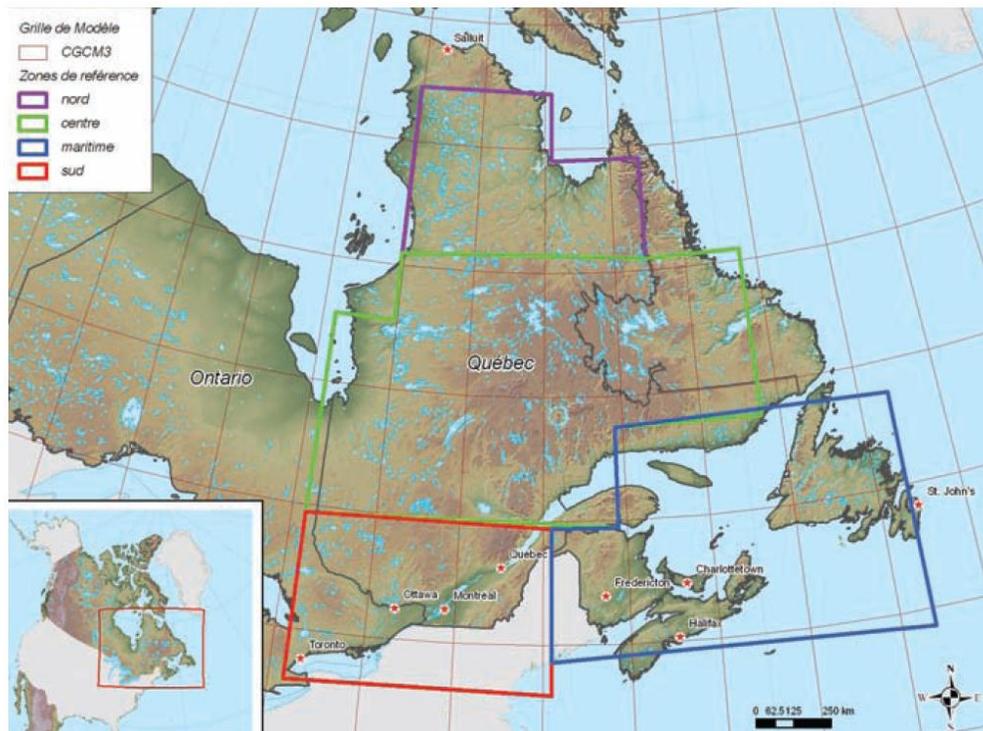


Figure 55. Moyenne séquentielle (moyennes, maximums et minimums) des débits moyens journaliers de la rivière Romaine

### 4.3 Projections climatiques

Globalement, les scientifiques du climat s'entendent sur un réchauffement des températures presque partout dans le monde, et ce, de manière plus sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère nord (GIEC, 2007). Ce réchauffement des températures concorde avec l'élévation du niveau des mers et la diminution de l'étendue des zones couvertes par la neige et la glace. De plus, le rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) prévoit une augmentation des dommages causés par les tempêtes et les crues en milieu côtier. Toujours selon les projections climatiques et à un degré de confiance très élevé, l'élévation du niveau des mers entraînera un accroissement des risques auxquels sont exposés les systèmes côtiers notamment en matière d'érosion (GIEC, 2007). C'est dans ce contexte que plusieurs documents ont été produits afin d'informer les décideurs et la population pour que soient prises des mesures d'atténuation des risques liés aux changements climatiques.

La figure 56 montre les limites des zones qui ont été utilisées pour établir les différentes projections climatiques (Ouranos, 2010). On remarque que les régions de Baie-Comeau et de Sept-Îles ne sont pas intégrées à la zone maritime, mais font partie de la zone centre du Québec. Dans cette circonstance, il apparaît pertinent de présenter les résultats des projections des zones maritimes et centre du Québec (Tableau 23).



Modifié de Ouranos, 2010

Figure 56. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec

Au tableau 23, les projections climatiques sont répertoriées de façon saisonnière afin d'illustrer l'inégalité des projections selon les saisons. On remarque une différence notable dans les résultats des projections, tant au niveau des températures que des précipitations, entre les maritimes et le centre du Québec. Dans le cas des températures, les résultats pour la zone maritime sont en majorité moins élevés, car la masse d'eau importante que représente le golfe du Saint-Laurent atténue les écarts de températures.

Au Québec, l'ensemble des scénarios climatiques indique de façon générale que les températures moyennes seront à la hausse sur l'ensemble du territoire québécois. De toutes les saisons, c'est la saison froide qui enregistrera la hausse la plus marquée. En fait, les projections indiquent une hausse des températures hivernales de l'ordre de 3,4 °C à 5,0 °C pour l'horizon 2080 pour le Québec maritime. Les saisons de transition que représentent le printemps et l'automne affichent des projections de température à la hausse moins marquées que la période froide, mais tout de même supérieures à la période estivale.

En ce qui a trait aux précipitations, la période hivernale devrait connaître la plus forte augmentation parmi l'ensemble des saisons et cela de l'ordre de 12,6 % à 22,9 % pour l'horizon 2080. Toujours pour le Québec maritime, la période estivale demeure celle où les précipitations devraient connaître la plus faible hausse.

**Tableau 23. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec**

MARITIME				
Saison		CHANGEMENT À L'HORIZON 2020	CHANGEMENT À L'HORIZON 2050	CHANGEMENT À L'HORIZON 2080
Hiver	Températures	1,4 à 2,2 °C	2,5 à 3,8 °C	3,4 à 5,0 °C
	Précipitations	2,8 à 9,7 %	6,5 à 5,4 %	12,6 à 22,9 %
Printemps	Températures	0,8 à 1,5 °C	1,6 à 2,7 °C	2,2 à 4,1 °C
	Précipitations	0,3 à 8,1 %	3,1 à 11,5 %	8,8 à 18,5 %
Été	Températures	0,9 à 1,6 °C	1,7 à 2,7 °C	2,2 à 3,8 °C
	Précipitations	-1,9 à 5,2 %	-1,4 à 5,7 %	-4,0 à 7,1 %
Automne	Températures	1,1 à 1,6 °C	1,9 à 2,8 °C	2,3 à 4,1 °C
	Précipitations	-2,8 à 3,6 %	-2,0 à 7,1 %	-0,9 à 10,1 %
CENTRE				
Saison		CHANGEMENT À L'HORIZON 2020	CHANGEMENT À L'HORIZON 2050	CHANGEMENT À L'HORIZON 2080
Hiver	Températures	1,8 à 2,9 °C	3,5 à 4,9 °C	4,5 à 7,1 °C
	Précipitations	5,6 à 14,3 %	12,0 à 22,9 %	19,7 à 35,5 %
Printemps	Températures	1,0 à 1,7 °C	1,8 à 3,0 °C	2,4 à 4,7 °C
	Précipitations	3,6 à 9,6 %	7,0 à 14,3 %	12,6 à 26,0 %
Été	Températures	0,9 à 1,8 °C	1,8 à 3,0 °C	2,3 à 4,1 °C
	Précipitations	0,4 à 5,2 %	1,1 à 6,9 %	3,4 à 9,3 %
Automne	Températures	1,1 à 2,0 °C	2,1 à 3,2 °C	2,6 à 4,3 °C
	Précipitations	1,5 à 7,6 %	4,5 à 13,1 %	9,7 à 18,5 %

*Modifié de Ouranos, 2010*

### 4.3.1 Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières

Le GIEC et le consortium OURANOS, dont les activités se concentrent sur la compréhension et les projections climatiques, ont déjà émis des avertissements quant aux répercussions dues au rehaussement des températures et du niveau marin. Les changements climatiques qui affecteront les zones côtières dans les prochaines décennies se répercuteront comme suit :

#### - **Hausse des températures moyennes annuelles et hivernales**

La hausse des températures moyennes annuelles et, surtout, des températures moyennes hivernales (OURANOS, 2010) aura un effet direct en durée et en importance pour les paramètres climatiques suivants : diminution en durée de la saison froide, diminution de l'englacement du golfe et de la formation de la glace côtière, diminution en importance et en durée du pied de glace (Senneville et Saucier, 2007).

#### - **Hausse du niveau moyen des océans**

Le GIEC prévoit une hausse de 18 à 59 cm du niveau moyen des océans au cours du présent siècle (horizon 2090-2099; GIEC, 2007) alors que des études récentes envisagent plutôt une hausse du niveau marin de 0,75 à 1,8 m pour le prochain siècle (Vermeer et Rahmstorf, 2009; Pfeffer *et al.*, 2008 ; Allison *et al.*, 2009). Sur la Côte-Nord, malgré une tendance à la baisse du niveau marin relatif ou à une stabilité relative au cours des dernières décennies (Koohzare *et al.*, 2008), l'accélération de la hausse eustatique devrait renverser la tendance. Il existe déjà au niveau des côtes basses en bordure des complexes deltaïques, des évidences de submersion côtière (Bernatchez, 2003).

#### - **Changements de fréquences des pluies et des tempêtes hivernales**

Les modèles prédisent une diminution du nombre de tempêtes, mais une augmentation du nombre total d'événements de vagues de tempêtes qui affecteront les côtes en raison de la diminution de la glace côtière (OURANOS, 2010; Savard *et al.*, 2009). Cet état pourrait augmenter les risques de dommages aux infrastructures côtières ainsi qu'accélérer l'érosion (Bernatchez *et al.*, 2008).

#### - **Changements de fréquences des redoux et des cycles de gel et de dégel**

L'augmentation des températures hivernales devrait favoriser grandement l'intensification des redoux hivernaux ainsi que l'augmentation des cycles de gel et de dégel (Bernatchez *et al.*, 2008). Les structures côtières sensibles à ces paramètres climatiques (talus argileux, grès friable) devraient enregistrer des reculs de plus en plus importants.

- **Diminution de la durée et de l'importance de la glace de mer et de la banquise côtière**

Les chercheurs Senneville et Saucier (2007) ont montré que la saison des glaces de mer diminuera des deux tiers d'ici 2050 et qu'elle disparaîtra complètement d'ici la fin du siècle. La glace de mer en concentration de 30 % sur la surface d'eau étant un élément important dans l'inhibition des vagues de tempête, la diminution de celle-ci durant la période froide permettrait d'accroître les dommages aux côtes. Dans ce contexte, même si une diminution notable du nombre de tempêtes durant la période froide était enregistrée, le nombre d'évènements de vagues de tempête atteignant la côte serait en recrudescence et pourrait engendrer une intensification des processus d'érosion.

- **Augmentation des précipitations hivernales**

Les modèles climatiques du Québec maritime affichent une augmentation des précipitations hivernales (OURANOS, 2010) qui pourrait possiblement se traduire par une augmentation des précipitations liquides si les températures dépassent le seuil de 0°C.

## 5 Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers

### 5.1 Méthodologie

#### 5.1.1 Caractérisation de la côte

La caractérisation de l'ensemble des systèmes côtiers de la zone à l'étude, à l'exception de la rive nord-est de l'estuaire de la rivière Mingan en amont du pont, est basée sur des relevés de terrain effectués en 2008. Le type de côte, l'état de la côte et des infrastructures ainsi que la stratigraphie et les processus actifs avaient alors été systématiquement caractérisés par segments homogènes de 10 m et plus. Ces données ont été validées en laboratoire à l'aide de photographies numériques obliques à haute résolution provenant d'un survol héliporté de la côte réalisé en septembre 2010 par la Chaire de recherche en géoscience côtière de l'Université du Québec à Rimouski. Les berges nord-est en amont du pont de l'estuaire de la rivière Mingan qui n'avaient pas fait l'objet d'une caractérisation sur le terrain en 2008 ont été caractérisées à l'aide des photographies numériques obliques à haute résolution et d'une photointerprétation des orthophotographies aériennes au 1 : 40 000 datant de 2005.

La nomenclature des types de côtes est basée sur la nature géomorphologique et stratigraphique du milieu (Tableau 24 et Figure 57 à Figure 64). L'état de la côte est défini selon l'importance et le type de végétation de la côte ainsi que selon les indices géomorphologiques témoignant de la présence d'érosion ou d'accumulation (Tableau 25). Un système d'information géographique (ArcGIS 9.3X) a permis de traiter les bases de données afin de fournir plusieurs statistiques sur les types et l'état de la côte et de produire les cartes de caractérisation côtière.

Tableau 24. Définition des types de côtes

Côte à falaise meuble (Figure 57)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur.
Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Figure 58)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur au pied duquel s'est formée une terrasse de plage de moins de 10 m de largeur.
Côte à flèche littorale (Figure 59)	Accumulation de sable et/ou de gravier qui s'attache à la côte et qui s'étire généralement de manière parallèle à la côte dont l'extrémité est libre.
Côte à marais maritime (Figure 60)	Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.
Côte à terrasse alluviale (Figure 61)	Accumulation de sable et/ou de gravier fluvial formée d'un replat souvent végétalisé qui est parfois inondé lors des crues. Le replat est parfois bordé sur sa partie inférieure par un talus d'érosion (microfalaise) de moins de 1,5 m de hauteur. La terrasse alluviale peut être suivie d'un escarpement stable ou d'un terrain plat.
Côte à terrasse de plage (Figure 62)	Accumulation de sable et/ou de gravier littoral formée d'un replat généralement végétalisé qui est très rarement submergé par les marées. Le replat est parfois bordé sur sa partie inférieure par un talus d'érosion (microfalaise) de moins de 1,5 m de hauteur et sa surface est parfois affectée par l'activité éolienne. La terrasse de plage peut être suivie d'une falaise stable ou d'un terrain plat.
Côte à terrasse de plage à base rocheuse (Figure 63)	Accumulation de sable et/ou de gravier littoral formée d'un replat généralement végétalisé dont la base est en roc.
Côte rocheuse (Figure 64)	Côte caractérisée par un escarpement rocheux ou une côte sans falaise rocheuse.

Tableau 25. Définition de l'état de la côte

Active	Tout type de côte naturelle qui présente des signes d'érosion vive et/ou qui est végétalisée à moins de 25%. Présence de cicatrices géomorphologiques laissées par les processus d'érosion.
Semi-végétalisée	Tout type de côte naturelle qui présente des signes partiels d'érosion et/ou qui est végétalisée entre 25% et 75%. On parle aussi de côte semi-active.
Végétalisée	Tout type de côte naturelle qui ne présente aucun signe d'érosion et/ou qui est végétalisée à plus de 75%. On parle aussi de côte stable.
Artificielle	Tout type de côte naturelle modifiée par une structure rigide ou par de l'ensablement artificiel, excluant les infrastructures portuaires. Exemples : épis, enrochements, murets, dunes artificielles, etc.
En accumulation	Tout type de côte naturelle qui ne présente aucun signe d'érosion, mais plutôt des signes d'accumulation de sédiments et qui présente souvent des signes de colonisation de la végétation sur la partie supérieure de la plage.



Figure 57. Côte à falaise meuble (Estuaire de la rivière Mingan)



Figure 58. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Estuaire de la rivière Mingan)



Figure 59. Côte à flèche littorale (Embouchure de la rivière Saint-Jean)



Figure 60. Côte à marais maritime (Estuaire de la rivière Mingan)



Figure 61. Côte à terrasse alluviale (Estuaire de la rivière Mingan)



Figure 62. Côte à terrasse de plage (Ekuanitshit)



Figure 63. Côte à terrasse de plage à base rocheuse (à l'est de l'estuaire de la rivière Mingan)



Figure 64. Côte rocheuse (entre la rivière Mingan et la rivière Romaine)

### 5.1.2 Évolution historique

Tel qu'il a été mentionné à la section 4.2, le choix des intervalles d'analyse de l'évolution côtière historique a été effectué suite à l'analyse du climat historique et des anomalies de différents paramètres climatiques qui peuvent avoir une influence sur les processus d'érosion (Tableau 26). Les couvertures de photographies aériennes, comprises entre 1948 et 1997, ont été numérisées à 600 dpi et ensuite géoréférencées à l'aide d'un système d'information géographique (ArcGIS 9.3X). Afin d'assurer une grande précision, seulement le tiers central de chaque photographie a été utilisé pour le géoréférencement. Les erreurs de déformation en bordure des photographies sont ainsi évitées. Les orthophotographies numériques de 2005 ont servi de base pour le géoréférencement des photographies aériennes de 1997. Pour les années antérieures à 1997, chaque jeu de photographies aériennes a été géoréférencé relativement à la couverture plus récente. Il est important de spécifier que, pour certaines unités, le nombre d'intervalles d'analyse a été restreint en raison de contraintes liées à la disponibilité ou encore à la qualité des photographies aériennes.

Tableau 26. Intervalle d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes

Intervalle d'analyse de l'évolution côtière	Année de prise de vue des photographies aériennes	Échelle
1948-1967	1948	1 : 31 680
1967-1976	1967	1 : 15 840
1976-1983	1976	1 : 15 000
1983-1989	1983	1 : 40 000
1989-1997	1989	1 : 15 000
1997-2005	1997	1 : 40 000
	2005	1 : 40 000

La ligne de rivage a été tracée sur chaque couverture de photographies. Ce trait représente le niveau supérieur des hautes eaux et correspond généralement à la limite de la végétation stable ou à la bordure d'une microfalaise (Figure 65). Cette limite est généralement assez constante et stable et constitue la meilleure limite à utiliser pour les côtes sans falaise (terrasse de plage, tombolo, dune, flèche littorale) (Grenier et Dubois, 1992). Lorsqu'il s'agit d'une falaise, c'est la rupture de pente du haut de la falaise qui est utilisée comme trait de côte. La marge d'erreur des mesures sur les photographies aériennes traditionnelles est généralement de 10 m (Morton, 1978). Elle est en bonne partie associée à la largeur du trait de crayon utilisé pour tracer la ligne de rivage et elle est fonction de l'échelle des photographies aériennes utilisées. Dans le cadre de ce projet, l'échelle des photographies aériennes variait de 1 :15 000 à 1 :40 000 (Tableau 26). L'utilisation d'un SIG et la numérisation de la ligne de rivage directement à l'écran à l'aide d'un pointeur numérique d'une largeur de 0,001 mm, à une échelle de 1 :1000, nous permettent d'éliminer l'erreur associée au « trait de crayon » (Bernatchez, 2003). Les méthodes de photogrammétrie utilisées sur les photographies aériennes numériques et l'utilisation des SIG pour les mesures permettent de diminuer la marge d'erreur à moins de 5 m (Dubois et *al.*, 2006). Dans le cadre de cette étude, les traits de côte et les lignes de rivage ont été tracés à une échelle de 1 :600.

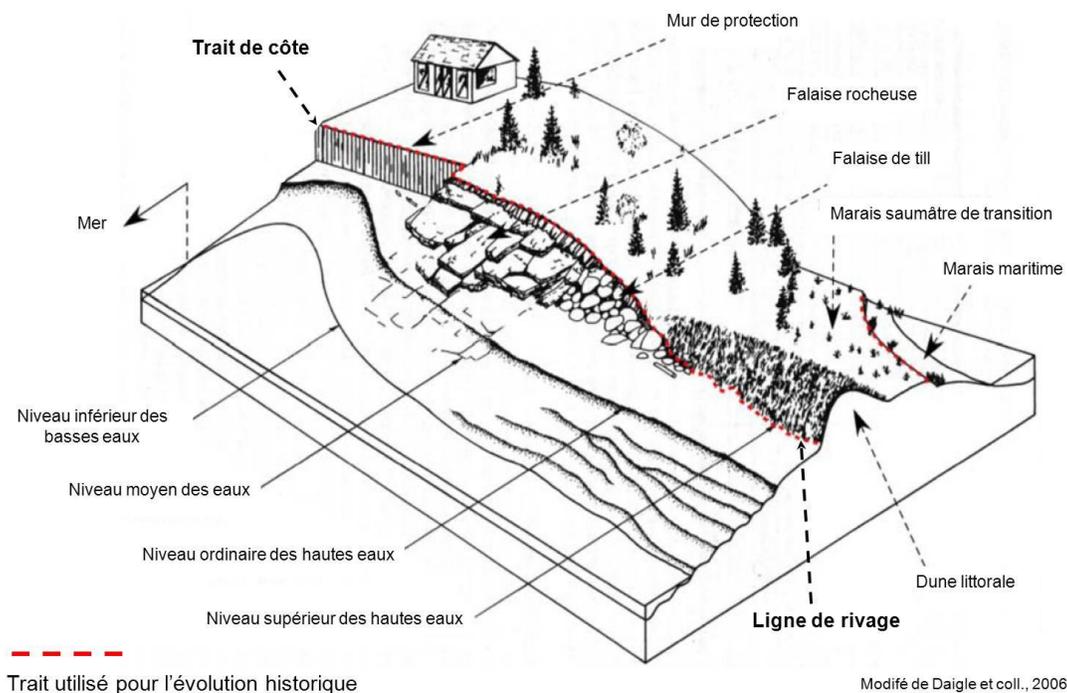


Figure 65. Délimitation de la ligne de rivage

Les calculs des taux de déplacement ont été réalisés à l'aide du logiciel ArcGIS 9.3X et de l'application *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS 4.1.; Thieler *et al.*, 2005), développé par la Commission géologique des États-Unis (USGS). Ainsi, des bornes de mesure ont été générées systématiquement aux 50 m afin de mesurer l'écart des lignes de rivage entre les différentes années. Les bornes de mesures ont été repositionnées manuellement, lorsque nécessaire, afin de s'assurer qu'elles étaient perpendiculaires aux lignes de rivage. Chaque borne a ainsi été validée et plusieurs ont été annulées lorsque jugées imprécises.. Enfin, les résultats ont été analysés par grande entité géomorphologique, selon qu'elles étaient soumises à des conditions hydrodynamiques semblables, puis par unité homogène, en fonction du type de côte et des taux de déplacement similaires.

## 5.2 Contexte physique de la zone à l'étude

### 5.2.1 Géologie et formations meubles

#### 5.2.1.1 Formations géologiques

La zone à l'étude pour la communauté d'Ekuanitshit repose sur des formations géologiques appartenant à la province de Grenville du Bouclier canadien. Les collines de l'arrière-pays et l'assise de la zone d'étude sont donc composées de roches métamorphiques d'origine précambrienne résistantes à l'érosion (mangérite, paragneiss, granite, anorthosite) (Sharma et Franconi, 1975; Longley, 1950). Étant donné l'épaisseur des dépôts meubles, l'assise rocheuse n'affleure que ponctuellement au niveau de la zone côtière (Dubois, 1979). Les affleurements visibles au niveau du pont de la rivière Mingan sont composés de mangérite, alors que ceux situés à l'est de la rivière Mingan sont formés de paragneiss mixte avec amphibolites (Sharma et Franconi, 1975). Enfin, les affleurements visibles au niveau de l'embouchure de la rivière Romaine sont composés de granite avec pegmatites (Sharma et Franconi, 1975).

Au large de la zone à l'étude, on retrouve la formation géologique des basses terres du Saint-Laurent dont la majeure partie est submergée (Tessier, 1987). La topographie des fonds marins est caractérisée par des cuestas issues de la dissection de la plate-forme de la Côte-Nord depuis l'Ordovicien (Tessier, 1987). Quelques cuestas émergent pour former les îles de l'archipel de Mingan. Le rivage des îles de l'archipel de Mingan est composé de calcaires, de grès, de dolomie et de schistes argileux vulnérables à l'érosion (Longley, 1950).

#### 5.2.1.2 Dépôts meubles

La plaine côtière comprise entre les rivières Saint-Jean et Romaine possède un relief faible, inférieur à 30 mètres. La ligne de rivage est régulière et essentiellement composée de dépôts meubles d'origine quaternaire. Ces derniers ont été mis en place suite à la déglaciation des bassins versants des rivières Saint-Jean, Mingan et Romaine qui s'est déroulée entre 8800 et 8100 ans BP (Dubois, 1979). Les terrasses de plage sont essentiellement les surfaces sablonneuses des deltas qui ont été façonnées en gradins de largeurs très variables lors de la régression marine postglaciaire (Dubois, 1979). Les berges des rivières Saint-Jean et Mingan sont pour leur part formées de sédiments estuariens et prodeltaïques stratifiés horizontalement (Dubois, 1979).

Le complexe deltaïque des rivières Saint-Jean, Mingan et Romaine s'est mis en place en plusieurs étapes comme en témoignent les différentes directions des anciennes lignes de rivage (Dubois, 1979). Les anciens rivages s'étirant entre la rivière Saint-Jean et Longue-Pointe-de-Mingan témoignent de l'action combinée de la variation du niveau eustatique et du relèvement isostatique qu'a subie cette région depuis la dernière déglaciation (Dubois, 1979).

## 5.2.2 Conditions hydrodynamiques générales

### 5.2.2.1 Hydrographie

La zone à l'étude est constituée de trois grands bassins hydrographiques soient ceux des rivières Saint-Jean, Mingan et Romaine. Les cours de ces rivières sont libres de lacs, de sorte que les sédiments ne sont pas piégés en chemin (Dubois, 1979). Les rivières Saint-Jean, Mingan et Romaine, qui érodent facilement leurs berges, sont en train de former de nouveaux deltas sous-aquatiques à même les sédiments de leur ancien delta (Dubois, 1979). Long et Cataliotti-Valdina (1981) observent à l'embouchure de la rivière Saint-Jean, la plate-forme marine, d'une largeur de 4 kilomètres, qui s'est élargie à 8 km vers l'est témoignant ainsi de la formation d'un delta dissymétrique actuel.

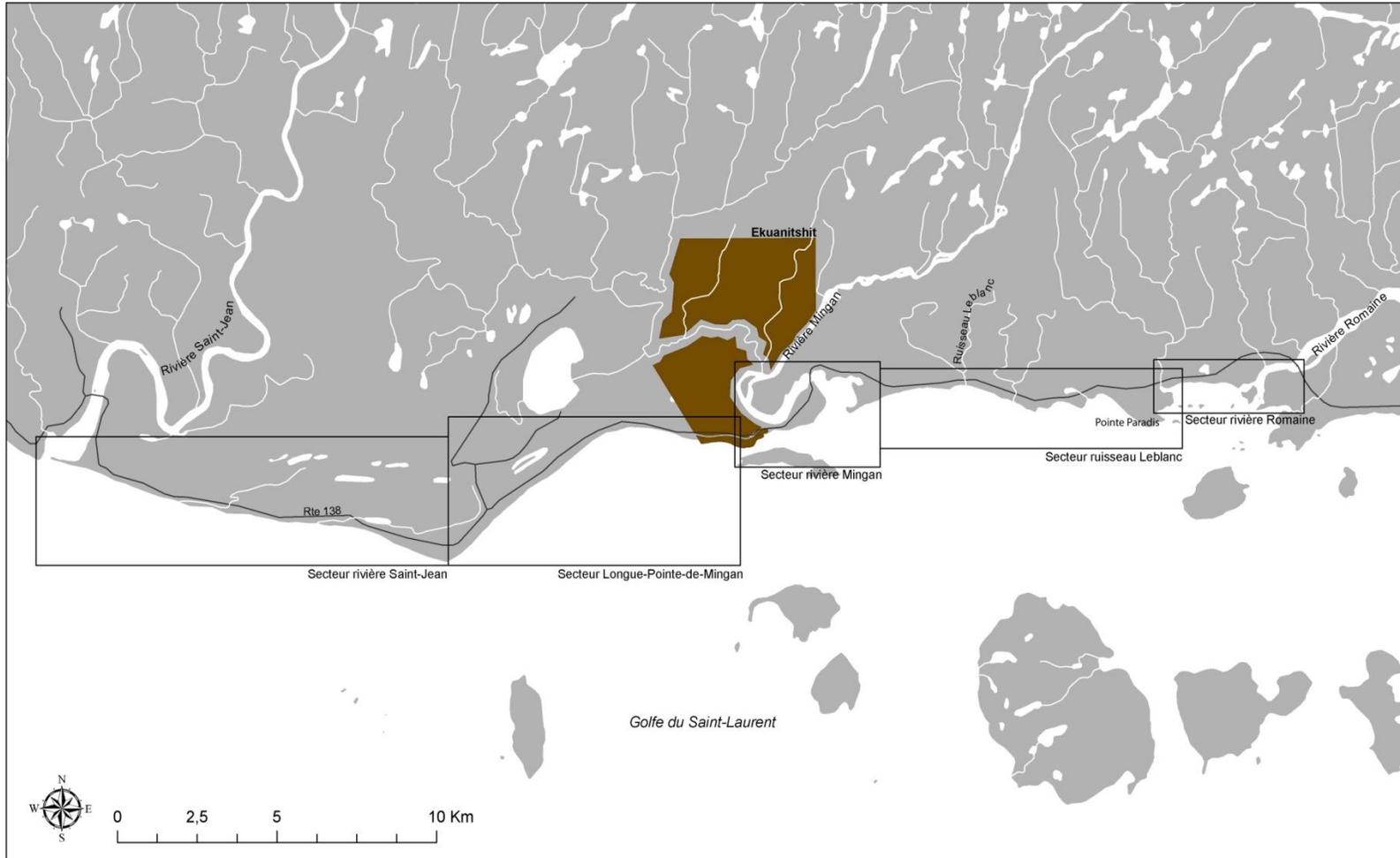
### 5.2.2.2 Océanographie

Le régime des marées dans cette région est de type mixte à prédominance semi-diurne. À Mingan, l'amplitude moyenne de la marée est de 1,7 m alors que les grandes marées atteignent 2,5 m (Service hydrographique du Canada, 2011). Selon Logimer (1986), l'amplitude extrême de la marée serait de l'ordre de 3,89 m. Le niveau moyen de l'eau est de 1,1 m et la vitesse maximale des courants est de 4,0 nœuds pour le flot et de 3,0 nœuds pour le jusant (Service hydrographique du Canada, 2011). Il est possible de croire que l'amplitude et l'étendue de l'onde de marée dans les estuaires fluctuent en fonction du débit fluvial. Les houles sont principalement de l'ouest-sud-ouest (fetch de 230 km) ou du sud-est (fetch de 120 km) (Long et Drapeau, 1983). L'île du Havre de Mingan présente un obstacle pour les houles de tempête, notamment pour celles qui proviennent du sud.

Entre la rivière Saint-Jean et la rivière Romaine, on retrouve deux principales unités hydrosédimentaires. De l'ouest vers l'est, la première unité couvre de la pointe de Magpie jusqu'à l'embouchure de la rivière Mingan. Cette unité est caractérisée par une dérive littorale vers l'est et par l'apport important de sédiments provenant de la rivière Saint-Jean et des courants de marée. On remarque que ces sédiments sableux deltaïques se disposent sous la forme de systèmes de barres d'avant-côte et de cordons de bas estran entre l'estuaire de la rivière Saint-Jean et Longue-Pointe-de-Mingan (Tessier, 1987). Le quai de Mingan est un lieu de convergence de la dérive littorale. Les sédiments qui transitent sur la rive droite de l'estuaire de la rivière Mingan se déplacent vers l'ouest. Du côté est de la rivière Mingan, la dérive littorale transporte de nouveau les sédiments vers l'est jusqu'à la rivière Romaine (Dubois, 1979).

### 5.3 Portrait actuel de la côte

Afin d'étudier la dynamique du littoral utilisé par les Innus d'Ekuanitshit, la zone d'étude doit s'étendre au-delà des limites de la réserve. Cette dernière a été définie grâce aux données portant sur les activités pratiquées recueillies lors de l'enquête sur les perceptions des changements environnementaux affectant le milieu côtier (section 3.5.1). Pour la communauté d'Ekuanitshit, on distingue une zone d'activité continue qui s'étend de la rivière Saint-Jean au pont de la rivière Romaine (Figure 66). Il est important de noter que les limites de l'enquête permettent de croire qu'il existe des secteurs de pratique d'activités en milieu côtier qui ne sont pas ressortis lors des rencontres avec les participants. Les résultats de la caractérisation sont présentés selon deux secteurs : 1) de la rivière Saint-Jean à la rivière Romaine et 2) le littoral adjacent à la réserve d'Ekuanitshit. La caractérisation côtière est cependant illustrée en cinq secteurs soit, de l'ouest vers l'est : 1) le secteur de la rivière Saint-Jean; 2) le secteur de Longue-Pointe-de-Mingan; 3) le secteur de la rivière Mingan; 4) le secteur du ruisseau Leblanc et 5) le secteur de la rivière Romaine (Figure 66).



Données sources: BDTQ, 1:50 000.  
 Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5.



Figure 66. Localisation des secteurs de caractérisation côtière

### 5.3.1 Portrait actuel de la région d'Ekuanitshit

#### 5.3.1.1 Types de côte et stratigraphie

Le littoral de la zone qui s'étend de la rivière Saint-Jean à la rivière Romaine est caractérisé à 50,5 % de terrasse de plage (Figure 67). Le secteur entre la rivière Saint-Jean et la réserve d'Ekuanitshit est dominé par la présence de terrasse de plage (Figure 73, Figure 74 et Figure 75). Le système de barres sableuses d'avant-côte et de cordons sableux de bas estran alimente en sédiments les terrasses de plage du secteur. La rivière Saint-Jean ainsi que les falaises à l'ouest de la rivière alimentent aussi ces terrasses de plage grâce à une dérive littorale prédominante vers l'est. Les falaises meubles issues du complexe deltaïque de la rivière Saint-Jean et de la rivière Mingan représentent 13,8 % des côtes de la zone d'étude (Figure 67). Elles forment principalement le littoral bordant l'estuaire de la rivière Mingan et les berges de celle-ci. Les falaises à terrasse de plage représentent, quant à elle, 9,3 % de la côte et sont principalement situées à l'ouest du ruisseau Leblanc. Les côtes rocheuses sont, dans une proportion similaire, aussi présente que les falaises meubles, soit 13,3 %. Elles forment surtout le littoral près de la rivière Romaine. Les terrasses alluviales représentent 8,6 % de la zone d'étude et caractérisent la berge nord-est de la rivière Mingan et la berge ouest de la rivière Romaine. Les côtes à flèche littorale se retrouvent principalement à l'embouchure de la rivière Saint-Jean (2,5 %) (Figure 67). Un seul petit segment de flèche littorale est présent dans l'estuaire de la rivière Mingan protégeant une côte à marais maritime. D'ailleurs, celui-ci ne représente que 1,9 % du littoral de l'ensemble de la zone d'étude. La superficie des marais côtiers est de 223 km<sup>2</sup>. Les exutoires de ruisseaux sur les plages forment 0,2 % du littoral.

La stratigraphie de la côte de la zone d'étude est surtout composée de sable, soit à près de 67 % (Tableau 27). Les terrasses de plages ainsi que les falaises meubles d'origine deltaïque forment un littoral de prédominance sableux. Dans les falaises meubles et les terrasses de plage, on peut également retrouver des graviers et des galets. On retrouve également des couches d'argile dans les falaises meubles. Les blocs proviennent principalement des structures de protection contre l'érosion. La proportion de roc est de 5,92 % du littoral. Les côtes rocheuses peuvent être dénudées ou recouvertes de sable, de galets ou encore de blocs. La stratigraphie de près de 22 % de la longueur totale de la côte n'a pas pu être identifiée pour des raisons liées à l'accessibilité des sites ou dues à une végétation trop dense.

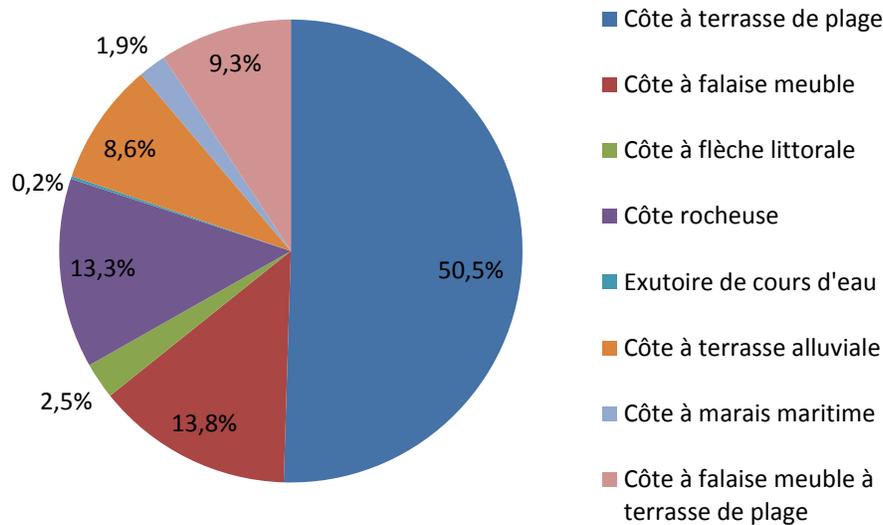


Figure 67. Types de côte de la zone d'étude

Tableau 27. Stratigraphie de la côte du secteur de rivière Saint-Jean à la rivière Romaine

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	41 988,35	66,93
Roc	3 713,01	5,92
Sable-gravier	1 967,13	3,14
Sable/roc	324,07	0,52
Sable-blocs	314,71	0,50
Sable-argile	227,69	0,36
Sable-galets-blocs/roc	141,93	0,23
Sable/blocs	111,98	0,18
Remblai	91,97	0,15
Résidus de bois/sable	52,42	0,08
Silt	41,04	0,07
Sable-galets-blocs	16,97	0,03
Sable-résidus de bois	20,53	0,03
Sable-galets	13,28	0,02
Non déterminé	13 707,47	21,85
Total	62 732,55	100

### 5.3.1.2 État de la côte et des infrastructures

Suite à la campagne de terrain de 2008, plus de la moitié du littoral de la zone d'étude, soit 56,3 %, a été défini comme étant stable ou végétalisé (Figure 68). Les côtes rocheuses sont en grande partie responsables de cette forte proportion de côtes stables de même que les berges de la rivière Romaine. Exactement 29 % de la côte est malgré tout active ou vive (Figure 68). Les terrasses de plage et la falaise meuble de la partie concave de la rivière Mingan sont notamment

en érosion. Ensuite, une plus petite portion du littoral a été considérée comme étant en accumulation (7,8 %). Seules les terrasses de plage en font partie. Les côtes semi-végétalisées ou semi-actives représentent seulement 4,2 % du territoire (Figure 68). Les côtes artificielles forment quant à elles 2,6 % du littoral. Les cours d'eau représentent 0,2 % de la ligne de rivage.

Sur le territoire à l'étude, on retrouve 1 621,1 m de littoraux protégés contre l'érosion côtière et fluviale. Sur l'ensemble des structures de protection présentes, 62 % de la longueur totale des structures de protection sont des murets de bois et se retrouvent devant le village de Longue-Pointe-de-Mingan et sur les terrasses de plage situées entre le ruisseau Leblanc et la pointe Paradis. Le deuxième type de structure de protection en importance est l'enrochement (19,5 %) dont le plus grand segment se situe sur la rive concave de la rivière Mingan qui borde la réserve d'Ekuanitshit (Tableau 28). Enfin, on retrouve aussi, par ordre d'importance : des remblais, un muret de pierre, une rampe de mise à l'eau, un muret de fibre de verre et un quai (Tableau 28).

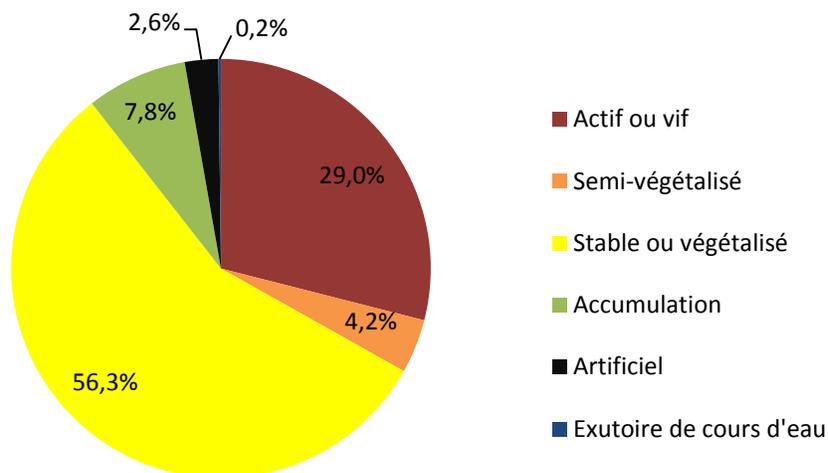


Figure 68. État de la côte de la zone d'étude

Tableau 28. Type d'infrastructures de protection de la zone d'étude

Types d'infrastructures	Longueur (m)	%
Muret de bois	1004,7	62,0
Enrochement	316,2	19,5
Remblais	129,3	8,0
Muret de pierre	79,4	4,9
Rampe de mise à l'eau	43,2	2,7
Muret de fibre de verre	39,0	2,4
Quai	9,3	0,6
<b>Total</b>	<b>1621,1</b>	<b>100</b>

### **5.3.1.3 Processus actifs**

Entre la rivière Saint-Jean et l'extrémité ouest de l'île du Havre de Mingan, ce sont surtout les vagues de tempête qui conditionnent l'évolution des terrasses de plage. Puisque la dérive littorale est d'ouest en est, les principales sources de sédiments du secteur demeurent la rivière Saint-Jean et les falaises en érosion à l'ouest de la rivière. Ces sédiments alimentent, devant les terrasses de plage, des barres sableuses d'avant-côte et des cordons de bas estran qui sont constamment en mouvement, surtout lors des tempêtes. La submersion lors des tempêtes est aussi un processus présent le long des terrasses de plage, au même titre que le vent. La terrasse de plage à l'est de Longue-Pointe-de-Mingan se transforme aussi légèrement en raison des deux petits exutoires et de l'action des VTT sur la plage et l'élyme des sables. Près du village de Longue-Pointe-de-Mingan, malgré l'impact peu important de ce processus, le piétinement des personnes qui se promènent sur la plage a été identifié lors de la campagne de terrain. Ces mêmes processus se poursuivent jusqu'à l'embouchure de la rivière Mingan. Dans la section de la falaise meuble sur le pédoncule, des processus gravitaires, comme les décrochements superficiels et les coulées de sable sec, viennent s'ajouter aux vagues et aux courants de marée comme processus actifs qui conditionnent leur évolution. Les berges qui bordent l'estuaire de la rivière Mingan sont sujettes aux courants de marée, comme elles le sont aussi à la submersion et aux vagues. Les berges le long de la rivière sont soumises à l'érosion fluviale, à des décrochements superficiels, à des coulées de sable sec ainsi qu'aux courants de marée. Les terrasses alluviales sont également sujettes à la submersion. Des inondations par la rivière ont lieu sur le banc d'accumulation de la rive nord-est de la rivière. Du côté est de la rivière Mingan, les vagues et le vent agissent sur les terrasses de plage ainsi que sur la falaise meuble à terrasse de plage. Quelques résurgences sortent sur les côtes rocheuses présentes entre les terrasses de plage. Le ruisseau Leblanc représente aussi un processus actif à la côte, comme les deux autres exutoires présents dans ce secteur (Figure 76). Le marais maritime protégé dans une petite baie situé à l'extrémité est du secteur du ruisseau Leblanc subit l'action des processus glaciels. Le secteur de la rivière Romaine connaît quant à lui l'érosion fluviale à deux endroits, soit dans la rivière Lechasseur et dans la rivière Romaine (Figure 77). La falaise meuble directement à l'ouest de la rivière Lechasseur évolue par décrochements superficiels et sous l'action des vagues. Quelques terrasses de plage sont soumises à la submersion et aux vagues de tempête (Figure 77).

### **5.3.2 Portrait actuel de la réserve d'Ekuanitshit**

Bien que la description de ce secteur soit incluse dans le portrait actuel de la région d'Ekuanitshit, il apparaissait pertinent, à des fins d'aménagement, de préciser l'état de la côte adjacente à la réserve d'Ekuanitshit spécifiquement.

#### **5.3.2.1 Types de côte et stratigraphie**

La réserve d'Ekuanitshit borde à la fois le littoral et les berges de la rivière Mingan. D'ailleurs, près de la moitié des berges sont caractérisées en terrasses de plage (48,6 %, Figure 69). L'autre moitié se partage entre les terrasses alluviales et les falaises meubles d'origine deltaïque (Figure 69). Ces types de côte sont constitués uniquement de sable.

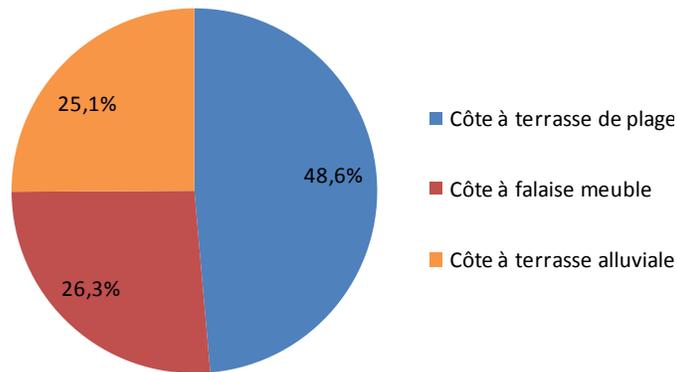


Figure 69. Types de côte de la réserve d'Ekuanitshit

### 5.3.2.2 État de la côte et des infrastructures

Les falaises meubles qui constituent les berges de la réserve sont toutes actives. Une partie de la terrasse de plage du côté du golfe du Saint-Laurent est également considérée active, ce qui donne un total de près de 40 % des berges de la réserve qui sont actives ou vives (Figure 70). L'accumulation sur les terrasses de plage alterne avec la côte stable ou végétalisée sur la façade littorale de la communauté. Une petite portion du littoral est artificielle, soit 1,7 % de la côte (Figure 70). Le muret de bois protégeait jadis une ancienne usine de transformation des produits de la mer (Figure 71). Il n'est actuellement pas entretenu.

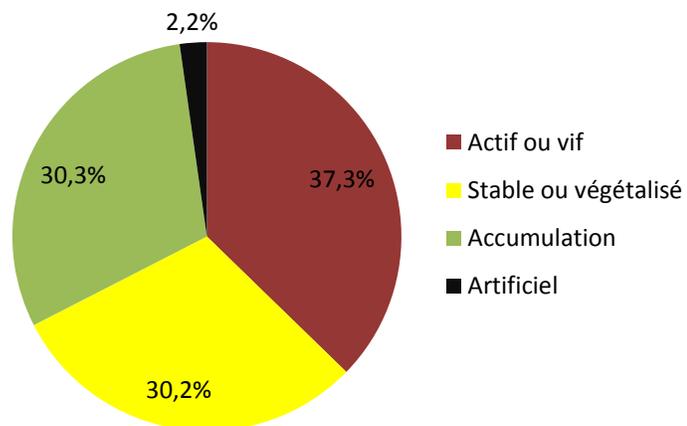


Figure 70. État de la côte de la réserve d'Ekuanitshit



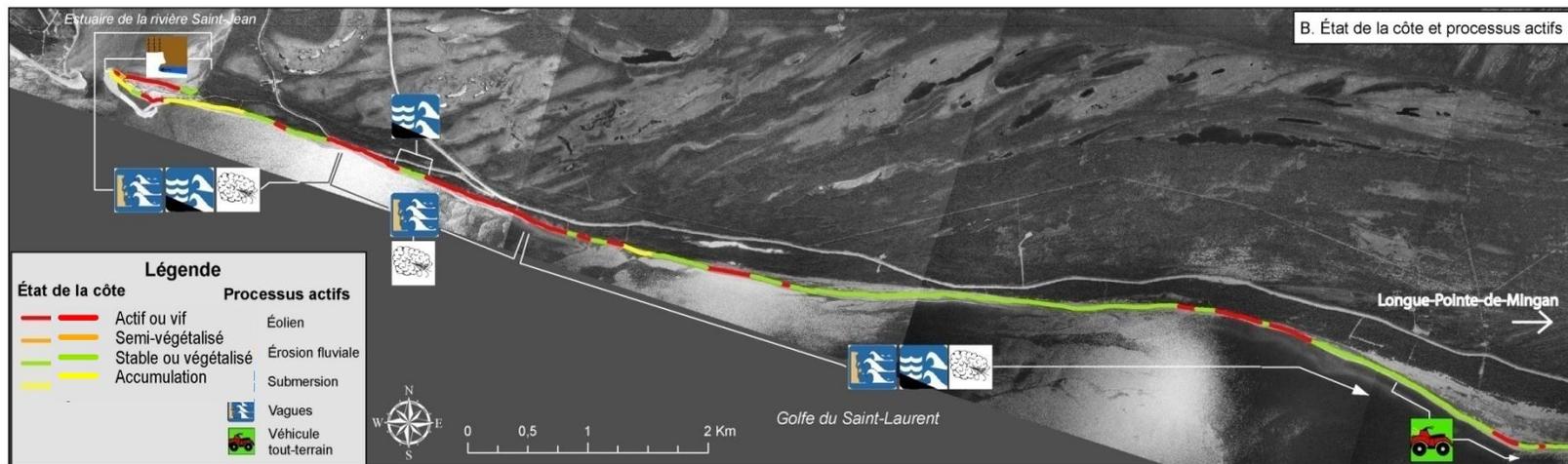
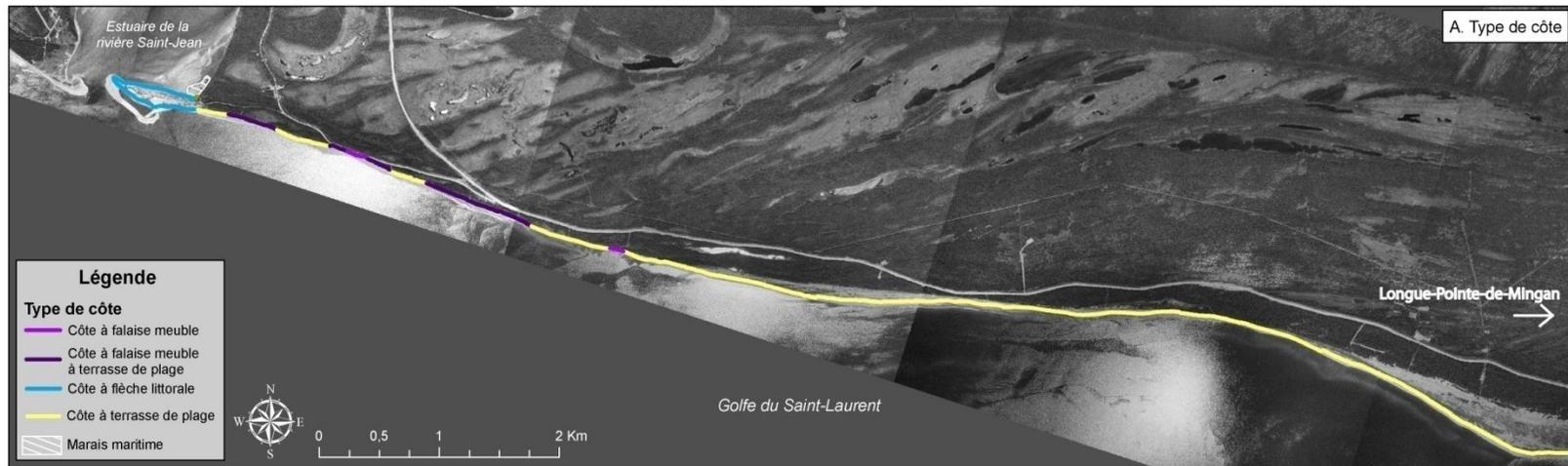
Figure 71. Muret de bois devant la communauté d'Ekuanitshit

### *5.3.2.3 Processus actifs*

Les processus qui dominent la partie faisant face au golfe du Saint-Laurent sont principalement les vagues, la submersion et l'action éolienne. L'érosion se fait aux abords du muret de bois et à l'ouest du quai de Mingan. Le chenal profond devant cette structure capte les sédiments provenant de la dérive littorale d'ouest vers l'est. Quelques VTT représentent aussi des agents d'érosion importants entre l'extrémité ouest de la réserve et le quai de Mingan. Au bord de la rivière Mingan, l'érosion fluviale est le principal processus agissant sur les berges. De façon naturelle, les rives concaves d'une rivière subissent toujours l'action du courant de la rivière. Les décrochements superficiels et les coulées de sable sec, engendrés par l'érosion fluviale à la base des falaises ou encore par les pluies, entraînent le recul du talus de la berge (Figure 72).



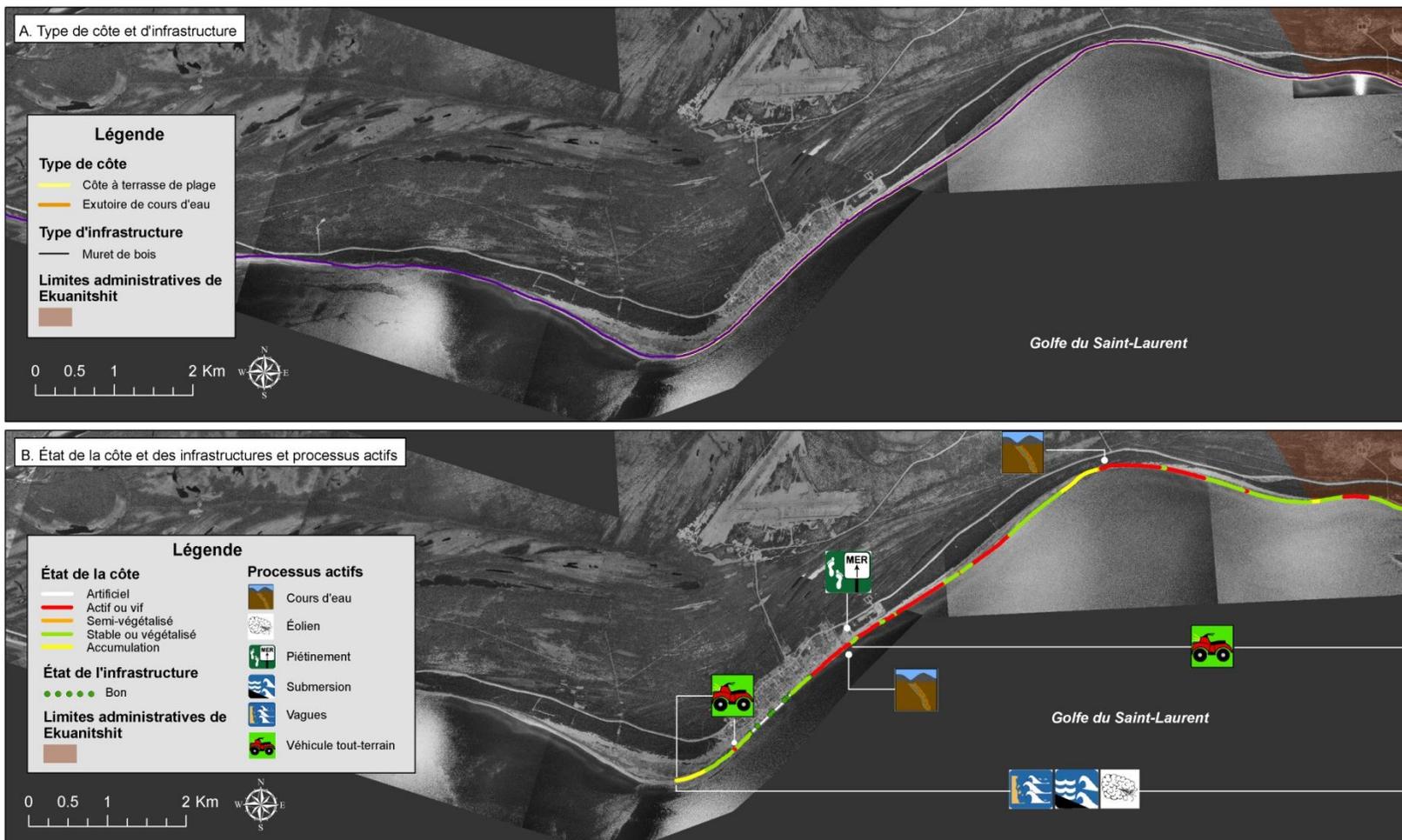
Figure 72. Décrochements superficiels et coulées de sable sec (rivière Mingan)



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.  
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5



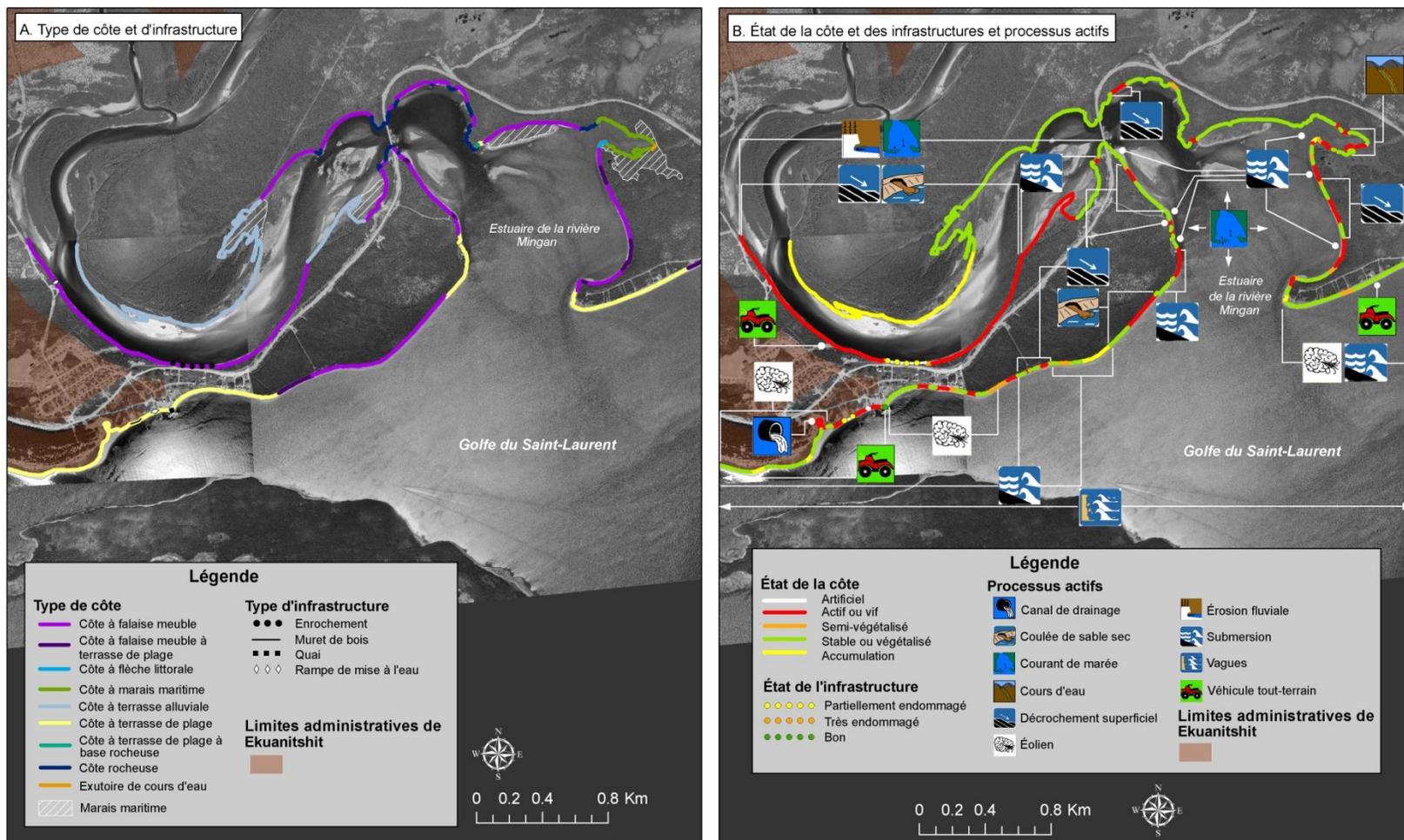
Figure 73. Portrait actuel du secteur de la rivière Saint-Jean – Longue-Pointe-de-Mingan



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Limites administratives: RN Canada, 2006. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.  
 Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5.



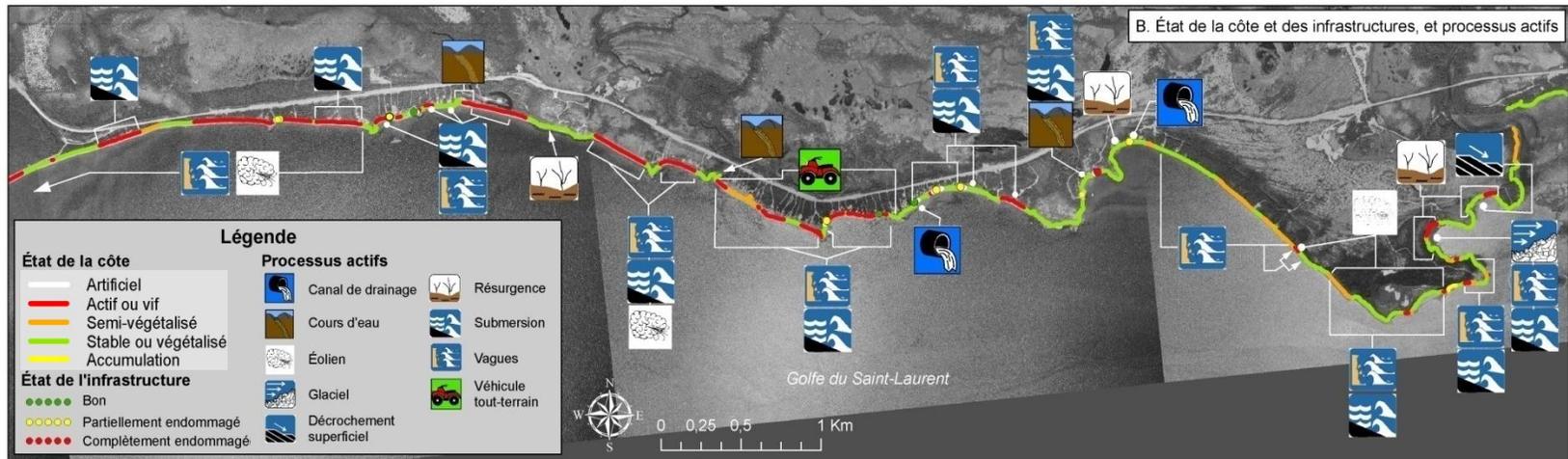
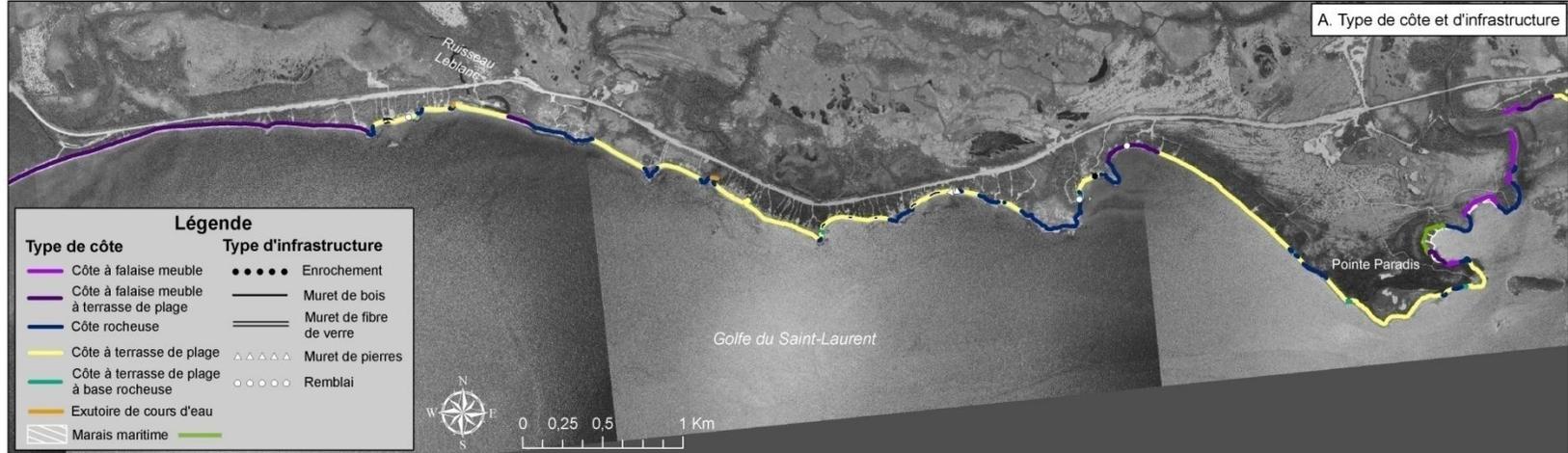
Figure 74. Portrait actuel du secteur de Longue-Pointe-de-Mingan



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Limites administratives: RN Canada, 2006. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008. Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5.



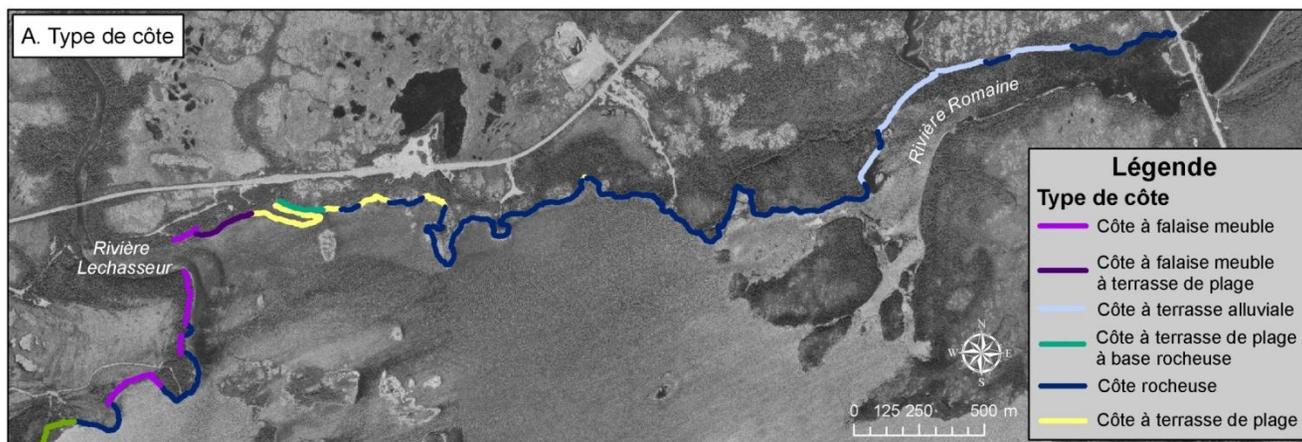
Figure 75. Portrait actuel du secteur de la rivière Mingan



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.  
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5



Figure 76. Portrait actuel du secteur du ruisseau Leblanc



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.  
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 5



Figure 77. Portrait actuel du secteur de la rivière Romaine

## 5.4 Évolution historique de la côte

### 5.4.1 Analyse globale des taux de déplacement

L'analyse de l'évolution historique se fait directement en lien avec les planches 1 à 3 qui rassemblent les données nécessaires à la compréhension.

Les moyennes globales des taux de déplacement de la ligne de rivage montrent que la région utilisée par les résidents d'Ekuanitshit présente des taux négatifs entre 1948 et 1997, à l'exception de la période de 1967 à 1976 (Figure 78). Ces résultats sont différents de ceux obtenus dans la région de Longue-Rive-Sainte-Anne-de-Portneuf (Morissette, 2007), de Manicouagan (Bernatchez, 2003) et de Sept-Îles (Bernatchez *et al.*, 2008) qui montrent plutôt une tendance d'accumulation pour la période comprise entre 1931 et 1996. Leurs résultats présentent, cependant, des taux négatifs pour la période récente (1996-2006) alors que nos données suivent une tendance d'accumulation de 1,09 m/an. Malgré les différentes fluctuations de la ligne de rivage, le bilan d'évolution à long terme indique une certaine stabilité de la ligne de rivage de 1948 à 2005 (0,02 m/an). Le taux de déplacement moyen de la ligne de rivage (1948-2005) fluctue généralement entre -0,54 et 0,45 m/an selon les secteurs.

Lorsque les résultats sont illustrés selon les différents types de côte, on observe que les côtes à flèche littorale sont celles qui se sont le plus déplacées. Les flèches littorales, notamment celle à l'embouchure de la rivière Saint-Jean, sont très dynamiques. Les valeurs extrêmes enregistrées pour une période donnée varient de +13,5m/an (1967-1976) à -10,5 m/an (1989-1997) (Planche 1). De plus, dans certains secteurs, des terrasses de plage apparaissent et disparaissent au pied des falaises meubles selon les périodes d'analyse. Ces secteurs affichent aussi des taux élevés de déplacement (Figure 78). Les côtes à falaise meuble évoluent de façon relativement constante en variant de -0,29 m/an à -0,45 m/an. Cette dernière valeur a été mesurée lors de la période de 1989 à 1997. Les falaises meubles avec une base rocheuse ont connu leur recul le plus important durant la même période, soit entre 1989 et 1997, et le recul a été de -0,56 m/an. Les côtes à falaises meubles à terrasse de plage ont connu, pour leur part, une accumulation dans cette même période (0,33 m/an) alors que les côtes à flèche littorale ont connu leur plus fort recul (-5,99 m/an). Une forte proportion de segments côtiers à terrasse de plage est aussi en érosion pour la période de 1989 à 1997 alors qu'en aval de la dérive littorale les terrasses de plage sont en accumulation. En général, les côtes à terrasse de plage connaissent une accumulation entre les années 1997 et 2005.

Pour une analyse plus précise des taux de déplacement, le territoire a été divisé en huit secteurs (A à F) qui comprennent des éléments géomorphologiques et/ou hydrodynamiques similaires (Planches 1 à 3). De plus, chaque secteur a été divisé en unités homogènes. Elles ont été définies par le type de côte, la dérive littorale, les éléments géomorphologiques ainsi que les taux de déplacement semblables.



Figure 78. Taux de déplacement par type de côte et par période pour la région d'Ekuanitshit

## 5.4.2 Analyse par secteur des taux de déplacement

### 5.4.2.1 Secteur A (Rivière Saint-Jean/Longue-Pointe-de-Mingan)

Le premier secteur à l'extrémité ouest de la zone d'étude s'étend de la rivière Saint-Jean à Longue-Pointe-de-Mingan (Planche 1). L'évolution de ce secteur est dépendante de l'érosion des falaises à l'ouest de la rivière Saint-Jean. En effet, ces falaises constituent la source première de sédiments qui, par la dérive principale d'ouest vers l'est, vient alimenter les cordons de bas estran et pré littoraux de la zone côtière. Entre 1948 et 1997, le taux de déplacement de la ligne de rivage est négatif durant la plupart des intervalles, à l'exception de 1967 à 1976 qui a connu une accumulation de 0,70 m/an (Figure 79). Cependant, tout comme pour les autres intervalles, la ligne de rivage lors de la période de 1967 à 1976 connaît de grandes fluctuations montrant une alternance de secteurs en érosion avec des secteurs en accumulation. Deux périodes enregistrent des reculs moyens plus importants, soit la période de 1976 à 1983 (-0,99 m/an) et celle de 1989 à 1997 (-1,06 m/an). Le secteur A connaît par la suite une forte accumulation de 2,06 m/an durant la période de 1997 à 2005. La moyenne des taux de déplacement pour l'ensemble des périodes est légèrement négative, soit de -0,12 m/an.

La flèche littorale localisée à l'extrémité ouest du secteur A (unité 1) connaît son plus fort taux de déplacement positif entre 1967 et 1976 (4,6 m/an). Ce taux est d'ailleurs le plus élevé parmi tous les secteurs. Pendant cette même période, la falaise sableuse à l'est de la flèche littorale connaît son plus fort recul avec un taux moyen de -2,04 m/an alors qu'en aval des zones de falaise on observe un déplacement positif de la ligne de rivage, particulièrement pour l'unité 3. D'autre part, le recul le plus important dans les unités homogènes 1 et 2 se retrouve dans la période de 1989 à 1997. La terrasse de plage juste à l'est de la flèche littorale connaît son taux de recul le plus fort dans cet intervalle (-1,56 m/an). Ce fort recul vient alimenter la terrasse de plage de l'unité 3 qui connaît alors un déplacement positif de 0,71 m/an pour cette même période. La partie externe de la flèche littorale a aussi connu un taux de recul moyen élevé de -1,71 m/an entre 1948 et 1967, même si le bilan de l'ensemble de la flèche littorale a été positif.

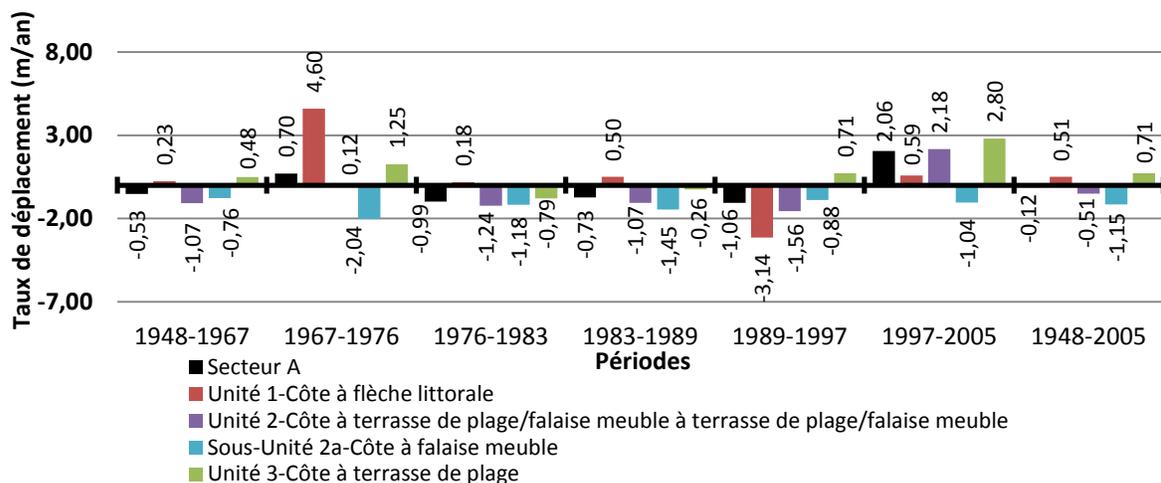


Figure 79. Évolution historique du secteur A – Rivière Saint-Jean/Longue-Pointe-de-Mingan

#### 5.4.2.2 Secteur B (Longue-Pointe-de-Mingan/Ekuanitshit)

Le secteur B, qui s'étend du village de Longue-Pointe-de-Mingan à la réserve d'Ekuanitshit, a connu un taux de recul moyen le plus important durant la période de 1948 à 1967, soit de -0,27 m/an (Planche 1, Figure 80). Les taux de déplacement des autres périodes sont globalement positifs à l'exception de l'intervalle de 1976 à 1983. L'accumulation lors de la période récente (1997-2005) a été de 1,48 m/an, ce qui amène le taux de déplacement entre 1948 et 2005 à être positif également, soit de 0,25 m/an. Cette tendance reflète une avancée de la côte particulièrement dans le fond de la baie entre Longue-Pointe-de-Mingan et Mingan.

L'unité 4, qui se situe devant le village de Longue-Pointe-de-Mingan, connaît son recul moyen le plus important entre les années 1948 et 1976 (-0,93 m/an). Ensuite, le taux devient stable ou en accumulation. L'accumulation est enregistrée surtout au cours de l'intervalle de 1997 à 2005 avec une valeur de 1,48 m/an. Mentionnons toutefois que le village est protégé par un muret depuis au moins 25 ans. Les unités 5 et 6 présentent de grandes fluctuations dans le déplacement de leur ligne de rivage alternant avec des segments en érosion et des segments en accumulation. Le bilan de l'unité 5 alterne de négatif à positif entre 1948 à 1989 alors qu'à partir de 1983 le bilan est positif avec le taux moyen d'accumulation le plus élevé pour la période de 1997 à 2005 (1,66 m/an). Pour la terrasse de plage qui borde la réserve d'Ekuanitshit (unité 6), le bilan est généralement positif ou avec des valeurs près de la stabilité. Le bilan de l'unité 6 entre 1948 et 2005 a été de 0,16 m/an.

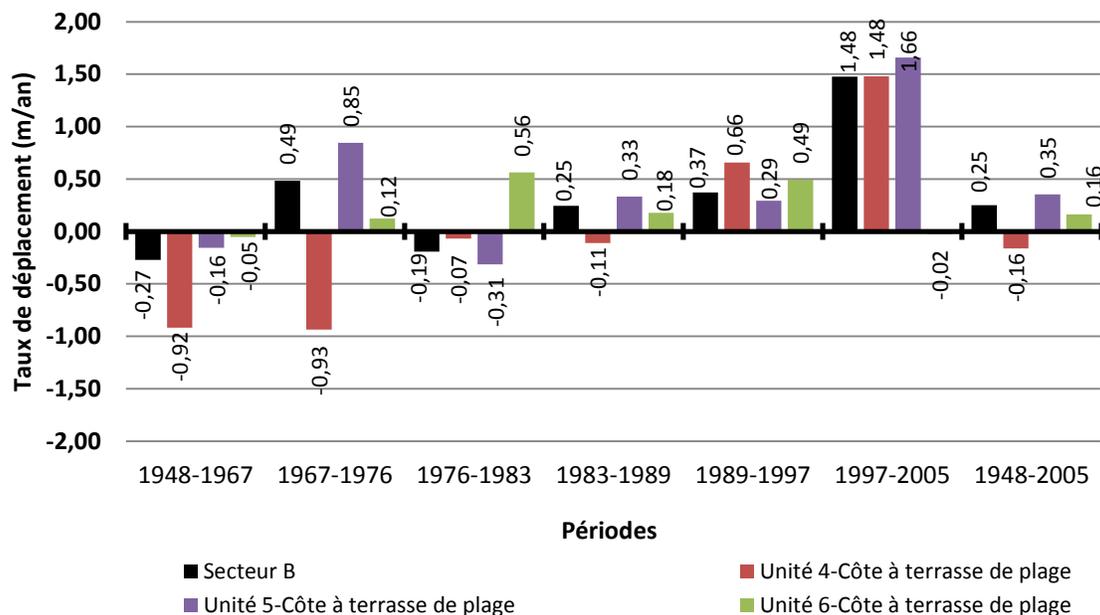


Figure 80. Évolution historique du secteur B – Longue-Pointe-de-Mingan/Ekuanitshit

### 5.4.2.3 Secteur C (Ekuanitshit/rivière Mingan)

Le secteur C englobe la terrasse de plage directement à l'est de la réserve et se rend jusqu'au pont de la rivière Mingan, incluant les falaises meubles et la petite terrasse de plage au bout de la pointe Matsiteu (Planche 2, Figure 81). Contrairement aux secteurs A et B, la migration de la ligne de rivage du secteur C est plus constante avec de moins grandes fluctuations dans les taux de déplacement, sauf pour l'unité 9. À l'exception de la période entre 1983 et 1989 où les taux de déplacement sont fortement négatifs (-0,71 m/an), les autres intervalles sont caractérisés par une relative stabilité qui varie entre -0,16 m/an et 0,13 m/an. Le taux global est alors près de la stabilité aussi, soit de -0,07 m/an.

L'unité 7, qui correspond en partie au village de Mingan, présente généralement des taux moyens de déplacement positifs entre 1948 et 2005 avec des valeurs variant entre 0,34 et 0,43 m/an. Comme pour la moyenne globale du secteur C, la période de 1983 à 1989 a été caractérisée par un recul net de la côte dans l'unité 7 avec une valeur moyenne de -0,90 m/an. C'est aussi lors de cette période que l'unité 8 a enregistré son taux de recul moyen le plus élevé, soit de -0,71 m/an. Les taux de recul les plus importants sont enregistrés dans les terrasses de plage, et surtout au niveau de l'unité 9 qui se situe au bout de la pointe Matsiteu. Entre 1976 et 1997, cette terrasse de plage recule à des taux moyens variant entre -0,89 m/an et -1,25 m/an, ce qui donne un taux global négatif de -0,28 m/an entre 1948 et 2005. Quant à elle, la falaise meuble de l'unité 10 a connu son plus fort recul lors de la période récente de 1997 à 2005 avec un taux moyen de -0,31 m/an. Les résultats montrent que, peu importe le type de côte, la ligne de rivage a été en recul dans l'intervalle de 1983 à 1989.

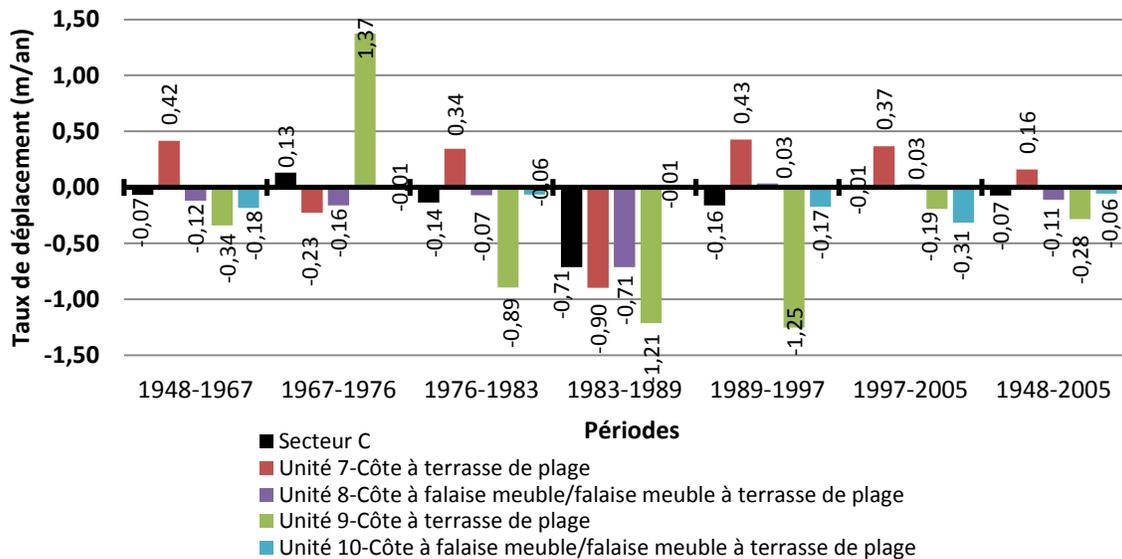


Figure 81. Évolution historique du secteur C - Ekuanitshit/rivière Mingan

#### 5.4.2.4 Secteurs D et E (Rivière Mingan)

Les secteurs D et E représentent respectivement la rive sud et nord de la rivière Mingan (Planche 2, Figure 82 et Figure 83). La rive sud de la rivière Mingan connaît une évolution du trait de côte négative depuis l'année 1948 puisqu'elle représente la rive concave de la rivière. D'ailleurs, le taux de recul moyen le plus important, incluant tous les types de côte, s'est produit entre 1948 et 1967 (-0,86 m/an). Le taux de recul global est de -0,54 m/an pour toute la période d'analyse de 1948 à 2005. La rive opposée (secteur E), présente, quant à elle, des taux de déplacement en constante accumulation pour la terrasse alluviale (unité 13), excepté pour la période de 1983-1989 qui est demeurée stable.

Pour le secteur D, l'unité caractérisée par la terrasse alluviale rencontre des taux de recul importants et le plus fort taux a été vu de 1948 à 1967 (-1,12 m/an). Dans la période de 1983 à 1989, la terrasse alluviale a également connu un important recul de - 0,97 m/an. L'unité 12 présente aussi de forts taux de recul, la falaise ayant reculé en moyenne de -0,50 m/an entre 1948 et 2005. Sur la rive opposée, la falaise meuble (unité 14) est plutôt stable, à l'exception de la période de 1989 à 1997 où le taux moyen de recul a été de -0,43 m/an. La terrasse alluviale (unité 13), connaît de l'accumulation de près d'un mètre par année dans les intervalles de 1976 à 1983 et de 1997 à 2005.

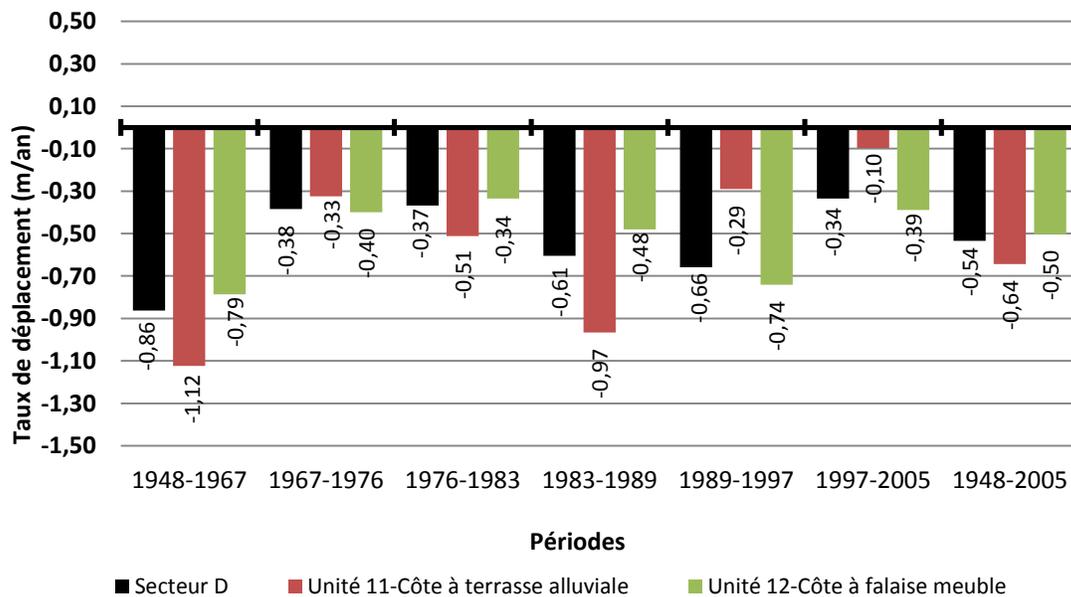


Figure 82. Évolution historique du secteur D –Rive sud de la rivière Mingan

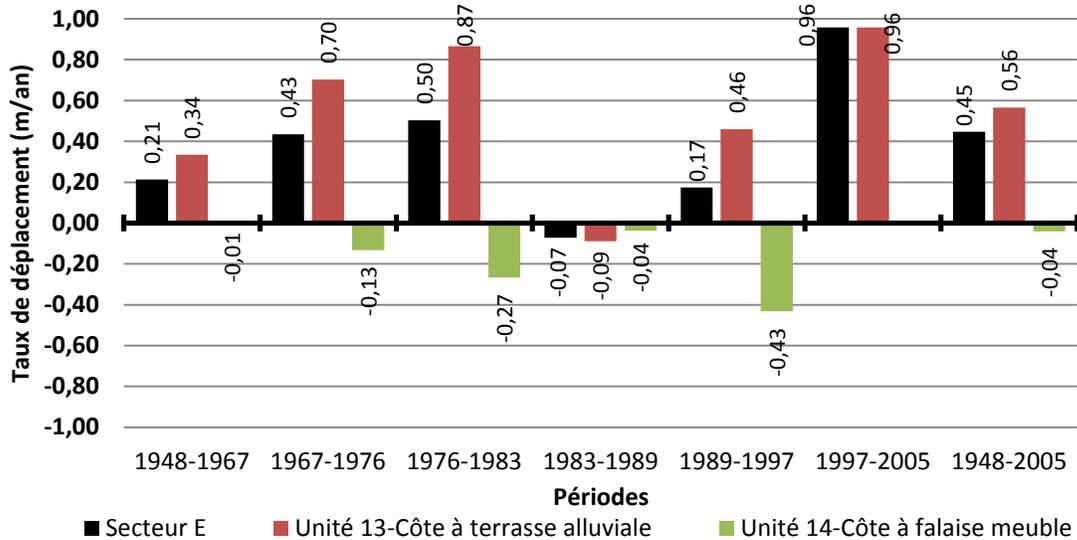


Figure 83. Évolution historique du secteur E –Rive nord de la rivière Mingan

#### 5.4.2.5 Secteur F (Rivière Mingan/pointe à l'est)

Le secteur F comprend la rive est de l'estuaire de la rivière Mingan, du pont à la pointe à l'est (Planche 2, Figure 84). La rive est de l'estuaire de la rivière Mingan se caractérise par des périodes d'érosion (entre 1976 et 1997) et des périodes de quasi-stabilité (1948-1976 et 1997-2005). Le taux global de 1948 à 2005 est également près de la stabilité, soit de -0,06 m/an. En général, les taux varient entre -0,43 m/an et 0,16 m/an.

Les falaises meubles et les falaises meubles à terrasse de plage connaissent une érosion plus importante que les côtes à flèche littorale ou à marais maritime. Leur érosion se produit cependant dans la même période, soit entre 1976 et 1997.

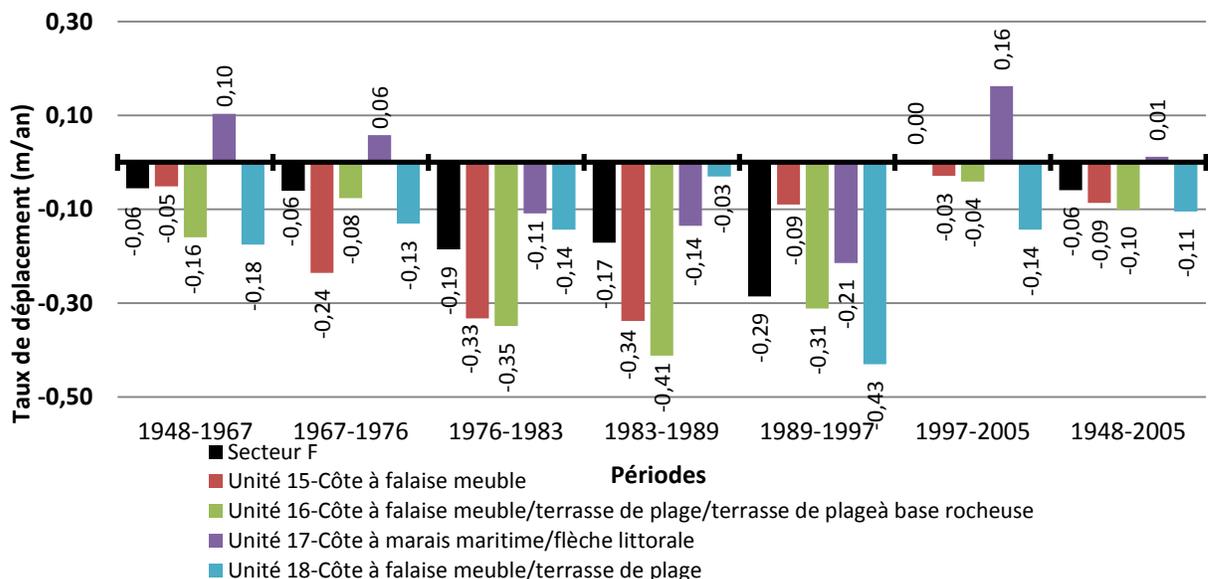


Figure 84. Évolution historique du secteur F –Rivière Mingan/pointe à l'est

#### 5.4.2.6 Secteur G (Pointe à l'est/pointe Paradis)

Le secteur G s'étend de la pointe à l'est à la pointe Paradis (Planche 3). Il est principalement caractérisé par des côtes à terrasses de plage et à falaise meuble. La moyenne globale de l'ensemble de la période étudiée se situe près de la stabilité (0,06 m/an; Figure 85). Seules les périodes de 1948 à 1967 et de 1983 à 1989 présentent un bilan négatif avec un taux moyen respectif de -0,11 m/an et -0,57 m/an. La période récente de 1997 à 2005 enregistre le plus fort taux moyen d'accumulation avec une valeur de 0,57 m/an.

Les terrasses de plage situées aux extrémités du secteur (unités 19 et 22) subissent l'érosion dans la même période, soit celle de 1983 à 1989 avec des valeurs respectives de -0,63 m/an et -1,61 m/an. Les taux de recul moyen les plus élevés se produisent lors de la période de 1976 à 1983 pour l'unité 20 (-0,71 m/an) et 1989-1997 pour l'unité 21 (-1,05 m/an). Pour chacune de ces périodes de forte érosion, on constate que les unités en aval de la dérive littorale sont en accumulation, ce qui indique clairement un transit sédimentaire d'ouest vers l'est.

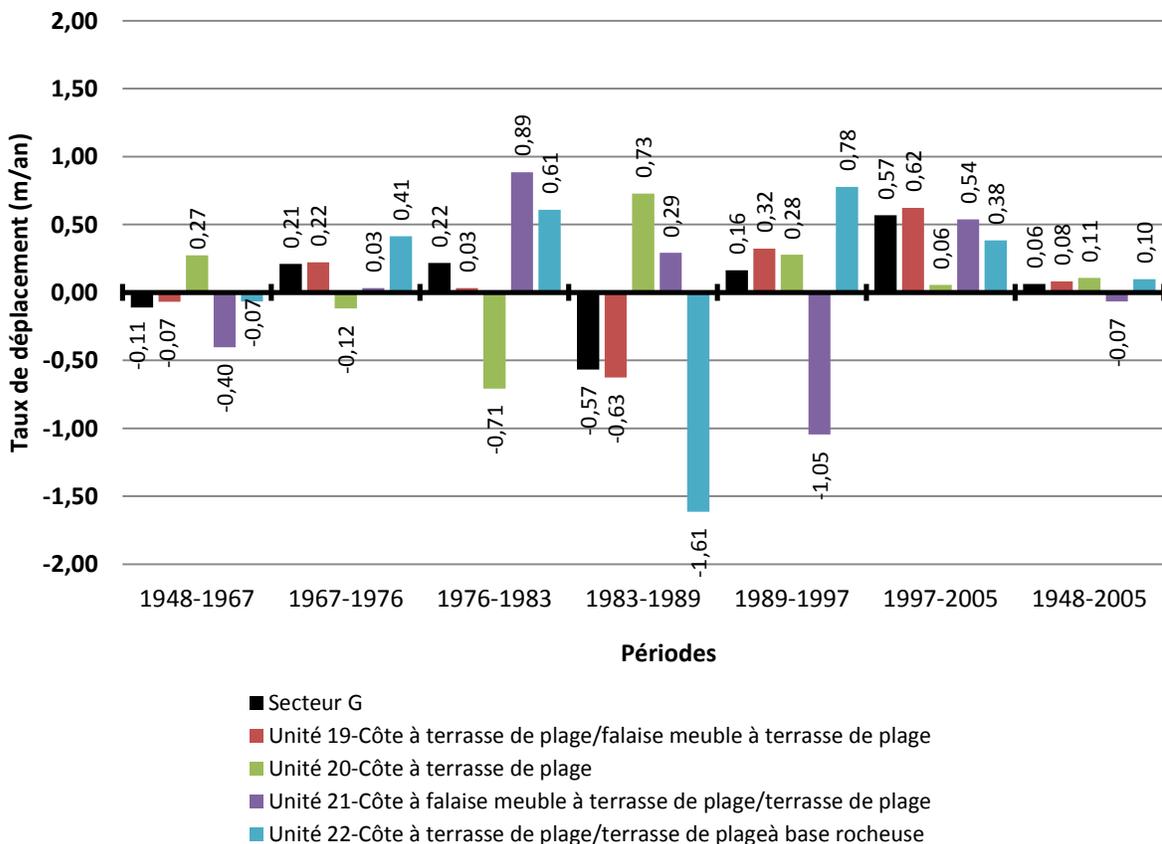


Figure 85. Évolution historique du secteur G -Pointe à l'est/pointe Paradis

#### 5.4.2.7 Secteur H (Pointe Paradis/rivière Romaine)

Le secteur H s'étend de la pointe Paradis à l'estuaire de la rivière Romaine (Planche 3). Il est caractérisé par des côtes à falaises meubles, à terrasses de plage et à marais maritime. Le bilan d'évolution entre 1948 et 2005 se rapproche d'une stabilité relative avec un taux de  $-0,06$  m/an (Figure 86). Ce secteur présente des périodes de quasi-stabilité de 1948 à 1976 et de 1983 à 1989. Les deux principales périodes d'érosion sont de 1976 à 1983 ( $-0,26$  m/an) et de 1989 à 1987 ( $-0,37$  m/an). La période récente de 1997 à 2005 a connu la plus grande accumulation moyenne ( $0,24$  m/an). À l'exception des unités 23 et 24, toutes les autres unités ont connu un recul entre 1983 et 1997. La période de 1983 à 1989, où les unités 23 et 24 ont connu leur plus forte accumulation, correspond à une forte période d'érosion de l'unité 22 qui est située en amont de la dérive littorale. Dans l'unité 23, ce sont les terrasses de plage au pied des falaises meubles qui ont connu une accumulation. Dans la période la plus récente, seule l'unité 29 a connu en réalité un recul assez important ( $-0,60$  m/an) alors que les unités situées à l'ouest affichent des résultats d'accumulation ou de stabilité.

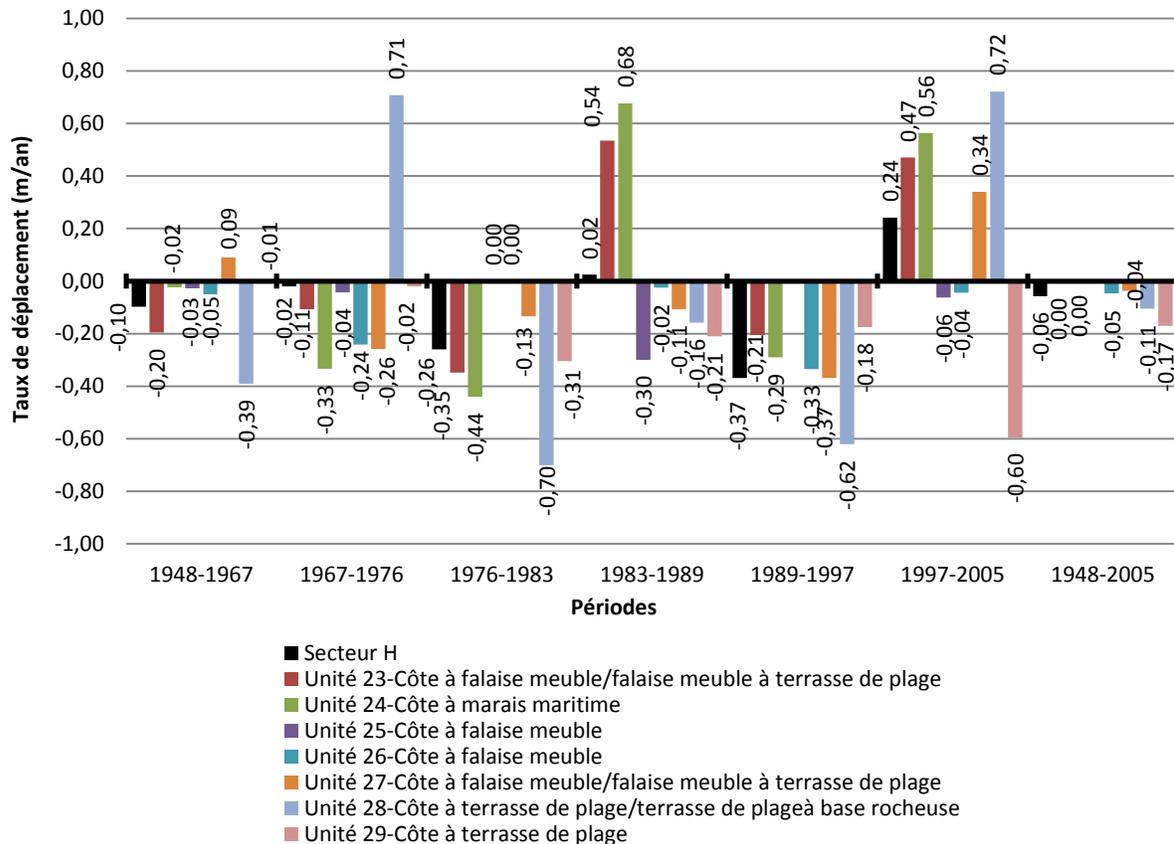


Figure 86. Évolution historique du secteur H -Pointe Paradis/rivière Romaine

### 5.4.3 Constats généraux

La comparaison des différents secteurs montre que les secteurs A et B sont ceux qui fluctuent le plus parmi l'ensemble des secteurs. La ligne de rivage des secteurs A et B évolue en dents de scie alternant de manière spatiale entre des secteurs en érosion et en accumulation et de manière temporelle entre des bilans positifs et négatifs. Les côtes à flèche littorale sont normalement celles qui affichent le plus de mouvements à travers le temps. De plus, les résultats montrent qu'avant 1997, le littoral dans la région d'étude était globalement en érosion, à l'exception de la période de 1967 à 1976. Après 1997, les côtes présentent plutôt un bilan positif, sauf pour le secteur D correspondant aux berges de la rive sud de l'estuaire de la rivière Mingan.

On remarque que, mis à part les secteurs de l'estuaire de la rivière Mingan (C, D et F), le littoral de la zone d'étude (secteurs A, B, E, G et H) est en importante accumulation depuis 1997. Mentionnons aussi que dans l'estuaire, les résultats indiquent une relation entre les secteurs D et E. Lorsque le secteur D est en érosion, le secteur E est en accumulation. Le secteur C qui connaît plutôt une stabilité dans la période récente fait exception à la règle. Ceci peut s'expliquer par la présence du chenal profond entre la côte et l'île du Havre de Mingan. Le chenal agit comme un puits et capte les sédiments faisant en sorte que le sable ne puisse pas retourner dans le système. Le bilan est généralement négatif ou faiblement positif.

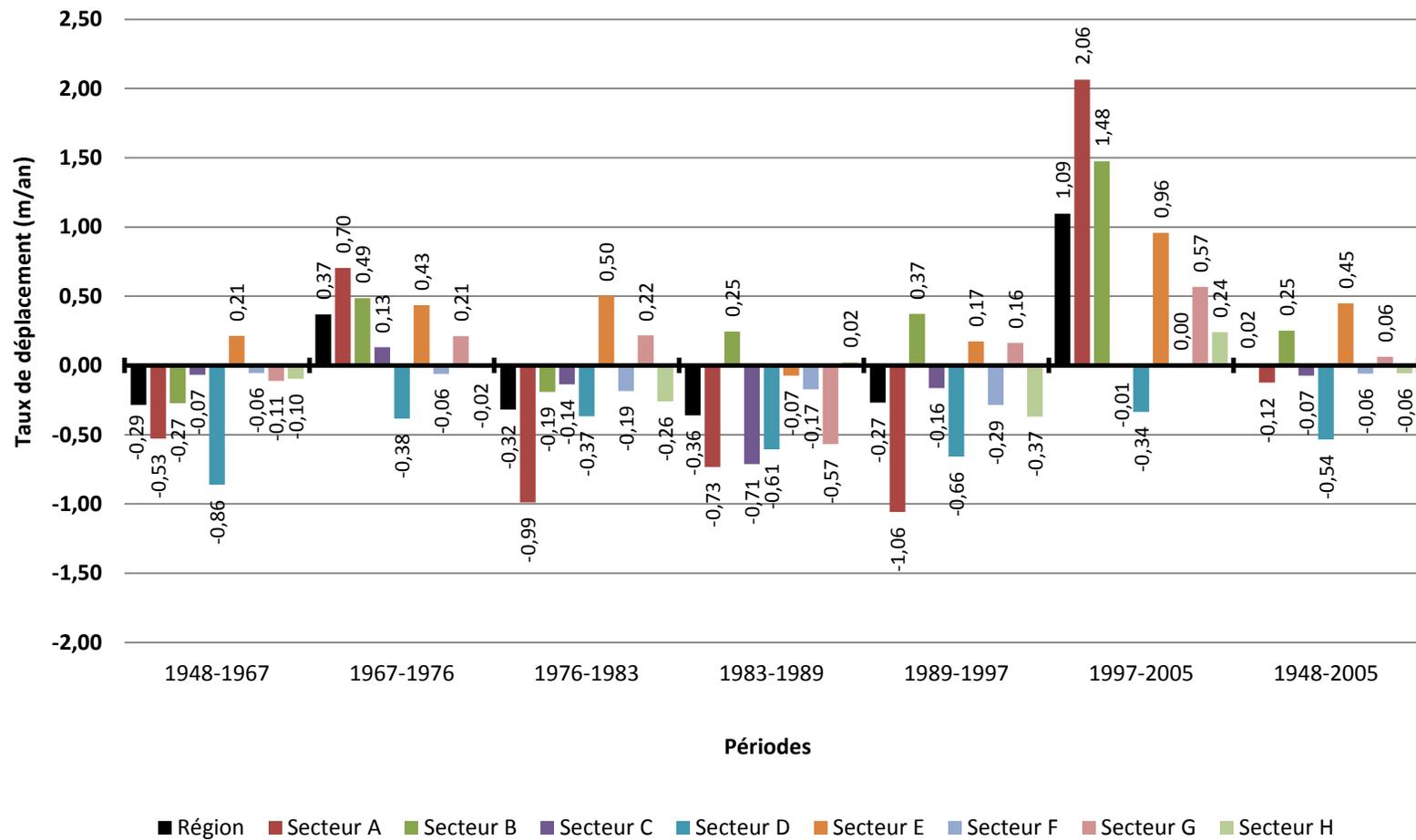
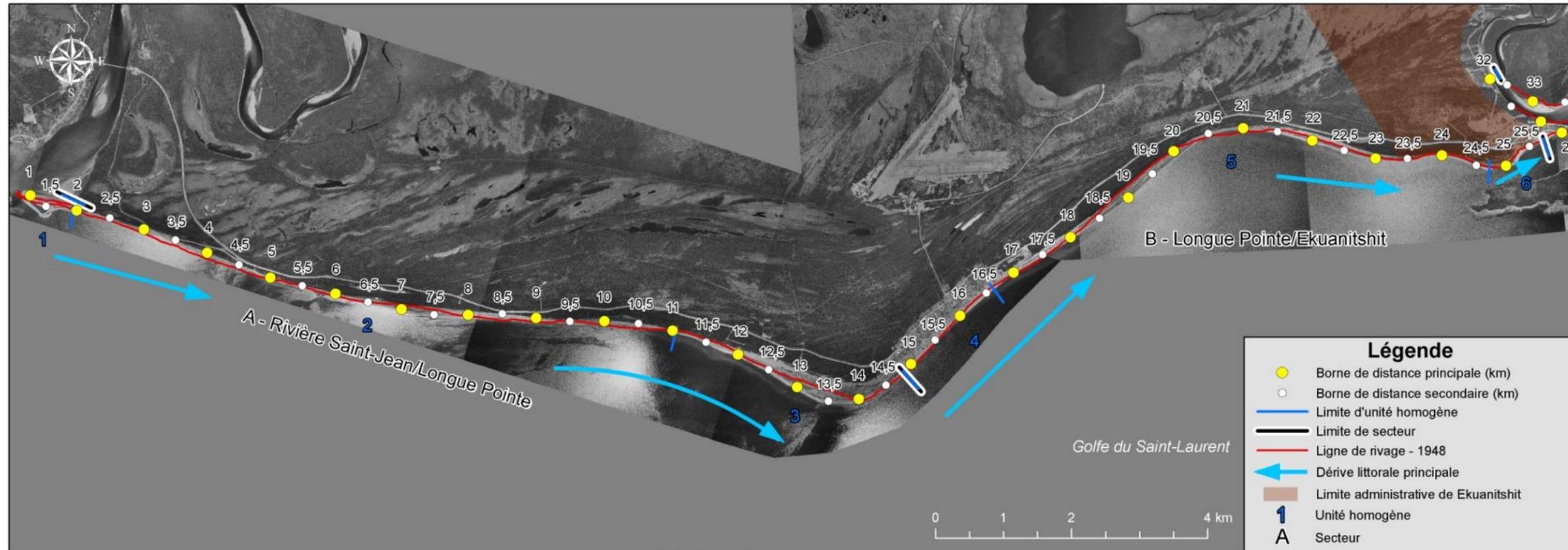
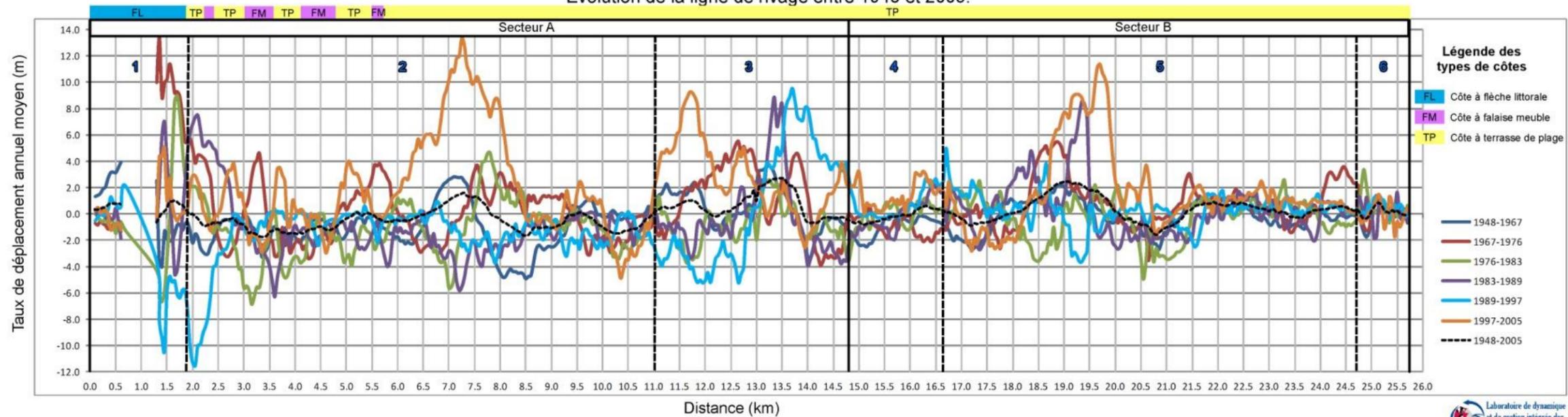


Figure 87. Évolution historique des secteurs A à H par période

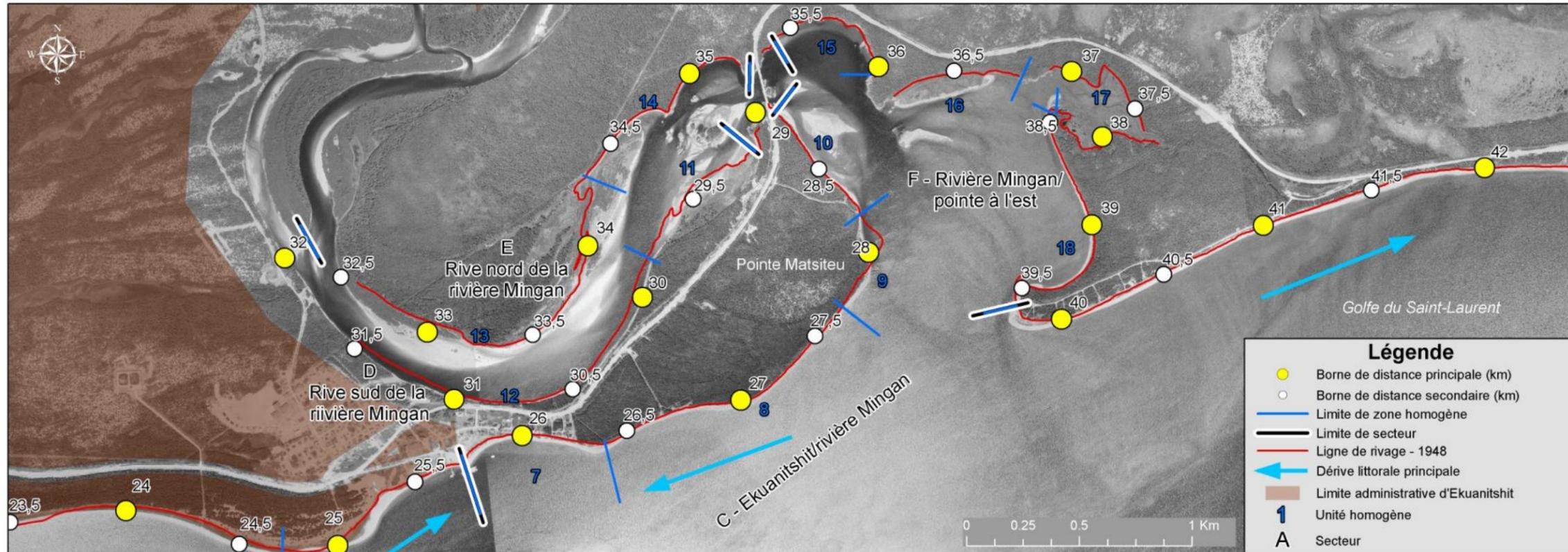


Évolution de la ligne de rivage entre 1948 et 2005.

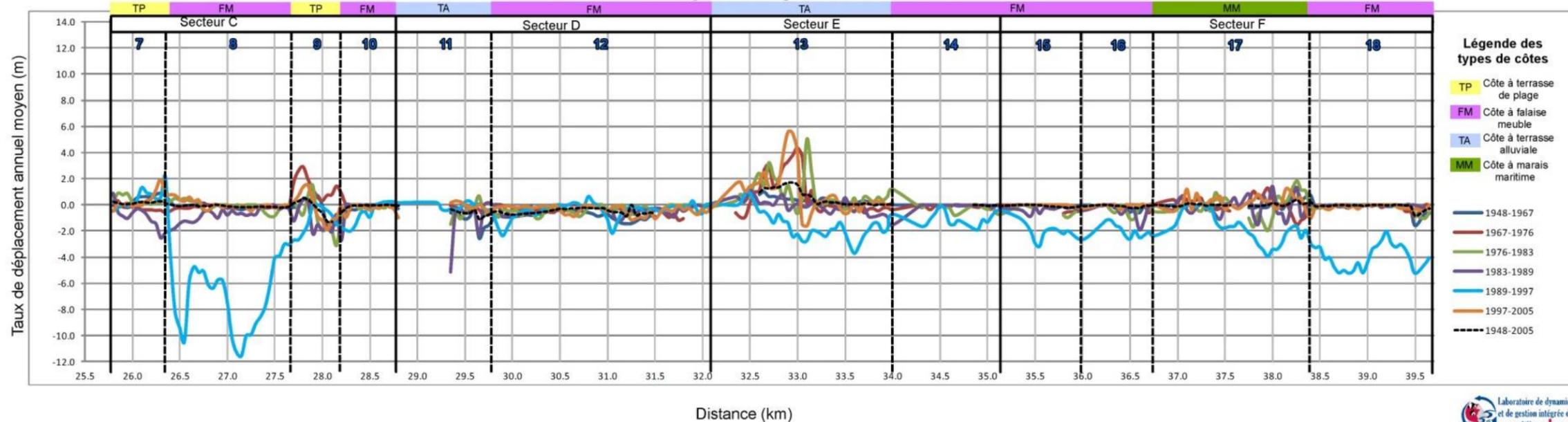


Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 5. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B



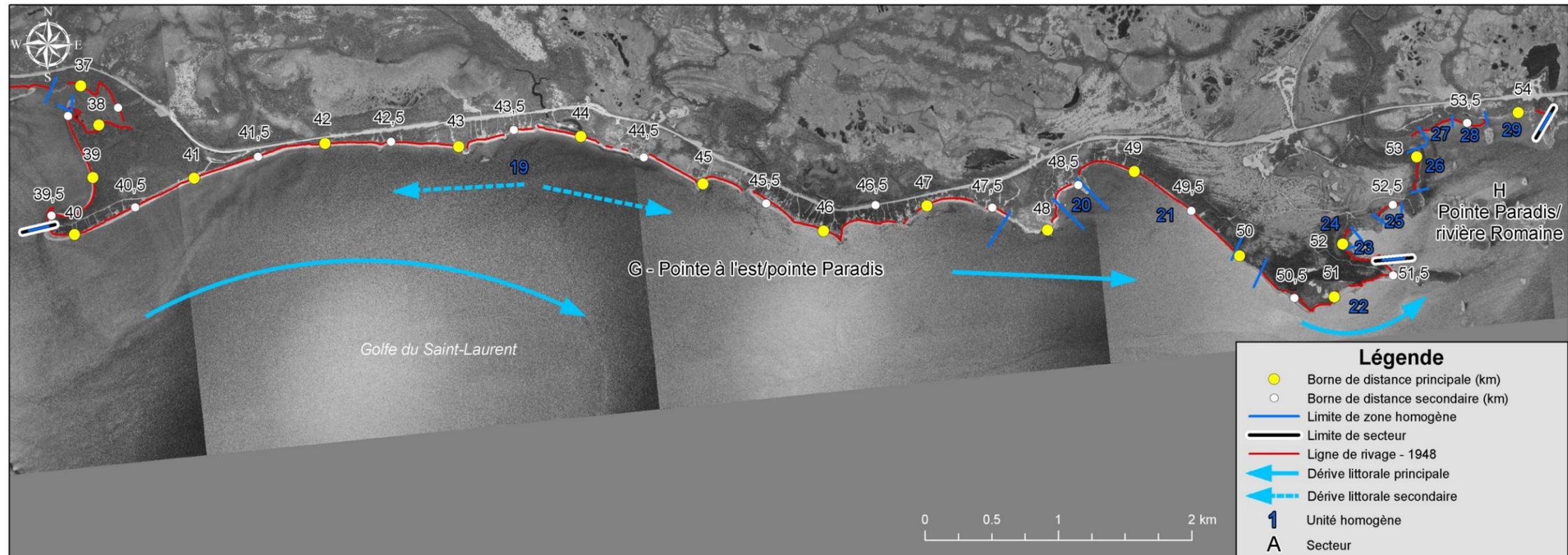
Évolution de la ligne de rivage entre 1948 et 2005.



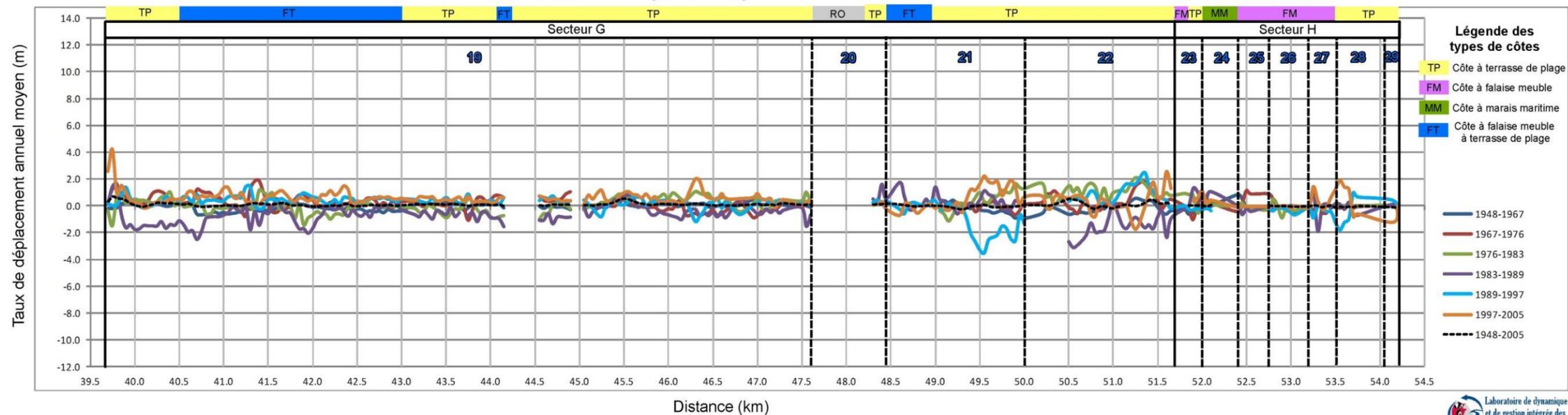
Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 5. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.



Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C, D, E et F



Évolution de la ligne de rivage entre 1948 et 2005.



Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 5. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Panache 3. Évolution côtière historique des secteurs G et H

## 6 Projection de l'évolution côtière

### 6.1 Méthodologie

#### 6.1.1 Identification des facteurs-clés d'évolution et couplage évolution côtière et climat historique

Afin de projeter le déplacement de la ligne de rivage ou du trait de côte selon l'horizon 2060, il importe d'identifier les facteurs-clés qui conditionnent l'évolution des différents types de systèmes côtiers. Cet exercice a été réalisé à l'aide des connaissances fondamentales et empiriques de la dynamique des différents types de côte et du régime hydrosédimentaire ainsi qu'à la lumière du couplage de l'évolution côtière et du climat historique. Ainsi, en juxtaposant les résultats de l'analyse du climat historique, et tout particulièrement les résultats des tendances des paramètres climatiques (Tableau 21), aux résultats de l'évolution côtière (Chapitre 5.4), il fut possible d'isoler les facteurs-clés de l'évolution des différents types de côte (Tableau 29). Le comportement de ces facteurs-clés d'évolution, dans le contexte des changements climatiques appréhendés (Chapitre 4.3.1), permet de déterminer le scénario d'évolution à préconiser.

Tableau 29. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région d'Ekuanitshit

Type de côte	Falaise meuble côtière	Terrasse de plage	Marais maritime	Flèche littorale	Terrasse alluviale	Falaise meuble estuaire
Processus	-Vagues -Transit sédimentaire	-Vagues -Transit sédimentaire	- Vagues - Glaces -Transit sédimentaire	-Vagues - Surcotes -Vent	-Écoulement fluvial	-Décrochement superficiel -Écoulement fluvial
Constats sur l'évolution côtière historique	Les falaises meubles côtières ont enregistré leur plus fort recul lors des périodes de 1983 à 1989 et de 1967 à 1976.	Les terrasses de plage ont connu leur plus fort recul lors des périodes de 1948 à 1967 et de 1983 à 1989. La période de 1997 à 2005 a connu une forte accumulation.	La période de fort recul a été de 1989 à 1997 pour le marais localisé dans l'estuaire de la rivière Mingan et de 1976 à 1983 pour le marais côtier.	Les périodes de 1989 à 1997 et de 1948 à 1967 sont les périodes de recul les plus intenses pour la partie exposée aux vagues de tempête.	La période de 1948 à 1967 enregistre le plus fort recul pour la terrasse de la rive droite alors que c'est la période de 1983 à 1989 pour la rive gauche de l'estuaire.	Les falaises meubles de l'estuaire ont connu leur plus fort recul lors des périodes de 1989 à 1997 et de 1948 à 1967.

Facteurs-clés d'évolution	<p><b>Tempêtes</b> La période de 1967 à 1976 arrive en seconde position pour la période avec le plus grand nombre d'événements de tempête. La période de 1983 à 1989 enregistre la plus forte fréquence de niveaux d'eau supérieurs à 3,5 m entre 1976 et 2005. Le 7 décembre 1983, une importante tempête affecta toute la Côte-Nord. Le niveau d'eau atteint durant cette tempête a été de 4,13 m.</p>	<p><b>Transit sédimentaire</b> Les terrasses de plage sont sensibles aux variations des apports sédimentaires provenant des rivières et de l'érosion des falaises côtières en amont. Lors des hivers avec une faible couverture de glace et de forts apports sédimentaires (1997-2005), les barres sableuses de bas estran sont engraisées ainsi que les plages, ce qui provoque l'avancée des terrasses de plage.</p>	<p><b>Transit sédimentaire</b> La période de recul du marais estuarien a été lors de la période où les anomalies des débits moyen et maximum ont été les plus faibles.</p>	<p><b>Tempêtes</b> La période de recul du marais côtier correspond à la deuxième période avec la plus grande fréquence d'événements de tempête. Cette période correspond aussi à la plus grande fréquence de niveaux d'eau supérieurs à 3,7 m entre 1976 et 2005.</p>	<p><b>Tempêtes</b> La période de recul du marais a été caractérisée par des températures plus chaudes que la normale, surtout à l'hiver 1981. La période de 1976 à 1983 est aussi caractérisée par un couvert de glace faible. Les glaces étaient alors plus mobiles et ont pu créer de nombreuses marelles et par conséquent l'érosion du marais.</p>	<p><b>Tempêtes</b> La flèche littorale réagit rapidement aux vagues de tempête. La période de recul intense a été de 1989 à 1997. Dans les archives, six événements ont possiblement eu un impact sur son évolution. Tous les événements sont survenus vers la fin de la période, soit en nov. 1994, 10 déc. 95, 22-23 déc. 95, 6 déc. 96, 9-11 déc. 96, et 20 déc. 96. La période de 1948 à 1967 est de loin la période avec le plus grand nombre de tempêtes. La période de 1989 à 1997 enregistre le plus grand nombre d'événements où le niveau a été supérieur à 3,5 m (50) et 4 événements supérieurs à 3,7 m entre 1976 et 2005. Lors de ces événements, la flèche peut migrer vers l'intérieur de l'estuaire de la rivière.</p>	<p><b>Écoulement fluvial et précipitations</b> Le régime hydrologique influence l'évolution des terrasses de plage.  Les fortes pluies en 1948-1967 (59 événements de pluies diluviennes) ont occasionné de fortes crues et engendré des reculs importants des berges de la rivière.</p>	<p><b>Précipitations et débit fluvial</b> Les fortes pluies en 1948-1967 (59 événements de pluies diluviennes) ont occasionné de fortes crues et engendré des reculs importants des berges de la rivière. Les pluies ont provoqué des décrochements dans la falaise. Durant la période de 1948 à 1967, les maximums des débits moyens ont été les plus élevés. Ceci a pu engendrer un recul du pied de la falaise et l'effondrement de la partie sommitale de la falaise. La période de 1989 à 1997 a été caractérisée par une moyenne de précipitations totales et de pluies très élevée. La fréquence des événements de pluies diluviennes supérieurs à 30 mm a été la plus élevée. Ces événements ont pu favoriser les décrochements superficiels.</p>
	<p><b>Transit sédimentaire</b> Le transit sédimentaire peut réduire la vitesse de recul des falaises lorsqu'il se forme une terrasse de plage à leur pied.</p>	<p><b>Tempêtes</b> La période de 1948 à 1967 est de loin la période avec le plus grand nombre de tempêtes de plus de 50 km/h et de plus de 70 km/h. De plus, les tempêtes majeures comme celles de 1955, 1960 et 1983 ont eu des impacts importants sur l'érosion des terrasses de plage.</p>	<p><b>Tempêtes</b> La période de 1976 à 1983 a été caractérisée par des températures plus chaudes que la normale, surtout à l'hiver 1981. La période de 1976 à 1983 est aussi caractérisée par un couvert de glace faible. Les glaces étaient alors plus mobiles et ont pu créer de nombreuses marelles et par conséquent l'érosion du marais.</p>	<p><b>Températures et couverture de glace</b> La période de 1976 à 1983 a été caractérisée par des températures plus chaudes que la normale, surtout à l'hiver 1981. La période de 1976 à 1983 est aussi caractérisée par un couvert de glace faible. Les glaces étaient alors plus mobiles et ont pu créer de nombreuses marelles et par conséquent l'érosion du marais.</p>	<p><b>Écoulement fluvial et précipitations</b> Le régime hydrologique influence l'évolution des terrasses de plage.  Les fortes pluies en 1948-1967 (59 événements de pluies diluviennes) ont occasionné de fortes crues et engendré des reculs importants des berges de la rivière.</p>	<p><b>Précipitations et débit fluvial</b> Les fortes pluies en 1948-1967 (59 événements de pluies diluviennes) ont occasionné de fortes crues et engendré des reculs importants des berges de la rivière. Les pluies ont provoqué des décrochements dans la falaise. Durant la période de 1948 à 1967, les maximums des débits moyens ont été les plus élevés. Ceci a pu engendrer un recul du pied de la falaise et l'effondrement de la partie sommitale de la falaise. La période de 1989 à 1997 a été caractérisée par une moyenne de précipitations totales et de pluies très élevée. La fréquence des événements de pluies diluviennes supérieurs à 30 mm a été la plus élevée. Ces événements ont pu favoriser les décrochements superficiels.</p>		

### 6.1.2 Définition des scénarios d'évolution

Deux scénarios ont été déterminés afin de projeter l'évolution du littoral jusqu'en 2060 en fonction des changements climatiques. Le premier scénario, tiré de Bernatchez *et al.* (2008), est basé sur le taux moyen d'évolution historique qui a été calculé pour toute la période d'étude, soit de 1948 à 2005. Ce scénario implique donc que l'évolution future de la côte va s'effectuer selon des conditions semblables à celles du passé, considérant autant les reculs que les avancées de la côte pour établir l'évolution future. Le scénario 1 considère donc que l'effet des changements climatiques ne modifiera pas le taux de déplacement de la ligne de rivage d'ici 2060. Le scénario 2, modifié de Bernatchez *et al.* (2008), considère comme plausible que l'intensité de l'érosion côtière, pour un même type de côte, soit comparable à la moyenne des taux d'évolution mesurés sur une période de 6 à 19 ans la plus intense comprise entre 1948 et 2005. Ce scénario implique donc une accélération de l'érosion côtière par rapport à la moyenne historique en raison des changements climatiques.

Le choix du scénario nécessite une bonne compréhension des facteurs et des processus qui conditionnent l'évolution côtière et comment ils seront affectés par les changements climatiques appréhendés. Nous avons choisi un des deux scénarios pour chacune des 30 unités homogènes selon le fonctionnement des systèmes côtiers et des relations entre le climat et l'évolution côtière. Le scénario 1 a été choisi lorsque les paramètres clés qui conditionnent l'évolution d'un système côtier nous laissent croire qu'il n'y aura pas d'accélération de l'érosion côtière ou encore lorsque la dynamique côtière anticipée entraînera plutôt une avancée du littoral. Le scénario 2 est préconisé lorsqu'il correspond à une période qui présente des conditions climatiques similaires ou se rapprochant du climat futur ou encore pour tenir compte d'une accélération de l'érosion en raison des modifications des conditions côtières appréhendées.

## 6.2 Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution

### 6.2.1 Secteur A et B - Rivière Saint-Jean/Mingan

Les secteurs A et B ont été regroupés dans cette section puisque le fonctionnement de leur système côtier est similaire et qu'ils font partie de la même unité hydrosédimentaire. Ces secteurs sont composés de côtes basses sableuses, principalement des terrasses de plage, des basses falaises et une flèche littorale à l'embouchure de la rivière Saint-Jean. Cette zone côtière est alimentée par une dérive littorale principale d'ouest vers l'est. Les deux principales sources sédimentaires proviennent de l'érosion des berges sableuses et silto-sableuses de la rivière Saint-Jean et de l'érosion des falaises à l'ouest de la rivière Saint-Jean. Les berges de la rivière Saint-Jean sont très actives et affectées par des cicatrices de glissements de terrain. L'absence de trappes à sédiments dans le lit de la rivière permet aux sédiments de transiter vers la côte pour alimenter un important delta d'embouchure (Dubois, 1979). Les falaises à l'ouest de la rivière Saint-Jean présentent les taux parmi les plus élevés du Québec maritime (Bernatchez et Dubois, 2004). Le taux moyen mesuré entre 1948 et 2005 est de 2 m/an (Boucher-Brossard,

2012). Ces falaises sont affectées par des processus hydrogéologiques qui déclenchent des glissements de terrain et des coulées argileuses, mais elles sont aussi affectées par des processus cryogéniques liés au gel-dégel et aux redoux hivernaux ainsi que par l'action des vagues de tempête (Bernatchez *et al.*, 2011). D'ailleurs, le recul de la falaise se produit principalement à l'automne et à l'hiver (Boucher-Brossard, 2012). Les sédiments qui proviennent de l'érosion des falaises et des berges de la rivière ainsi que du remaniement des sédiments du delta d'embouchure par les vagues et les courants viennent alimenter les plages, les cordons sableux de bas estran et les cordons pré littoraux de la zone côtière des secteurs A et B. Ces secteurs sont donc principalement influencés par les processus hydrodynamiques, particulièrement les vagues de tempête et les courants de dérive littorale. L'évolution de la ligne de rivage est influencée par la migration latérale des cordons de bas estran qui se déplacent d'ouest en est selon la dérive littorale principale. Plus spécifiquement, lorsqu'un cordon de bas estran s'accôle à la plage, il se produit un engraissement momentané de la plage et un déplacement positif de la ligne de rivage. Au fur et à mesure que le cordon se déplace vers l'est, il y a un amincissement de la partie amont (pédoncule du cordon) qui devient une zone d'érosion alors qu'en aval le bilan devient positif. Ce cycle érosion-accumulation provoque une évolution de la ligne de rivage en dents de scie. Il arrive donc, par endroits, que des pointes d'érosion mesurées pour une période donnée laissent place à des pointes d'accumulation la période suivante. Il y a donc des inversions dans la tendance de l'évolution côtière d'une période à une autre. Ce type d'évolution côtière a aussi été observé dans le secteur des plages de la région de Sept-Îles (Bernatchez *et al.*, 2008; Moign, 1972). Dans cette région, le littoral est caractérisé par une évolution en dents de scie qui témoigne d'un cycle érosion-accumulation sur une période d'environ 10 ans.

Par conséquent, les principaux facteurs clés qui peuvent conditionner la tendance de l'évolution côtière sont le cycle hydrologique (précipitations, débit de la rivière), les tempêtes et la couverture de glace. La conjoncture ou non de ces facteurs peuvent provoquer des tendances très différentes dans le bilan de l'évolution côtière. Tout d'abord, la période de 1953 à 1966 se démarque clairement des autres périodes par un nombre très élevé d'événements de tempête, soit 75 jours de tempêtes avec des vents supérieurs à 70 km/h. Cette période est reconnue pour son nombre élevé de tempêtes dans le golfe du Saint-Laurent, notamment dû au passage de nombreux ouragans qui sont venus y terminer leur course (Dubois et Lessard, 1986; Lewis et Morgan, 1984; Mather, *et al.*, 1967; Owens et McCann, 1980; Trzpit, 1977; Valton, 1981). Ainsi, les événements de tempête expliquent que l'ensemble du territoire à l'étude a connu un bilan négatif pour la période de 1948 à 1967. À une échelle spatiale plus locale, on constate par contre qu'à l'embouchure de la rivière Saint-Jean la période entre 1948 et 1976 correspond à une phase importante d'apports sédimentaires provenant de la rivière. Pendant cette période, il y a élargissement des deux flèches littorales d'embouchure et la formation de cordons sableux. D'ailleurs, l'intérieur de la flèche littorale à l'embouchure de la rivière Saint-Jean s'engraisse à un rythme de 2,53 m/an entre 1948 et 1967. C'est pendant cette période et plus particulièrement la période de 1967 à 1975 que les précipitations totales annuelles, les précipitations de pluie annuelles, les précipitations neigeuses et les précipitations diluviennes

(plus de 50 mm/24h) sont les plus élevées. Le climat est donc propice à augmenter la capacité de transport sédimentaire de la rivière, ce qui se reflète dans les dépôts sableux accumulés à l'embouchure de la rivière. La période de 1967 à 1976 est aussi l'une des deux périodes de forte accumulation sur le littoral. Les apports sédimentaires ont été suffisants pour compenser un nombre relativement élevé de tempêtes provenant du sud-est et du nord-ouest. Cependant, le secteur directement devant le village de Longue-Pointe-de-Mingan a connu un fort recul pendant cette même période. Un mur a été construit en 1986 pour protéger les infrastructures du village. La période de 1976 à 1983 est, au contraire, l'une des deux périodes de forte érosion. Cette période présente avec la période récente, la période hivernale la plus chaude avec une faible couverture de glace côtière. Cette période enregistre, après la période de 1953 à 1966, la fréquence la plus élevée de tempêtes (vent >70 km/h). Les tempêtes se produisent principalement en hiver alors que la couverture de glace est plutôt faible lors de cette période. De plus, les données de niveau d'eau disponibles (1976-2005) indiquent que la période de 1976 à 1982 présente de loin la plus importante fréquence de niveau d'eau supérieur à 3,7 m. Une étude de Dubois et Lessard (1986) sur la Côte-Nord présente des résultats similaires où la vitesse de recul du littoral est corrélée positivement avec les niveaux d'eau. Les périodes de forte érosion correspondent à des périodes de haut niveau d'eau et inversement les périodes de faible recul correspondent à une tendance négative ou à des niveaux d'eau plus bas. Le secteur A enregistre aussi un fort recul de la côte lors de la période de 1989 à 1997. Ce fort recul peut s'expliquer par deux facteurs, une réduction des apports sédimentaires et les événements de tempête. Tout d'abord, le débit de la rivière atteint son niveau le plus bas lors de cette période. On peut donc penser que les apports sédimentaires provenant de la rivière ont été moindres. De plus, cette période est caractérisée par un important couvert de glace en hiver, de sorte que les sédiments des falaises érodés par les processus cryogéniques et hydrogéologiques pendant la période glacielle ne sont pas disponibles pour alimenter les plages et sont soustraits du transit sédimentaire. Les flèches littorales connaissent une forte érosion du côté de la mer. Cette période enregistre d'ailleurs le plus fort taux de recul moyen pour la flèche littorale. Le recourbement vers l'intérieur de l'estuaire des extrémités des flèches littorales indique aussi que le littoral a été exposé à des vagues de tempête. En effet, les années 1994, 1995 et 1996 ont été caractérisées par des tempêtes qui étaient combinées à des marées de vives-eaux (plus de 3,5 m) dans les mois de novembre et de décembre. Pendant toute la période de 1989 à 1997, 50 événements de tempête ont atteint plus de 3,5 m, dont quatre événements de 3,7 m et un maximum atteint de 3,8 m. Selon les archives, au moins 6 événements de tempête ont eu des impacts sur la Côte-Nord (Friesinger, 2009). Le fort recul du secteur A a été bénéfique pour le secteur B localisé en aval de la dérive littorale, ce qui s'est traduit pour la même période par un bilan positif. Enfin, la période récente (1997-2005) enregistre le plus fort déplacement positif de la ligne de rivage, particulièrement pour les secteurs A et B. Cette période est caractérisée par les températures les plus chaudes et une couverture de glace très restreinte. Pendant la même période, les falaises localisées à l'ouest de la rivière Saint-Jean enregistrent leur plus fort taux de recul depuis 1948, soit une valeur de -3,6 m/an ce qui est près de deux fois plus élevé que la moyenne historique (Boucher-Brossard, 2012). En l'absence d'un couvert de glace de bas estran et en présence d'un étroit pied de glace qui ne recouvre pas l'ensemble de la plage, les

sédiments érodés aux falaises viennent ainsi alimenter les zones en aval de la dérive littorale, ce qui contribue à l'engraissement des cordons littoraux et des plages des secteurs A et B. Un autre phénomène observé est qu'en période de réduction du couvert de glace, les cordons littoraux de bas estran tout en continuant d'être alimentés en sédiments viennent s'accoler au bas de plage lors des événements de tempête, ce qui provoque un engraissement de la plage. Le rehaussement de la plage se fait aussi lorsque les vagues de tempête déposent des sédiments sur le pied de glace. La charge sédimentaire étant trop importante, le pied de glace de haut estran tend à fondre sur place, ce qui se traduit aussi par un bilan positif. Plus la surface de la plage s'élève, plus la glace côtière a tendance à fondre sur place, ce qui contribue à la stabilité de la plage. Le rehaussement et l'élargissement de la plage se traduisent par une avancée de la ligne de rivage. Les périodes de 1976 à 1982 et de 1997 à 2005 présentent des caractéristiques comparables au niveau des conditions climatiques, glacielles et hydrodynamiques. Or, le bilan de l'évolution côtière a été complètement différent pour ces deux périodes. La cause qui semble expliquer cette différence dans la tendance d'évolution est la différence dans les apports sédimentaires liée à la vitesse de recul des falaises localisées à l'ouest. En effet, le taux de recul pour la période de 1976 à 1982 est quatre fois moins élevé que la période de 1997 à 2005, ce qui représente une différence importante dans le volume de sédiments qui a pu contribuer à alimenter les secteurs A et B. Des forts taux de recul des falaises à l'ouest de la rivière Saint-Jean et des températures chaudes en hiver qui maintiennent un couvert de glace étroit pourraient être des conditions favorables à un bilan sédimentaire positif pour les secteurs A et B. Cependant, des températures plus chaudes comme celles appréhendées pour 2060 qui feraient disparaître complètement le couvert de glace pourraient avoir l'effet inverse.

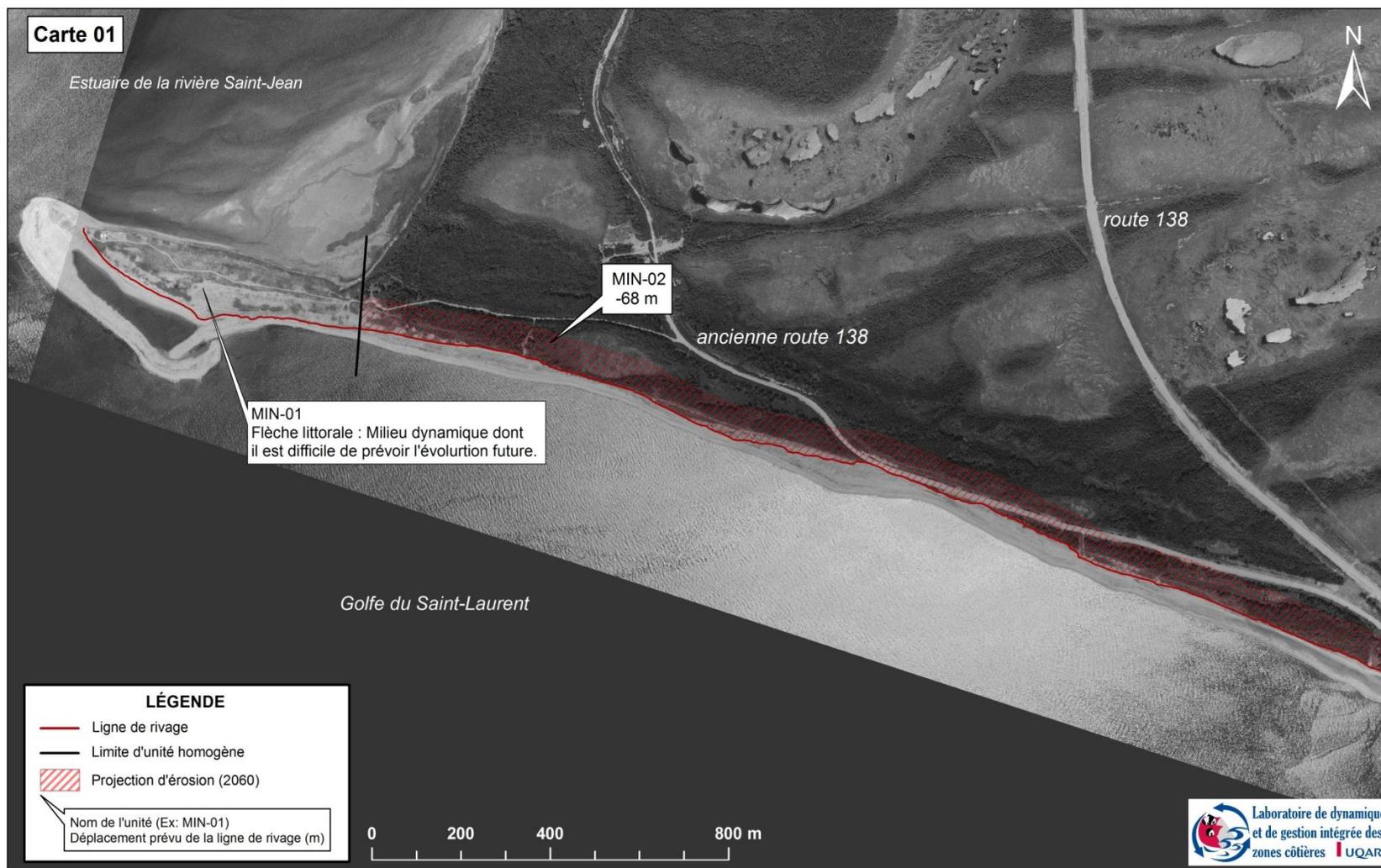
Enfin, le segment côtier situé devant Ekuanitshit et se terminant au quai de Mingan évolue différemment des autres secteurs. Ce secteur est caractérisé d'une terrasse de plage et d'une plage reposant sur une plate-forme rocheuse qui est disséquée par un chenal profond entre la côte et l'île du Havre. Le bilan à long terme de ce secteur est positif mais avec une valeur assez faible de 0,16 m/an et ce, malgré qu'il est situé en aval de la dérive littorale. Ce bilan plutôt stable s'explique d'une part, par la faible distance entre le chenal et la plage qui limite la progradation de la côte puisque les sédiments sont expulsés vers le chenal et ne peuvent revenir dans la cellule hydrosédimentaire de la côte. D'autre part, ce secteur ne présente pas de périodes de forte érosion puisqu'il est protégé des vagues de tempête par l'île du Havre de Mingan.

Le scénario 2 a été préconisé pour faire les projections d'évolution côtière. D'abord, la diminution de la couverture de glace devrait se poursuivre de manière importante avec le réchauffement des températures (Senneville et Saucier, 2007). Bien que le nombre de tempêtes n'augmentera pas d'ici 2050 dans le golfe du Saint-Laurent et même que celles du sud-est soient appelées à diminuer d'ici 2050 (Savard *et al.*, 2008; Savard *et al.*, 2009), la disparition rapide des glaces aura pour effet d'augmenter le nombre total de vagues de tempête atteignant les plages de la région en hiver. Si la tendance historique de la baisse du régime hydrologique des rivières se poursuit, les apports sédimentaires fluviaux à la côte devraient diminuer. Cependant, rien

n'indique que l'érosion des falaises localisées à l'ouest de la rivière Saint-Jean va s'estomper, de sorte qu'elles devraient continuer à alimenter en sédiments les secteurs A et B. En raison de la réduction de la couverture de glace, la configuration des flèches littorales devrait constamment évoluer. Il est difficile de prévoir pour ce type de système côtier comment il va évoluer. Le pédoncule de la flèche devrait normalement migrer vers l'intérieur avec le recul de la côte en aval. Comme cette flèche est alimentée par des apports de l'ouest, la formation des cordons sableux et les apports du delta d'embouchure devraient toutefois assurer le maintien de la flèche littorale (MIN-01, Figure 88).

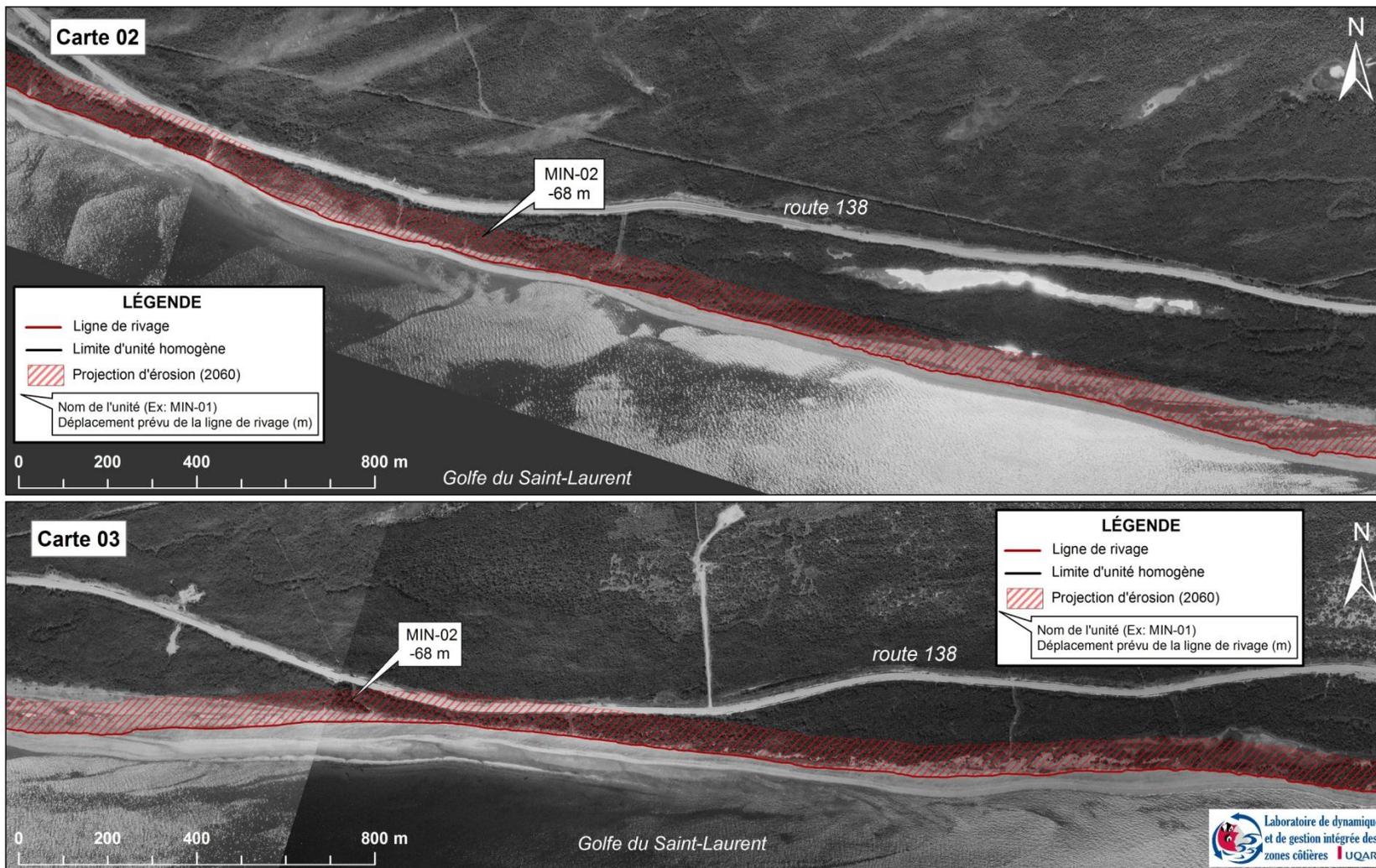
Les côtes à falaise meuble devraient continuer à reculer alors que le bilan sédimentaire des terrasses de plage qui est actuellement positif dans la partie ouest devrait s'inverser et devenir négatif avec la disparition de la couverture de glace et la baisse des apports sédimentaires de la rivière. Le recul prévu pour l'unité MIN-02 est d'environ 68 m jusqu'en 2060 (Figure 89). Puisque l'unité MIN-03 a connu des périodes d'accumulation et d'érosion et qu'elle est aussi alimentée par l'érosion de l'unité MIN-02, son recul prévu pour 2060 est moins élevé que pour MIN-02. Il est d'environ 43 m d'ici 2060 (Figure 90).

Le recul du littoral localisé à l'ouest devrait maintenir un apport sédimentaire pour les unités suivantes. Devant le village de Longue-Pointe-de-Mingan, nous considérons que le mur de protection va être maintenu d'où un recul prévu nul. Toutefois, en l'absence du muret, le recul prévu serait de 51 m derrière la ligne de rivage actuelle (Figure 91). Ce recul a été estimé en fonction des reculs passés. Les reculs survenus dans le passé pour l'unité MIN-05 sont plutôt faibles d'où un recul de 17 m estimé pour 2060 (Figure 91 et Figure 92). Entre l'île du Havre de Mingan et la communauté d'Ekuanitshit, le recul prévu est négligeable, soit 3 m d'ici 2060 quand on considère le taux de recul passé (Figure 93). Les sédiments perdus dans l'unité MIN-05 viennent alimenter l'unité MIN-06. Étant donné la présence de l'île du Havre de Mingan, les reculs sont beaucoup moins importants dans cette unité. Cette unité devrait donc demeurer près de la stabilité à long terme.



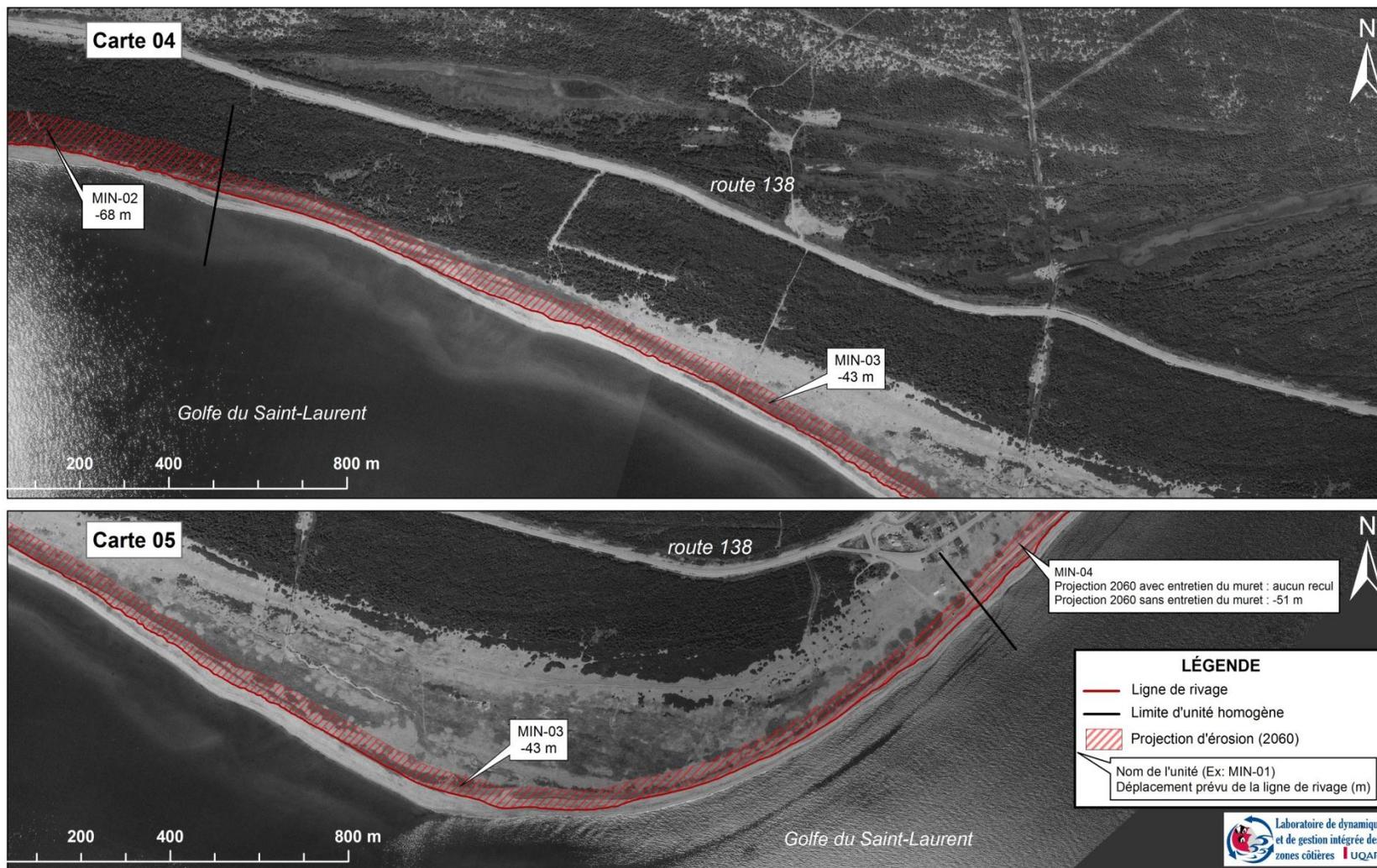
Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 88. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-01 et MIN-02



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 89. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-02



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-02 et MIN-03

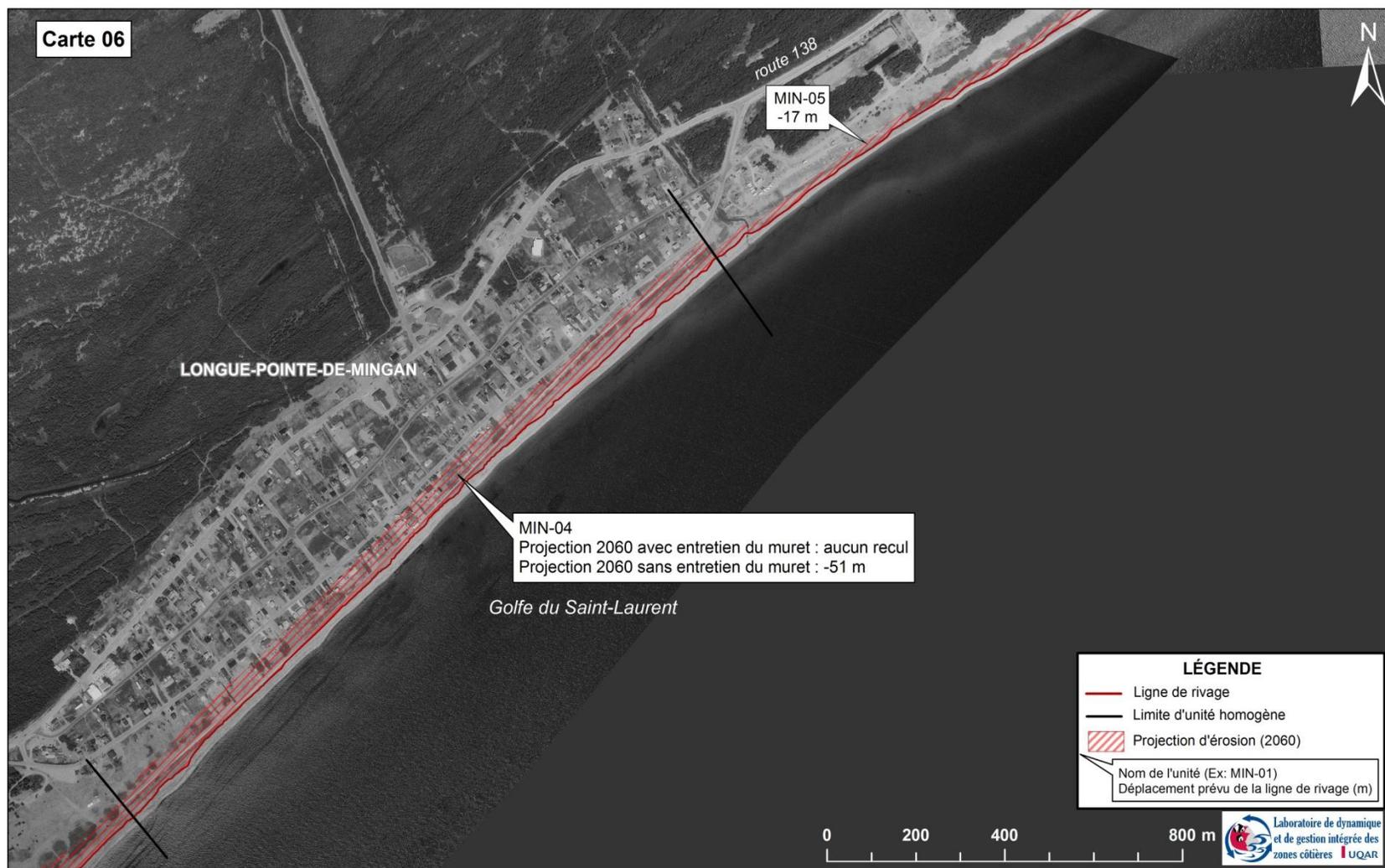
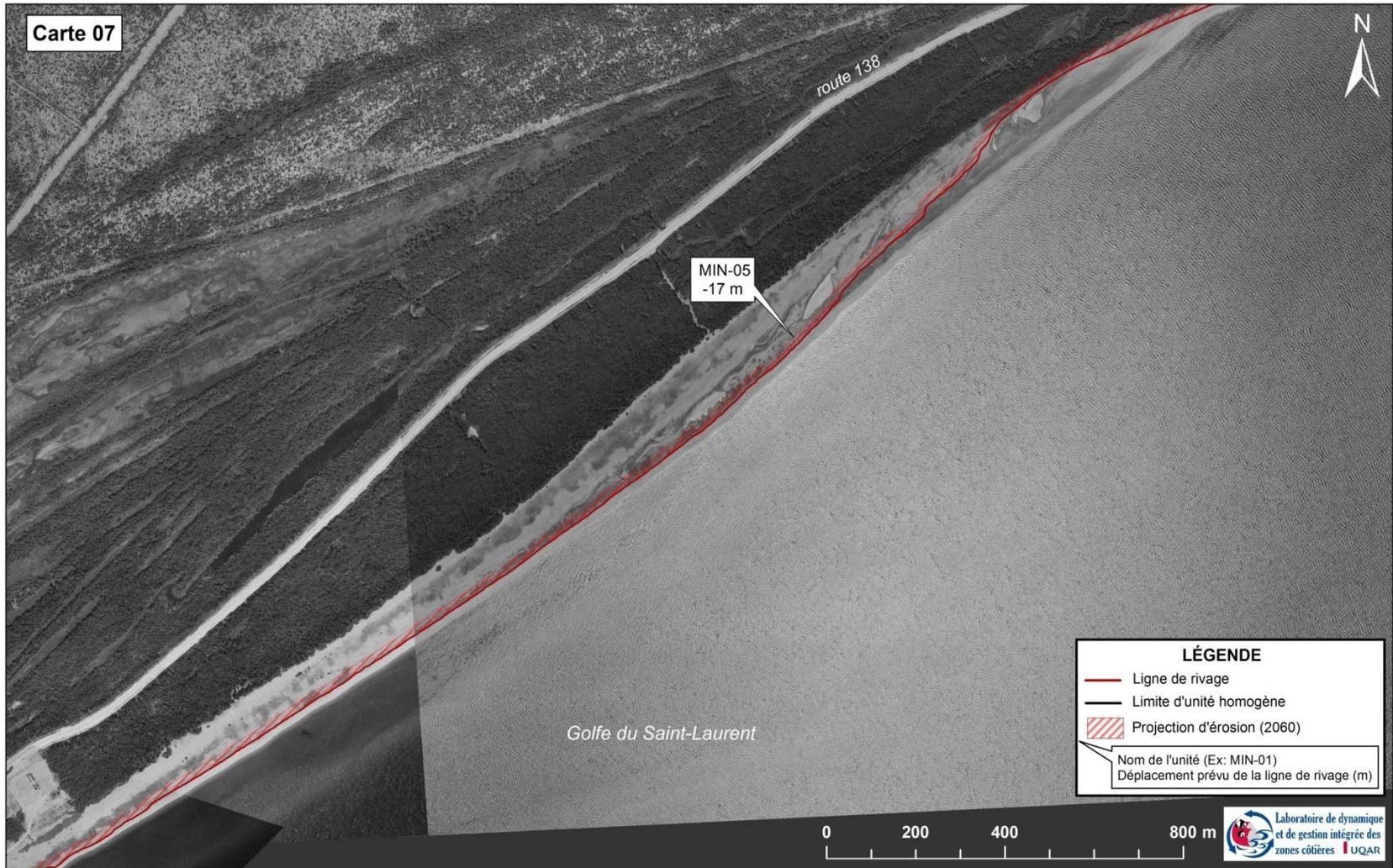


Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-04 et MIN-05



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-05

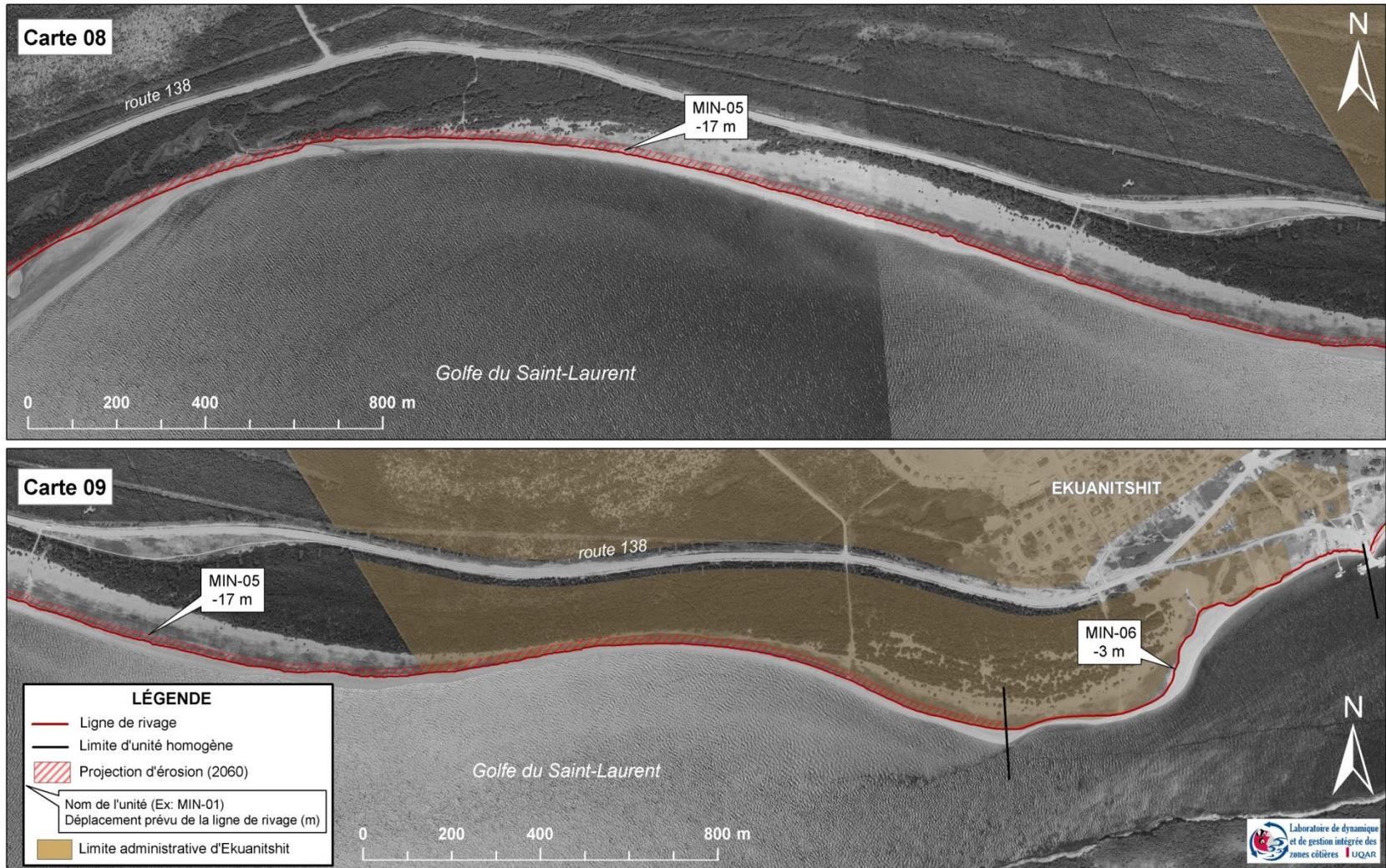


Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-05 et MIN-06

### 6.2.2 Secteur C - Ekuanitshit/rivière Mingan

Le secteur C est situé entre le quai de Mingan et la rivière Mingan. Il comporte quatre unités homogènes. Pour l'ensemble du secteur, la période de recul la plus importante est celle de 1983 à 1989. Le bilan global est légèrement négatif, voire stable. Les autres séquences présentent des taux près de la stabilité.

De manière générale, le secteur C est directement influencé par la dynamique de l'estuaire de la rivière Mingan. Le déplacement des bancs d'accumulation alluviale, des chenaux secondaires et du chenal principal influence la configuration de la côte. Ainsi, l'activation et le déplacement latéral de chenaux près de la côte expliquent les forts taux de recul particulièrement pour l'unité MIN-9. Peu avant 1983, une partie du chenal principal qui longeait alors davantage la rive est se comble, de sorte qu'une quantité d'eau plus importante va s'écouler dans le chenal qui longe la rive ouest devant l'unité MIN-9, d'où un changement important dans la vitesse de recul. La période de 1983 à 1989 se démarque des autres périodes avec un bilan fortement négatif. Les unités MIN-7, MIN-8 et MIN-9 enregistrent respectivement des taux de recul moyen annuel de -0,90 m, -0,71 m et -1,21 m. Cette période enregistre la plus forte fréquence de niveaux d'eau supérieurs à 3,5 m entre 1976 et 2005. Le 7 décembre 1983, une importante tempête affecta toute la Côte-Nord. Le niveau d'eau atteint durant cette tempête a été de 4,13 m. Seule l'unité MIN-7, directement localisée devant le village de Mingan, présente un bilan d'évolution positif. Ce segment côtier est le plus protégé des vagues par l'île du Havre de Mingan tout en bénéficiant des apports sédimentaires d'un transit d'est vers l'ouest et du quai qui favorise parfois l'accumulation du côté est du quai à la manière d'un épi transversal.

L'unité MIN-10, située à l'extrémité est du secteur C, est directement dans l'estuaire de la rivière Mingan et enregistre son plus fort taux de recul pendant la période de 1997 à 2005. On remarque pendant cette période devant ce segment côtier une forte érosion des bancs d'accumulation et une érosion latérale du chenal, ce qui explique le recul de la falaise de l'unité MIN-10. Cette période présente la moyenne des précipitations totales annuelles la plus faible à l'échelle historique avec des précipitations faibles tant pour la pluie que pour la neige. On peut penser que les apports sédimentaires de la rivière ont par conséquent été plus faibles, d'où l'érosion des bancs d'accumulation. L'unité MIN-07 devrait connaître une certaine stabilité pour le futur ou une légère progradation de la ligne de rivage en raison du recul des unités en amont. La projection pour 2060 prévoit un gain d'environ 9 m. Toutefois, il n'est pas impossible que ce milieu enregistre des reculs lors de violentes tempêtes. La période de 1983 à 1989 a connu en moyenne un recul absolu de 6 m. La modification ou le démantèlement du quai pourrait toutefois modifier la projection et favoriser à court terme un plus fort recul de la côte. En l'absence d'une couverture de glace et d'une réduction des bancs d'accumulation en raison de la baisse du régime hydrologique, les unités MIN-8 et MIN-9 devraient être exposées à un nombre plus important de tempête. Ainsi, nous estimons le recul prévu pour 2060 à 39 m et à 69 m respectivement pour les unités MIN-8 et MIN-9 (Figure 94). L'unité MIN-10 devrait suivre la tendance récente et reculer de 17 m pour 2060 (Figure 94).

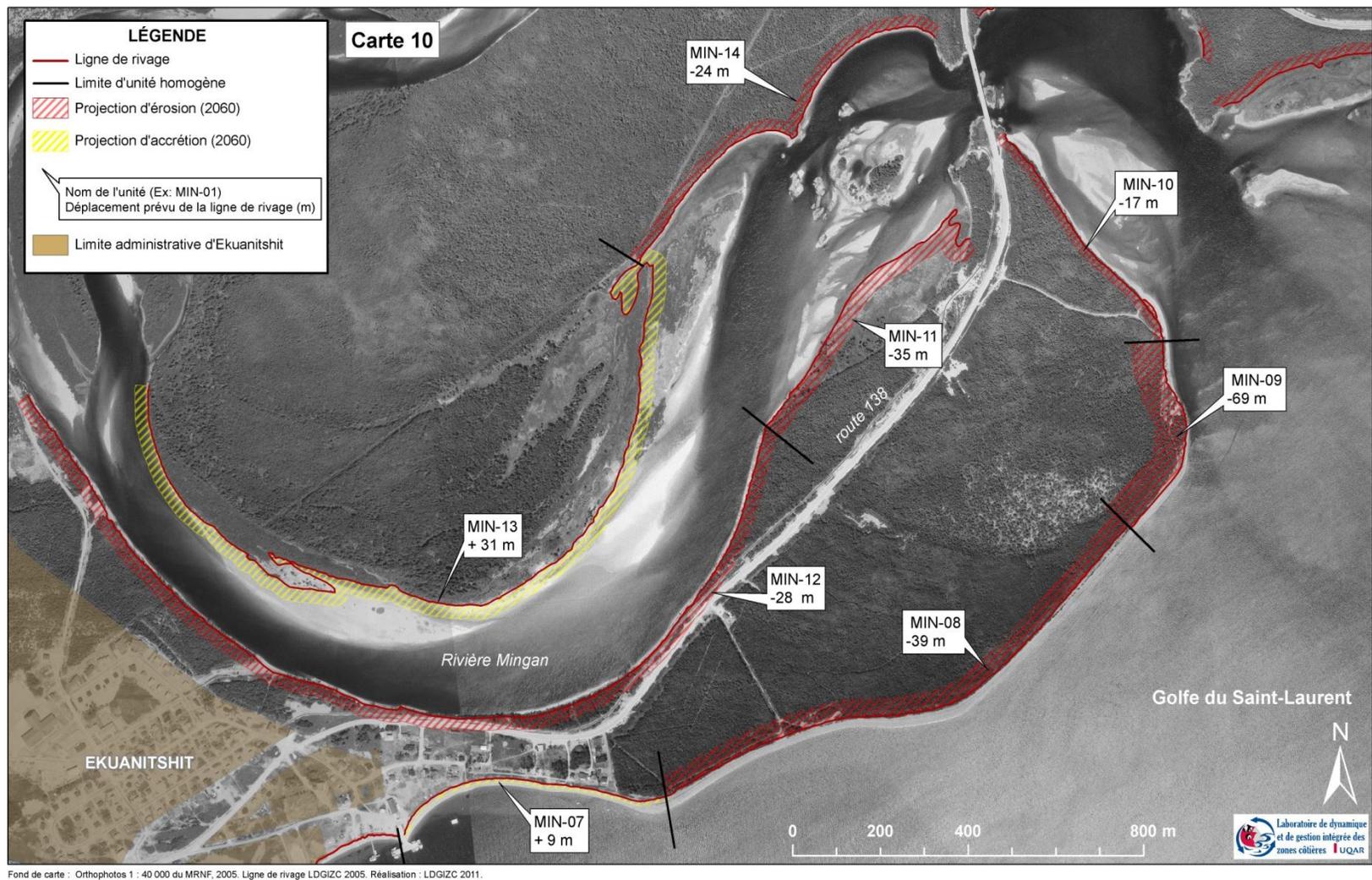
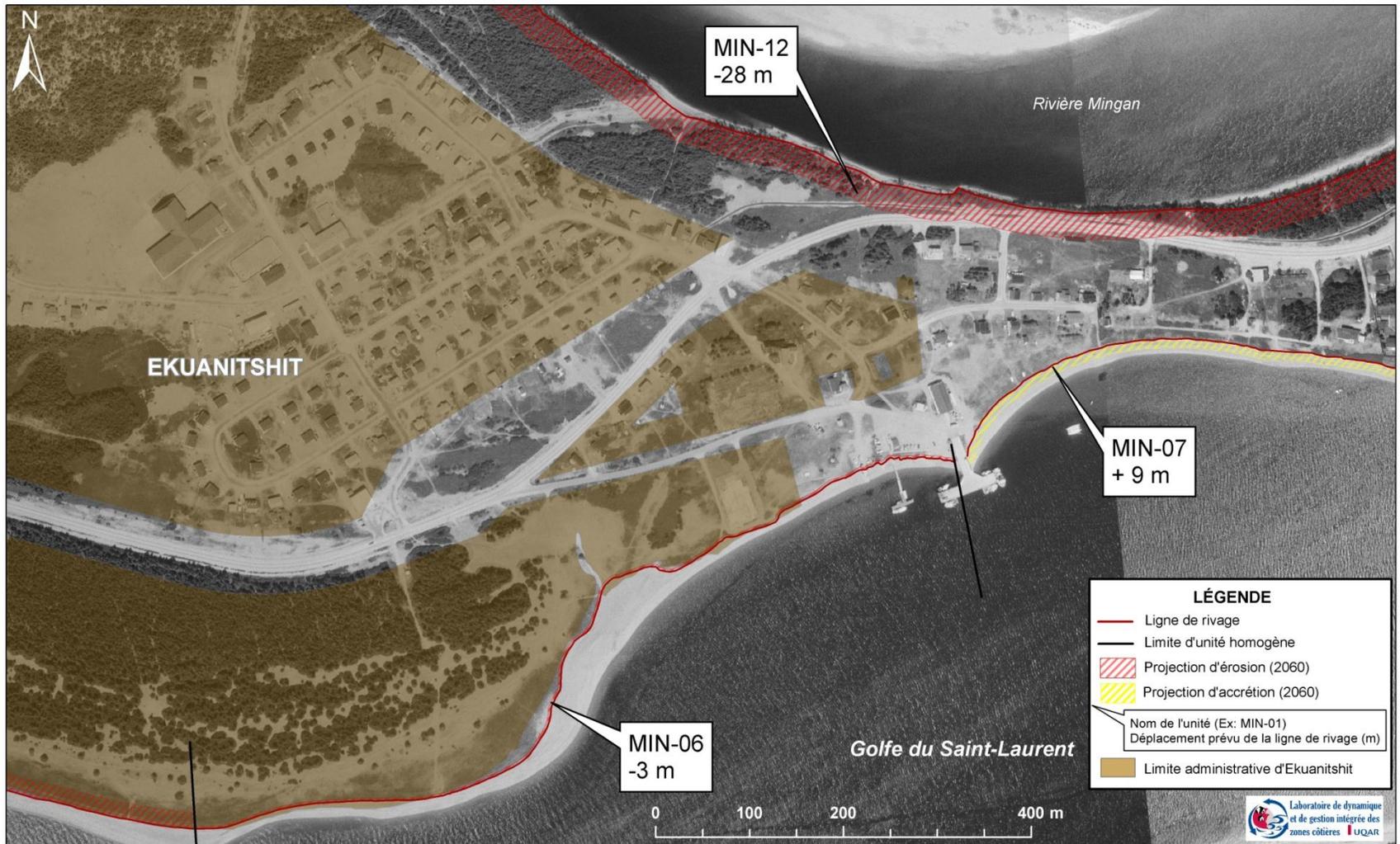


Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-07, MIN-08, MIN-09, MIN-10, MIN-11, MIN-12, MIN-13 et MIN-14



Fond de carte : Orthophotos 1:40 000 du MRNF 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée de zones côtières, UQAR, 2011.

Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-06 et MIN-07 et MIN-12 (touchant la réserve)

### 6.2.3 Secteur D et E - Rivière Mingan

L'évolution des secteurs D et E est conditionnée par le régime hydrologique de la rivière Mingan et par la dynamique du méandre. Le secteur D, qui comprend la partie concave du méandre, a connu son recul le plus important au cours de la période de 1948 à 1967. Cette période est caractérisée par des débits moyens et maximums très élevés, mais aussi par un très grand nombre d'évènements de pluies diluviennes de 30 mm et plus (59 évènements). Ces conditions ont été propices à l'érosion de la berge de la rivière dans la partie concave.

Le secteur E est constitué d'une terrasse alluviale (MIN-13) et d'une falaise meuble (MIN-14). La terrasse alluviale fait partie du banc de convexité de la rivière en face du secteur D. Elle évolue donc de manière naturelle en s'accumulant depuis toujours et en respectant l'évolution naturelle de la rivière. Les deux unités sont séparées par un marais maritime abrité par le banc de convexité. L'unité MIN-14 est située dans un méandre de la rivière en amont du pont de la 138 au-dessus de la rivière Mingan. La falaise meuble MIN-14 est en recul constant. Elle a d'ailleurs connu son recul le plus important dans la période de 1989 à 1997 (-0,43 m/an). Beaucoup d'évènements de pluies diluviennes de plus de 30 mm (40) et quatre évènements de pluies hivernales ont dû favoriser le recul de cette falaise. D'ailleurs, un évènement de pluie hivernale de 57 mm tombés en 24 heures a probablement occasionné des décrochements superficiels de la falaise sensible aux averses de pluies.

Dans le contexte où la tendance du régime hydrologique à la baisse se poursuit, le scénario 1 semble être le plus probable pour ce secteur de la rivière (MIN-11,12 et 13). L'unité MIN-11, située sur les berges de la rivière Mingan, connaîtra ainsi un recul de 35 m d'ici 2060, si la tendance se maintient. La prochaine unité homogène, MIN-12, qui touche les limites administratives d'Ekuanitshit a été estimée à près de 28 m de recul pour 2060 (Figure 94 et Figure 95). La rive opposée devrait connaître une accumulation de 31 m d'ici 2060 si la tendance se maintient. La falaise localisée en aval (MIN-14), devrait reculer d'environ 24 m pour 2060.

#### 6.2.4 Secteur F - Rivière Mingan/pointe à l'est

Le secteur F est situé dans l'estuaire de la rivière Mingan sur sa rive nord-est et est composé de quatre unités homogènes (Figure 96). Les unités MIN-15 et MIN-16 sont caractérisées comme des falaises meubles. La prochaine unité (MIN-17) est un marais maritime abrité par une flèche littorale faisant partie de l'unité. La dernière unité (MIN-18) du secteur est une falaise meuble qui alterne avec une falaise meuble à terrasse de plage.

Les unités MIN-15 et MIN-16 ont connu leur période de plus forte érosion entre 1976 et 1989. Le recul semble avoir été influencé par des événements de haut niveau d'eau. La période de 1976 à 1982 enregistre la plus forte fréquence d'événements avec une hauteur d'eau supérieure à 3,7 m alors que la période de 1983 à 1988 enregistre la plus forte fréquence d'événements avec une hauteur d'eau supérieure 3,5 m. Ces segments côtiers sont donc sensibles aux tempêtes et aux surcotes. Divers événements qui ont pu favoriser le recul de la falaise se sont produits lors de cette période. Une importante tempête a eu lieu le 7 décembre 1983. Le niveau de l'eau prédit a été de 2,92 m et celui atteint a été de 4,13 m donnant ainsi une surcote de 1,2 m. La période de 1976 à 1983 a aussi été favorable à l'érosion de la falaise localisée dans un méandre (MIN-15), et ce, en raison des forts débits de la rivière lors de cette période. Cette période a aussi connu de fortes précipitations. En 1981, la quantité de précipitations de pluie a été de 213,2 mm, ce qui correspond au deuxième niveau en importance entre 1948 et 2001. Ces conditions ont dû être propices à l'érosion fluviale. D'ailleurs, selon les données de débits de la rivière Romaine, 1981 a connu le débit le plus fort. On peut croire qu'il en a été de même pour la rivière Mingan.

La falaise de l'unité MIN-16 a aussi connu un important recul lors de la période de 1989 à 1997. Les précipitations totales et de pluies furent élevées. En 1994, la quantité de pluies s'est élevée jusqu'à 245,4 mm. Cette falaise semble ainsi réagir aux précipitations et aux processus hydrogéologiques.

L'unité MIN-17 est une côte à marais maritime localisée dans le fond d'une baie. Ce secteur est protégé et présente un bilan plutôt stable, avec très peu d'évolution. Les marelles semblent aussi très stables à l'échelle historique. Si la flèche littorale localisée au sud du secteur continue d'allonger, le marais devrait maintenir sa stabilité.

La dernière unité (MIN-18) située dans l'estuaire de la rivière Mingan a aussi réagi aux fortes précipitations survenues durant la séquence de 1989 à 1997. En effet, ce segment côtier présente des taux de recul très faibles pour l'ensemble des périodes d'analyse, sauf pour la période de 1989 à 1997 où le taux moyen de recul a été de -0,43 m/an. Toutefois, on enregistre pour la période de 1948 à 1983 de forts reculs localisés sur la pointe (extrémité sud-ouest de l'unité) pouvant atteindre 1,6 m/an lors de la période de 1948 à 1967. Ce recul de la pointe est lié à la présence du chenal principal de la rivière qui longe directement la côte à ce niveau. C'est lors de ces périodes que les débits moyens et maximums ont été les plus élevés favorisant ainsi l'érosion de la pointe. Par la suite, une partie du chenal a été comblée et une quantité plus

importante d'eau emprunte le chenal qui longe plutôt la rive ouest, ce qui par conséquent entraîne une réduction dans la vitesse de recul de la pointe.

Le scénario 2 est préconisé pour l'ensemble des unités du secteur F, à l'exception de l'unité MIN-17 où le scénario 1 est le plus probable. La côte deviendra plus sensible à l'érosion en raison de la réduction du couvert de glace. L'unité MIN-15 a été évaluée comme pouvant subir de l'érosion jusqu'à 19 m pour 2060 (Figure 96). L'unité adjacente, MIN-16, subira, d'ici 2060, un recul de 23 m alors que le marais maritime localisé dans le fond de la baie devrait demeurer stable. La dernière unité du secteur reculera, si la tendance se maintient, de 24 m en 2060 (Figure 96).

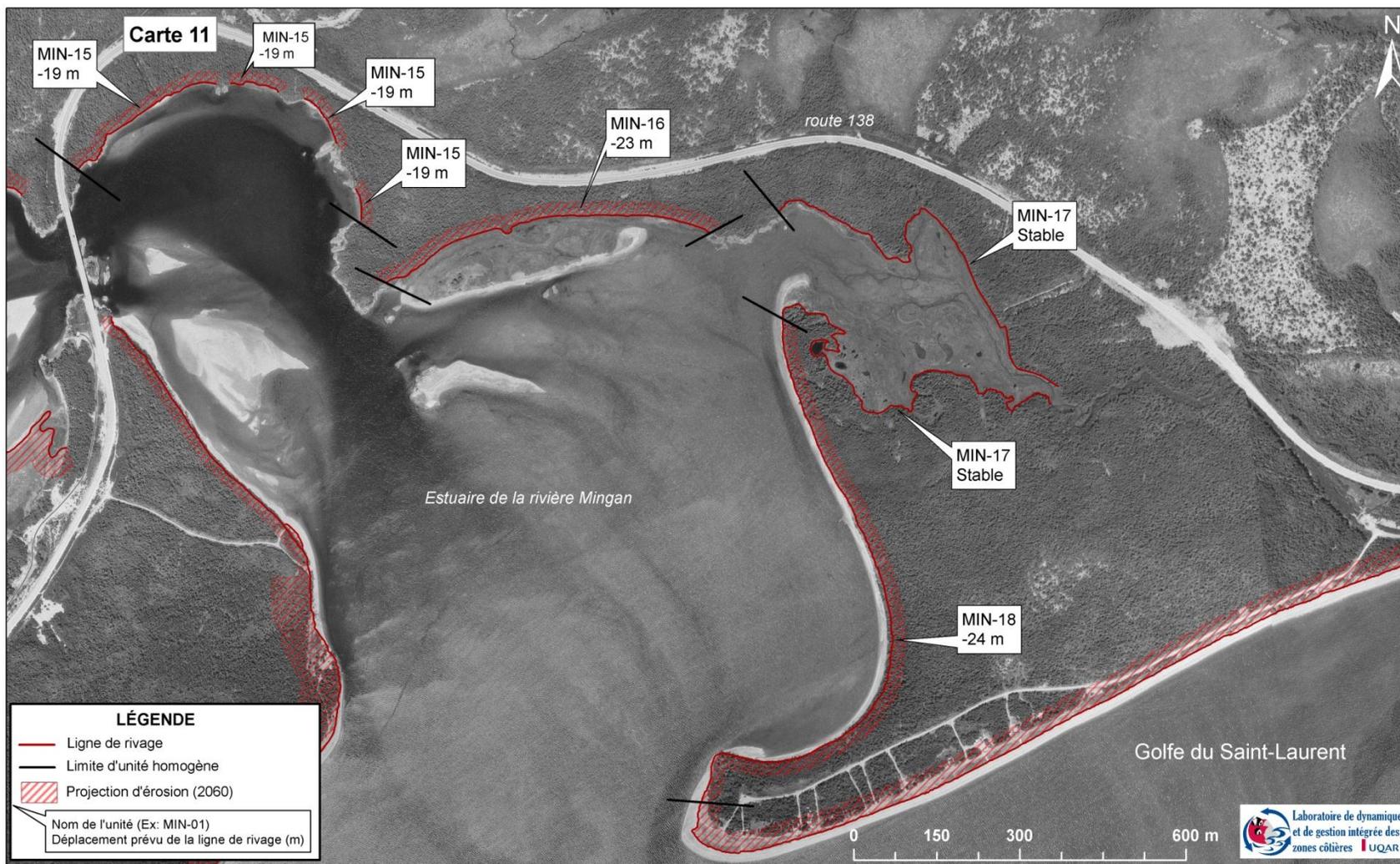


Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-15, MIN-16, MIN-17, MIN-18

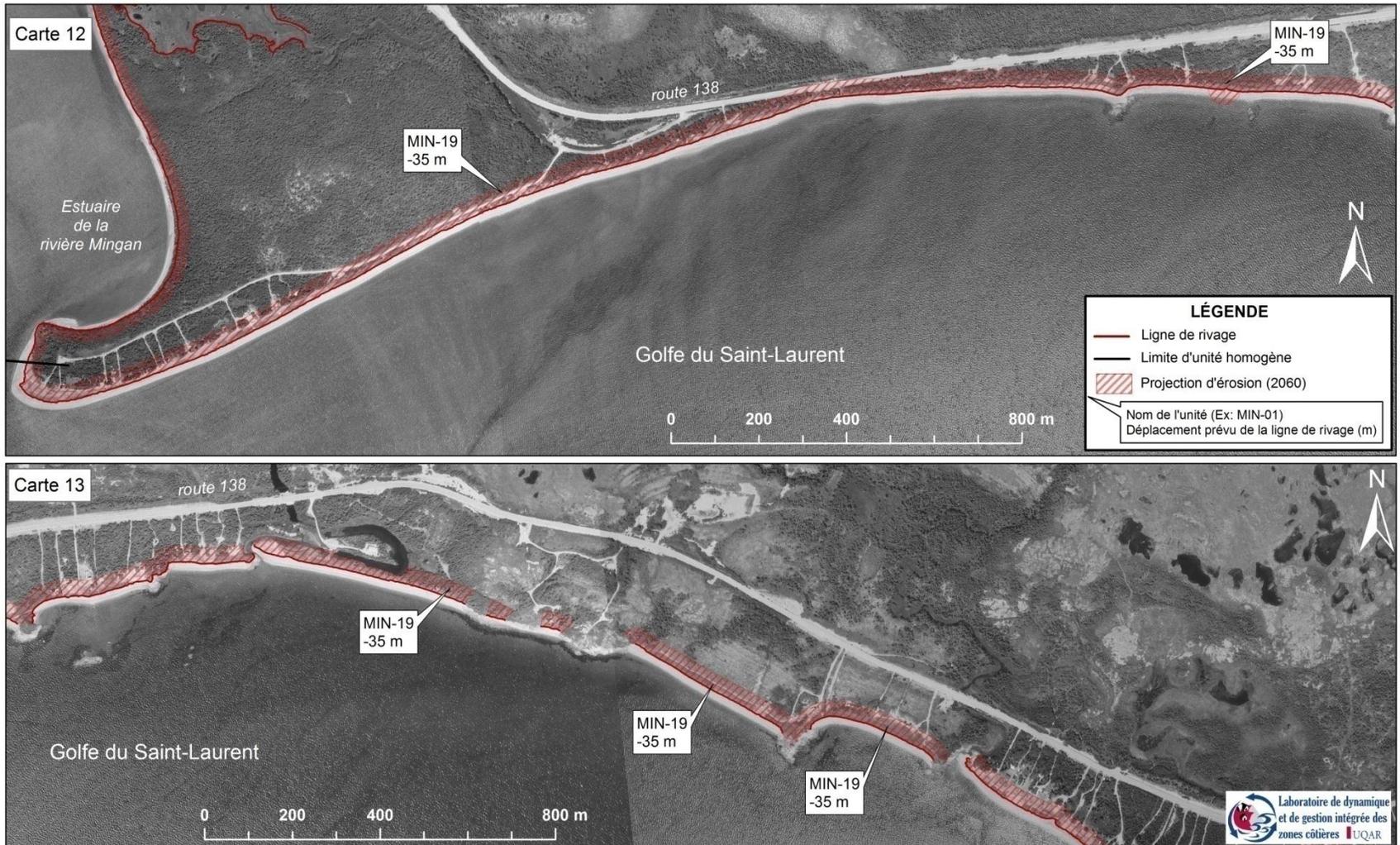
### 6.2.5 Secteur G - Pointe à l'est/pointe Paradis

Le secteur G comprend quatre unités homogènes séparées par des côtes rocheuses qui n'ont pas été analysées dans l'étude puisque leur recul n'est pas important. Le secteur G est principalement composé de terrasses de plage et de falaises meubles ayant une terrasse de plage à leur pied.

Ce secteur de côtes principalement sableuses est surtout alimenté par les apports sédimentaires de la rivière Mingan selon une dérive littorale principale d'ouest vers l'est. La rivière Mingan possède un important delta à l'embouchure dont les sédiments sont remaniés en barres d'avant-côte. Cette réserve sédimentaire alimente la côte en sédiments, de sorte que le bilan global historique est généralement positif. La période de 1983 à 1989 présente toutefois un bilan négatif avec généralement les valeurs de recul les plus élevées, notamment pour MIN-19 et MIN-22. Cette période a été affectée par de nombreux événements de tempête. La période de 1976 à 1983 a aussi été propice à l'érosion pour MIN-20 et certains secteurs de MIN-19.

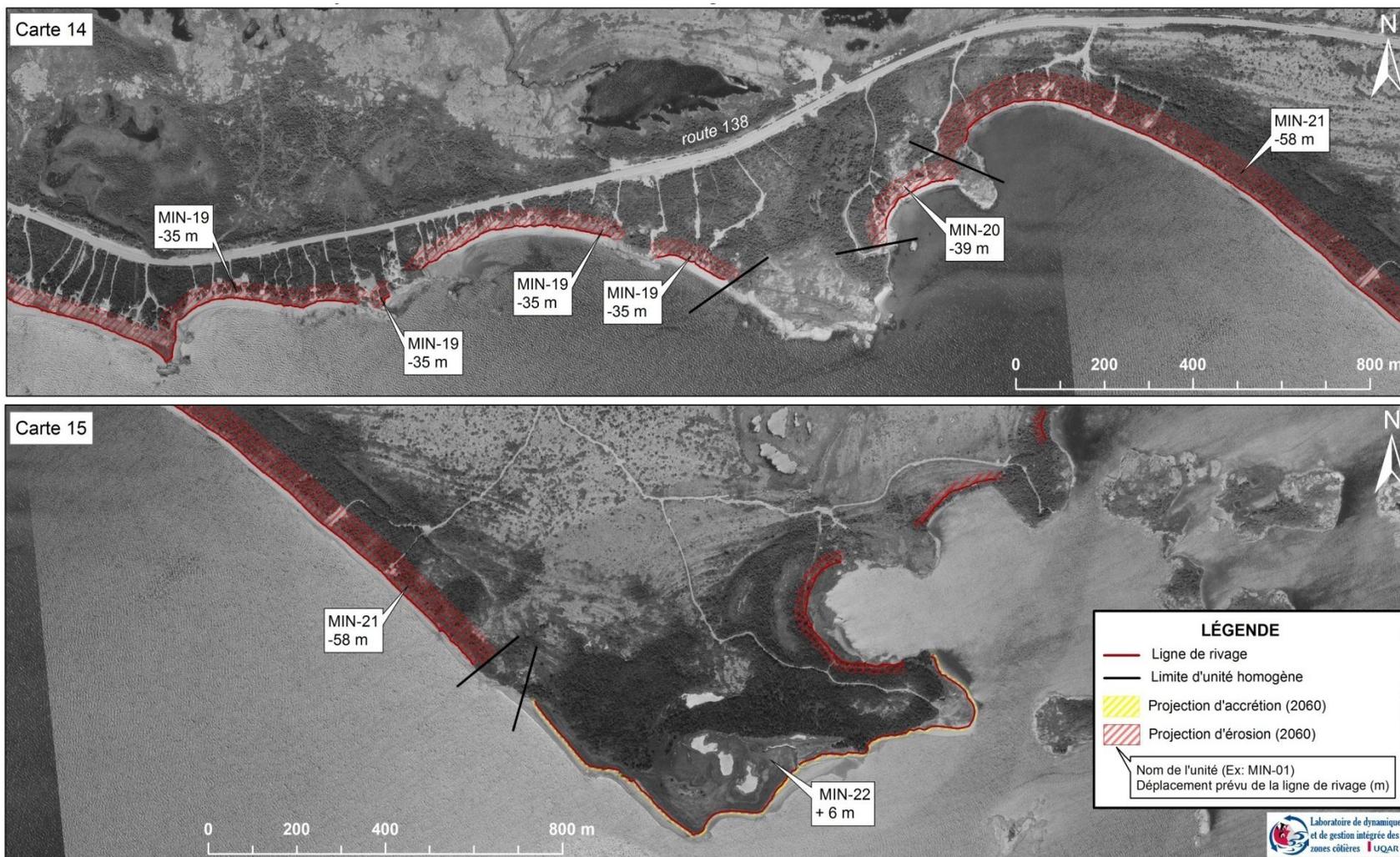
Dans la période de 1989 à 1997, l'unité MIN-21 a enregistré son plus fort recul. Comme la plupart des terrasses de plage du secteur, celle-ci réagit aux tempêtes et aux surcotes. Selon les archives, six événements de tempêtes ont eu lieu sur la Côte-Nord et ont affecté le littoral au cours de cette période (Friesinger, 2009). Dans les années 1994, 1995 et 1996, des tempêtes combinées avec de fortes surcotes ont eu un impact sur la côte. Cinquante événements de niveaux d'eau de plus de 3,5 m, quatre événements de 3,7 m et un événement maximum de 3,8 m caractérisent la période de 1989 à 1997. La période récente (1997-2005) présente un bilan positif pour l'ensemble des unités. Cette période, qui est caractérisée par un faible couvert de glace, a été propice à la migration des barres de sable vers la côte lors des événements de tempête. Ce processus a favorisé la formation de terrasses de plage au pied des falaises ainsi que la progradation des terrasses de plage.

Dans le contexte de la baisse du régime hydrologique de la rivière Mingan et de la réduction du couvert de glace, le secteur G devrait connaître une réduction des apports sédimentaires et la tendance de l'évolution côtière devrait s'inverser passant d'un bilan positif à un bilan négatif. L'unité MIN-19, longue unité qui borde plusieurs chalets, devrait reculer de 35 m d'ici 2060 (Figure 97 et Figure 98). La prochaine unité, MIN-20, séparée de MIN-19 par une pointe rocheuse, subira un recul d'environ 39 m pour l'an 2060 (Figure 98). L'unité MIN-21 subira le plus d'érosion dans le secteur, soit environ 58 m d'ici 2060 (Figure 98). Nous proposons d'utiliser le scénario 1 seulement pour l'unité MIN-22. Cette unité située en aval de la dérive littorale devrait en partie bénéficier des apports de l'érosion de l'unité MIN-21. Il devrait prograder de 6 m d'ici 2060. Cependant, la côte de l'unité MIN-22 est aussi influencée par les chenaux des rivières Lechasseur et Romaine, ce qui n'exclut pas qu'elle puisse à l'occasion connaître un recul de quelques mètres.



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 97. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-19



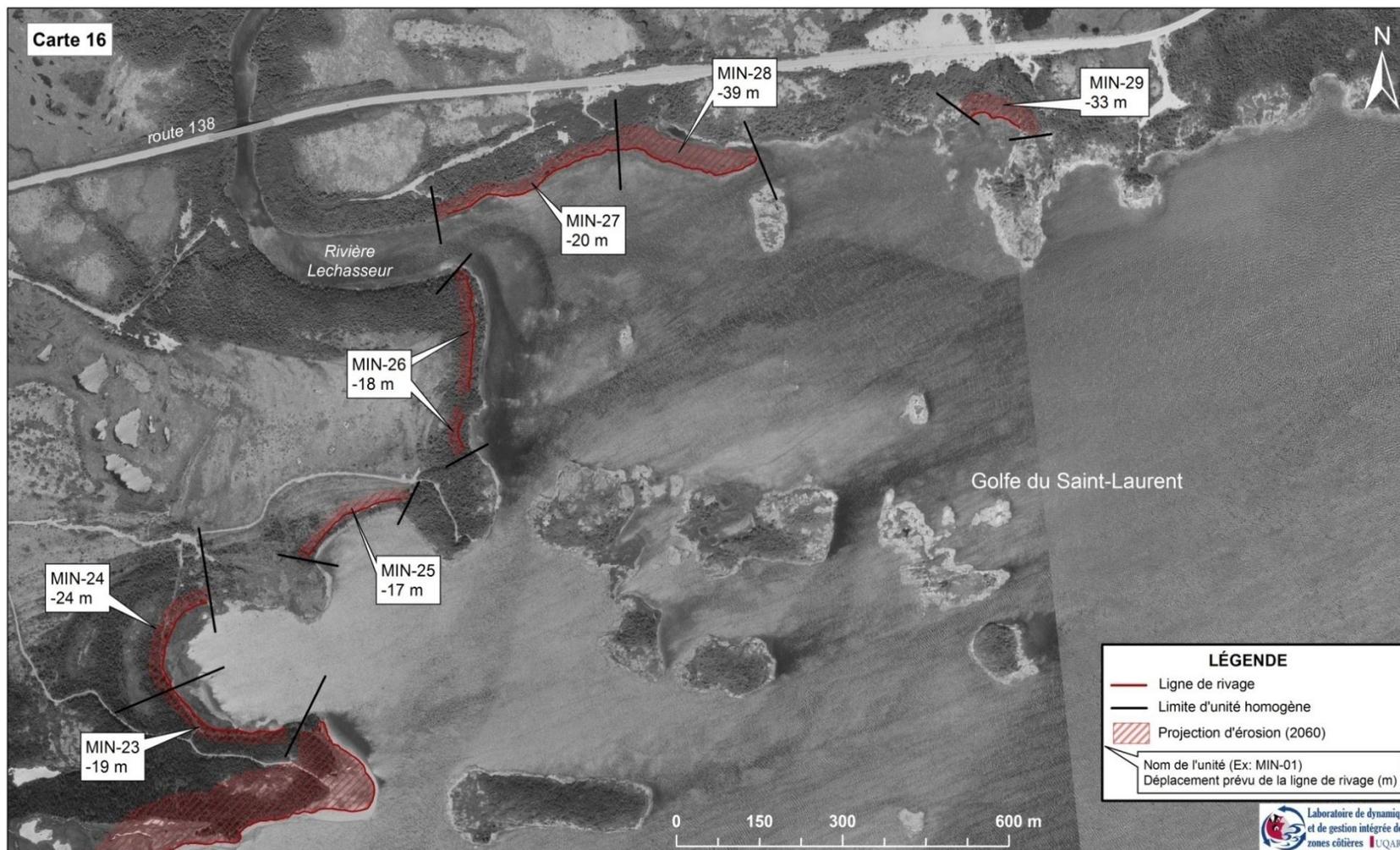
Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 98. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-19, MIN-20, MIN-21 et MIN-22

### 6.2.6 Secteur H - Pointe Paradis/rivière Romaine

Le secteur H est situé de part et d'autre de la rivière Lechasseur et à proximité de l'embouchure de la rivière Romaine. Il est composé de sept unités homogènes toutes séparées par des pointes rocheuses (MIN-23 à MIN-29). On y retrouve des falaises meubles, des terrasses de plage et un marais maritime. Ce secteur présente généralement un bilan négatif, sauf pour la période récente où le bilan est positif, à l'exception cependant des côtes à falaise où le recul est tout de même négligeable et d'une terrasse de plage (unité MIN-29) qui présente un fort recul. Comme chaque segment est délimité par des pointes rocheuses, ces secteurs sont peu alimentés en sédiments d'où un bilan généralement négatif. Malgré que ces secteurs soient localisés à l'embouchure de rivières, ils semblent très peu alimentés en matériaux granulaires. Comme les valeurs sont plutôt faibles, il est plus difficile de faire un lien avec les conditions climatiques. De plus, la côte est protégée par plusieurs îlots rocheux.

Les unités localisées au sud de la rivière Lechasseur reculeront selon l'horizon de 2060 respectivement de 19 m (MIN-23), de 24 m (MIN-24), de 17 m (MIN-25) et de 18 m (MIN-26) (Figure 99). La côte située à l'est de la rivière Lechasseur s'érode plus rapidement que celle au sud. Les unités MIN-27, MIN-28 et MIN-29 reculeront d'ici 2060 respectivement de 20 m, 39 m et de 33 m.



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 99. Projection de l'évolution côtière de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-23, MIN-24, MIN-25, MIN-26, MIN-27, MIN-28 et MIN-29

## 7 Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

### 7.1 Méthodologie

Le concept de vulnérabilité s'est grandement développé avec les recherches sur les changements climatiques (Füssel, 2007). La vulnérabilité d'un système côtier réfère souvent aux conséquences potentielles que peuvent engendrer les aléas et les changements climatiques. La vulnérabilité d'un système est donc fonction du niveau d'exposition et de sensibilité du système aux aléas (ou perturbations) mais aussi de sa capacité d'adaptation (Adger, 2006 ; Smit et Wandel, 2006; Fontaine et Steinemann, 2009). Elle est donc étroitement liée à la résilience côtière (Gallop, 2006). La vulnérabilité peut donc être définie de manière théorique selon l'équation suivante :

$$V(t) = \text{impact}(t) / \text{adaptation}(t)$$

où  $\text{impact}(t) = \text{exposition à l'érosion} * \text{enjeux}$ .

En milieu côtier, la vulnérabilité évolue donc dans le temps (t) en fonction des projections de l'évolution du littoral et de la sensibilité de la côte à l'érosion.

Notre approche pour évaluer la vulnérabilité est basée sur les trois composantes suivantes : 1) l'exposition aux aléas, 2) les enjeux, 3) la capacité d'adaptation. L'exposition à l'érosion côtière a été déterminée en fonction des projections d'évolution côtière en lien avec les changements climatiques pour différents horizons de temps jusqu'en 2060. Les enjeux correspondent aux infrastructures et aux activités qui risquent d'être affectées par l'érosion côtière et les changements climatiques d'ici 2060 si rien n'est mis en place pour s'adapter aux aléas côtiers. L'identification des enjeux est basée sur un inventaire réalisé à l'aide des photographies aériennes les plus récentes (2005). Cet inventaire a été complété en 2010, sur le terrain, grâce à l'enquête auprès de la population et des gestionnaires de la communauté. Toutefois, l'évaluation de la vulnérabilité ne tient pas compte des changements futurs du cadre bâti et des activités pratiquées. Enfin, la capacité d'adaptation a été déterminée principalement à partir de la présence de structures de protection qui réduit généralement l'exposition à l'érosion et donc la vulnérabilité. Elle a aussi été évaluée en fonction de la capacité de certaines activités à se maintenir ou pas en raison des changements environnementaux (résilience).

#### 7.1.1 Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures

L'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures tient compte du cadre bâti et des voies de communication. Grâce à un système d'information géographique, tous les éléments compris dans les périmètres affectés par l'érosion future ont été répertoriés en tranche de 5, 10, 20, 30, 40 et 50 ans. Le décompte de ces éléments, leur localisation et leur typologie proviennent des données présentées au tableau 30. Le niveau de vulnérabilité a été considéré en fonction de l'horizon de temps auquel l'infrastructure sera vulnérable et est illustré par un gradient de couleur présenté au tableau 31.

Tableau 30. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures

Source des données	Cadre bâti	Voie de communication
Direction de l'Arpenteur général, ministère des Ressources Naturelles du Canada, 2006	✓	
BDTQ		✓
Orthophotographies, ministère des Ressources Naturelles du Canada, 2005	✓	✓
Enquête réalisée par le LDGIZC, 2010	✓	✓

Tableau 31. Niveau de vulnérabilité des infrastructures en fonction de l'horizon de temps

Horizon de temps	Niveau de vulnérabilité
2006-2015	Très élevé
2015-2020	Élevé
2020-2030	Modéré à élevé
2030-2040	Modéré
2040-2050	Faible
2050-2060	Très faible
2060 et plus	Très faible à nul

### 7.1.2 Évaluation de la vulnérabilité des activités

L'inventaire des activités et l'identification des territoires où elles se pratiquent sont issus de l'enquête réalisée auprès des résidents et des gestionnaires de la communauté (Section 3.5.1). En rappel, lors des entrevues, les répondants ont localisé sur une carte et des photographies aériennes les activités qu'ils pratiquent, ainsi que celles qu'ils ont abandonnées ou qui se trouvent affectées par les phénomènes naturels et les changements environnementaux. Tel que le présente le tableau 32, un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé a été accordé aux activités qui sont ou seront menacées, soit d'être fortement altérées ou de disparaître en raison de leur faible résilience aux changements environnementaux. Déjà certains sites d'activités ont été abandonnés en raison des changements environnementaux. Les activités qui seront affectées, mais qui se maintiendront en raison d'une bonne résilience ont été caractérisées par un niveau de vulnérabilité modéré. Enfin, un niveau de vulnérabilité nul à très faible a été accordé aux activités qui ne seront pas affectées par les changements environnementaux ou que très rarement par des événements épisodiques. Le code de couleur utilisé pour illustrer le

niveau de vulnérabilité est présenté au tableau 32. L'évaluation de la vulnérabilité des aires d'activités a été réalisée en fonction des projections d'évolution côtière. Le code de couleur utilisé pour illustrer le niveau de vulnérabilité est le même que pour les infrastructures (Tableau 31).

**Tableau 32. Niveau de vulnérabilité des activités en fonction de leur état**

État de l'activité	Niveau de vulnérabilité
Activité très affectée ou vouée à disparaître	Très élevé à élevé
Activité affectée, mais qui peut se poursuivre	Modéré
Activité rarement affectée	Très faible
Activité non affectée	Nul

## 7.2 Résultats de la vulnérabilité aux aléas et aux changements environnementaux

### 7.2.1 Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles

Le tableau 33 présente les infrastructures ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière, par type d'infrastructure et par niveau de vulnérabilité. Les infrastructures vulnérables à l'érosion côtière sont en grande majorité des chalets, soit 88 % du total des infrastructures inventoriées. Sur un total de 24 infrastructures ponctuelles, plus de la moitié seront vulnérables à l'érosion côtière entre 2030 et 2050. Ce sont tous des chalets situés à l'est de la rivière Mingan (Figure 102). Un chalet à ce même endroit a été considéré comme vulnérable dès 2020. Deux infrastructures de service public (un belvédère et un tuyau d'évacuation d'eau de pluie) sont vulnérables dès aujourd'hui. Une rampe de mise à l'eau est également vulnérable depuis 2005. Ces infrastructures sont situées sur les berges de la rivière Mingan et sont surtout menacées par l'érosion fluviale (Figure 103).

Tableau 33. Type d'infrastructures ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière et fluviale

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2005-2015 Très élevé	2015-2020 Élevé	2020-2030 Modéré à élevé	2030-2040 Modéré	2040-2050 Faible	2050-2060 Très faible	Total
Type d'infrastructures							
Chalet			1	7	7	6	21
Infrastructure de service public (belvédère, tuyau d'évacuation des eaux de pluie)	2						2
Site récréatif (rampe de mise à l'eau)	1						1
<b>Total</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>24</b>

### 7.2.2 Vulnérabilité des infrastructures linéaires

Le tableau 34 présente les infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière et fluviale, par type d'infrastructure et par niveau de vulnérabilité. Sur un total de 6 500 m d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière et fluviale d'ici 2060, 26 % présente un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé (2005 à 2020) et 41 % présente un niveau de vulnérabilité faible à très faible (2040 à 2060). Les principales infrastructures linéaires qui seront vulnérables à l'érosion sont surtout des voies de communication, soit 5 658 m ou 87 % de l'ensemble des infrastructures linéaires. Parmi ces voies de communication, 24 % du total seront vulnérables d'ici 2020. Il faut cependant mentionner que 426 m (8 % des voies de communication) représentent une portion de la route 138 qui fut abandonnée en raison de l'érosion côtière et qui a un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé. Cette route est encore fréquemment utilisée par les gens du milieu pour se rendre à l'embouchure de la rivière Saint-Jean où la pêche est une activité populaire. De l'ensemble des infrastructures linéaires (6,5 km), 19 % forme la portion de la route 138 qui a été abandonnée et qui sera vulnérable d'ici 2060. Les sentiers récréatifs, pour leur part, représentent 13 % du total des infrastructures linéaires et sont vulnérables dès d'aujourd'hui.

Tableau 34. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière et fluviale

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2005-2015 Très élevé (m)	2015-2020 Élevé (m)	2020-2030 Modéré à élevé (m)	2030-2040 Modéré (m)	2040-2050 Faible (m)	2050-2060 Très faible (m)	Total (m)
<b>Type d'infrastructures linéaires</b>							
<b>Voie de communication</b>	<b>788</b>	<b>568</b>	<b>997</b>	<b>857</b>	<b>1116</b>	<b>1332</b>	<b>5658</b>
Route nationale (route 138)			96	347	530	652	1625
Rue non pavée (locale)				6	4		10
Route abandonnée (route 138)	369	57	129	65	222	380	1222
Chemin non pavé	293	364	590	266	177	102	1792
Chemin non carrossable	116	133	119	82	150	128	727
Sentier de VTT	10	14	63	91	33	70	282
<b>Sentier récréatif</b>	<b>161</b>	<b>202</b>	<b>108</b>	<b>175</b>	<b>112</b>	<b>84</b>	<b>842</b>
Piste cyclable	76	202	108	175	112	84	757
Sentier pédestre	85						85
<b>Total (m)</b>	<b>949</b>	<b>770</b>	<b>1105</b>	<b>1032</b>	<b>1227</b>	<b>1417</b>	<b>6500</b>

### 7.2.3 Vulnérabilité des activités

Le tableau 35 et la figure 100 détaillent les aires et les types d'activité selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière et fluviale. Sur une superficie totale de 265 566 m<sup>2</sup> de territoire utilisé pour des activités vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 29 % le sera entre aujourd'hui et 2020 et présente donc un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé. Environ 34 % de ce même territoire sera vulnérable à partir de 2040 jusqu'en 2060 et présente un niveau de vulnérabilité faible à très faible. On remarque que sur le total de la superficie vulnérable, 93 % concernent la cueillette de petits fruits (bleuets, fraises et graines rouges) seront vulnérables d'ici 2060. Vingt-neuf pour cent des aires de cueillette de fruits (graines rouges et petits fruits) ainsi que les aires de campement ont un niveau de vulnérabilité élevé à très élevé alors que 34 % de ces aires ont été évaluées à un niveau de vulnérabilité faible à très faible.

Les activités qui ne peuvent pas être comptabilisées en aire d'activité sont illustrées sur les figures 102 à 104. La promenade en VTT, qui est pratiquée à l'ouest de la rivière Mingan, a un niveau de vulnérabilité modéré puisque cette activité peut être affectée par l'érosion côtière et par les changements environnementaux, mais peut également être pratiquée ailleurs. La promenade à pied sur la plage a été évaluée à un niveau de vulnérabilité très faible puisque la plage semble s'agrandir à plusieurs endroits. La pêche au capelan a également été catégorisée à un niveau de vulnérabilité modéré. Les changements morphosédimentaires de la plage

engendrés par l'érosion et les changements environnementaux peuvent affecter le capelan. La zone de chalets à l'ouest du ruisseau Lechasseur est vulnérable à moyen terme, de même que les campements et la marche. Le site de rassemblement sur la pointe Paradis n'a pas été identifié comme une activité affectée par l'érosion côtière, mais son niveau de vulnérabilité est modéré puisque nous y remarquons de l'érosion côtière. La pêche qui s'effectue près de l'embouchure de la rivière Romaine ne sera pas affectée par l'érosion côtière d'ici 2060, mais le barrage hydro-électrique de la Romaine aura possiblement des répercussions sur cette activité. Le barrage modifiera le débit de la rivière ce qui provoquera une modification dans l'apport sédimentaire et un changement des températures de l'eau (Pérot et Provost, 2008). Ces changements peuvent avoir un impact sur la ressource ichtyologique et les activités. La diminution du débit de la rivière engendrée par le barrage hydro-électrique peut avoir un impact sur les saumons et leurs œufs (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, 2010; Giroux *et al.*, 2008). Les activités nautiques, comme le canot et le bateau à moteur, ne seront pas affectées directement par l'érosion côtière d'ici 2060. Cependant, quelques résidents nous ont mentionné que la chasse aux phoques, qui se pratiquait autrefois durant l'hiver, ne peut plus se pratiquer en raison de la diminution de la glace côtière. La chasse aux oiseaux migrateurs peut aussi être affectée par les changements environnementaux tels qu'un changement dans les courants côtiers et le déplacement des bancs sableux. Elle a donc été considérée à un niveau moyen de vulnérabilité.

Du côté de la réserve d'Ekuanitshit, plusieurs activités ont été considérées à un niveau de vulnérabilité élevé à très élevé. Les activités qui se déroulent sur les berges de la rivière Mingan telles que la pêche sur la glace, la baignade, la détente sur la plage, les jeux d'hiver, les rassemblements, la cueillette de petits fruits, la promenade en VTT et en motoneige ainsi que la pêche et les rampes de mise à l'eau sont déjà vulnérables (Figure 103). Dans certains cas, les activités ne peuvent plus se pratiquer en raison de l'érosion fluviale et côtière. Ce phénomène restreint la population et les activités pratiquées sur un territoire qui devient de plus en plus étroit, confiné entre la mer et la rivière. Les activités qui se pratiquent du côté du golfe du Saint-Laurent sont aussi vulnérables que celles du côté de la rivière. La cueillette de myes peut être déplacée facilement, mais a tout de même été considérée comme étant vulnérable à un niveau moyen. Les activités qui se pratiquent sur l'île du Havre de Mingan sont soit disparues ou seront faiblement affectées. Dans la zone de villégiature, plusieurs chalets et campements seront vulnérables d'ici 2060. Ce sont entre autres les activités telles que la marche, le VTT, la cuisson de la banique, la cueillette de petits fruits et la cueillette de myes qui seront moyennement vulnérables d'ici 2060. Bientôt, l'accès en camion aux chalets sera impossible en raison de la forte érosion qui gruge le chemin d'accès. À part sur la flèche littorale où la chasse aux oiseaux migrateurs est vulnérable à un niveau moyen, celle qui se pratique sur les côtes rocheuses n'est pas vulnérable à l'érosion, puisque les taux de recul y sont très faible à nul. De manière générale, les activités d'hiver, notamment celles associées au couvert de glace en rivière et en mer sont déjà affectées. La réduction significative du couvert de glace avec le réchauffement des températures entraînera des modifications importantes et la disparition d'activités hivernales pratiquées par la communauté innue.

Tableau 35. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion

	Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2005-2015 Très élevé (m <sup>2</sup> )	2015-2020 Élevé (m <sup>2</sup> )	2020-2030 Modéré à élevé (m <sup>2</sup> )	2030-2040 Modéré (m <sup>2</sup> )	2040-2050 Faible (m <sup>2</sup> )	2050-2060 Très faible (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
Aire d'activités	Types d'activités							
1	Cueillette de petits fruits	25973	12984	25958	24131	23885	23820	136751
2	Campement	305	143	249	193	63		954
3	Cueillette aux graines rouges		1048	2102	2110	1676	1130	8065
4	Campement	1884	940	1875	1870	1864	1859	10292
5	Cueillette aux graines rouges	22581	10946	21432	19844	17921	16782	109505
<b>Aire totale affectée projetée</b>		<b>50743</b>	<b>26061</b>	<b>51616</b>	<b>48147</b>	<b>45409</b>	<b>43590</b>	<b>265566</b>



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Ekuaitshit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 5

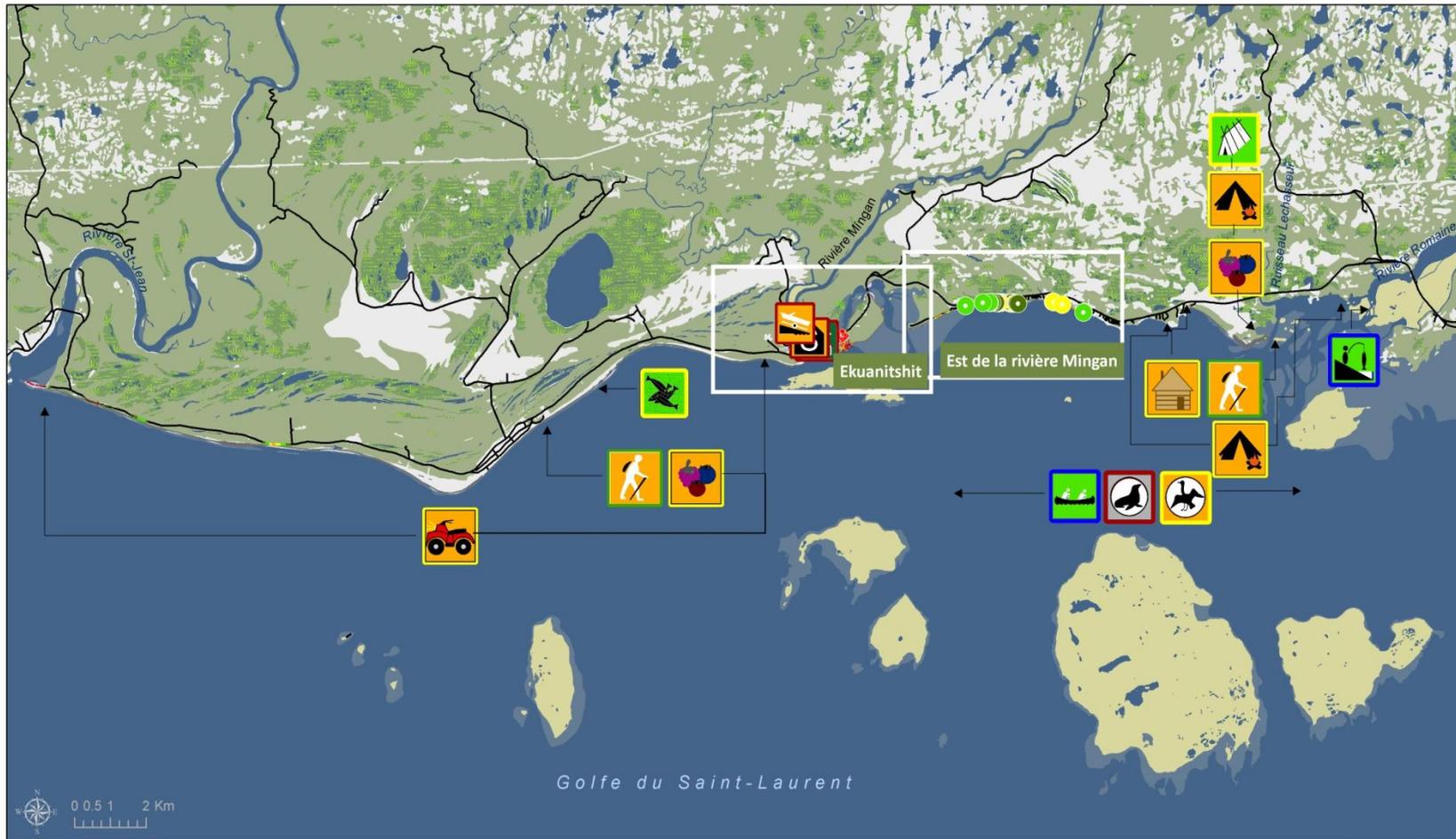


Figure 100. Localisation des différentes aires d'activités vulnérables aux aléas et aux changements environnementaux



Figure 101. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

(en lien avec les figures qui suivent)



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Ekuanitshit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 5



**Figure 102. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, ensemble de la zone d'étude**

(la légende se trouve plus haut dans ce présent document)



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Ekuanitshit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 5



Figure 103. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, estuaire de la rivière Mingan

(la légende se trouve plus haut dans ce présent document)



## 8 Cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière dans un contexte de changements climatiques

Le zonage est une stratégie préventive pour augmenter la résilience de la communauté en favorisant un développement territorial qui tient davantage compte des aléas et des changements anticipés dans l'évolution du littoral. La mise en place d'un zonage vise à réduire les interventions et à interdire la construction de nouvelles infrastructures pour établir et maintenir une zone tampon sécuritaire en mesure d'absorber les effets des aléas côtiers et de permettre au système de se réajuster naturellement lors des événements de tempête.

### 8.1 Méthodologie du zone du risque d'érosion côtière

Une cartographie des zones exposées à l'érosion côtière et fluviale a été réalisée à l'intérieur des limites administratives d'Ekuanitshit ainsi qu'en bordure de la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan. Nous recommandons d'interdire de nouvelles constructions permanentes dans ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. La cartographie des marges de recul en érosion côtière est en partie basée sur des principes méthodologiques établis par le comité d'experts scientifiques sur l'érosion côtière coordonné par le ministère de la Sécurité civile du Québec (Bernatchez *et al.*, 2010). L'équation utilisée pour déterminer la marge de sécurité en érosion côtière est la suivante :

$$\begin{aligned} & \text{(Taux de recul moyen du scénario le plus probable) X horizon de temps} \\ & + \text{(Recul maximum mesuré pour un type de côte lors d'un événement).} \end{aligned}$$

Dans le cadre de cette étude, l'horizon de temps utilisé est de 55 ans, car nous considérons l'évolution probable de la côte pour 2060 (soit 55 ans par rapport aux photographies aériennes les plus récentes utilisées pour faire la cartographie, soit 2005). Le tableau 36 indique le recul maximum mesuré selon les types de côte lors d'un événement. La valeur de ces reculs a été obtenue à partir du réseau de suivi de l'érosion côtière du laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski.

Tableau 36. Taux de recul maximum enregistrés sur la Côte-Nord selon les types de côte

Type de côte	Taux de recul maximum mesuré sur la Côte-Nord (m/an)
Terrasse de plage (inclus les tombolos)	-12,05*
Flèche littorale	-9,65
Marais maritime	-12,50
Falaise meuble (sable)	-11,47
Falaise meuble (argile)	-13,68

\*Ce taux de recul n'est pas le maximum enregistré, mais plutôt le deuxième plus élevé. Le maximum est de 24,55 m/an et il n'a pas été utilisé, car il a été jugé comme un cas unique.

Source : Bernatchez *et al.*, 2010

Pour des fins d'aménagement du territoire, une marge minimale de sécurité est aussi déterminée. Elle est appliquée dans les circonstances suivantes :

- pour les secteurs qui connaissent une accumulation historique (selon le principe de précaution car la tendance pourrait s'inverser à l'avenir en raison des changements climatiques);
- pour les secteurs dans lesquels les données ne sont pas suffisantes pour calculer un scénario d'évolution fiable;
- si la marge calculée pour une unité homogène est inférieure à la marge minimale (selon le principe de précaution).

La marge de sécurité minimale est calculée en fonction du type de côte et diffère selon l'endroit dans le Québec maritime. Puisque la région d'étude est localisée sur la Côte-Nord, on applique les reculs minimums prévus au tableau 37. Ces marges sont basées sur la moyenne des taux de recul pour un type de côte donné ou encore sur des critères géomorphologiques (Bernatchez *et al.*, 2010).

**Tableau 37. Marges minimales de recul prévues selon les types de côte appliquées à la Côte-Nord**

Type de côte	Marge de sécurité minimale
Terrasse de plage et alluviale	60 m
Flèche littorale	Marge comprend l'ensemble de l'unité géomorphologique
Marais maritime	Marge comprend l'ensemble du marais car il fait partie du domaine marin et est inondable lors des grandes marées + marge minimale prévue pour le type de côte derrière le marais
Falaise meuble	50 m

Source : Bernatchez *et al.*, 2010

## 8.2 Résultats de zonage du risque d'érosion côtière

Le tableau 38 ainsi que les figures 105 et 106 présentent les marges de recul à préconiser suite à la cartographie du zonage préliminaire du risque d'érosion littorale. Le zonage du risque pour la communauté d'Ekuanitshit a été effectué malgré le fait que les limites administratives ne soient pas directement sur les berges de la rivière ni sur la côte. Le zonage proposé se situe entre 55 et 60 m. Les résultats du zonage près de la côte ont été définis en prenant en compte que la moyenne des taux de recul était plus faible que le minimum prévu (60 m). Donc, partout le long du littoral de la réserve, la marge de sécurité à l'érosion côtière est de 60 m. Aucune infrastructure en bordure des limites administratives de la communauté d'Ekuanitshit n'est donc affectée jusqu'à maintenant. Anciennement, une usine de pêche fut implantée à l'intérieur de la zone exposée à l'érosion de 60 m, mais maintenant il n'y reste que les fondations. Cependant, Pêcheries Shipek a comme projet de construire une nouvelle usine « mobile » qui serait sur pilotis. Du côté de la rivière, les marges proposées sont de 55 m à partir du sommet de la falaise meuble. Cette marge près de la rivière affecte surtout les accès à la rivière, la route 138 ainsi que la piste cyclable. La zone exposée à l'érosion côtière vis-à-vis le secteur de villégiature située à l'est de la rivière Mingan (MIN-19) est également de 60 m. Plusieurs chalets construits le long du littoral subiront possiblement des conséquences de l'érosion côtière.

Tableau 38. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
MIN-6	$-0,05 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + -12,05 \text{ m} = -14,8 \text{ m}$	60 m
MIN-7	$0,16 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + -12,05 \text{ m} = -3,25 \text{ m}$	60 m
MIN-12	$-0,79 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + -11,47 \text{ m} = -54,92 \text{ m}$	55 m
MIN-19	$-0,63 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + -12,05 \text{ m} = -46,7 \text{ m}$	60 m

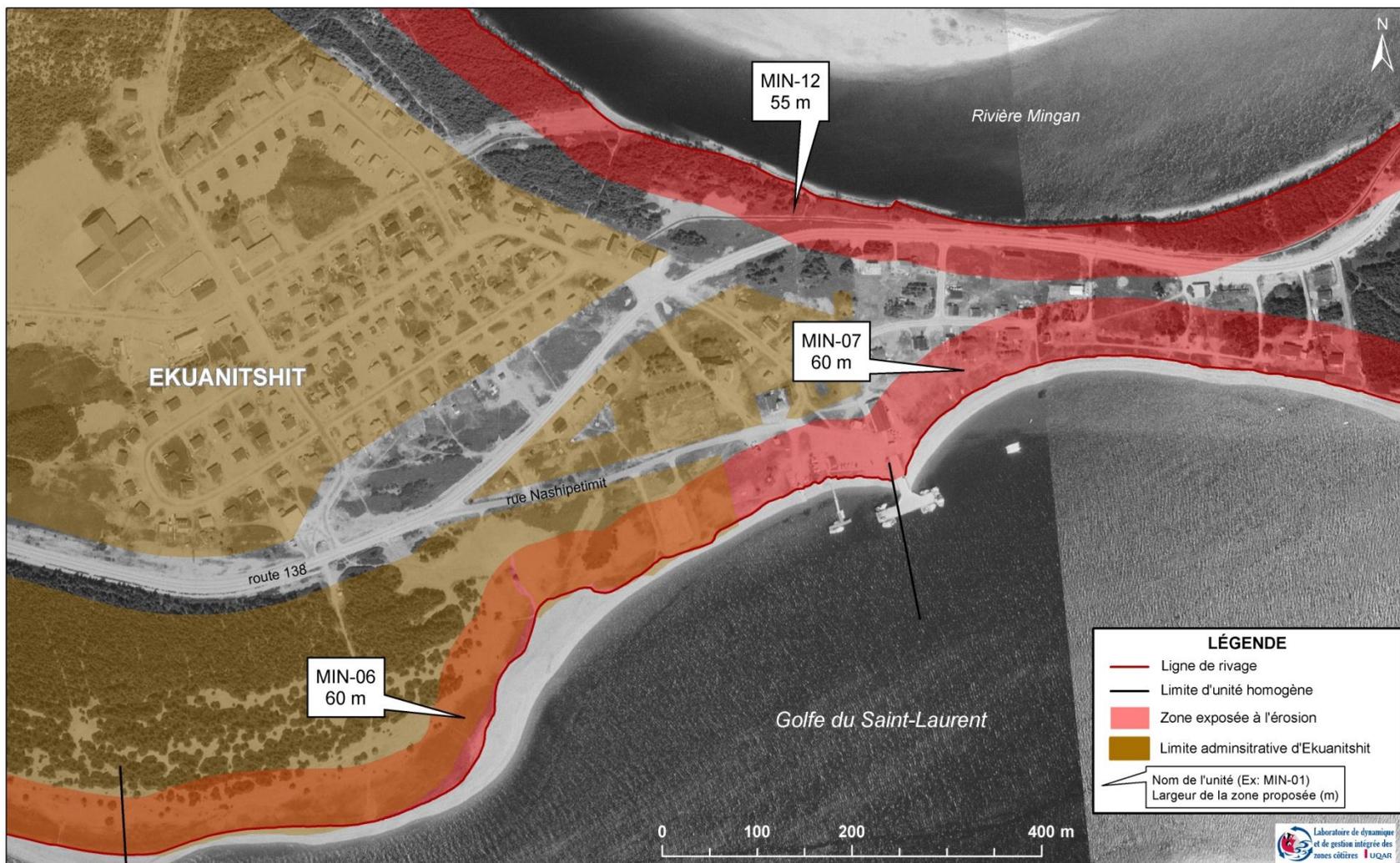
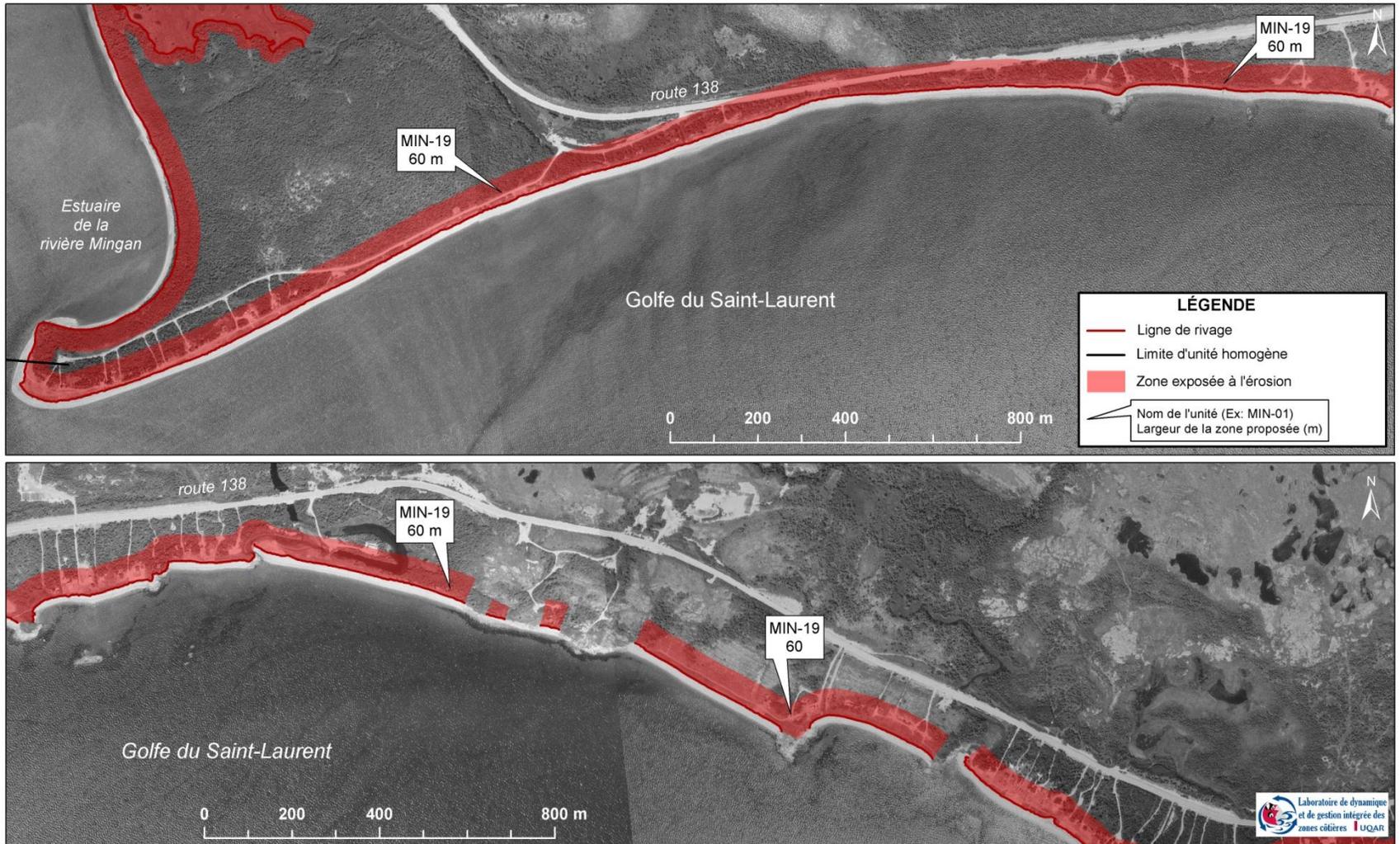


Figure 105. Zonage du risque d'érosion de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unités homogènes MIN-06, MIN-07 et MIN-12



Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 106. Zonage du risque d'érosion de la région d'Ekuanitshit entre 2005 et 2060, unité homogène MIN-19

### 8.3 Secteurs d'intervention prioritaire

À la lumière des résultats de la cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière, trois secteurs d'intervention prioritaire ont été déterminés. Il s'agit de : 1) la terrasse de plage au-devant de la communauté, face au golfe du Saint-Laurent; 2) la rive sud-ouest de la rivière Mingan et 3) la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan faisant également face au golfe du Saint-Laurent.

Le premier secteur d'intervention prioritaire est situé devant la communauté, où la présence des vestiges d'une usine sont encore visibles. Devant ces fondations, on retrouve un muret de bois encore en place, mais endommagé. Directement à l'ouest de l'ancienne usine se trouve une brèche de tempête qui subit la submersion régulièrement et qui rend la rue Nashipetimit et la route 138 vulnérables. Tout ce secteur est principalement vulnérable à la submersion, et moins à l'érosion côtière. Donc, un muret de bois n'est pas une solution adéquate puisque l'eau s'élèvera malgré la présence ou non d'un mur de protection. De plus, les murets de bois ont pour effet d'abaisser le niveau de la plage. Nous suggérons donc une recharge en sable sur la terrasse de plage et la plage afin d'augmenter l'altitude du terrain. De cette manière, les vagues seront atténuées et l'eau pourra de moins en moins submerger l'arrière-plage. La construction d'une usine de pêche est déconseillée en deçà des limites de la zone exposée à l'érosion. Il est préférable de laisser une zone tampon entre la mer et toutes infrastructures. La zone comprend 60 m à partir de la ligne de rivage. Une analyse du risque de submersion devrait aussi être réalisée en tenant compte de la hausse appréhendée du niveau marin.

Ensuite, le deuxième secteur d'intervention prioritaire est situé à l'intérieur de la rivière Mingan. L'érosion de la rivière se fait sentir surtout au niveau du pédoncule, comme le montre les résultats d'évolution de la berge ainsi que les témoignages récoltés lors de l'enquête auprès de la communauté. Les résultats de la cartographie préliminaire du risque d'érosion démontrent qu'une marge de sécurité de 55 m à partir du sommet de la berge devrait être inconstructible. Cependant, il existe déjà une piste cyclable, la route 138 et des résidences qui seront bientôt vulnérables à l'érosion côtière. Il est donc nécessaire de protéger ces infrastructures contre l'érosion fluviale. Comme le montre l'exemple de l'enrochement déjà présent, ce type d'intervention peut être utile et efficace, du moins pour le moment. Donc, nous conseillons de faire un enrochement au pied du talus. Il est préférable de faire un reprofilage du talus également. La piste cyclable devra être relocalisée pour le moment de la construction. Ensuite, selon l'espace disponible à la suite de ces travaux, la piste cyclable pourra ou non être remise au même endroit. Ceci est déjà prévu dans le projet du contournement de la route 138 (communication personnelle avec V. Napish, 2010). Ce contournement à l'intérieur des terres est un projet conduit par le MTQ et HQ dans le cadre du projet de barrage hydro-électrique de La Romaine. Nous recommandons fortement ce contournement de la route 138 par l'intérieur des terres. Les développements futurs devraient respecter la marge de sécurité de 55 m du sommet de la falaise.

Le troisième secteur d'intervention concerne la zone de villégiature située à l'est de la rivière Mingan. Cette zone de chalets est localisée à l'intérieur des marges de sécurité établies par le comité d'experts scientifiques sur l'érosion côtière (Dubois *et al.*, 2006). Il est donc conseillé de respecter cette marge qui varie entre 50 et 60 m à partir du haut du talus. Aucune construction permanente ne devrait être permise dans cette marge de sécurité. Les chalets qui sont déjà dans la marge de sécurité devraient être déplacés si leur terrain le permet.

La route 138 à l'est de la rivière Mingan sera aussi affectée selon les projections d'évolution côtière et celles réalisées par le comité d'expert sur l'érosion côtière (Dubois *et al.*, 2006). Le comité d'expert a conseillé une marge de sécurité de 75 m à partir du haut du talus et propose le déplacement de la route 138 (Dubois *et al.*, 2006).

## 9 Conclusion

**Ce projet de recherche démontre la pertinence de prendre en compte les savoirs locaux en amont de l'analyse de la vulnérabilité aux aléas côtiers.** Les témoignages recueillis orientent et complètent la revue de littérature ainsi que les relevés de terrain et permettent de mieux comprendre les processus à l'origine des aléas et des changements environnementaux qui se déroulent à Ekuanitshit. Leur connaissance des zones affectées a permis de cibler plus rapidement les enjeux du milieu grâce à une approche de cartographie interactive. Par exemple, cette démarche a permis de faire ressortir l'importance des enjeux reliés à la zone de villégiature. La participation des répondants a aussi été essentielle à l'inventaire et la cartographie des infrastructures et des activités potentiellement vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux. Elle a aussi permis d'identifier des activités qui sont déjà affectées et certaines dont la pratique a dû être cessée. Cet échange de connaissances a permis de répertorier les lieux, les activités et les infrastructures d'une importance majeure pour la communauté. Des chalets, des sites de rassemblement, des sites de cueillette de petits fruits et des activités économiques telles que la pêche au capelan ont notamment pu être intégrés dans l'étude avec cette approche.

Le processus d'enquête a aussi permis de prendre le pouls des répondants sur les solutions d'adaptation à privilégier dans leur milieu. Les solutions d'adaptation préconisées par une majorité de répondants s'inscrivent très bien dans une approche de gestion intégrée des zones côtières. En effet, ils veulent être informés et sensibilisés à la problématique de l'érosion côtière et fluviale. Plusieurs sont d'ailleurs prêts à se retirer du danger. Les répondants croient que l'enrochement peut les protéger contre l'érosion et ce, même sur de basses côtes sableuses. Une bonne sensibilisation devra être faite face à cette solution qui n'est pas toujours adéquate. Il semble que l'enrochement sur la rive ouest de la rivière Mingan ait limité l'érosion. Toutefois il n'est pas certain qu'un enrochement sur la terrasse de plage permettrait d'atteindre le même résultat. De façon globale, on remarque que les répondants sont ouverts à plusieurs solutions qui permettraient leur adaptation. Il y a cependant un manque de ressources, tant sur le plan matériel, que financier et humain. Enfin, on constate que le plan de mesures d'urgence est désuet et que les aléas côtiers devraient éventuellement y être intégrés.

L'importante concordance entre les témoignages recueillis et les données géoscientifiques est un premier pas vers une bonne résilience aux changements environnementaux. De plus, il est possible de croire que les échanges avec les répondants ont indirectement contribué à une prise de conscience sur la présence des aléas côtiers et sur leur façon d'occuper le littoral. Il aurait été intéressant que les données recueillies soient validées et complétées par des présentations en groupe de discussion. Cette étape est à prévoir dans d'éventuels projets de recherche.

**Cette étude a permis d'analyser l'évolution des systèmes côtiers de la région d'Ekuanitshit en lien avec les conditions climatiques et océanographiques.** L'analyse de l'évolution côtière historique de 1948 à 2005, en fonction des cycles climatiques selon des intervalles variant entre 6 et 19 ans, a permis d'identifier les facteurs-clés d'évolution du littoral par type de côte. Le recul constant de la rive ouest de la rivière Mingan depuis 1948 a été démontré ainsi que la concordance de ce recul avec les périodes caractérisées par d'importantes pluies diluviennes. De plus, les résultats ont mis en lumière le comportement particulier de la terrasse de plage devant Ekuanitshit. Cette dernière est protégée des vagues de tempête par l'île du Havre de Mingan et est plutôt sensible aux événements de submersion qu'à l'érosion. Enfin, la terrasse de plage de la zone de villégiature à l'est de la rivière Mingan évolue notamment selon les apports en sédiments qui proviennent des cours d'eau et de l'érosion des falaises sableuses. De plus, elle est sensible aux périodes avec peu d'englacement, car elle devient plus exposée aux vagues de tempêtes.

Il aurait été intéressant d'avoir accès à une base de données météorologiques de qualité située à proximité de la communauté d'Ekuanitshit afin de réaliser un couplage plus fin entre l'évolution côtière et le climat historique. De plus, il aurait été pertinent d'avoir accès à une base de données hydrologiques de la rivière Mingan spécifiquement afin d'approfondir les interactions entre la dynamique estuarienne et l'évolution côtière.

**Les résultats de l'évolution côtière historique et l'identification des facteurs-clés d'évolution couplés aux projections climatiques ont permis de projeter l'évolution future du littoral d'Ekuanitshit selon l'horizon de 2060.** Selon les projections climatiques, une augmentation des températures hivernales, des redoux hivernaux et des cycles de gel et de dégel ainsi qu'une réduction du couvert de glace et une augmentation du niveau de la mer sont attendus dans la région d'Ekuanitshit. Par conséquent, la période de 1997 à 2005, qui a connu des conditions semblables, est un bon analogue des conditions climatiques et côtières appréhendées pour le futur. La diminution de la glace côtière entraînera une exposition plus grande du littoral aux vagues de tempête qui sont d'ailleurs plus fréquentes en hiver. Ces changements environnementaux auront pour effet d'accélérer le recul des falaises meubles, des marais maritimes et des flèches littorales. Les terrasses de plage demeurent des zones tampons qui fluctuent selon les apports sédimentaires disponibles. En raison de la baisse des régimes hydrologiques appréhendée, il est fort probable que les terrasses de plage passent d'un bilan positif à un bilan négatif.

Il est important de préciser que la projection du littoral tient compte uniquement du recul possible du trait de côte ou de la ligne de rivage et ne prend pas en compte les événements de submersion dus à des surcotes de tempête. Dans un contexte de hausse du niveau marin relatif et d'augmentation de l'exposition de la côte aux vagues de tempête, une analyse approfondie devrait être réalisée sur le risque de submersion.

**Cette étude a aussi permis d'identifier les infrastructures et les activités qui seront vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux d'ici 2060.** La vulnérabilité des Innus s'étend au-delà des limites administratives et des infrastructures physiques. Plusieurs activités et infrastructures sont déjà vulnérables. La route 138, la piste cyclable ainsi que les nombreux chalets qui sont vulnérables d'ici 2060 devraient attirer l'attention des gestionnaires de la communauté et les inciter à mettre en branle une stratégie d'adaptation aux aléas côtiers.

**Cette étude propose des pistes de solutions et surtout un outil de planification de l'aménagement du territoire qui pourront guider la communauté d'Ekuanitshit vers une occupation durable et sécuritaire du littoral.** En fonction des projections de l'évolution du littoral et des éléments menacés par les aléas côtiers, un zonage préliminaire du risque d'érosion côtière est présenté. Il est proposé de ne pas construire et/ou intervenir dans cette marge qui varie de 55 à 60 m. Il est vrai que le zonage contraint la communauté dans un contexte où elle est déjà enclavée entre la rivière et le golfe du Saint-Laurent. Toutefois, il est essentiel d'anticiper le déplacement du rivage afin de poursuivre un développement durable et sécuritaire de l'occupation du territoire côtier. Cette démarche peut éventuellement éviter bien des coûts tant sociaux qu'économiques à la communauté. Comme l'ont suggéré plusieurs répondants, il est proposé de créer un comité côtier formé d'experts, de membres du conseil de bande, et de la population afin d'identifier et gérer les géorisques côtiers. Ce comité pourra également être consulté lorsque des interventions dans la zone côtière sont désirées. Des ateliers de sensibilisation sont essentiels à l'adhésion de tous dans une démarche de gestion intégrée de la zone côtière. Ces ateliers de sensibilisation pourront notamment permettre de mettre à niveau les connaissances sur la dynamique côtière ainsi que les solutions d'adaptation à privilégier.

**Ce projet de recherche a assuré un transfert de connaissances vers les gestionnaires du territoire et les communautés à l'étude notamment par la formation au suivi des aléas côtiers.** Un réseau de suivi de l'érosion côtière a été implanté grâce à une collaboration entre des chercheurs de l'UQAR et des responsables issus de la communauté d'Ekuanitshit, qui ont aussi reçu une formation pour assurer une autonomisation du suivi du phénomène d'érosion (Annexe 8 et Annexe 9). Le manque de ressources financières pourrait toutefois constituer un frein important à la mise en place de solutions d'adaptation et au maintien d'un réseau de suivi des aléas côtiers. **Enfin, une rencontre est prévue à l'automne 2012 avec les gestionnaires d'Ekuanitshit pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation.**

## Références

- Adger, W. N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16; 3; 268-281
- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 2010. Première Nation d'Ekuanitshit. Page consultée le 2 février 2010. [en ligne] <http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100020171>
- Alessa, L. N., Kliskey, A. A., Williams, P. et M. Barton, 2008. Perception of change in freshwater in remote resource-dependent Arctic communities. *Global Environmental Change*, 18; 1; 153-164
- Allison, I., Bindoff N.L., Bindschadler R.A., Cox P.M., De Noblet N., England M.H., Francis J.E., Gruber N., Haywood A.M., Karoly D.J., Kaser G., Le Quéré C., Lenton T.M., Mann M.E., McNeil B.I., Pitman A.J., Rahmstorf S., Rignot E., Schellnhuber H.J., Schneider S.H., Sherwood S.C., Somerville R.C.J., Steffen K., Steig E.J., Visbeck M. et A.J. Weaver, 2009. The Copenhagen Diagnosis 2009 : Updating the world on the Latest Climate Science. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australie, 60 p.
- Bernatchez, P., 2003. Évolution littorale holocène et actuelle des complexes deltaïques de Betsiamites et de Manicouagan-Outardes : synthèse, processus, causes et perspectives. Thèse de doctorat, Université Laval, 460 p.
- Bernatchez, P. et J.-M.M. Dubois, 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. *Géographie physique et Quaternaire*, 2004, 58 ; 1 ; 45-71.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S. et A. Morissette, 2008. Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 256 p.
- Bernatchez, P., Bouchard, J-D., Dugas, S., Drejza, S., Fraser, C., Morneau, F., Nicorici, C. et Y. Jolivet, 2010. Principes et fondements méthodologiques appuyant l'évaluation des marges de recul d'érosion en zone côtière. Document de travail remis au Ministère de la Sécurité Publique, 42 p.
- Bernatchez, P., Jolivet, Y., Corriveau, M. 2011. Development of an automated method for continuous detection and quantification of cliff erosion events. *Earth Surface Processes and Landforms* 36,347-362.
- Bird, D. et D.Dominey-Howes, 2008. Testing the use of a 'questionnaire survey instrument' to investigate public perceptions of tsunami hazard and risk in Sydney, Australia. *Natural Hazards*, 45; 99-122

Boucher-Brossard, G., 2012. Rythme et modes de recul des falaises à sommet tourbeux de la Côte-Nord de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent. Mémoire de maîtrise en géographie. Université du Québec à Rimouski, 179 p.

Centre d'expertise hydrique du Québec, 2010. Débit à la station 073801- Romaine. Page consultée le 27 mars 2011 [en ligne] <http://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/tableau.asp?NoStation=073801>

Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, 2010. Plan d'action pour la mise en valeur et la protection de l'estuaire de la rivière Betsiamites, Baie-Comeau, Québec, 48 pages + Annexes

Daigle, R., Forbes, D., Parkes, G., Ritchie, H., Webster, T., Bérubé, D., Hanson, A., DeBaie, L., Nichols, S. et L. Vasseur, 2006. Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick, Environnement Canada, 644 p.

Direction de l'arpenteur général du ministère des Ressources naturelles du Canada, 2006. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, ministère des Ressources naturelles. Tous droits réservés

Dubois, J.-M.M., 1979. Environnements quaternaires et évolution postglaciaire d'une zone côtière en émergence en bordure sud du Bouclier canadien : la Moyenne Côte Nord du Saint-Laurent. Thèse de doctorat, Université d'Ottawa, Ottawa, Ont., 754 p.

Dubois, J.-M.M. et G.L. Lessard, 1986. Erosion rates and causes, Northern Gulf of St-Lawrence, Québec, Canada. *Thalassas* 4, 1, 63-70.

Dubois, J.-M. M., Bernatchez, P., Bouchard, J.-D., Daigneault, B., Cayer, D. et S. Dugas, 2006. Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 pages, annexes.

Environnement Canada, 2010. Rapport de données quotidiennes, Station de Sept-Îles. Page consultée le 3 mars 2010 [en ligne] [http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata\\_f.html?timeframe=1&Prov=QUE&StationID=5742&hlyRange=1953-01-01|2012-05-24&Year=2010&Month=3&Day=3](http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QUE&StationID=5742&hlyRange=1953-01-01|2012-05-24&Year=2010&Month=3&Day=3)

Environnement Canada, 2011a. Données Climatiques Canadiennes Ajustées et Homogénéisées. Page consultée le 6 octobre 2011 [en ligne] <http://ec.gc.ca/dccha-ahccd/Default.asp?lang=Fr&n=B1F8423A-1>

Environnement Canada, 2011b. Calcul des normales climatiques au Canada de 1971 à 2000. Page consultée le 7 octobre 2011 [en ligne] [http://climate.weatheroffice.gc.ca/prods\\_servs/normals\\_documentation\\_f.html#wmo](http://climate.weatheroffice.gc.ca/prods_servs/normals_documentation_f.html#wmo)

Environnement Canada, 2011c. Service Canadien des glaces. Page consultée le 10 janvier 2011 [en ligne] <http://www.ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=Fr>

- Fontaine, M. et A.C. Steinemann, 2009. Assessing vulnerability to natural hazards: An impact-based method and application to drought in Washington State. *Natural Hazards Review*; 10; 1; 11-18
- Fraser, J. K., (1959). Freeze-thaw frequencies and mechanical weathering in Canada. *Artic*, 12, p.40-52
- French, P., 2004. The changing nature of, and approaches to, UK coastal management at the start of the twenty-first century. *The Geographical Journal*, 170; 2; 116-125
- Friesinger, S., 2009. Géorisques côtiers: adaptation et perceptions des communautés côtières dans le golfe du Saint-Laurent. Mémoire de maîtrise en géographie, Université du Québec à Rimouski, 168 p.
- Füssel H-M., 2007. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17; 2; 155-167
- Gallopin, G.C., 2006. Linkages among vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16; 3; 293–303
- Giroux, S., Blier, E., Le Breton, S. et Ouellet, M., 2008. Projet de collecte de connaissances autochtones sur les espèces en péril du Saint-Laurent. Rapport final. Agence Mamu Innu Kaikuseth, Réseau d'observation du mammifères marins et Amphibia-Nature. Sept-Îles, Québec. ix + 84 p.
- Grenier, A., Dubois, J.-M.M. 1992. *Évolution littorale récente par télédétection: synthèse méthodologique*. Photo-interprétation. n. 1990-6. p. 3-16.
- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat, 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.
- Hydro-québec Production, 2007. Étude d'impact sur l'environnement. Complexe de la Romaine. Volume 6 : Milieu humain- Communautés innues et archéologie. 337 p.
- Kinnear, P. et C. Gray, 2005. *SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales : maîtriser le traitement des données*. Éditions De Boeck, Belgique, 432 p.
- Koohzare, A; Vanicek, P. et M. Santos, 2008. Pattern of recent vertical crustal movements in Canada. *Journal of Geodynamics*, 45; 133–145
- Lacroix, J. et D.-J. Boivin, 1991. Étude du phénomène des pluies diluviennes en tant que catastrophe naturelle: une évaluation en matière de protection civile et de vulnérabilité municipale, Québec, Université Laval, Centre de recherche en aménagement et en développement, 85 p.

Lewis, P. J. et Morgan, M. D., 1984. Severe storms off Canada's East Coast : a catalogue summary for the period 1957 to 1983. Report no. 84-13, Canadian Climate Centre, Atmospheric Environment Service, Canadian Climate Program, 322 p.

LOGIMER, 1986. Énoncé des données de base relatives à la dynamique du milieu marin, Archipel de Mingan. Rapport final présenté à Parcs Canada. 184 p. + annexes

Long, B.F. et D. Cataliotti-Valdina, 1981. Caractéristiques sédimentologiques et hydrodynamiques des zones estuariennes et littorales des rivières Romaine et Saint-Jean. INRS Océanologie, rapport à Hydro-Québec, Rimouski, 4 tomes, 544 p.

Long, B.F. et G. Drapeau, 1983. Évolution du transport sédimentaire par traceurs radioactifs b sur la zone infralittorale de la Basse Côte-Nord du Saint Laurent. *In* B.J. Holden (réd.) Compte rendu de la Conférence canadienne sur le littoral. Vancouver, 11-14 mai 1983, Comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorales, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, p. 201-215

Longley, W.W. et Waddington, G. W., 1950. Côte nord du Saint-Laurent de Mingan à Aguanish, comté de Saguenay ; suivi de Les dépôts de calcaire de la région de Mingan, comté de Saguenay *Volume 42 de Rapport géologique*. Québec (Province). Ministère des richesses naturelles. Service de la carte géologique, Imprimeur du Roi., 48 p.

Mather, J. R., Field, R. T. et Yoshioka, G. A., 1967. Storm damage hazard along the East Coast of the United States. *Journal of Applied Meteorology*, 6; 20-30.

Meur-Férec, C., 2006. Essai inédit - De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe. HDR, Université de Nantes, France, 247 p.

Moign, Y., 1972. Étude dynamique d'une plage subarctique : Sept-Iles. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 303 p.

Morissette, A., 2007. Évolution côtière haute résolution de la région de Longue-Rive – Forestville, côte nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, Québec. Mémoire de maîtrise en océanographie, Université du Québec à Rimouski. 303 p.

Morton, R.A., 1978. Standards for measuring shoreline changes. Report of a Workshop on coastal research, Department of Geology. Florida State University, Tallahassee (Florida), 43 p.

Myatt, L. B., Scrimshaw, M. D. et J.N. Lester, 2003a. Public perceptions and attitudes towards an established managed realignment scheme: Orplands, Essex, UK. *Journal of Environmental Management*, 68; 173–181

Myatt, L. B., Scrimshaw, M. D. et J.N. Lester, 2003b. Public perceptions and attitudes towards a forthcoming managed realignment scheme: Freiston Shore, Lincolnshire, UK. *Ocean & Coastal Management*, 46; 565–582.

- OURANOS, 2010. Savoir s'adapter aux changements climatiques. Montréal, 128 p.
- Owens, E. H. et McCann, S. B., 1980. The coastal geomorphology of the Magdalen Islands, Québec: in *The Coastline of Canada*. S.B. McCann, editor: Geological Survey of Canada, Paper 80-10; 51-72.
- Pêches et Océans Canada, 2004. Températures moyennes journalières et degrés-jours de gel, région du Québec. Page consultée le 21 octobre 2011 [pdf] <http://www.marinfo.gc.ca/Doc/Degres%20jours%20de%20gel.pdf>
- Pfeffer, W.T., J.T. Harper et S. O'Neel, 2008. Kinematic constraints on glacier contributions to 21st century sea-level rise. *Science*, 321-5894, p. 1340-1343
- Pérot, A. et V. Provost, 2008. Guide d'intervention en matière de protection et de mise en valeur des habitats littoraux d'intérêt dans la MRC de la Minganie. Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, vii p + 127 p.
- Roca, E., et M. Villares, 2008. Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments. *Ocean&Coastal Management*, 51; 314-329
- 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 : Sommaire à l'usage des décideurs. Rapport de recherche remis au FACC, Ressources naturelles Canada.
- Savard, J.-P., Bernatchez P., Morneau F. et F. Saucier, 2009. Vulnérabilité des communautés côtières de l'est du Québec aux impacts des changements climatiques. *La Houille blanche*, 2; p. 59-66
- Senneville, S. et F.J. Saucier, 2007. Étude de sensibilité de la glace de mer au réchauffement climatique dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport préparé pour OURANOS, 28 p.
- Service hydrographique du Canada, 2011. Marées, courants et niveaux d'eau. Page consultée en février 2011. [en ligne] <http://www.marees.gc.ca/cgi-bin/tide-shc.cgi?queryType=showFrameset&language=french&zone=3&stnnum=2470>
- Sharma, K. N. M. et A. Franconi, 1975. Région des rivières Magpie, Saint-Jean, Romaine (Grenville 1970). Rapport géologique no. 163, Québec, 73 p.
- Shaw, J., Taylor, R. B., Forbes, D. L., Ruz, M.-H. et Solomon, S., 1998. Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 505, 79 p.
- Smit B. et J. Wandel, 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*; 16; 3; 282-292

Statistique Canada. 2007. Mingan, Québec (Code 2498808). Profils des communautés de 2006. Recensement de 2006. Produit no 92-591-XWF au catalogue de Statistique Canada. Page consultée le 1 mars 2011 [en ligne] <http://www12.statcan.ca/census-recensement/2006/dp-pd/prof/92-591/index.cfm?Lang=F>

Statistique Canada. 1997. Mingan, Québec (Code 2498808). Profils des communautés de 1996. Recensement de 1996. Produit no 92F0039XDF au catalogue de Statistique Canada. Page consultée le 1 mars 2011 [en ligne] [http://www12.statcan.ca/francais/Profil/PlaceSearchForm1\\_F.cfm](http://www12.statcan.ca/francais/Profil/PlaceSearchForm1_F.cfm)

Statistique Canada, 2005. Projections des populations autochtones, Canada, provinces et territoires, 91-547-XIF au catalogue, 93 p.

Tessier, B., 1987. Système de barres sableuses sur la Moyenne Cote-Nord du Saint-Laurent: formation, modification et modélisation. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, 319 p.

Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L. et T.L. Miller, 2005. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 3.0: An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2005-1304

Trzpit, J.P., 1977: Les tempêtes nord-atlantiques: essai d'analyse géographique. *Norois*, XXIV ; 33-52.

Valton, A. M., 1981. Essai d'analyse des tempêtes, décennie 1960-1969. Rapport de B.Sc., Département de Géographie, Université de Sherbrooke, 95 p.

Vermeer, M. et F. Rahmstorf, 2009. Global sea level linked to global temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, p. 21 527-21 532.

## Annexes

## Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics

### Entrevue auprès des acteurs publics des communautés innues de la Côte-Nord

Date : \_\_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_  
Transcripteur : \_\_\_\_\_ Réf audio : \_\_\_\_\_  
Communauté : \_\_\_\_\_

Les questions de cet entretien sont regroupées en quatre sections :

- 1- Identification du répondant;
- 2- Identification des préoccupations;
- 3- Perceptions à l'égard des phénomènes naturels et des changements du milieu naturel;
- 4- Perceptions à l'égard des mesures d'adaptation et de la gouvernance.

### A. Identification du répondant

Organisme/Service : \_\_\_\_\_  
Poste : \_\_\_\_\_  
Nb d'années en poste : \_\_\_\_\_  
Âge :     18-29 ans     30-39 ans     40-49 ans     50-59 ans     60-69 ans     70-79 ans     80 ans et plus  
Sexe :     Masculin     Féminin  
Lieu de résidence : \_\_\_\_\_  
Nombre d'années de résidence à cet endroit: \_\_\_\_\_

### B. Identification des préoccupations

1. Selon vous, quels sont les principaux problèmes qui affectent \_\_\_\_\_ (communauté/territoire).

---

---

---

---

2. Selon vous, les changements climatiques affectent-ils \_\_\_\_\_ et le mode de vie de ses résidents ?

Oui     Non     Ne sait pas

2.1. Si oui, comment?

---

---

---



5. À votre connaissance, est-ce que ... est présent sur le territoire de votre communauté?	oui	non	nsp	aug- men- tation	dimi- nution	Augmentation et diminution	Aucun chan- gement	nsp	na	Commentaires
5.1. Si oui, avez-vous remarqué un changement dans leur fréquence?										
a. Érosion côtière ( <i>ero</i> )										
b. Érosion de berges de rivière ( <i>erof</i> )										
c. Glissement de terrain ( <i>gt</i> )										
d. Vagues de tempête ( <i>v</i> )										
e. Fortes pluies ( <i>p</i> )										
f. Inondation fluviale ( <i>i</i> )										
g. Inondation côtière ( <i>sub</i> )										
h. Redoux hivernal ( <i>redo</i> )										
i. Embâcle ( <i>emb</i> )										
j. Séisme (tremblement de terre)( <i>tr</i> )										
k. Réchauffement climatique (oui ou non) ( <i>Ré</i> )										
l. Autre :										

6. Pouvez-vous localiser les zones où vous avez observé les phénomènes naturels et les changements du milieu naturel ci-haut mentionnés?

Oui  Non

6.1. Si oui, nom du shapefile : \_\_\_\_\_

7. Quelles sont, selon vous, la ou les cause(s) de l'érosion et de l'inondation côtières?					
	oui	non	Nsp	Nd	Commentaires
a. Vagues de tempête					
b. Augmentation du niveau de la mer/ Augmentation de la ligne des hautes marées					
c. Diminution de la glace					
d. Interventions ou activités humaines – Si oui, précisez:					
e. Fortes pluies					
f. Eau souterraine					
g. Rivière et ruisseau/cours d'eau					
h. Vent					
i. Redoux hivernaux/ Gel-dégel					
j. Changements climatiques					
k. Autres :					
l. Autres :					

7.J.1 Si les changements climatiques sont une des causes de l'érosion et de l'inondation côtières, comment l'expliquez-vous ?

---



---

8. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières ont affecté les infrastructures (bâtiments, routes, accès à l'eau et à l'assainissement, etc.)

Oui  Non  Ne sait pas

7.1. Si oui, lesquelles?

---



---



---

9. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières entraînent une réorganisation de l'aménagement du territoire (répartition des infrastructures, développement domiciliaire et des activités sur le territoire)?

Oui  Non  Ne sait pas

9.1. Si oui, comment?

---



---



---

**10. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent l'économie de votre communauté?**

Oui  Non  Ne sait pas

9.1. Si oui, comment?

---

---

---

**11. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent les ressources biologiques (poissons, mollusques, mammifères marins, crustacés, végétation, algues/herbier)?**

Oui  Non  Ne sait pas

10.1. Si oui, lesquelles?

---

---

---

**12. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent les activités culturelles et traditionnelles?**

Oui  Non  Ne sait pas

11.1. Si oui, lesquelles?

---

---

---

**13. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent la santé des résidents (ex. : stress, dépression, insomnie, etc.)?**

Oui  Non  Ne sait pas

12.1. Si oui, comment?

---

---

---

<b>14. À quelle(s) période(s) de l'année l'érosion et l'inondation côtières se produisent-elles?</b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Nsp</b>	<b>Na</b>	<b>Commentaires</b>
a. Été (juin-août)					
b. Automne (septembre-novembre)					
c. Hiver (décembre-février)					
d. Printemps (mars-mai)					

**D. Perception à l'égard des mesures d'adaptation et de la gouvernance**

**15. Quel est le rôle/implication de votre organisme dans la prévention et la gestion des risques naturels?**

- Quelle est la procédure d'intervention lors des sinistres? Qui sont les responsables impliqués et quel est leur rôle?
- Existe-t-il des plans de zonage, des réglementations? Qui sont les responsables impliqués et quel est leur rôle?
- Pouvez-vous schématiser vos interrelations avec les autres organismes impliqués?
- Comment êtes-vous impliqués dans la prévention et la gestion des risques naturels ?

---



---



---



---

**16. Quelles actions ont déjà été entreprises pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières ?**

---



---

**17. Quelles actions sont prévues pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières ?**

---



---

<b>18. D'après vous, quelles seraient les solutions les plus efficaces pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières?</b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Nsp</b>	<b>Commentaires</b>
a. Déplacement d'infrastructures (résidences, campement, cabanon)				
b. Enrochement				
c. Brise-lame				
d. Épis				
e. Recharge en sable				
f. Restauration des dunes				
g. Muret				
h. Plantation de végétaux				
i. Modification des comportements				
j. Sensibilisation				
k. Meilleure réglementation / zonage				
l. Création comité côtier				
m. Autres :				

19. Qu'est ce qui permettrait à \_\_\_\_\_ de s'adapter à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

20.1 Quels acteurs devraient être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

20.2 Quels acteurs devraient être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

20.3 Quels acteurs devraient être responsables des coûts des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

20. Les acteurs suivants devraient-ils être impliqués dans ... des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?	Identification (O/N/NSP/NA)	Gestion (O/N/NSP/NA)	Coûts (O/N/NSP/NA)
a. Résidents			
b. Conseil de bande			
c. Conseil tribal			
d. Gouvernement fédéral			
e. Gouvernement provincial			
f. Communauté scientifique (Université, Institut de recherche)			
g. Commerces			
h. Industries			
i. Organismes locaux			

ENTREVUE AUPRÈS DES COMMUNAUTÉS INNUES DE LA COTE-NORD

Date : \_\_\_\_\_ Heure : \_\_\_\_\_

Équipe : \_\_\_\_\_ Réf audio : \_\_\_\_\_

Communauté : \_\_\_\_\_

Les questions de cet entretien sont regroupées en cinq sections.

- 1- Identification du répondant;
- 2- Identification des préoccupations;
- 3- Identification des activités pratiquées et du territoire utilisé;
- 4- Perceptions à l'égard des phénomènes naturels et des changements du milieu naturel;
- 5- Perceptions à l'égard des mesures d'adaptation et de la gouvernance.

A.IDENTIFICATION DU RÉPONDANT

Âge : 18-29 ans 30-39 ans 40-49 ans 50-59 ans 60-69 ans 70-79 ans 80 ans et plus

Sexe :  masculin  féminin

Lieu de résidence : \_\_\_\_\_

Nb d'années de résidence à cet endroit : \_\_\_\_\_

B. IDENTIFICATION DES PRÉOCCUPATIONS

1. Selon vous, quels sont les principaux problèmes qui affectent \_\_\_\_\_ (communauté/territoire).

---

---

---

---

2. Selon vous, les changements climatiques affectent-ils \_\_\_\_\_ et le mode de vie de ses résidents ?

Oui  Non  Ne sait pas

2.1. Si oui, comment?

---

---

**C. IDENTIFICATION DES ACTIVITÉS PRATIQUÉES ET DU TERRITOIRE UTILISÉ**

**3. Pratiquez-vous des activités au bord de mer, en mer ou en rivière? Oui  Non**

3.1. Si oui, quelles activités pratiquez-vous ?

3.2. Où les pratiquez-vous?

3.2.a. Shapefile : \_\_\_\_\_

3.3. La pratique de ces activités est-elle affectée par l'érosion et l'inondation côtières ou encore par d'autres phénomènes naturels ou changements du milieu? Oui  Non

3.3.1. Si oui, par quoi?

3.1. Activité pratiquée	3.2. Localisation	3.3. Affectée ? (O/N/NSP)	3.3.1. Phénomènes responsables

**4. Est-ce qu'il y a des activités que vous avez cessées de réaliser en raison de l'érosion et de l'inondation côtières ou encore en raison de d'autres phénomènes naturels ou changements du milieu? Oui  Non**

4.1. Si oui, lesquelles?

4.2. Pouvez-vous les localiser?

4.3. En raison de quels changements du milieu avez-vous arrêté de les pratiquer?

4.1. Activités cessées	4.2. Localisation	4.3. Phénomènes responsables

**5. Quels sont les lieux de rassemblement et de fête annuelle importants pour votre communauté ?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



8. À votre connaissance, est-ce que ... est présent sur le territoire de votre communauté?	oui	non	nsp	aug- men- tation	dimi- nution	Augmentation et diminution	aucun chan- gement	nsp	na	commentaires
8.1. Si oui, avez-vous remarqué un changement dans leur fréquence?										
a. Érosion côtière ( <i>ero</i> )										
b. Érosion de berges de rivière ( <i>erof</i> )										
c. Glissement de terrain ( <i>gt</i> )										
d. Vagues de tempête ( <i>v</i> )										
e. Fortes pluies ( <i>p</i> )										
f. Inondation fluviale ( <i>ij</i> )										
g. Inondation côtière ( <i>sub</i> )										
h. Redoux hivernal ( <i>redo</i> )										
i. Embâcle ( <i>emb</i> )										
j. Séisme (tremblement de terre)( <i>tr</i> )										
k. Réchauffement climatique (oui ou non) ( <i>Ré</i> )										
l. Autre :										

9. Pouvez-vous localiser les zones où vous avez observé les phénomènes naturels et les changements du milieu naturel ci-haut mentionnés? Oui Non

9.1. Si oui, nom du shapefile : \_\_\_\_\_

10. Quelles sont, selon vous, la ou les cause(s) de l'érosion et de l'inondation côtières?	oui	non	Nsp	Nd	Commentaires
a. Vagues de tempête					
b. Augmentation du niveau de la mer/ Augmentation de la ligne des hautes marées					
c. Diminution de la glace					
d. Interventions ou activités humaines – Si oui, précisez:					
e. Fortes pluies					
f. Eau souterraine					
g. Rivière et ruisseau/cours d'eau					
h. Vent					
i. Redoux hivernaux/ Gel-dégel					
j. Changements climatiques					
k. Autres :					
l. Autres :					

10.J.1 Si les changements climatiques sont une des causes de l'érosion et de l'inondation côtières, comment l'expliquez-vous ?

\_\_\_\_\_

11. L'érosion et l'inondation côtières affectent-elles ...?	Oui	Non	Nsp	Na	Commentaires
a. Votre résidence principale					
b. Votre campement					
c. Vos finances-votre budget					
d. Les services à la communauté (ex. :aqueduc, réseau routier, etc.)					
e. L'aménagement du territoire (ex. : développement domiciliaire)					
f. Le bon voisinage					
g. Autres :					
h. Autres :					

12. Avez-vous perdu du terrain?	Oui	Non	Nsp	Na	Commentaires
a. Résidence principale					
b. Campement					
c. Autres :					

13. Avez-vous gagné du terrain?	Oui	Non	Nsp	Na	Commentaires
a. Résidence principale					
b. Campement					
c. Autres :					

14. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent les ressources biologiques (poissons, mollusques, mammifères marins, crustacés, végétation, algues/herbier)?

Oui  Non  Ne sait pas

14.1. Si oui, lesquelles?

---

15. Est-ce que l'érosion et l'inondation côtières affectent votre état de santé (ex. : stress, dépression, insomnie, etc.)?

Oui  Non  Ne sait pas

15.1. Si oui, comment?

---

16. À quelle(s) période(s) de l'année l'érosion et l'inondation côtières vous affectent-elles?	Oui	Non	Nsp	Na	Commentaires
a. Été (juin-août)					
b. Automne (septembre-novembre)					
c. Hiver (décembre-février)					
d. Printemps (mars-mai)					

D. PERCEPTION DU RÉPONDANT À L'ÉGARD DES SOLUTIONS D'ADAPTATION

17. Quelles actions ont déjà été entreprises pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières ?

18. Ces actions ont-elles été efficaces ?

19. Est-ce que vous referiez ces mêmes actions ?

17. Actions entreprises	18. Cette action a-t-elle été efficace ? (O/N/NSP)	19. Est-ce que vous referiez ces mêmes actions ? (O/N/NSP)

20. Quelles actions sont prévues pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières ?

---



---

21. D'après vous, quelles seraient les solutions les plus efficaces pour diminuer les impacts de l'érosion et de l'inondation côtières?	Oui	Non	Nsp	Commentaires
a. Déplacement d'infrastructures (résidences, campement, cabanon)				
b. Enrochement				
c. Brise-lame				
d. Épis				
e. Recharge en sable				
f. Restauration des dunes				
g. Muret				
h. Plantation de végétaux				
i. Modification des comportements				
j. Sensibilisation				
k. Meilleure réglementation / zonage				
l. Création comité côtier				
m. Autres :				

22. 1. Quels acteurs devraient être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

---



---

22.2. Quels acteurs devraient être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

---



---

22.3. Quels acteurs devraient être responsables des coûts des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?

---



---

22. Les acteurs suivants devraient-ils être impliqués dans ... des solutions d'adaptation à l'érosion et à l'inondation côtières dans un contexte de changements climatiques ?	Identification (O/N/NSP/NA)	Gestion (O/N/NSP/NA)	Coûts (O/N/NSP/NA)
a. Résidents			
b. Conseil de bande			
c. Conseil tribal			
d. Gouvernement fédéral			
e. Gouvernement provincial			
f. Communauté scientifique (Université, Institut de recherche)			
g. Commerces			
h. Industries			
i. Organismes locaux			

**Annexe 3. Résultats du test G**

1-Rapport entre les réponses des acteurs publics et des répondants résidents des communautés de Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan

<b>Changements environnementaux</b>	<b>Relation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pourcentage</b>
	Présence	1	4,0
	Absence	24	96,0
	Total	25	100,0

<b>Phénomènes observés</b>	<b>Relation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pourcentage</b>
	Présence	3	5,7
	Absence	50	94,3
	Total	53	100,0

<b>Causes</b>	<b>Relation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pourcentage</b>
	Présence	9	12,9
	Absence	61	87,1
	Total	70	100,0

<b>Saison</b>	<b>Relation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pourcentage</b>
	Présence	2	10,0
	Absence	18	90,0
	Total	20	100,0

<b>Solutions d'adaptation</b>	<b>Relation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pourcentage</b>
	Présence	6	10,0
	Absence	54	90,0
	Total	60	100,0

2- Rapport entre les réponses des acteurs publics et des répondants résidents de Ekuanitshit

Changements environnementaux	Changements observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Largeur de la plage	11.20	4	0.024	Oui
	Niveau de la mer	8.11	4	0.087	Non
	Niveau de la rivière	2.20	3	0.532	Non
	Glace de mer	1.40	2	0.498	Non
	Glace de rivière	0.99	2	0.609	Non

Phénomènes naturels	Phénomènes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Érosion côtière	1.40	2	0.498	Non
	Érosion fluviale	0.98	1	0.323	Non
	Glissement de terrain	0.02	1	0.892	Non
	Vagues de tempête	5.40	1	0.020	Oui
	Pluies diluviennes	2.68	2	0.262	Non
	Inondation fluviale	2.56	1	0.110	Non
	Inondation côtière	1.49	1	0.222	Non
	Redoux hivernaux	2.00	1	0.158	Non
	Embâcle	0.67	1	0.412	Non
	Séisme	2.03	2	0.362	Non
	Réchauffement climatique	3.07	1	0.080	Non

Causes de l'érosion	Causes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Côtier-Vagues de tempête	12.63	3	0.006	Oui
	Côtier-Augmentation du niveau marin	6.75	3	0.080	Non
	Côtier-Diminution de la glace	8.31	4	0.081	Non
	Côtier-Homme	15.69	3	0.001	Oui
	Côtier-Pluies diluviennes	12.21	2	0.002	Oui
	Côtier-Eau souterraine	6.72	3	0.081	Non
	Côtier-Cours d'eau	8.21	3	0.042	Oui
	Côtier-Vent	7.22	3	0.065	Non
	Côtier-Redoux hivernaux	7.72	3	0.052	Non
	Côtier-Changements climatiques	8.20	3	0.042	Oui
	Fluvial-Vagues de tempête	3.07	1	0.080	Non
	Fluvial-Augmentation du niveau marin	2.92	2	0.232	Non

	Fluvial-Diminution de la glace	4.68	4	0.321	Non
	Fluvial-Homme	3.35	3	0.340	Non
	Fluvial-Pluies diluviennes	6.13	3	0.105	Non
	Fluvial-Eau souterraine	3.41	3	0.333	Non
	Fluvial-Cours d'eau	4.12	3	0.248	Non
	Fluvial-Vent	2.94	3	0.401	Non
	Fluvial-Redoux hivernaux	5.90	3	0.117	Non
	Fluvial-Changesments climatiques	3.93	3	0.269	Non

Saison à laquelle survient l'érosion	Saison	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Été	0.03	1	0.861	Non
	Automne	4.36	1	0.037	Oui
	Hiver	0.13	1	0.719	Non
	Printemps	4.12	1	0.042	Oui

Solutions d'adaptation	Types de solution	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Déplacement	4.31	3	0.230	Non
	Enrochement	3.90	3	0.272	Non
	Brise-lame	4.46	3	0.216	Non
	Épis	4.49	3	0.213	Non
	Recharge en sable	4.45	3	0.217	Non
	Restauration des dunes	5.56	3	0.135	Non
	Muret	5.13	3	0.163	Non
	Plantation de végétaux	4.87	3	0.181	Non
	Modification des comportements	4.42	3	0.220	Non
	Sensibilisation	4.72	3	0.194	Non
	Réglementation	4.42	3	0.220	Non
	Comité côtier	3.69	3	0.297	Non

#### Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
<b>Changements dans la zone côtière</b>	<b>6</b>
Accumulation de sable aux abords de l'ancien quai	2
Courants très forts entre l'île du Havre de Mingan et la communauté ainsi qu'à l'ouest de la communauté	2
Accumulation de sable sur l'avant-plage à l'ouest de la communauté, formation de cordons et de sillons pré-littoraux et d'une lagune	1
Augmentation de la pente de la plage devant l'île du Havre de Mingan	1
<b>Changements dans l'estuaire de la rivière Mingan</b>	<b>9</b>
Ensalement de l'estuaire	2
Le chenal change de lit rapidement et fréquemment	1
Le sable s'étend plus loin à l'embouchure	1
La pente à l'extrémité de la batture est plus prononcée	1
Déplacement des sédiments plus important en raison de l'absence de glace en hiver	1
Le lit de la rivière se déplace graduellement vers l'ouest	1
Augmentation de la pente de la rive concave	1
Les vents du nord-est influence les mouvements sédimentaires	1
<b>Changements dans la zone urbanisée</b>	<b>1</b>
Rétrécissement du pédoncule	1
<b>Changements affectant le territoire</b>	<b>1</b>
La lune s'est déplacée de quelques degrés vers l'ouest, l'ensoleillement est plus long.	1

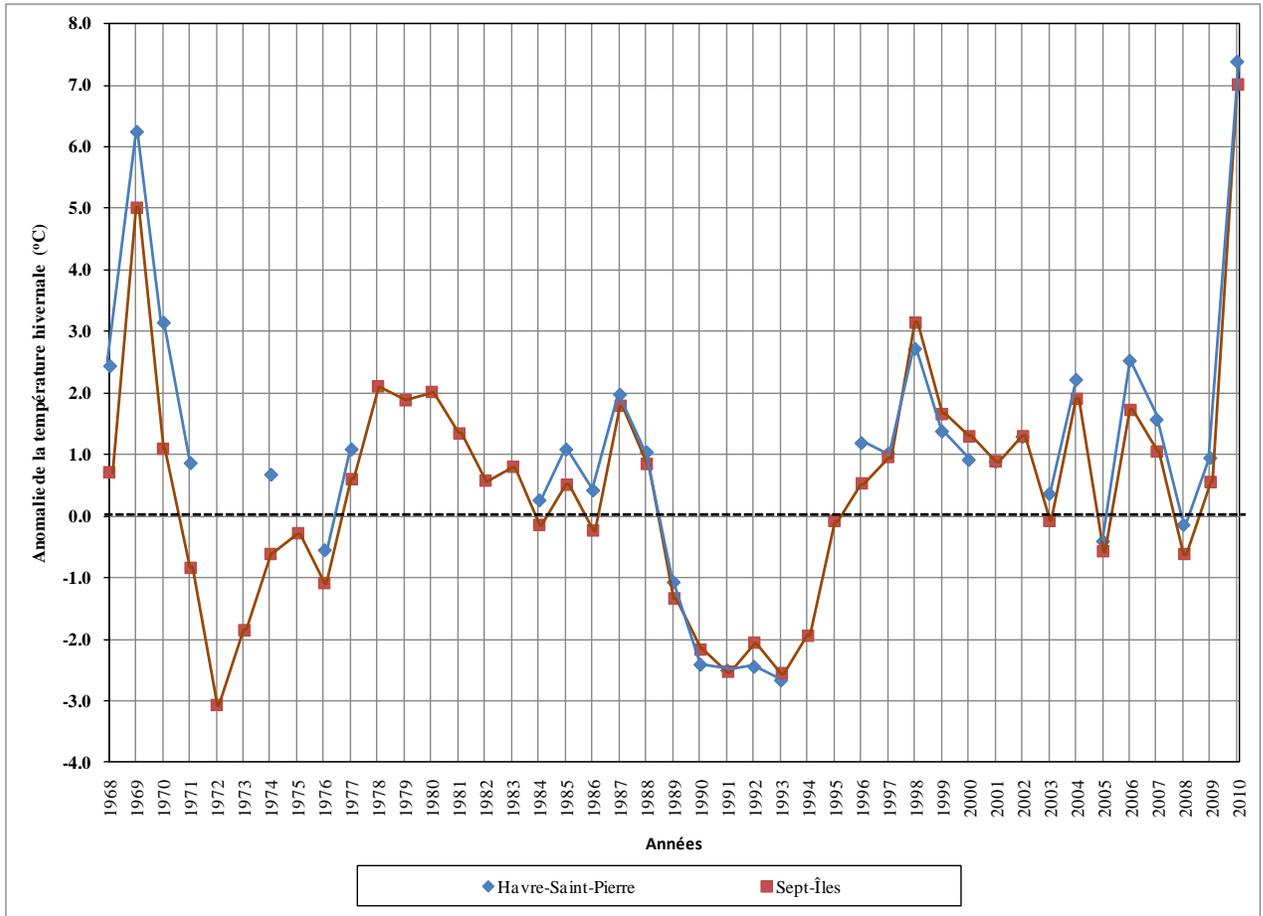
Annexe 5. Impacts des aléas selon les acteurs publics

<b>Impacts sur les infrastructures</b>		Nbre d'observations
Sentier pédestre érodé et à risque d'érosion		5
Route 138 à risque d'érosion		4
Belvédères à risque d'érosion		3
Piste cyclable à risque d'érosion		3
Résidence à risque d'érosion près du point le plus étroit du pédoncule		1
Chalet de la pourvoirie inondé		1
<b>Impacts sur l'aménagement du territoire</b>		Nbre d'observations
Interdiction de construction dans la zone côtière		3
Localisation du projet de la maison de la culture révisée afin de prendre en compte la zone de submersion		1
Projet de contournement de la route 138		1
<b>Impacts sur les ressources biologiques</b>		Nbre d'observations
Diminution des petits fruits		2
<b>Impacts sur les activités traditionnelles et culturelles</b>		Nbre d'observations
Diminution de la cueillette de petits fruits		4
Site archéologique en érosion		1
Pêche au saumon affectée		1
Baignade à l'embouchure de la rivière Mingan affectée		1
<b>Impacts sur la santé</b>		Nbre d'observations
Inquiet par rapport au secteur de chalet à l'est d'Ekuanitshit		1
Les aînés sont inquiets		1
Inquiet par rapport au pédoncule qui pourrait se sectionner		2

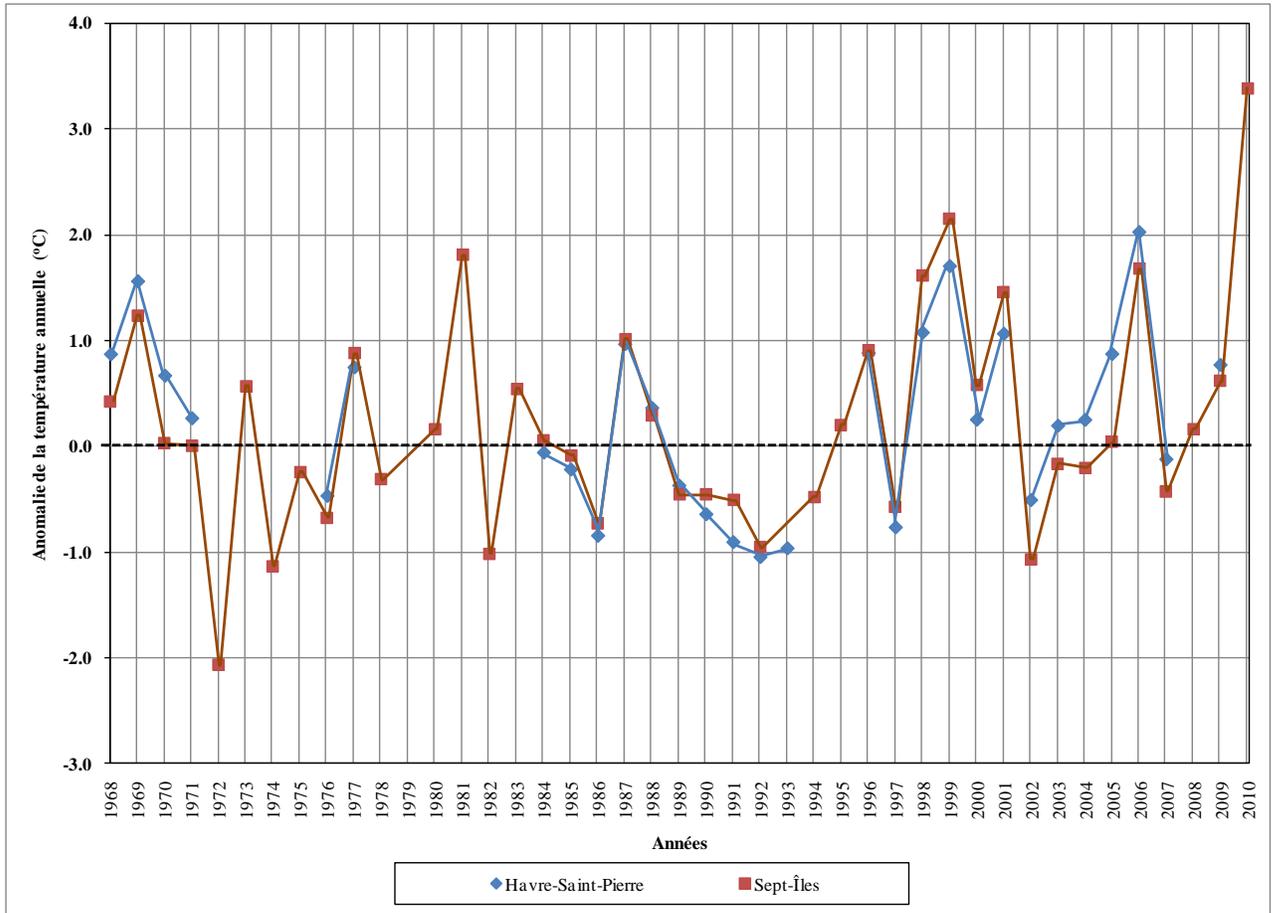
## Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
<b>Changements dans la zone côtière</b>	<b>1</b>
Changement dans la morphologie de la plage au printemps. Les crêtes et les sillons disparaissent au printemps à cause des pluies et de la fonte de la glace.	1
<b>Changements dans l'estuaire de la rivière Mingan</b>	<b>11</b>
Ensablement de l'estuaire	5
Élargissement de la rivière	3
Beaucoup de changements à l'estuaire de la rivière Mingan	1
Accumulation de sable sur la rive convexe	1
Rétrécissement du chenal	1
<b>Changements dans la zone urbanisée</b>	<b>6</b>
Le pédoncule rétrécit beaucoup	3
Présence d'une fissure au niveau du pédoncule	2
Augmentation du niveau de la nappe phréatique	1

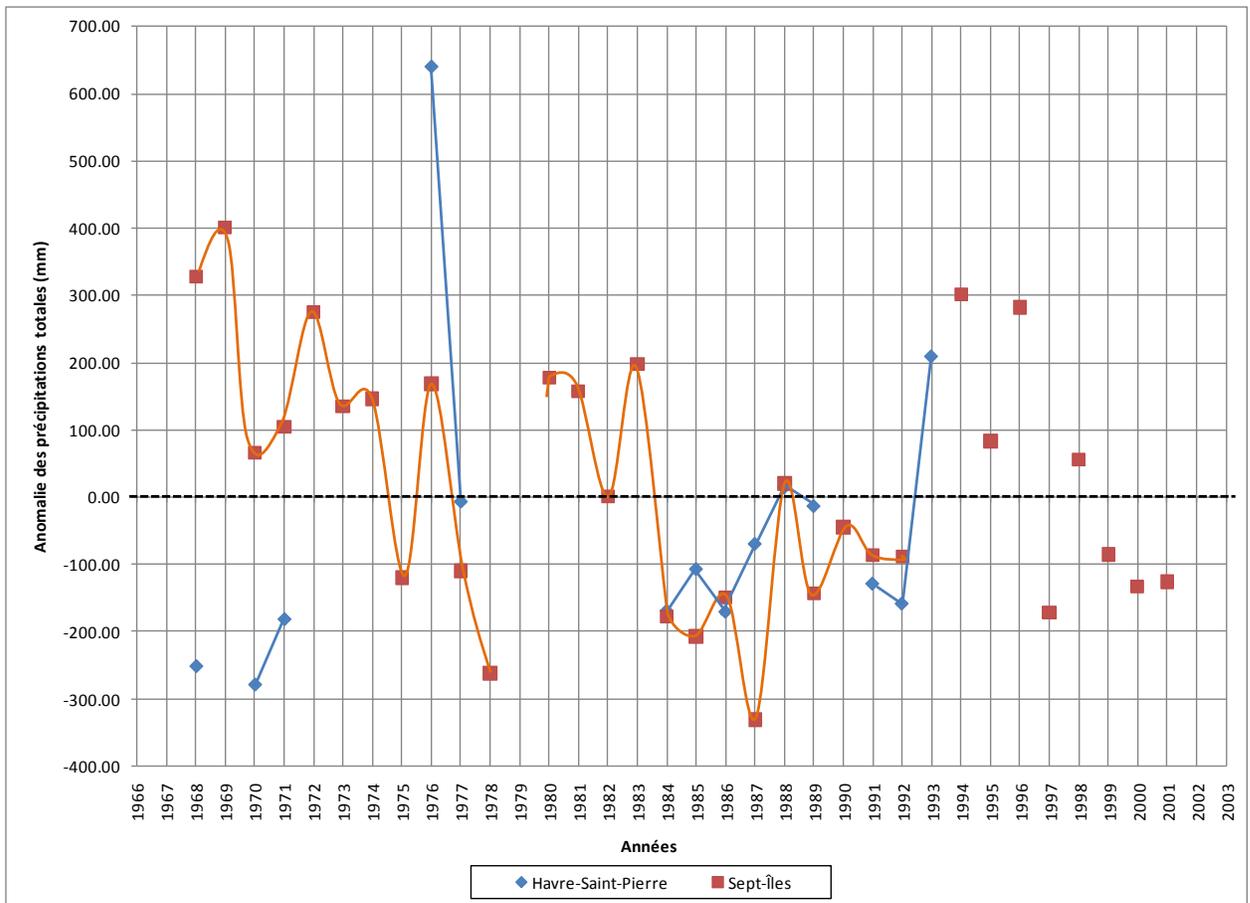
Annexe 7. Concordance entre les stations météorologiques de Havre-St-Pierre et de Sept-Îles



Comparaison des anomalies de la température moyenne hivernale pour les stations de Havre-Saint-Pierre et de Sept-Îles



Comparaison des anomalies de la température moyenne annuelle pour les stations de Havre-Saint-Pierre et de Sept-Îles



Comparaison des anomalies des précipitations totales annuelles pour les stations de Havre-Saint-Pierre et de Sept-Îles

### **Déroulement de la formation**

En décembre 2010, nous avons effectué un atelier de formation avec deux personnes ciblées par le conseil de bande afin de mettre en place un réseau de suivi de l'érosion côtière. L'atelier consistait à sensibiliser les personnes concernées à l'érosion côtière et à leur montrer la démarche établie par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski pour le relevé des bornes d'érosion effectué à travers le Québec maritime. Cette partie se tenait en salle offerte par le conseil de bande et s'est déroulée de façon théorique avec un support visuel. Par la suite, nous avons invités les participants à aller à l'extérieur pour une formation pratique sur le relevé des bornes et des infrastructures à risque. De plus, nous avons implanté ensemble quelques bornes (station d'érosion) afin que les participants puissent eux-mêmes, en notre compagnie, effectuer l'implantation des stations de suivi d'érosion. Au total, 41 stations de mesure d'érosion ont été implantées dans le but de suivre l'évolution du haut de la falaise et des terrasses de plage (Figure 107 et 108). D'autres informations sur le terrain ont été récoltées et un inventaire ainsi que la mesure de la distance de toutes les infrastructures (chalets, cabanons, routes, etc.) le long de la côte ont été effectués (23 infrastructures et 1 zone d'infrastructure à risque) (Figure 107 et 108).

Un atelier de transfert de connaissances sur les résultats de cette étude et sur l'identification des besoins exprimés par les communautés en termes d'adaptation sera effectué à l'automne 2012.

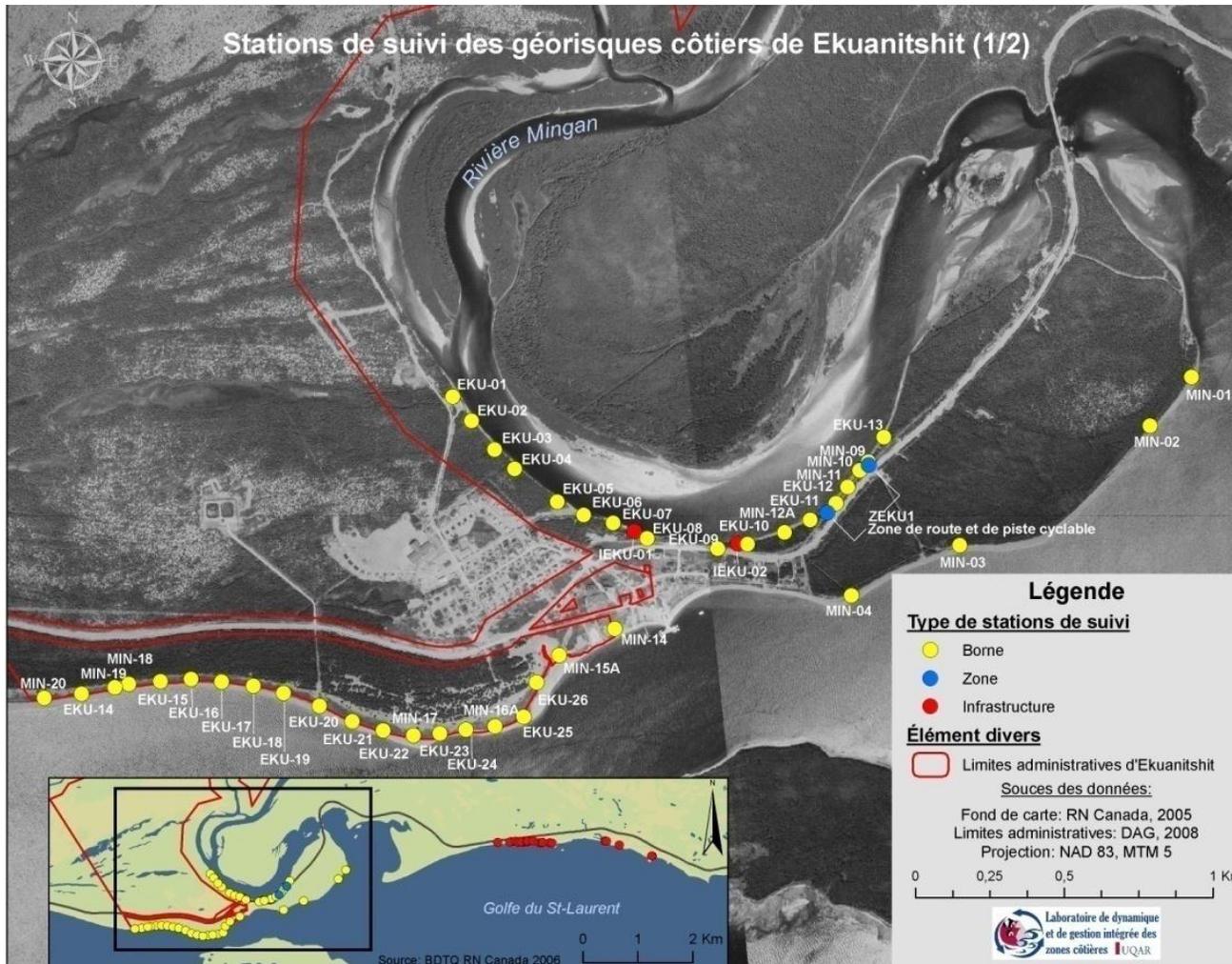


Figure 107. Stations de suivi des géorisques côtiers de la région d'Ekuanitshit

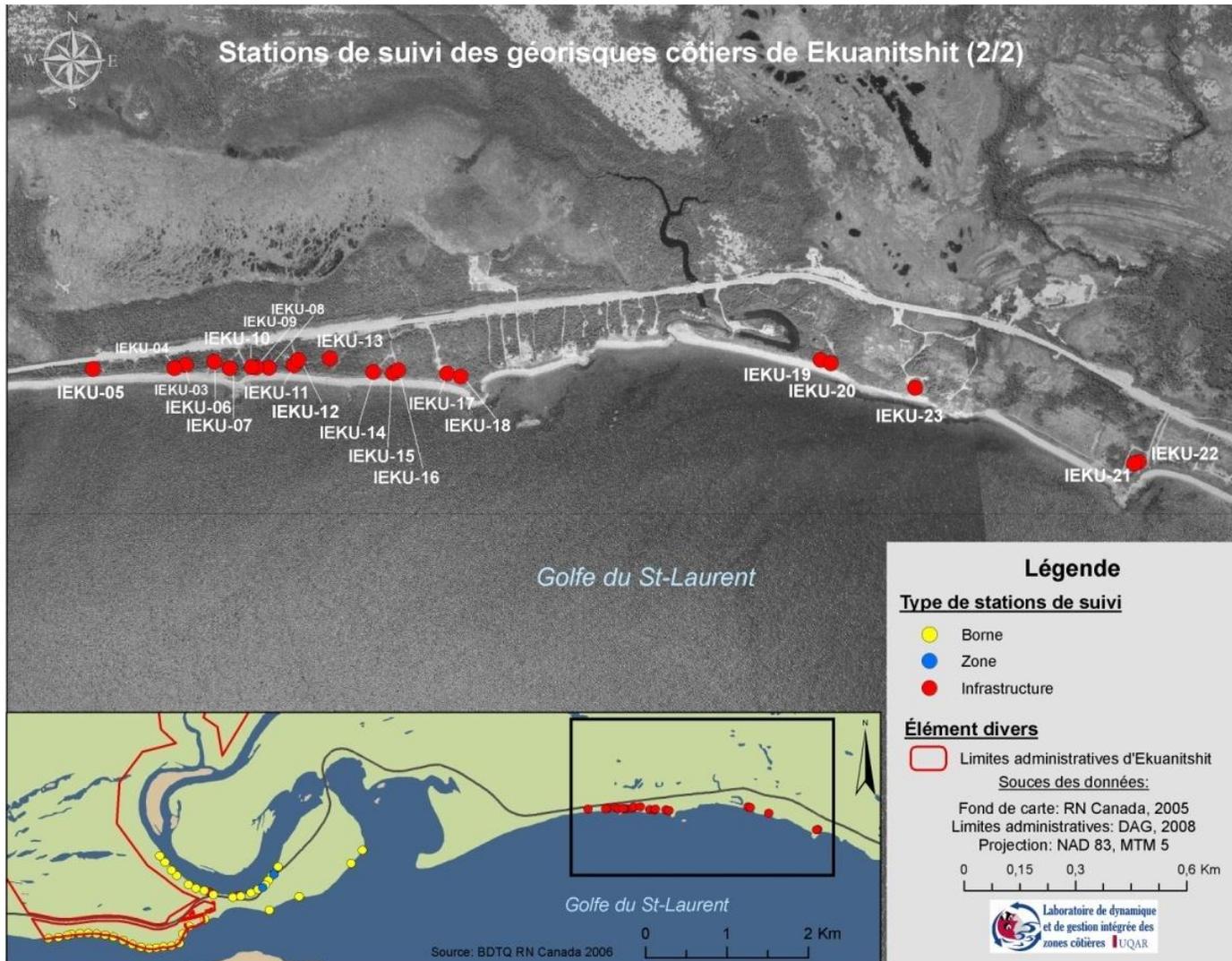


Figure 108. Stations de suivi des géorisques côtiers de la région d'Ekuanitshit

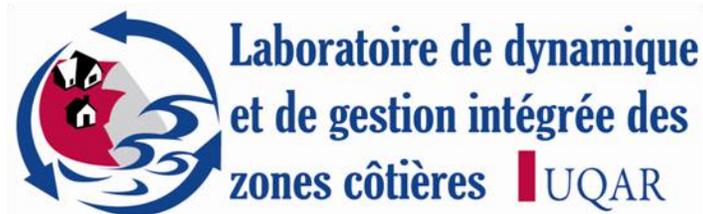
# Procédure des relevés de terrain pour le suivi de l'érosion des côtes du Québec Maritime

---

**Roch Guevremont Bsc Géographie**

**Steeve Dugas Bsc Géographie**

**Juin 2010**



## **Quelques conseils**

### Configurer le GPS

-format de position degré, décimale : hddd.ddddd

-système géodésique : WGS84

Avoir à porter de mains les fiches de terrain avec la description des bornes, des infrastructures et des zones d'infrastructures à risque, en format papier ainsi que les cartes de localisation. Ne pas oublier d'apporter les bases de données Excel (non-modifiées et modifiées pour le terrain) contenant l'ensemble des informations relatives au suivi afin de pouvoir les consulter au besoin et pour saisir l'information recueillie lors de l'année en cours. Il est aussi important de vérifier les tables de marées afin de faire les relevés dans une période où le point d'inflexion est visible (un peu avant et après la marée basse). Pour les prédictions des marées, visiter le site internet du Service Hydrographique du Canada (<http://www.charts.gc.ca/>), dans la section marées, courants et niveaux d'eau, sous l'onglet MCNE prédictions. Finalement, ne pas oublier de renommer les photographies prises dans la journée selon la bonne nomenclature, voir section 1.6

## 1.1 Implantation des bornes

**\*Toujours faire une implantation perpendiculaire à la côte dans le cas de piquet et en ligne avec le mur du coin mesuré dans le cas d'un bâtiment.**

1) Inscrire le nom des bornes (Ex. MEC-01) et « UQAR/(Trois premières lettres de la communauté) » sur les 2 côtés de chaque piquet et sur l'étiquette de métal. S'il s'agit d'un arbre ne mettre que l'étiquette de métal et mettre du ruban si possible. Dans le cas d'une maison ou autre bâtiment on ne prend que les données dans le carnet (bien décrire le bâtiment).

\*Toujours mettre un « trait d'union (-) » entre l'identification de la communauté et le numéro de la borne.

2) Inscrire la distance en mètre (Ex. 10 m) au bout des piquets.

3) Mettre un bout de ruban au bout des piquets afin de faciliter le repérage lors du suivi.

4) Prendre la position GPS de la borne 1, lui donner un nom (3 premières lettres du nom de la communauté), suivi d'un numéro (numéro suivant de la dernière borne implantée). Noter les coordonnées géographiques sur la fiche de terrain.

5) Noter les caractéristiques du milieu et les informations nécessaires pour faciliter la localisation (adresse, nom de rue, espèce d'arbre, couleur de la maison etc.).

6) Implanter les bornes aux distances établies entre les bornes et le trait de côte ou la ligne de rivage selon la configuration de la plage (p.ex : B1 : 10m, B2 : 15m). La méthodologie de prise de mesure est décrite à la section 1.5. Indiquer la visée, s'il y a lieu.

7) Indiquer le type de côte et son état.

8) Mesurer précisément la hauteur de la falaise ou de la microfalaise lorsque possible. L'évaluer si c'est trop haut pour la mesurer et indiquer dans ce cas qu'il s'agit d'une mesure approximative. (microfalaise : – de 1,50 m, basse falaise : 1,50 à 5,00 m, moyenne falaise : 5,00 à 10,00 m, haute falaise : 10,00 à 20,00 m, très haute falaise + de 20,00 m).

9) Indiquer la stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la microfalaise (sable, sable sur roc, sable sur argile, argile, roc etc.) (Ex. : sable sur argile (s/ag) ou sable-gravier-blocs sur silt (s-g-bl / si).

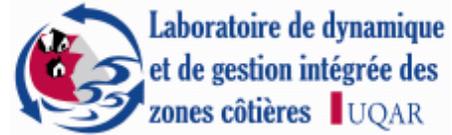
10) Mesurer la largeur du débord organique si présent.

- 11) Mesurer la largeur du haut estran en partant du trait de côte ou de la ligne de rivage selon la configuration de la plage et en allant jusqu'au point d'inflexion (Voir section 1.5). S'il y a une falaise, partir du bas de la falaise. S'il y a un haut de plage, mesurer de la limite inférieure du haut de plage jusqu'à la flexure.
- 12) Indiquer le substrat du haut estran (sable, sable sur roc, sable sur argile, argile, roc etc.) (Ex : sable sur argile (s/ag) ou sable-gravier-blocs sur roche sédimentaire (s-g-bl / rs).
- 13) S'il y a présence ou mise en place d'un haut de plage, mesurer la largeur du haut de plage végétalisé (+ de 75% de recouvrement) et mesurer la largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non-végétalisé (- de 75% de recouvrement) séparément.
- 14) S'il y a une infrastructure de protection, inscrire le type d'infrastructure et l'état.
- 15) Indiquer les processus actifs.
- 16) Prendre 3 photos du site (vers l'est, de face et vers l'ouest).

## Exemple de prise de données pour l'implantation d'une nouvelle borne

### Fiche de suivi de l'érosion côtière

7 juillet 2010 \_\_\_\_\_ 13h20 \_\_\_\_\_ CD \_\_\_\_\_  
 Date Heure Observateur



Borne

PES-01 \_\_\_\_\_ 48.943552W, 68.634456N  
 Numéro de borne Coordonnées

À l'extrémité est de la rue Laletaut, accès à pied \_\_\_\_\_  
 Détails sur la localisation et l'accès

Borne existante

Borne repositionnée  Borne perdue et réimplantée  Ajout d'une borne de sureté  ( \_\_\_\_\_ )

B1 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) B2 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
 Distance actuelle/type de borne (Distance initiale)

B3 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) B4 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

Nouvelle implantation

B1 : 10,00 m \_\_\_\_\_ (piquet) B2 : 15,00 \_\_\_\_\_ (piquet) B3 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
 Distance actuelle Type de borne

Infrastructure

\_\_\_\_\_ Numéro d'infrastructure (I-) \_\_\_\_\_ Numéro de début de zone (Z-) \_\_\_\_\_ Numéro de fin de zone (Z-\_\_f)  
 \_\_\_\_\_

Coordonnées géographiques \_\_\_\_\_

Description de(s) infrastructure(s) \_\_\_\_\_

Description du point de mesure et de la visée \_\_\_\_\_

Distance actuelle de(s) infrastructure(s) au trait de côte \_\_\_\_\_

Caractérisation côtière

Falaise meuble \_\_\_\_\_ stable \_\_\_\_\_ enrochement pe \_\_\_\_\_  
 Type de côte État de la côte Infrastructure et état

NA \_\_\_\_\_  
 Largeur du débord organique

7 m \_\_\_\_\_ S \_\_\_\_\_  
 Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise

30 m \_\_\_\_\_ S \_\_\_\_\_  
 Largeur du haut estran Substrat du haut estran

NA \_\_\_\_\_ NA \_\_\_\_\_  
 Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%) Largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75%)

\_\_\_\_\_ cd, vg \_\_\_\_\_  
 Aléas Processus actifs

PES-01 07 07 10 A, PES-01 07 07 10 B, PES-01 07 07 10 \_\_\_\_\_  
 No de photos

Commentaires : \_\_\_\_\_

## 1.2 Suivi des bornes d'érosion

Lors du suivi, assurez-vous que le nom des bornes et la distance initiale des bornes (sous le ruban, sont toujours visibles). Dans le cas contraire, veuillez réinscrire ces informations. Il est important de remplacer les bornes endommagées et de les réimplanter au même endroit.

Pour effectuer le suivi, mesurer la distance actuelle des bornes au trait de côte ou à la ligne de rivage selon la configuration de la plage. Toujours indiquer à partir de quelle borne la distance a été mesurée et ce pour chacune des bornes ainsi que la distance d'origine entre parenthèses. De plus toujours identifier le type de borne et la distance initiale de la borne au trait de côte ou à la ligne de rivage.

Exemple :      B1 = 8,05m piquet (10,00m)  
                    B2 = 18,05m piquet (20,00m)  
                    B3 = 28,05m piquet (30,00m)

Si la côte évolue rapidement, ajouter des bornes de sécurité. Si vous ajoutez des bornes de sécurité, bien l'indiquer sur la fiche de terrain. La position et la mesure d'une nouvelle borne se fait toujours en fonction d'une borne existante (Ex. borne de sécurité B4 = 33,05m piquet (35,00 m) ce qui veut dire que la B4 est implantée 5,00m derrière B3 située à 28,05m et à 30,00m à l'origine).

Si vous repositionnez une borne, le noter sur la fiche de terrain ainsi que les nouvelles coordonnées.

Si une borne est perdue et réimplantée au même endroit, le noter sur la fiche de terrain et ajouter un « A » ou « lettre suivante si déjà la borne A » au numéro de borne (Ex PIS-09 (ancienne borne) PIS-09A (nouvelle borne implantée)). Il est important de prendre les nouvelles coordonnées GPS si la borne n'est pas exactement au même endroit.

Si une borne est perdue et n'est pas réimplantée, noter « Borne perdue et pas réimplantée » dans le carnet et préciser la raison de votre choix. En principe, une borne perdue devrait toujours être réimplantée.

Noter les données de caractérisation côtière de la même façon que celles indiquées dans l'exemple donnée pour une nouvelle implantation de borne (Section 1.1., Étapes 7 à 16).



### 1.3 Inventaire des infrastructures ponctuelles

Prendre la position GPS de toutes les infrastructures à moins de 10,00 m de la côte (avec ou sans infrastructure de protection).

- 1) Pour inventorier une nouvelle infrastructure, prendre sa position GPS, lui donner un nom commençant par « I » suivie des 3 premières lettres du nom de la communauté et d'un chiffre. (Ex. IMEC-01). Si elle n'est pas déjà également une borne d'érosion, créer par la même occasion une borne en lui donnant également un nom de borne (Ex IMEC-06 et MEC-08).
- 2) Décrire l'infrastructure brièvement (résidence principale, secondaire, commerce, service, historique, adresse, couleur du toit, etc.).
- 3) Noter la distance de l'infrastructure au trait de côte ou à la ligne de rivage selon la configuration de la plage (Ex : 4,50m). Il est préférable de prendre la mesure à partir d'un coin de l'infrastructure (si fiez au solage) et non à partir d'un coin d'un terrassement. De plus, il est important de s'aligner avec le mur de l'infrastructure pour prendre la mesure.
- 4) Noter l'endroit où la mesure à été prise ainsi que l'alignement. (Ex, coin est résidence rouge, aligné avec le mur est.)
- 5) Noter les données de caractérisation côtière de la même façon que celles indiquées dans l'exemple donnée pour une nouvelle implantation de borne (Section 1.1., Étapes 7 à 15).
- 6) Noter les aléas potentiels.
- 7) Prendre une photo.

## Exemple de prise de données pour les infrastructures ponctuelles

### Fiche de suivi de l'érosion côtière

7 juillet 2010  
Date

13h20  
Heure

CD  
Observateur



Laboratoire de dynamique  
et de gestion intégrée des  
zones côtières | UQAR

Borne

Numéro de borne

Coordonnées géographiques

Détails sur la localisation et l'accès

Borne existante

Borne repositionnée  Borne perdue et réimplantée  Ajout d'une borne de sureté  ( \_\_\_\_ )

B1 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ ) B2 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ )  
Distance actuelle/type de borne (Distance initiale)

B3 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ ) B4 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ )

Nouvelle implantation

B1 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ ) B2 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ ) B3 : \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_ )  
Distance actuelle Type de borne

Infrastructure

IPES-09

Numéro d'infrastructure (I-)

Numéro de début de zone (Z-)

Numéro de fin de zone (Z-\_\_f)

48.943552W, 68.634456N

Coordonnées géographiques

Hangar gris du Conseil de bande face à l'église sur la rue Laletaut

Description de(s) infrastructure(s)

Mesure pris du coin est, aligné avec le mur est de l'édifice

Description du point de mesure et de la visée

8,30 m

Distance actuelle de(s) infrastructure(s) au trait de côte

Caractérisation côtière

Flèche littorale

a

NA

Type de côte

État de la côte

Infrastructure et état

NA

Largeur du débord organique

0,80 m

s

Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise

Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise

32,5 m

s

Largeur du haut estran

Substrat du haut estran

NA

NA

Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)

Largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75%)

Er, sub

vg, eol, vtt

Aléas

Processus actifs

IPES-09 07 07 10

No de photos

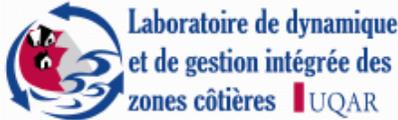
Commentaires :

## 1.4 Inventaire des zones d'infrastructures

Prendre la position GPS au début et à la fin de chaque zone à moins de 10,00 m de la côte (avec infrastructure de protection ou non). En principe, les zones d'infrastructures devraient exister uniquement pour les infrastructures linéaires à risque d'érosion comme les voies de communication (routes, pistes cyclables, etc.) ou encore pour les zones protégées efficacement de l'érosion par des ouvrages de protection entretenus. Pour les secteurs avec plusieurs infrastructures à risque d'érosion à moins de 10 m et sans ouvrage de protection efficace, chaque infrastructure devrait être localisée individuellement comme mentionné au point 1.3. afin de permettre un suivi des infrastructures à risque d'érosion.

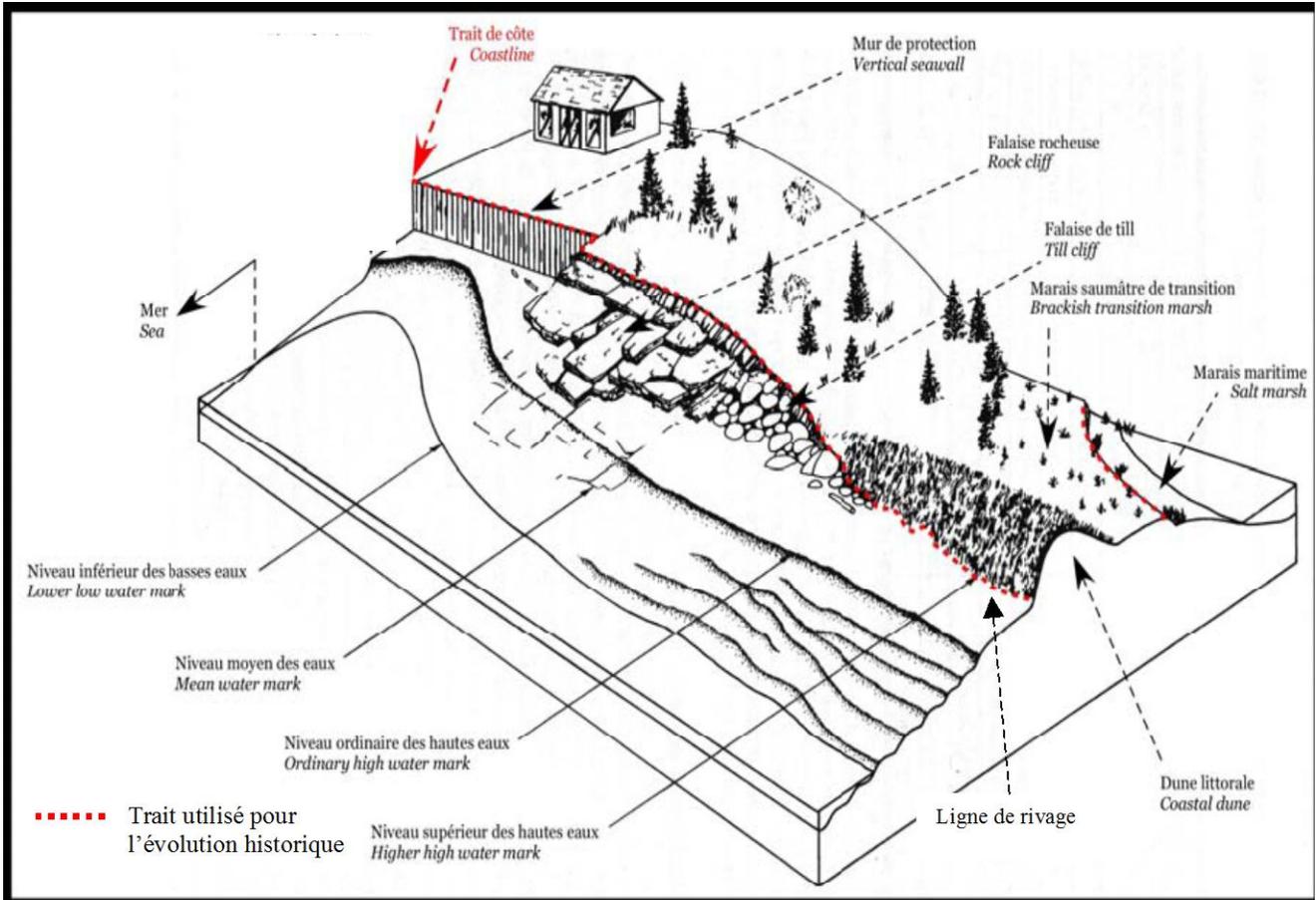
- 1) Prendre la position GPS au début de la zone, lui donner un nom commençant par « ZI » suivie des 3 premières lettres du nom de la communauté et d'un chiffre (Ex. ZIMEC-01). Prendre un deuxième point GPS à la fin de la zone en ajoutant un « F » à la fin (Ex. ZIMEC-01F).
- 2) Évaluer la distance des infrastructures au trait de côte ou à la ligne de rivage selon la configuration de la plage. Noter la distance la plus petite et la plus élevée entre l'infrastructure et le trait de côte ou la ligne de rivage. (Ex. entre 5,00 et 20,00 m).
- 3) Compter le nombre d'infrastructures incluses dans la zone et indiquer le type et le nombre d'infrastructures de chaque type. (Ex : 200 mètres de route nationale).
- 4) Noter les données de caractérisation côtière de la même façon que celles indiquées dans l'exemple donnée pour une nouvelle implantation de borne (Section 1.1., Étapes 7 à 15)
- 5) Pour la largeur du haut estran, prendre plus d'une mesure (largeur minimale e maximale).
- 6) Identifier les aléas.
- 7) Prendre quelques photos de la zone d'infrastructure.

## Exemple de prise de données pour les zones d'infrastructures

Fiche de suivi de l'érosion côtière			
7 juillet 2010	13h20	CD	
Date	Heure	Observateur	
			
Borne	Numéro de borne _____		
	Coordonnées géographiques _____		
Détails sur la localisation et l'accès			
Borne existante <input type="checkbox"/>			
Borne repositionnée <input type="checkbox"/> Borne perdue et réimplantée <input type="checkbox"/> Ajout d'une borne de sureté <input type="checkbox"/> (____)			
B1 : _____ (____) B2: _____ (____)			
Distance actuelle/type de borne (Distance initiale)			
B3 : _____ (____) B4: _____ (____)			
Nouvelle implantation <input type="checkbox"/>			
B1 : _____ (____) B2 : _____ (____) B3 : _____ (____)			
Distance actuelle Type de borne			
Infrastructure	_____	ZIPES-1 _____	ZIPES-1f _____
	Numéro d'infrastructure (I-)	Numéro de début de zone (Z-)	Numéro de fin de zone (ZI-__f)
	Début : 48.943552W, 68.634456N, Fin : 47.943552W, 68.689665N		
	Coordonnées géographiques		
	Environ 200 mètres de route locale (rue Laletaut) et 3 poteaux hydro-électriques		
Description de(s) infrastructure(s)			
NA			
Description du point de mesure et de la visée			
Minimum : 2 m, maximum: 8 m			
Distance actuelle de(s) infrastructure(s) au trait de côte			
Caractérisation côtière	Flèche littorale _____	a _____	NA
	Type de côte	État de la côte	Infrastructure et état
	NA		
	Largeur du débord organique		
	M : entre 5 et 10 m	s _____	_____
	Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise	Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise	
	Minimum : 15 m, Max : 20 m	sm _____	_____
	Largeur du haut estran	Substrat du haut estran	
	NA	NA	_____
	Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)	Largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75%)	
er _____	vg, eol, _____	_____	
Aléas	Processus actifs		
ZIPES-09 07 07 10A, ZIPES-09 07 07 10B, ZIPES-09 07 07 10C			
No de photos			
Commentaires : _____			

## 1.5 Méthodologie de la prise de mesure

Selon le type de cote et la configuration de la plage, la mesure se prend à différents niveaux.

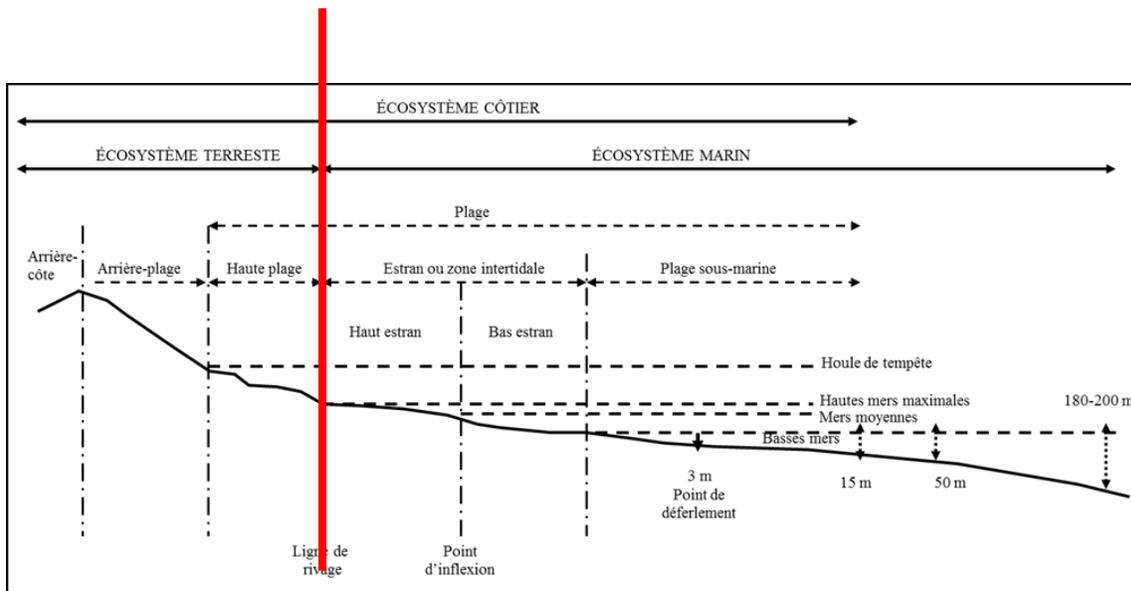


Modifié de Daigle et al., 2006

## Terrasse de plage, flèche littorale, tombolo et dune stables et sans falaise

Si la côte est sans falaise et stable, la mesure de l'évolution de la côte se prend au niveau de la ligne de rivage, à la limite entre le haut de plage et le haut estran, **ce qui correspond généralement à la limite de la végétation terrestre dense** (Figure A). En présence de haut de plage, il est important de noter la largeur du haut de plage végétalisé (+ de 75% de recouvrement) et semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75% de recouvrement) séparément. La limite supérieure du haut de plage correspond à la limite des lasses de tempête. Si le haut de plage a plus de 10 m, indiquer « plus de 10 m » sur la fiche de terrain. Ensuite, le haut estran devra être mesuré. Le haut estran est caractérisé par la présence de laisse de marée. Sa largeur correspond à la distance entre la limite inférieure du haut de plage et le point d'inflexion (flexure). La flexure correspond à la limite entre le haut et le bas estran. Le point d'inflexion est caractérisé par un changement de pente et généralement par un changement de la taille des sédiments (plus fins sur le pas estran).

### Mesure de l'évolution côtière



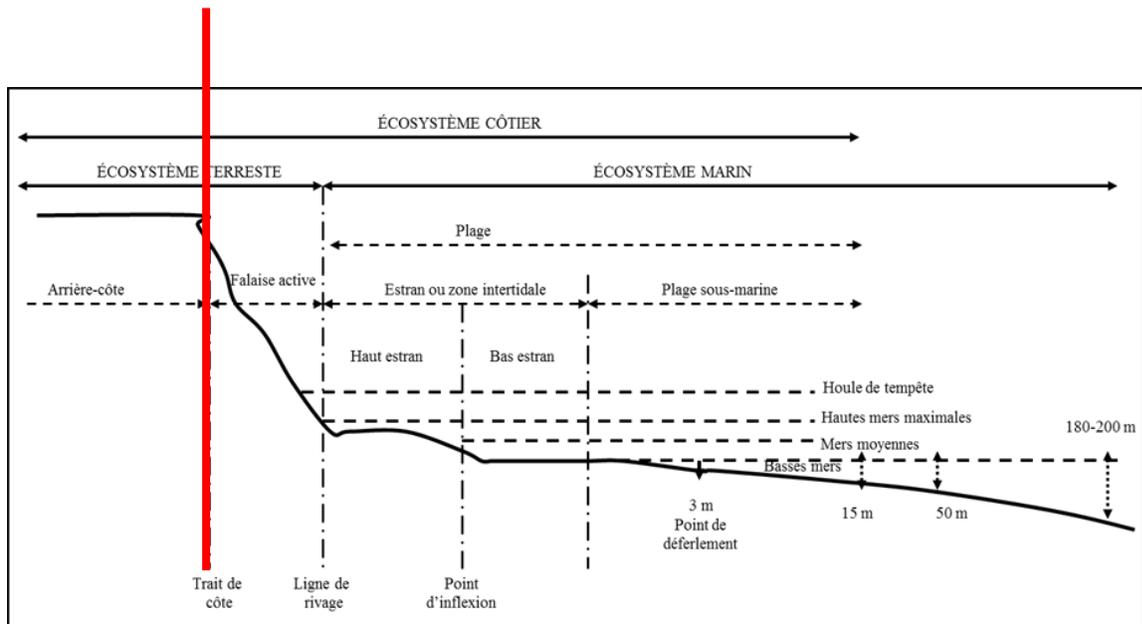
## **Terrasse de plage, flèche littorale, tombolo et dune avec microfalaise**

Dans le cas des côtes basses sableuses avec une microfalaise, la mesure de l'évolution de la côte se prend **au sommet de la microfalaise active**, au niveau du trait de côte (Figure B). Dans cette situation, la mesure du haut estran correspond à la distance entre la base de la microfalaise et le point d'inflexion. S'il y a présence d'un haut de plage semi-végétalisé ou non-végétalisé, il est important de les mesurer séparément.

### **Falaise**

Dans le cas des falaises meubles ou de roches sédimentaires actives ou semi-végétalisées, la mesure de l'évolution de la côte se prend **au sommet de la falaise** (haut de talus correspondant à la rupture de pente la plus haute)(Figure B). Dans le cas des falaises qui évoluent par encoches (en dents de scie), il est important de réduire la distance entre les stations de mesure, donc d'augmenter la fréquence d'implantation des bornes. Il faut aussi vous assurer que le ruban à mesurer soit bien aligné avec les repères lors de la mesure. La mesure du haut estran correspond à la distance entre la limite inférieure de la falaise (bas de talus) et le point d'inflexion entre le bas et haut estran. En présence d'un haut de plage ou d'une accumulation semi-végétalisée ou non-végétalisée à la base de la falaise, il est important d'en prendre la mesure séparément. Si le haut de plage a plus de 10 m, indiquer « plus de 10 m » sur la fiche de terrain.

## Mesure de l'évolution côtière

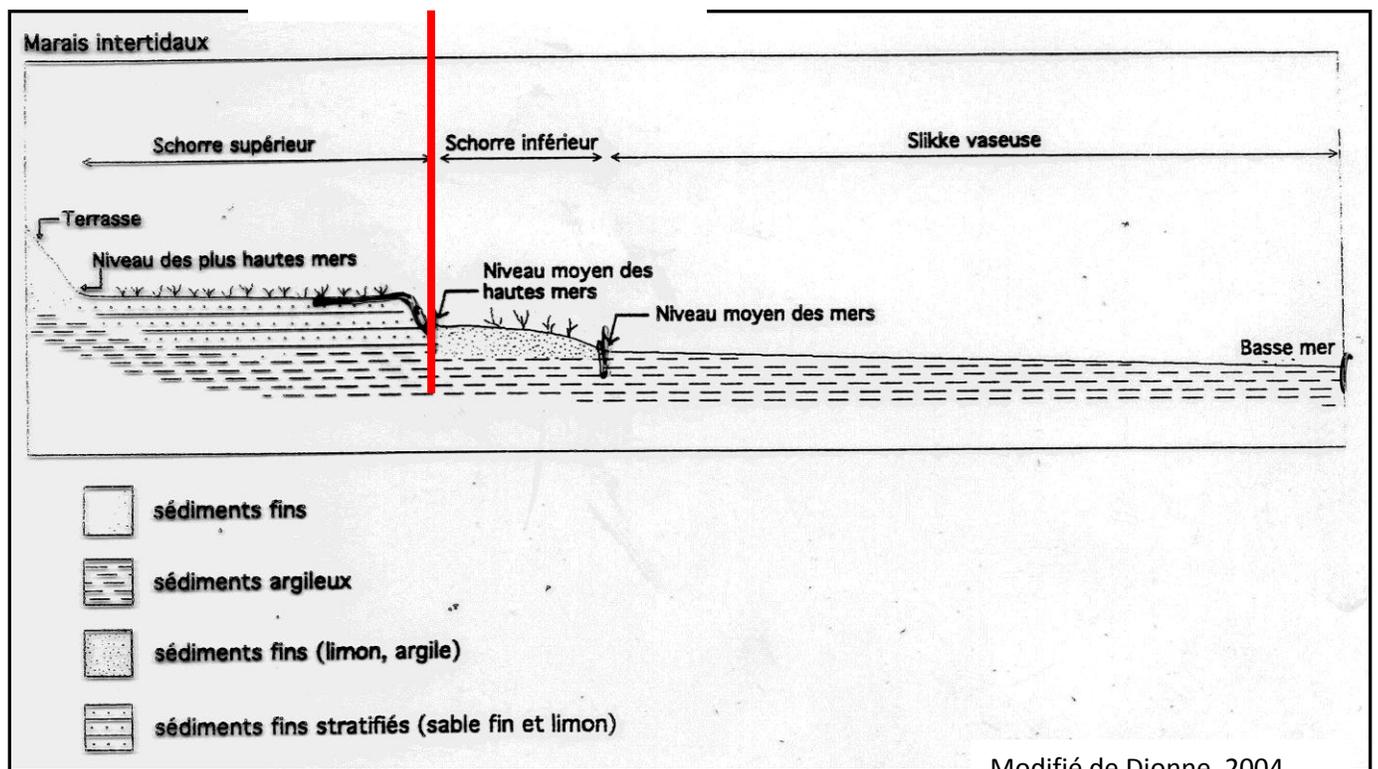


## Marais maritime

Dans un marais maritime, prendre la mesure de l'évolution de la côte à la limite entre le schorre supérieur et le schorre inférieur (cette transition est généralement marquée par un changement de végétation) (Figure C). Dans le cas d'un marais maritime actif, la mesure de l'évolution de la côte se prend au niveau de la microfalaise active à la jonction des schorres supérieur et inférieur (souvent le schorre inférieur n'est plus présent).

Dans le cas d'un marais maritime, il n'y a pas de mesure de haut estran possible sauf à quelques exceptions. Par contre, il est important de noter s'il y a des petites accumulations la base de la microfalaise et leurs compositions. D'autre part, lorsqu'il est possible, les caractéristiques du schorre inférieur et de la slikke seraient un atout.

### Mesure de l'évolution côtière



C) Profil d'un marais maritime

## 1.6 Nomenclature des photos

En ce qui concerne les photos, il est important de prendre des photos pour les bornes et d'autres pour les infrastructures et ce même lorsqu'ils sont à la même position. Voici la façon de nommer les photos.

Exemple : Borne MEC-01 photos prises le 20 mai 2009 (3 photos)

No Borne suivi du jour/du mois/de l'année/et de l'ordre de la photo

- MEC-01\_20-05-2009\_A
- MEC-01\_20-05-2009\_B
- MEC-01\_20-05-2009\_C

