

GÉORISQUES CÔTIERS, VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DE LA COMMUNAUTÉ DE UASHAT MAK MANI-UTENAM 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 professeur-chercheur (Ph. D) au Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)

Recherche, enquête, 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'UQAR
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 Takuaitan 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 : Réserve de Uashat, Septembre 2010 et Réserve de Mani-Utenam, Septembre 2010
Sauf indication contraire, l'ensemble des photographies présentées dans ce rapport proviennent du LDGIZC.

Référence complète

Bernatchez, P., Friesinger, S., Denis, C. et Y. Jolivet, 2012. Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Uashat mak Mani-Utenam 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, 239 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 Volland 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 Mamit Innuat 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 Services d’entretien;
- 2- Sylvain Napess, responsable de l’approvisionnement en eau potable.

Pour Nutashkuan :

- 3- Simon Courtois, directeur des Services techniques du Conseil des Innus de Nutashkuan;
- 4- 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 Soazig 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.

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 de Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit, Pessamit 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 de Uashat mak Mani-Utenam. 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 donc de la rivière du Poste à la rivière Moisie et comprend également le secteur de l'estuaire de la rivière Brochu.

Caractéristiques du territoire de Uashat Mak Mani-Utenam

La réserve de Uashat est enclavée dans l'ouest du centre urbain de Sept-Îles alors que la réserve de Mani-Utenam est située à 16 km à l'est du centre urbain de Sept-Îles et à 8 km à l'ouest de l'embouchure de la rivière Moisie. Des besoins en logements sont imminents dans les deux réserves, mais de façon plus marquée à Uashat. Dans les deux réserves, des événements de tempête ont récemment menacé des infrastructures (route Arnaud, boulevard des Montagnais et chalets) et accentué le besoin d'identifier les zones vulnérables aux aléas côtiers afin de guider l'aménagement du territoire et de déterminer des pistes d'adaptation.

Sur le territoire de Uashat, l'environnement côtier est constitué d'une côte à falaise meuble sur laquelle est situé le boulevard des Montagnais et d'une côte à terrasse de plage sur laquelle se retrouve la rue Arnaud. On retrouve également une côte à marais maritime et deux flèches littorales. En 2008, près de 15 % de la côte de Uashat était artificialisée. Il s'agissait principalement de blocs déversés et d'enrochements dont l'état était très variable selon les secteurs. En 2008, 42 % de la côte de Uashat a été considérée comme étant active.

À Mani-Utenam, l'environnement côtier est constitué d'une longue terrasse de plage sans infrastructure de protection rigide. Seul le quart de la côte de Mani-Utenam a été caractérisé comme étant actif en 2008. Cette terrasse de plage est intensivement occupée par les chalets des Innus de Mani-Utenam. Compte tenu de sa faible altitude, elle est également particulièrement vulnérable au risque de submersion.

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

L'évolution côtière et les conditions climatiques, glacielles et hydrologiques ont été globalement analysées de 1931 à 2005 (2006 pour Mani-Utenam) 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. Selon les tendances (non significatives), les précipitations de pluie annuelle sont à la hausse alors que les précipitations neigeuses annuelles et hivernales sont à la baisse. De plus, on remarque que les tempêtes sont plus fréquentes en hiver. Malgré la 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 du Poste à la rivière Moisie fluctue constamment à travers le temps et présente un taux de déplacement positif de 1931 à 2005 (2006 pour Mani-Utenam). La période de 1965 à 1970 est la seule qui présente un taux de déplacement négatif pour tous les types de côte.

À Uashat, l'analyse de l'évolution historique par secteur a démontré que la falaise meuble sur laquelle se trouve le boulevard des Montagnais est en recul depuis 1931 avec un taux de recul moyen maximum de -0,59 m/an et un taux de recul maximum de -1,13 m/an. Cette falaise d'origine deltaïque est principalement affectée par les processus hydrogéologiques. De plus, la présence de deux émissaires pluviaux contribue à concentrer le ruissellement et à favoriser le ravinement dans la falaise. La période de recul la plus active s'est produite entre 1970 et 1979, une période d'ailleurs caractérisée par de nombreux événements de pluies diluviennes.

Le littoral situé entre la falaise meuble et la terrasse de plage sur laquelle se trouve la rue Arnaud est composé de différents types de côte de faibles altitudes ayant une stratigraphie peu cohésive (marais maritime, flèche littorale, basse falaise meuble et terrasse de plage). Ces côtes ont connu plus de périodes de recul que d'accumulation entre 1931 et 2005. Il est démontré qu'elles sont vulnérables aux vagues de tempête, tout particulièrement lorsque le couvert de glace est faible. La diminution du transit sédimentaire et de la largeur des plages depuis la mise en place de structures de protection et de structures portuaires dans le centre urbanisé de Sept-Îles ont également contribué à diminuer la résilience de cet environnement côtier.

Du côté de la terrasse de plage sur laquelle se trouve la rue Arnaud, on remarque que la terrasse de plage artificialisée est stable depuis l'enrochement d'une bonne partie de la côte en 1965, alors que le segment adjacent à l'enrochement connaît pour sa part un bilan négatif avec un taux de recul moyen de -0,66 m/an de 1931 à 2005. Cette terrasse de plage évolue sous l'action des vagues de tempête et des interventions humaines.

La terrasse de plage de la réserve de Mani-Utenam est comprise dans une importante cellule hydrosédimentaire dont le transit s'effectue principalement de l'est vers l'ouest. Cette terrasse de plage est conditionnée par les courants côtiers, les vagues de tempête et l'étendue de la

couverture de glace. Il s'agit d'un secteur qui présente une grande variabilité spatiale dans la vitesse de déplacement de la ligne de rivage. Ainsi, le littoral évolue selon un cycle d'érosion-accumulation d'environ 10 ans en raison de la migration de cordons littoraux de bas estran. Cette terrasse de plage présente donc un bilan près de la stabilité pour la période de 1931 à 2006, mais a connu un recul maximum de -9,18 m/an entre 1965 et 1970.

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 1996 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.

À Uashat, avec l'augmentation des précipitations de pluie projetées en hiver et au printemps, la falaise meuble sur laquelle se trouve le boulevard des Montagnais (SEP-01) devrait reculer de 32 m à l'horizon 2060 si aucune solution d'adaptation n'est mise de l'avant. De plus, avec la réduction anticipée du couvert de glace, le littoral compris entre le site du Vieux-Poste et la salle communautaire Naneu (SEP-02 et SEP-03) devrait reculer d'un peu plus de 40 m à l'horizon 2060. La flèche littorale Naneu devrait reculer de 26 m et son pédoncule devrait migrer vers l'ouest. En ce qui concerne la terrasse de plage à l'est de la flèche littorale (SEP-04b), cette dernière devrait reculer de 104 m d'ici 2060.

À Mani-Utenam, dans le contexte où l'étendue du couvert de glace continuera de diminuer et exposera la côte à plus d'événements de tempête, le recul de la terrasse de plage devrait atteindre 118 m à l'horizon de 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.

À Uashat, 9 résidences et 5 infrastructures ou sites patrimoniaux, dont le site du Vieux-Poste et une partie du cimetière, seront vulnérables à l'érosion côtière d'ici à 2060. Si la tendance se maintient, 3 résidences pourraient être touchées d'ici 2020. De plus, près de 6 km de voies de communication seront vulnérables à l'horizon 2060, dont le boulevard des Montagnais, la rue Arnaud et la piste cyclable.

À Mani-Utenam, 64 chalets ainsi qu'un monument patrimonial seront vulnérables à l'érosion côtière d'ici à 2060. De ce nombre, 17 chalets pourraient être affectés d'ici 2015. Par ailleurs, le chemin qui mène aux chalets est également vulnérable à l'érosion.

Sur le territoire de Uashat, la détente sur la plage et la cueillette d'herbes médicinales ont un niveau de vulnérabilité très élevé à l'érosion en raison de la diminution de la largeur de la plage. La rampe de mise à l'eau dans la partie sud de la réserve de Uashat est également fortement vulnérables aux aléas côtiers. Sur le territoire de Mani-Utenam, la cueillette de petits fruits et d'herbes médicinales, la pêche au capelan et la cueillette de myes sont fortement vulnérables à l'érosion côtière en raison de la diminution de la largeur de la plage. Les déplacements en VTT et en camion sur la plage sont également fortement vulnérables à la diminution de la largeur de la plage. Les activités hivernales, telles que les déplacements en motoneige et la trappe, sont fortement vulnérables à la diminution du couvert de glace et ce, pour l'ensemble du territoire à l'étude.

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 de Uashat et Mani-Utenam. Nous recommandons d'interdire de nouvelles constructions permanentes dans ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. À Uashat, les marges de recul préconisées vont de 50 à 60 mètres selon les types de côtes. À Mani-Utenam, la marge de sécurité atteint 130 m. Cinq secteurs nécessiteront une intervention à court et moyen terme, soit : 1) l'enrochement de la falaise du boulevard des Montagnais pour un suivi annuel; 2) la terrasse de plage de la rue Arnaud adjacente à un enrochement; 3) la flèche littorale Naneu; 4) le secteur des chalets de Mani-Utenam et 5) la falaise morte de Mani-Utenam. Des recommandations sont proposées pour chacun 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 et qu'ils voient une augmentation de la fréquence des événements de vagues de tempête et 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, l'augmentation du niveau de la mer et la diminution de la largeur des plages. Selon eux, les aléas côtiers sont générés par les vagues de tempête et l'augmentation du niveau marin relatif. Un peu plus de la moitié des répondants croient également que les interventions humaines causent de l'érosion (p.ex. : VTT).

Selon les participants, les principales infrastructures affectées sont la rue Arnaud et les chalets de Mani-Utenam. De plus, les répondants mentionnent que plusieurs infrastructures sont menacées : piste cyclable de Uashat, boulevard des Montagnais, rue Arnaud, salle communautaire de Uashat, chalets de Mani-Utenam et chemin d'accès de Mani-Utenam. Les répondants sont également stressés et angoissés par la présence de ces aléas sur leur territoire. Ils indiquent que les aléas engendrent une contrainte de développement et qu'ils leur font perdre du territoire. De plus, les participants mentionnent que leurs activités et leurs déplacements hivernaux sont affectés par la diminution des températures hivernales et de la glace.

Une majorité de répondants de Uashat mak Mani-Utenam préconise la sensibilisation comme solution d'adaptation aux aléas côtiers. Ils désirent avoir plus d'informations sur les processus qui façonnent leur environnement ainsi que sur les solutions d'adaptation à envisager. De plus, on constate qu'un grand nombre de répondants de Uashat veulent un enrochement et la création d'un comité côtier alors qu'à Mani-Utenam, un grand nombre de répondants évoquent plutôt le besoin de limiter l'utilisation des VTT sur la plage et de retirer les chalets des zones à risque.

Les répondants croient qu'un comité composé de représentants des résidents, du conseil de bande, des experts, des gouvernements et des organismes locaux devrait être créé afin d'identifier les solutions d'adaptation à préconiser. Les répondants sont d'avis que la gestion des solutions d'adaptation devrait être réalisée par le conseil de bande ainsi que par un comité externe. Toujours selon les participants, le financement des solutions d'adaptation devrait être assuré par les deux paliers de gouvernements. La qualité des témoignages recueillis confirme l'importance d'inclure les connaissances des résidents et des gestionnaires du milieu dans un processus de gestion intégrée de la zone côtière.

Transfert de connaissances

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 de Uashat mak Mani-Utenam. Ces derniers ont reçu une formation en septembre 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 de Uashat mak Mani-Utenam pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation à mettre en œuvre.

Table des matières

Équipe de réalisation	II
Remerciements	III
Résumé	V
Table des matières	X
Liste des figures	XIII
Liste des planches	XVI
Liste des tableaux	XVII
Listes des annexes	XVIII
1 Introduction	1
1.1 Mise en contexte	1
1.2 Objectifs	2
1.3 Localisation de la zone d'étude	3
2 Contexte socio-économique	4
2.1 Démographie	4
2.2 Occupation du territoire côtier	7
2.2.1 Uashat	7
2.2.2 Mani-Utenam	10
2.3 Activités côtières et maritimes	12
3 Analyse des perceptions des acteurs publics et des résidents sur les aléas côtiers et les changements environnementaux	13
3.1 Mise en contexte et objectifs	13
3.2 Méthodologie	14
3.2.1 Stratégie d'échantillonnage et outils d'enquête	14
3.2.2 Déroulement de l'enquête	15
3.2.3 Traitement et analyse des données	15
3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions	16
3.3 Résultats de l'enquête sur les perceptions des acteurs publics de Uashat mak Mani-Utenam	17
3.3.1 Profil des acteurs publics rencontrés	17
3.3.2 Préoccupations des acteurs publics	18
3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés	19
3.3.4 Causes des aléas côtiers	23
3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux	24
3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance	26
3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents de Uashat	31

3.4.1	Profil des répondants	31
3.4.2	Préoccupations des résidents.....	32
3.4.3	Aléas et changements environnementaux observés	32
3.4.4	Causes des aléas côtiers	37
3.4.5	Impacts des aléas et des changements environnementaux	38
3.4.6	Solutions d'adaptation et gouvernance	40
3.5	Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents de Mani-Utenam	44
3.5.1	Profil des répondants	44
3.5.2	Préoccupations des résidents.....	45
3.5.3	Aléas et changements environnementaux observés	46
3.5.4	Causes des aléas côtiers	50
3.5.5	Impacts des aléas et des changements environnementaux	51
3.5.6	Solutions d'adaptation et gouvernance	53
3.6	Analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des aléas et des changements environnementaux	58
3.6.1	Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux	58
3.6.2	Perceptions des zones affectées par les phénomènes, les processus et les changements environnementaux	65
3.7	Faits saillants de l'enquête sur les perceptions.....	71
3.7.1	Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences .	71
3.7.2	Solutions d'adaptation et gouvernance	71
4	Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques	73
4.1	Méthodologie	73
4.1.1	Les données climatiques	73
4.1.2	Les données glacielles	81
4.1.3	Les données hydrologiques	82
4.1.4	Les données sur les niveaux d'eau	82
4.2	Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques historiques.....	83
4.3	Projections climatiques	93
4.3.1	Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières	95
5	Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers de la région de Uashat mak Mani-Utenam	97
5.1	Méthodologie	97
5.1.1	Caractérisation de la côte.....	97
5.1.2	Évolution historique	100
5.2	Contexte physique de la région de Uashat mak Mani-Utenam	103
5.2.1	Géologie et formations meubles	103
5.2.2	Conditions hydrodynamiques générales.....	104
5.3	Portrait actuel de la côte	105

5.3.1	Portrait actuel de la région de Uashat mak Mani-Utenam	108
5.3.2	Portrait actuel du secteur de la réserve de Uashat mak Mani-Utenam	111
5.3.3	Portrait actuel du secteur de la rivière Brochu	114
5.4	Évolution historique de la côte.....	120
5.4.1	Région de Uashat mak Mani-Utenam	120
5.4.2	Région de la rivière Brochu	129
6	Projection de l'évolution côtière	136
6.1	Méthodologie	136
6.1.1	Identification des facteurs-clés d'évolution et couplage évolution côtière et climat historique	136
6.1.2	Définition des scénarios d'évolution	139
6.2	Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060.....	140
6.2.1	Région de Uashat mak Mani-Utenam	140
6.2.2	Région de la rivière Brochu	160
7	Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	164
7.1	Méthodologie	164
7.1.1	Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures.....	164
7.1.2	Évaluation de la vulnérabilité des activités	166
7.2	Résultats de la vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	167
7.2.1	Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles	167
7.2.2	Vulnérabilité des infrastructures linéaires	168
7.2.3	Vulnérabilité des activités	169
8	Cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière dans un contexte de changements climatiques	177
8.1	Méthodologie du zonage du risque d'érosion côtière	177
8.2	Résultats du zonage du risque d'érosion côtière	179
8.2.1	Secteur de Uashat	179
8.2.2	Secteur de Mani-Utenam	183
8.3	Secteurs d'intervention prioritaire	186
9	Conclusion.....	188
	Références	191
	Annexes	197

Liste des figures

Figure 1. Localisation de Uashat mak Mani-Utenam et de la zone d'étude.....	3
Figure 2. Répartition de la population de Uashat en 2006 par groupe d'âge et par sexe.....	5
Figure 3. Répartition de la population de Mani-Utenam en 2006 par groupe d'âge et par sexe	5
Figure 4. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge	6
Figure 5. Occupation du territoire côtier de Uashat	7
Figure 6. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier de Uashat	9
Figure 7. Occupation du territoire côtier de Mani-Utenam	10
Figure 8. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier de Mani-Utenam	11
Figure 9. Profil des acteurs publics rencontrés	17
Figure 10. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière.....	18
Figure 11. Aléas observés par les acteurs publics	20
Figure 12. Tendance des aléas observés par les acteurs publics.....	20
Figure 13. Saisons où se manifestent les aléas selon les acteurs publics.....	20
Figure 14. Processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics.....	21
Figure 15. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les acteurs publics	21
Figure 16. Changements environnementaux observés par les acteurs publics	22
Figure 17. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics	23
Figure 18. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics	25
Figure 19. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics	27
Figure 20. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas côtiers	28
Figure 21. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les acteurs publics.....	29
Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les acteurs publics.....	29
Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les acteurs publics.....	30
Figure 24. Profil des résidents de Uashat rencontrés.....	31
Figure 25. Résidents de Uashat ayant une propriété en zone côtière	31
Figure 26. Résidents de Uashat qui pratiquent une activité en zone côtière.....	31
Figure 27. Aléas observés par les résidents de Uashat.....	33
Figure 28. Tendance des aléas observés par les résidents de Uashat.....	34
Figure 29. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents de Uashat	34
Figure 30. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Uashat	35
Figure 31. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les résidents de Uashat	35
Figure 32. Changements climatiques observés par les résidents de Uashat.....	36
Figure 33. Changements environnementaux observés par les résidents de Uashat	36
Figure 34. Causes des aléas côtiers selon les résidents de Uashat.....	37
Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents de Uashat	38
Figure 36. Proportion de résidents de Uashat qui perçoivent les impacts des changements climatiques	39
Figure 37. Actions entreprises selon les résidents de Uashat	40
Figure 38. Appréciation des actions entreprises selon les résidents de Uashat	40
Figure 39. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents de Uashat.....	41
Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les résidents de Uashat	42
Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents de Uashat	43

Figure 42. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents de Uashat	43
Figure 43. Profil des résidents de Mani-Utenam rencontrés	44
Figure 44. Résidents de Mani-Utenam ayant une propriété en zone côtière	44
Figure 45. Aléas observés par les résidents de Mani-Utenam	46
Figure 46. Tendance des aléas observés par les résidents de Mani-Utenam.....	47
Figure 47. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents de Mani-Utenam.....	47
Figure 48. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Mani-Utenam.....	48
Figure 49. Tendance des processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Mani-Utenam.....	48
Figure 50. Changements climatiques observés par les résidents de Mani-Utenam	49
Figure 51. Changements environnementaux observés par les résidents de Mani-Utenam	50
Figure 52. Causes des aléas côtiers selon les résidents de Mani-Utenam	51
Figure 53. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents de Mani-Utenam.....	52
Figure 54. Actions entreprises selon les résidents de Mani-Utenam	54
Figure 55. Appréciations des actions entreprises selon les résidents de Mani-Utenam.....	54
Figure 56. Solutions préconisées selon les résidents de Mani-Utenam.....	55
Figure 57. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les résidents de Mani-Utenam	56
Figure 58. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents de Mani-Utenam.....	57
Figure 59. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents de Mani-Utenam	57
Figure 60. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux	60
Figure 61. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, rivière Brochu à la rivière Manitou.....	61
Figure 62. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de Uashat.....	62
Figure 63. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de Mani-Utenam	63
Figure 64. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de Moisie	64
Figure 65. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants.....	66
Figure 66. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs	67
Figure 67. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Uashat	68
Figure 68. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Mani-Utenam	69
Figure 69. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la rivière Moisie	70
Figure 70. Localisation de la station météorologique de Sept-Îles A. et de la station de jaugeage de la rivière Moisie	73
Figure 71. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 1 ^{er} novembre au 26 mars de 1969 à 2010	91
Figure 72. Maximum, moyenne et minimum des débits moyens journaliers de la rivière Moisie entre 1965 et 2010.....	92
Figure 73. Maximum, moyenne et minimum des débits moyens de la rivière Moisie selon les intervalles d'analyse de l'érosion côtière	92
Figure 74. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec	93

Figure 75. Côte à falaise meuble (Uashat).....	98
Figure 76. Côte à flèche littorale (Uashat).....	99
Figure 77. Côte à marais maritime (rivière Brochu)	99
Figure 78. Côte à terrasse de plage (Mani-Utenam)	100
Figure 79. Délimitation de la ligne de rivage	102
Figure 80. Localisation des secteurs de caractérisation côtière	107
Figure 81. Types de côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam	108
Figure 82. État de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam.....	110
Figure 83. Types de côte de la réserve de Uashat	111
Figure 84. État de la côte de la réserve de Uashat	112
Figure 85. État de la côte de la réserve de Mani-Utenam	113
Figure 86. Types de côte du secteur de la rivière Brochu	114
Figure 87. État de la côte du secteur de la rivière Brochu.....	115
Figure 88. Portrait actuel du secteur de Uashat.....	116
Figure 89. Portrait actuel du secteur de Sept-Îles	117
Figure 90. Portrait actuel du secteur de Mani-Utenam jusqu'à la rivière Moisie	118
Figure 91. Portrait actuel du secteur de la rivière Brochu.....	119
Figure 92. Taux de déplacement de la région de Uashat mak Mani-Utenam par type de côte et par période	121
Figure 93. Taux de déplacement du secteur A par type de côte et par période	123
Figure 94. Taux de déplacement du secteur B par type de côte et par période	125
Figure 95. Taux de déplacement des secteurs A et B par période	126
Figure 96. Taux de déplacement de la région de la rivière Brochu par type de côte et par période	129
Figure 97. Taux de déplacement du secteur A – Côté ouest de la rivière Brochu - par période.....	130
Figure 98. Taux de déplacement du secteur B - Rive ouest de l'estuaire de la rivière Brochu – par période.....	131
Figure 99. Taux de déplacement du secteur C - Rive est de l'estuaire de la rivière Brochu – par période	132
Figure 100. Taux de déplacement du secteur D - Côte est de la rivière Brochu – par période.....	133
Figure 101. Taux de déplacement de la région de la rivière Brochu par secteur et par période	134
Figure 102. Évolution de la largeur de la plage devant les zones naturelles et les zones enrochées de l'unité SEP-05.....	143
Figure 103. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-01 et SEP-02	144
Figure 104. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-03, SEP-04A et SEP-04B	145
Figure 105. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-05A, SEP-05B et SEP-05C.....	146
Figure 106. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-05C	147
Figure 107. Évolution de la ligne de rivage pour les intervalles 1996-2001 et 2001-2006 dans le secteur B	149
Figure 108. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-06.....	152
Figure 109. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-07A et SEP-07B.....	153
Figure 110. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-07C	154
Figure 111. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005/2006 et 2060, unité homogène SEP-08.....	155

Figure 112. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005/2006 et 2060, unité homogène SEP-08.....	156
Figure 113. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-09.....	157
Figure 114. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-09.....	158
Figure 115. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-09 et SEP-10	159
Figure 116. Projection de l'évolution côtière de la région de la rivière Brochu entre 2005 et 2060, unités homogènes BRO-01 à BRO-11	163
Figure 117. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	171
Figure 118. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	172
Figure 119. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de Uashat	173
Figure 120. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de Mani-Utenam.....	174
Figure 121. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de la rivière Moisie	175
Figure 122. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, rivière Brochu à rivière Manitou.....	176
Figure 123. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-1, SEP-2 et SEP-3A.....	180
Figure 124. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-2, SEP-3A, SEP-3B, SEP-3C, SEP-4A et SEP-4B	181
Figure 125. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-5B	182
Figure 126. Zonage du risque d'érosion de la région de Mani-Utenam entre 2006 et 2060, unité homogène SEP-8	184
Figure 127. Zonage du risque d'érosion de la région de Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-8	185
Figure 128. Stations de suivi des géorisques côtiers du secteur de Uashat	221
Figure 129. Stations de suivi des géorisques côtiers du secteur de Mani-Utenam.....	221

Liste des planches

Planche 1. Évolution côtière historique de la région de Uashat mak Mani-Utenam, secteur A	127
Planche 2. Évolution côtière historique de la région de Uashat mak Mani-Utenam, secteur B	128
Planche 3. Évolution côtière historique des secteurs A, B, C et D de la région de la rivière Brochu	135

Liste des tableaux

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006	4
Tableau 2. Variation du nombre de logements privés occupés entre 1996 et 2006.....	6
Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Uashat.....	8
Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Uashat	8
Tableau 5. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Mani-Utenam	10
Tableau 6. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Mani-Utenam	10
Tableau 7. Organismes et services représentés	17
Tableau 8. Préoccupations des acteurs publics	19
Tableau 9. Liens entre les aléas et les changements climatiques	24
Tableau 10. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics	26
Tableau 11. Actions prévues selon les acteurs publics.....	27
Tableau 12. Préoccupations des résidents de Uashat	32
Tableau 13. Liens entre les aléas et les changements climatiques selon les résidents de Uashat.....	37
Tableau 14. Impacts des changements climatiques selon les résidents de Uashat	39
Tableau 15. Actions prévues selon les résidents de Uashat	41
Tableau 16. Préoccupations des résidents de Mani-Utenam	45
Tableau 17. Liens entre les aléas côtiers et les changements climatiques selon les résidents de Mani-Utenam	51
Tableau 18. Impacts des changements climatiques selon les résidents de Mani-Utenam	53
Tableau 19. Actions prévues selon les résidents de Mani-Utenam.....	55
Tableau 20. Synthèse des perceptions des résidents et des acteurs publics de Uashat mak Mani-Utenam à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux.....	72
Tableau 21. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification de la station de Sept-Îles A.	74
Tableau 22. Normales climatiques à la station Sept-Îles A. pour la période de 1971 à 2000	79
Tableau 23. Exemple de calcul d'anomalie pour les précipitations totales.....	80
Tableau 24. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés.....	81
Tableau 25. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques	84
Tableau 26. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec	94
Tableau 27. Définition des types de côtes.....	97
Tableau 28. Définition de l'état de la côte	98
Tableau 29. Intervalles d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes	101
Tableau 30. Stratigraphie de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam	109
Tableau 31. Types d'infrastructures de protection de la région de Uashat mak Mani-Utenam	110
Tableau 32. Stratigraphie de la côte de la réserve de Uashat	112
Tableau 33. Stratigraphie de la côte du secteur de la rivière Brochu	114
Tableau 34. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam	137
Tableau 35. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de la rivière Brochu	138
Tableau 36. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité.....	165
Tableau 37. Niveau de vulnérabilité des infrastructures en fonction de l'horizon de temps	165
Tableau 38. Niveau de vulnérabilité des activités en fonction de leur état	166
Tableau 39. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière.....	167
Tableau 40. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière	168

Tableau 41. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière	170
Tableau 42. Taux de recul maximum enregistrés sur la Côte-Nord selon les types de côte	177
Tableau 43. Marges minimales de recul prévues selon les types de côte appliquées à la Côte-Nord	178
Tableau 44. Marges de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière à Uashat	179
Tableau 45. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière à Mani- Utenam	183

Listes des annexes

Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics	198
Annexe 2. Questionnaire élaboré pour les informateurs clés et les résidents	205
Annexe 3. Résultats du test G	212
Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics	216
Annexe 5. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics	217
Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents de Uashat	218
Annexe 7. Changements environnementaux observés par les résidents de Mani-Utenam	219
Annexe 8. Formation sur le suivi de l'érosion côtière	220
Annexe 9. Procédure des relevés de terrain pour le suivi de l'érosion des côtes du Québec maritime	222

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 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 de Uashat mak Mani-Utenam 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^{er} 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^{er} 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

Située sur la côte nord du golfe du Saint-Laurent et dans la MRC des Sept-Rivières, la réserve de Uashat mak Mani-Utenam comporte deux territoires, soit la réserve de Uashat et la réserve de Mani-Utenam, aussi nommée Maliotenam. Le territoire de Uashat, enclavé dans l'ouest de la ville de Sept-Îles, a été reconnu en 1906 et intégré dans le plan d'aménagement de la ville de Sept-Îles en 1966. Le territoire de Mani-Utenam, quant à lui, fut créé bien après Uashat, soit en 1949, et est situé à 16 km à l'est de la ville de Sept-Îles et à environ 8 km de la rivière Moisie (Figure 1). La superficie de Uashat est de 1,17 km² alors que celle de Mani-Utenam est de 5,27 km². La communauté de Uashat mak Mani-Utenam est desservie par voies terrestres grâce à la route 138, mais aussi par voie aérienne et maritime grâce à l'aéroport de Sept-Îles et à la zone portuaire de Sept-Îles. Une voie ferrée relie aussi les villes de Sept-Îles et de Schefferville.

La zone d'étude correspond au territoire côtier utilisé par les Innus, tel que délimité lors de l'enquête qualitative (Chapitre 3.6). Ainsi, puisque les activités des personnes rencontrées couvrent un territoire plus vaste, la zone à l'étude dépasse les limites administratives de Uashat mak Mani-Utenam pour correspondre à l'occupation réelle du territoire côtier. La zone d'étude s'étend donc de la rivière du Poste à l'embouchure de la rivière Moisie. Elle comprend également le secteur de l'embouchure de la rivière Brochu. Ce secteur est situé à environ 45 km à l'ouest de la ville de Sept-Îles et de Uashat (Figure 1).

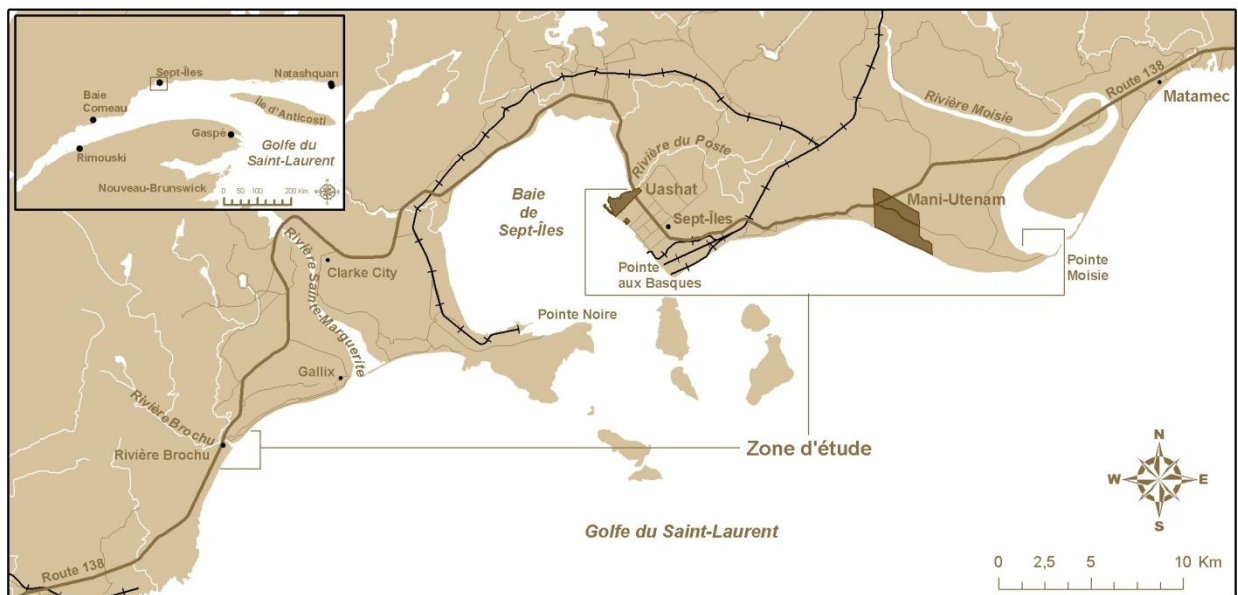


Figure 1. Localisation de Uashat mak Mani-Utenam et de la zone d'étude

2 Contexte socio-économique

2.1 Démographie

Selon le dernier recensement, la population de Uashat était de 1 190 individus en 2006 suite à une augmentation de 35,2 % par rapport à 1996 (Statistique Canada, 2007 et Statistique Canada, 1997; Tableau 1). Mani-Utenam a connu une augmentation de sa population légèrement plus faible, soit de 11,4 %, entre 1996 et 2006 pour atteindre 1 123 habitants en 2006 (Tableau 1). À titre comparatif, la ville de Sept-Îles, adjacente à Uashat, comptait 25 514 habitants en 2006 suite à une légère augmentation de 1,1 % depuis 1996. Tout près de Mani-Utenam, le village de Moisie a pour sa part connu une croissance démographique de 21,8 % entre 1996 et 2006. Sa population totale atteignait 1 095 habitants en 2006 (Tableau 1).

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006

Communauté	2006 ¹	2001 ¹	1996 ²	Variation 1996-2006 (%)	Variation 2001-2006 (%)
Uashat	1 190	1 136	880	35,2	4,8
Mani-Utenam	1 123	1 095	1 005	11,4	2,6
Sept-îles	25 514	25 392	25 225	1,1	0,5
Moisie	1 095	930	895	21,8	17,7

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

Au sujet de l'équilibre entre les genres, on constate que la proportion homme versus femme est près de 1 : 1 pour l'ensemble de la population de Uashat mak Mani-Utenam (Statistique Canada, 2007). Les pyramides des âges de Uashat et Mani-Utenam ont un profil qui se situe entre celui en expansion et celui en croissance stable (Figure 2 et Figure 3) (Statistique Canada, s.d.). La population de Uashat mak Mani-Utenam est caractérisée par une très forte majorité de jeunes individus. En 2006, l'âge médian des résidents de Uashat et de Mani-Utenam était respectivement de 23,5 ans et 25,8 ans alors que celui des résidents de Sept-Îles était de 40,6 ans (Statistique Canada, 2007). Lorsque l'on détaille la croissance de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge, on remarque que la population de Uashat semble vieillissante (+76,9 % du groupe de 55 à 74 ans), mais que le nombre de jeunes (0 à 19 ans) est aussi en hausse de 20,9 % (Figure 4). Quant à la communauté de Mani-Utenam, sa population tend vers un vieillissement puisque les gens âgés de 55 à 74 ans et de plus de 75 ans sont plus nombreux alors que le nombre d'individus de 0 à 19 ans demeure stable (0,4 %) (Figure 4). En général, les données montrent une croissance probable de la population des deux communautés pour les années à venir. 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 augmenterait d'ici 2017 et ce, à un rythme de croissance supérieur au double de celui de la population canadienne totale (Statistique Canada,

2005). Cette même étude prévoit un vieillissement de la population autochtone et comptera proportionnellement moins de jeunes et plus d'âinés qu'au début des années 2000, mais demeurera toujours beaucoup plus jeune que la population canadienne totale (Statistique Canada, 2005).

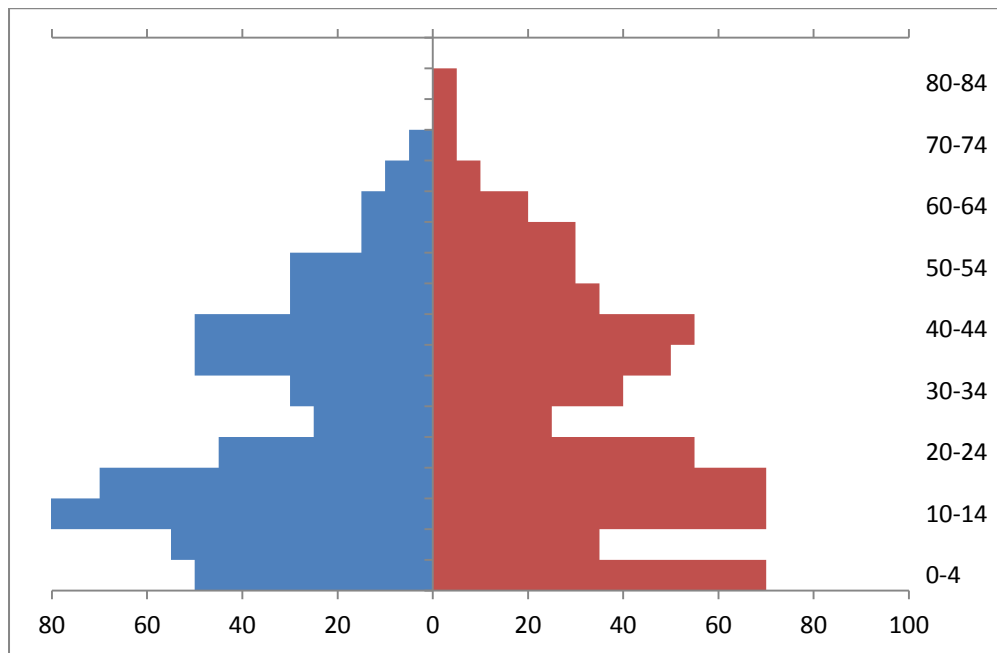


Figure 2. Répartition de la population de Uashat en 2006 par groupe d'âge et par sexe

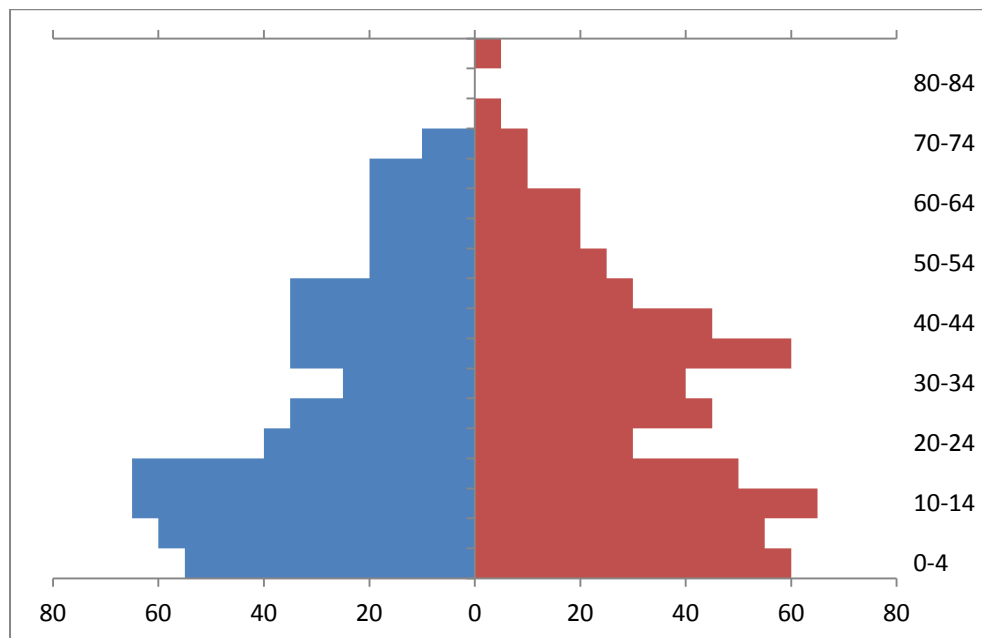


Figure 3. Répartition de la population de Mani-Utenam en 2006 par groupe d'âge et par sexe

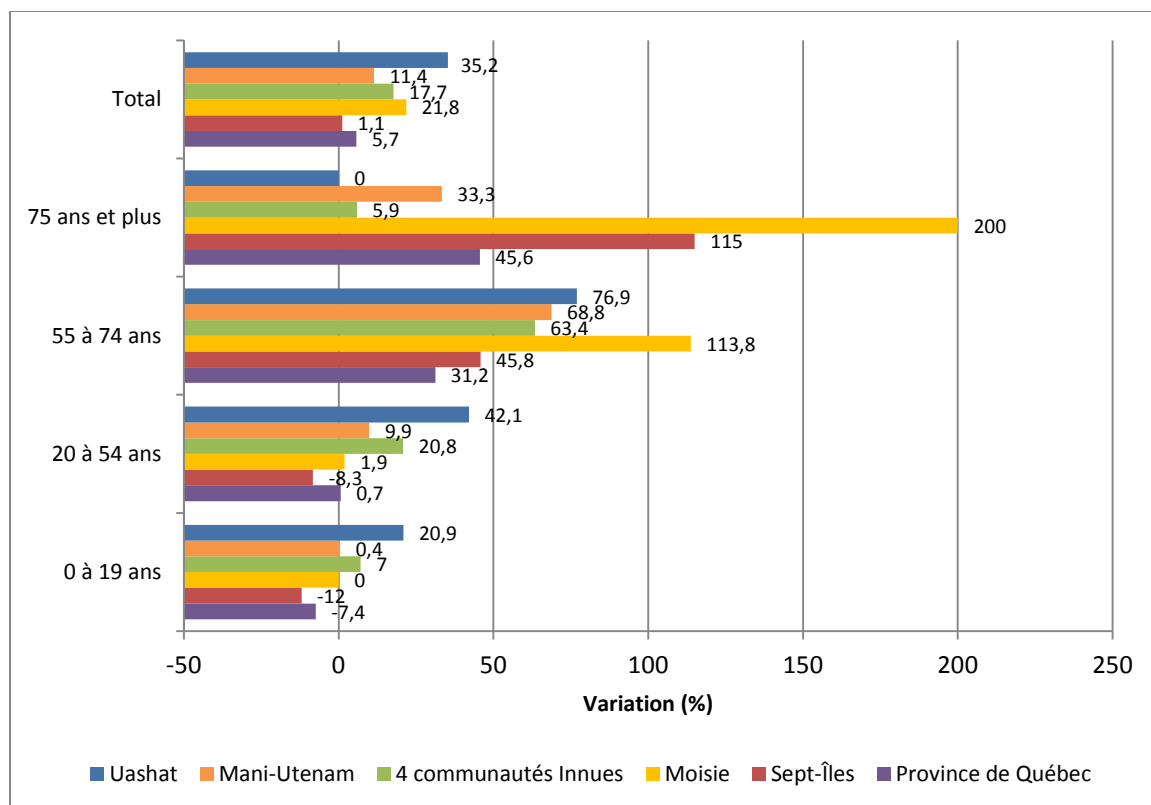


Figure 4. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge

À Uashat et à Mani-Utenam, près de la moitié de la population active de 15 ans et plus, qui compte respectivement 270 et 275 individus, a un emploi dans la communauté (Statistique Canada, 2007). La proportion de la population active de 15 ans et plus de Sept-Îles (12 690 résidents) qui travaille à Sept-Îles est pour sa part un peu plus élevée (78%; Statistique Canada, 2007).

Au sujet des logements, on constate que le nombre de logements est sensiblement le même pour Uashat et pour Mani-Utenam, soit de 351 et 363 logements respectivement (Tableau 2, Statistique Canada, 2007). La taille moyenne des ménages varie de 3,4 à 3,1 habitants par logement pour ces deux territoires (Statistique Canada, 2007). Ce qui est largement plus élevé que la taille moyenne des ménages de Sept-Îles (2,3 habitants/logement; Statistique Canada, 2007). Une croissance du nombre de logements est observée entre 1996 et 2006 pour Uashat et Mani-Utenam. La hausse est de 56 % et 34 % respectivement selon les communautés (Tableau 2).

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

Communauté	2006 ¹	1996 ²	Variation 1996-2006 (%)
Uashat	351	225	56
Mani-Utenam	363	270	34

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

Au regard des caractéristiques socio-démographiques de Uashat mak Mani-Utenam, notamment au niveau de sa remarquable croissance et de la jeunesse de sa population, il est possible d'avancer que les besoins en logements continueront d'être imminents et que la superficie de la réserve de Uashat deviendra très rapidement limitée pour combler ces besoins.

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 pour l'analyse. L'analyse porte sur l'occupation du territoire côtier à l'intérieur des limites administratives des réserves et est présentée pour chacun des deux territoires, soit Uashat et Mani-Utenam.

2.2.1 Uashat

À Uashat, le littoral est principalement utilisé à des fins récréatives (sentiers pédestres ou de véhicules tout-terrains (VTT)) derrière lequel on retrouve une zone résidentielle (Figure 5 et Figure 6). Le territoire utilisé dans le cadre d'activités traditionnelles représente pour sa part 6,3 % du littoral. À titre d'exemple, il peut s'agir de lieu de rassemblement ou encore de lieu de cueillette de petits fruits. Les infrastructures patrimoniales innues de Uashat occupent 3,8 % du littoral. La zone naturelle représente quant à elle 3,4 % du territoire côtier. Les zones commerciales, les voies de communication et les services publics occupent respectivement 2,6 %, 2,2 % et 2,0 % de la zone côtière (Figure 5).

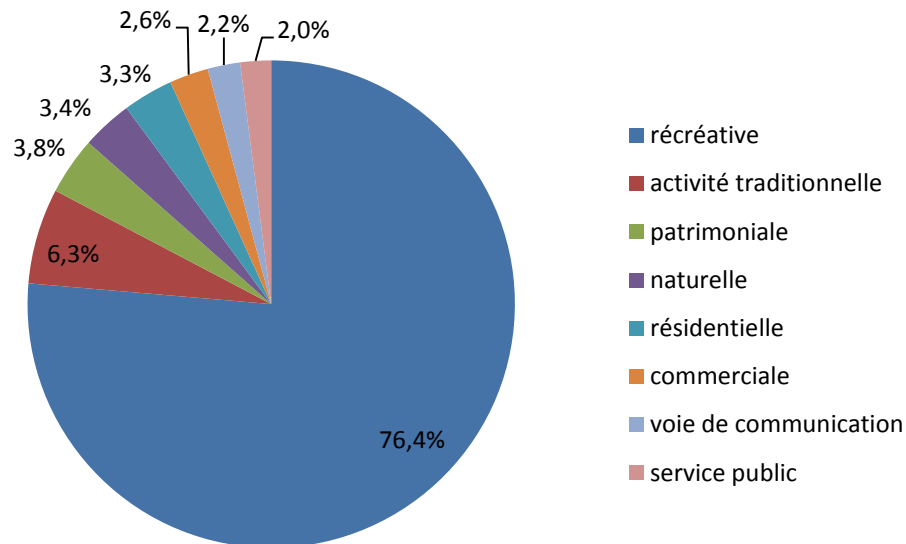


Figure 5. Occupation du territoire côtier de Uashat

Les infrastructures localisées dans la zone d’inventaire de l’occupation du territoire côtier ont été inventoriées (Tableau 3, Tableau 4 et Figure 6). Dans le secteur nord de Uashat, une partie du boulevard Laure et une section du boulevard des Montagnais sont incluses dans la zone d’inventaire. Un sentier récréatif longe le sommet de la falaise. Derrière, plusieurs commerces et infrastructures de services publics se trouvent dans cette bande, dont les *Galeries montagnaises*. Une zone résidentielle est aussi dans la bande de 150 m à partir de la falaise. Une partie du cimetière se trouve à la limite de cette bande alors que le site patrimonial du Vieux-Poste de traite de Sept-Îles se retrouve entre 30 et 50 m de la falaise. Le camping de Uashat est également compris dans la zone d’inventaire et la rue Arnaud se trouve entre 40 et 60 m du littoral. Entre la côte et la rue, on remarque une zone résidentielle qui longe le littoral. De l’autre côté de la rue Arnaud, la salle communautaire est aussi comprise dans la zone d’inventaire.

Dans le secteur sud de Uashat, aussi nommé l’ancienne réserve, l’enjeu principal est la rue Arnaud. Cette partie de la rue est en réalité à l’extérieur de la réserve et est donc gérée par la ville de Sept-Îles. Cependant, elle représente une voie de communication importante pour la communauté qui l’utilise de manière quotidienne. La rue est située entre 10 et 20 m de la ligne de rivage. De l’autre côté de la rue Arnaud, le cimetière et l’église sont respectivement à une distance de 30 et 60 m de la ligne de rivage. Quelques résidences sont également à cette distance du littoral.

Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Uashat

Type d’infrastructures et de sites	Nbre d’infrastructures/sites
Résidence	135
Infrastructure patrimoniale	17
Service public	10
Commerce	8
Infrastructure récréative	5
Site récréatif	4
Activité traditionnelle	2
Site patrimonial	2
Commercial	1
Industrie	1
Total	185

Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Uashat

Type d’enjeux linéaires	Longueur (m)	
	Intérieur de la réserve	Extérieur de la réserve
Voie de communication	3 112	245
Sentier récréatif	3 032	0
Total	6 144	245



Figure 6. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier de Uashat

2.2.2 Mani-Utenam

À Mani-Utenam, 95,4 % du littoral est utilisé comme voie de communication et seulement 4,6 % est utilisé de façon récréative (Figure 7 et Figure 8). Ceci s'explique par la présence d'un chemin non pavé qui longe l'ensemble du littoral de la réserve. Cette route est fréquemment utilisée par les résidents de Mani-Utenam. De plus, il est important de souligner que l'on retrouve une zone de villégiature densément utilisée derrière ce chemin.

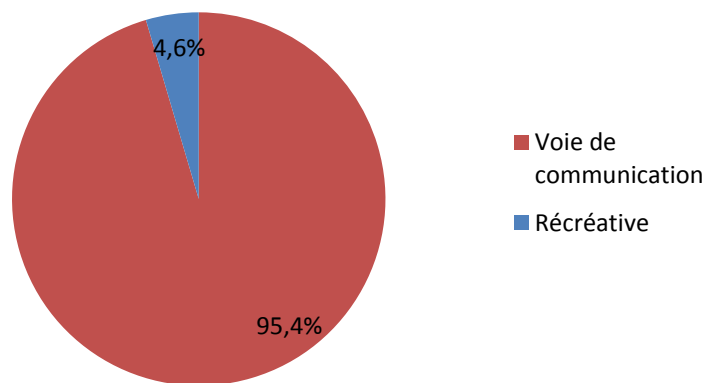


Figure 7. Occupation du territoire côtier de Mani-Utenam

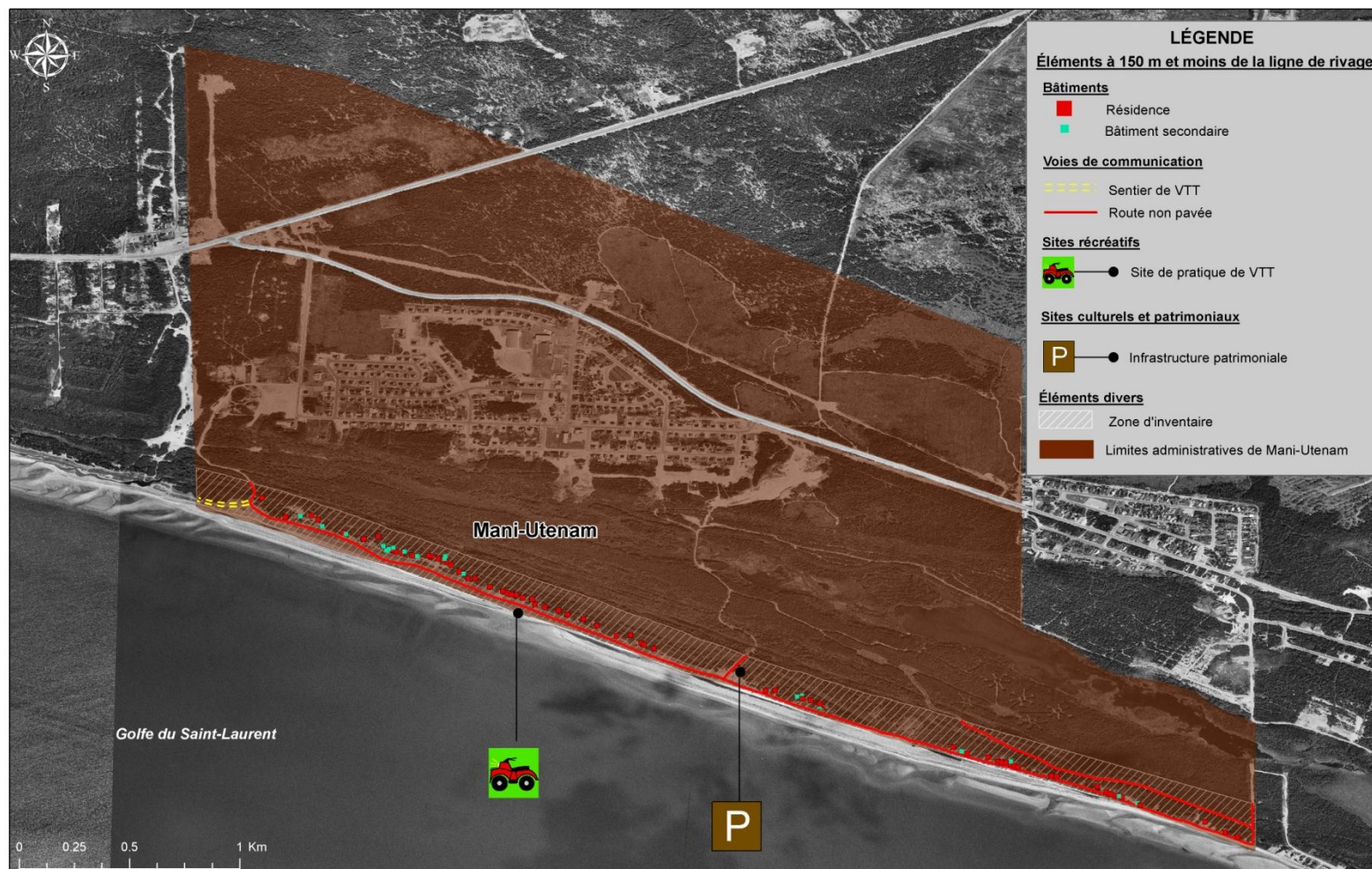
Les infrastructures localisées dans la zone d'inventaire de 150 m à compter de la ligne de rivage ont été répertoriées (Tableau 5 et Tableau 6). Les infrastructures comprises dans cette bande côtière sont principalement des chalets (Figure 8). En 2011, 83 chalets et bâtiments secondaires ont effectivement été dénombrés. De plus, un monument patrimonial est également présent dans cette zone.

Tableau 5. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Mani-Utenam

Type d'infrastructures et de site	Nbre d'infrastructures/sites
Chalet et bâtiment secondaire	83
Infrastructure patrimoniale	1
Site récréatif	1
Total	85

Tableau 6. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Mani-Utenam

Éléments linéaires	Longueur (m)
Sentier récréatif	157
Voie de communication	4 743
Total	4 900



Données sources : Orthophotographies aériennes 1 : 40 000 de 2001 du MRNF no. 01809044F06 et 01809046F06. Ressources Naturelles du Canada 2006.



Figure 8. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier de Mani-Utenam

2.3 Activités côtières et maritimes

Les principales activités pratiquées dans la zone côtière de Uashat sont la marche, la détente sur la plage et la baignade. Des activités sociales pour l'ensemble de la communauté, comme les fêtes annuelles traditionnelles, ont lieu également près de la côte. Certaines personnes font la cueillette d'herbes médicinales aussi le long du littoral. Dans le secteur de l'ancienne réserve, une rampe de mise à l'eau facilite l'accès aux canots et aux bateaux pour la chasse aux oiseaux migrateurs ainsi qu'aux individus pour la pêche sur la glace l'hiver.

À Mani-Utenam, les activités près de la zone côtière sont variées. La marche est l'activité la plus pratiquée. Comme à Uashat, les Innus viennent se détendre et se baigner sur la plage de Mani-Utenam. Un des lieux de rassemblement se situe sur la plage également. La cueillette de petits fruits et d'herbes médicinales est pratiquée le long du littoral. La pêche au capelan et la cueillette de myes y sont aussi effectuées. La promenade en VTT et en camion est fréquente sur la plage et plusieurs résidents possèdent un chalet sur la terrasse de plage bordant la réserve.

Les résidents de Uashat mak Mani-Utenam pratiquent d'autres activités à l'extérieur du territoire de leur réserve. Ces activités ont été répertoriées lors de l'enquête effectuée auprès des résidents et des acteurs publics de la communauté (Chapitre 3, section 3.6.1).

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 déterminer la concordance et 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, les guides d'entretien et la méthode d'échantillonnage 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 mak Mani-Utenam et Nutashkuan ainsi qu'au Chef d'Ekuanitshit lors de la semaine du 1^{er} 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 par le consensus entre 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 au registre d'habitation. 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 1et

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 zones utilisées dans le cadre d'activités, 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 de Uashat mak Mani-Utenam 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 à la diffusion d'annonces sur les ondes de la radio communautaire. L'enquête s'est déroulée entre le 12 et le 31 mai 2010. Les acteurs publics ont été identifiés par l'agent de liaison, le directeur du Service des immobilisations, infrastructures et habitation M. Rémy Bastien. Les informateurs-clés ont été en partie identifiés par l'agent de liaison ainsi que par d'autres informateurs-clés et répondants alors que les résidents ont été interpellés aléatoirement grâce à la liste de téléphone des résidents de la communauté. 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. 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 aux participants 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 de Uashat mak Mani-Utenam, 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 d'abord 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 (Kinnear et Gray, 2005) (Annexe 3). L'effectif d'absence de relation est toujours plus important que celui de présence de relation (Kinnear et Gray, 2005). 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 dans le texte 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 de Uashat mak Mani-Utenam

3.3.1 Profil des acteurs publics rencontrés

Pour la communauté de Uashat mak Mani-Utenam, dix acteurs publics ont été rencontrés. Les Services techniques sont représentés par trois personnes et deux conseillers politiques ont accepté de participer à l'enquête (Tableau 7). Les Services des communications, du développement économique, de la sécurité publique ainsi que la direction générale ont également été représentés. Un membre de l'entreprise *Assi Inc.* a aussi été rencontré. Les répondants étaient majoritairement des hommes (Figure 9). La moitié des participants étaient âgés de 40 à 59 ans, trois acteurs publics se situaient entre 18 et 39 ans et deux répondants avaient plus de 60 ans (Figure 9). Deux des personnes interrogées ont déjà habité dans la zone côtière et une seule possède actuellement un campement près du littoral (Figure 10).

Tableau 7. Organismes et services représentés

Organisme	
Service	Nbre
Innu Takuaitkan Uashat mak Mani-Utenam	9
Services techniques immobilisations et infrastructures	3
Conseiller politique	2
Communication	1
Développement économique	1
Direction générale	1
Sécurité publique	1
Assi	1
Total	10

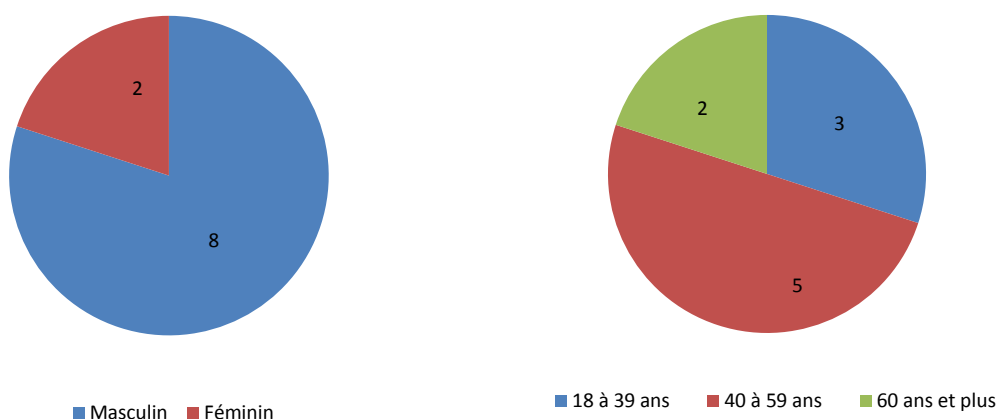


Figure 9. Profil des acteurs publics rencontrés

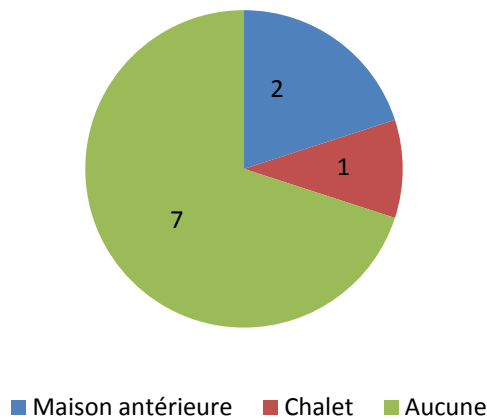


Figure 10. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière

3.3.2 Préoccupations des acteurs publics

Les principales préoccupations des acteurs publics rencontrés à Uashat mak Mani-Utenam sont la délinquance et les dépendances aux drogues et à l'alcool (Tableau 8). D'autres problèmes socio-économiques inquiètent les répondants, tels que le manque de logements, de possibilités d'emploi, de développement économique et de responsabilisation de la population ainsi que le faible taux de scolarisation et l'exode des jeunes. Les préoccupations environnementales concernent principalement les problèmes reliés aux barrages hydro-électriques. Certains acteurs se soucient des problèmes associés à l'aménagement du territoire. Les acteurs publics remarquent un manque de volonté politique par rapport à tous les nouveaux projets de développement de la communauté et trouvent que certains projets tardent à être réalisés (C27). L'absence d'autonomie politique dérange les acteurs publics qui croient que le conseil de bande a peu d'indépendance face au Ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (C38).

Tableau 8. Préoccupations des acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Préoccupations	
Préoccupations socio-économiques	10
Délinquance, dépendance aux drogues et à l'alcool	5
Manque de logements	2
Manque de possibilités d'emploi	1
Manque de développement économique	1
Faible taux de scolarisation	1
Manque de responsabilisation	1
Exode des jeunes	1
Préoccupations environnementales	8
Problèmes reliés aux barrages hydro-électriques	2
Problèmes dans l'aménagement du territoire	2
Augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes	1
Problèmes reliés à l'exploitation des ressources naturelles et du territoire	1
Préoccupations politiques	5
Problèmes de gestion des affaires publiques	1
Instabilité politique	1
Manque de volonté politique	1
Absence d'autonomie politique	1
Sous-financement par les gouvernements	1

3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.3.3.1 Érosion et inondation

L'ensemble des acteurs publics remarque des signes d'érosion côtière et sept d'entre eux ont eu connaissance d'inondations côtières (Figure 11). Les inondations se sont principalement produites sur la rue Arnaud, près de l'ancienne marina à Uashat, et dans le secteur des chalets à Mani-Utenam (C22, C25, C26, C27). L'érosion côtière semblerait s'accélérer selon huit des répondants alors que seulement quatre répondants remarquent une augmentation des inondations côtières. L'érosion se produirait durant l'hiver ainsi qu'au printemps et à l'automne (Figure 13). Au niveau des rivières, quatre des dix répondants ont vu des inondations dont trois constatent une diminution de ces dernières. L'érosion fluviale est perçue par trois des acteurs publics rencontrés dont deux d'entre eux observent une augmentation de l'érosion (Figure 12). Elle se produit surtout sur les berges de la rivière Moisie (C25, C29).

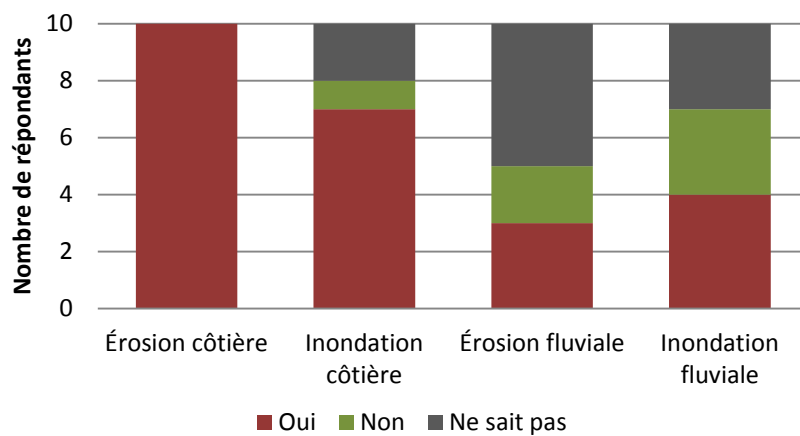


Figure 11. Aléas observés par les acteurs publics

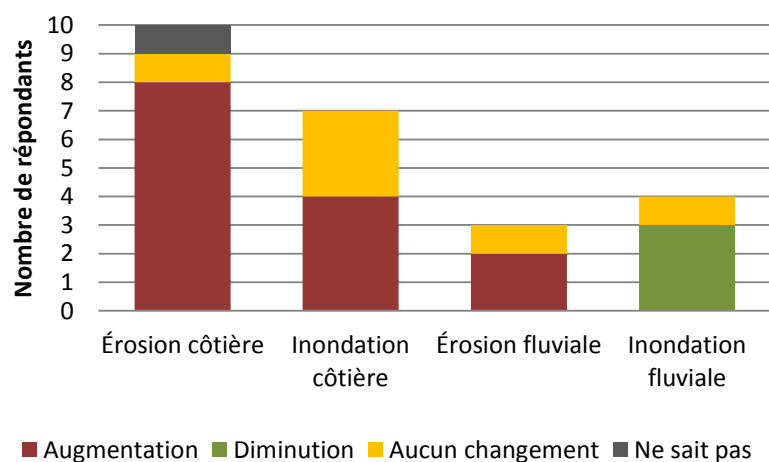


Figure 12. Tendance des aléas observés par les acteurs publics

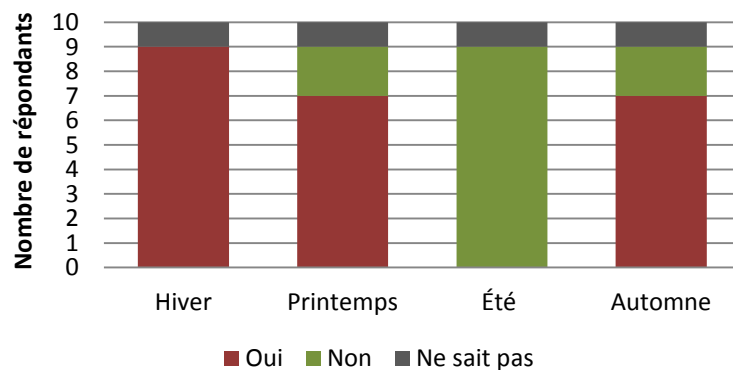


Figure 13. Saisons où se manifestent les aléas selon les acteurs publics

3.3.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Les acteurs publics observent d'autres processus et phénomènes sur leur territoire (Figure 14). Les vagues de tempête ont été en effet remarquées par neuf des répondants, mais ne semblent augmenter que selon trois des observateurs (Figure 15). Huit des participants remarquent la présence de glissements de terrain principalement près du boulevard des Montagnais à Uashat (C21, C22, C24, C25). Huit répondants ont aussi eu connaissance d'événements de pluies diluviennes sur leur territoire. Selon cinq acteurs publics, l'occurrence des pluies diluviennes augmenterait. Certains disent que les pluies ont augmenté principalement en hiver (C22, C24). En ce qui concerne les séismes, neuf répondants en ont déjà ressenti (Figure 14). Durant l'hiver, les embâcles ont surtout été observés au niveau du pont de la rivière Moisie (C22).

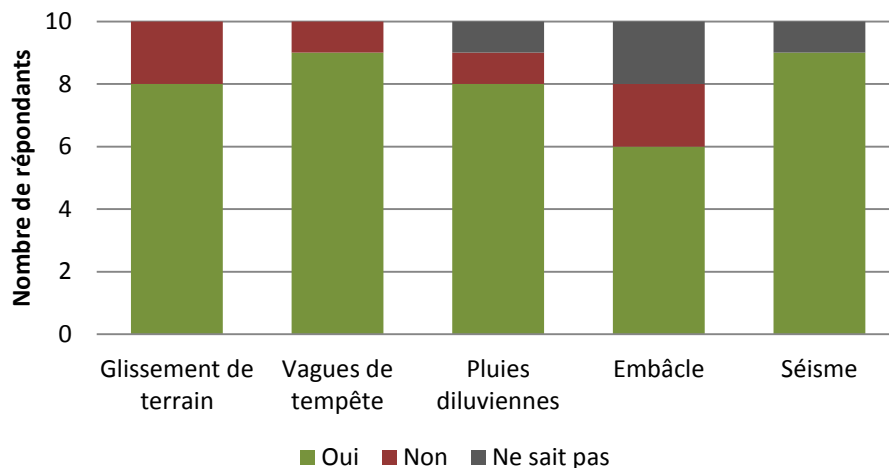


Figure 14. Processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics

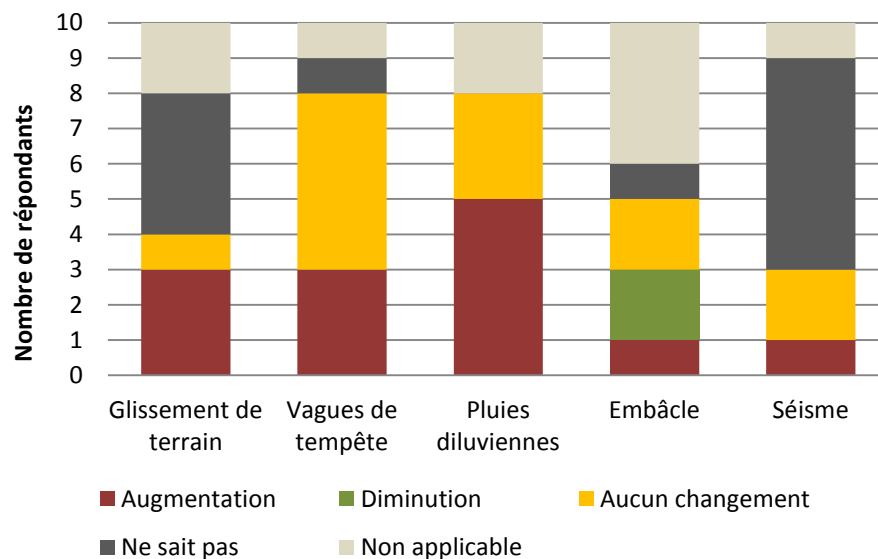


Figure 15. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les acteurs publics

3.3.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

L'ensemble des acteurs publics rencontrés a observé un réchauffement climatique et une augmentation des redoux hivernaux. D'ailleurs, selon l'opinion de certains acteurs publics, l'hiver arrive un mois plus tard qu'avant et les températures hivernales semblent augmenter (C21, C22, C24, C26). Neuf répondants sur dix affirment remarquer une diminution de l'étendue de la glace de mer et six d'entre eux voient une diminution de celle en rivière (Figure 16). Des répondants mentionnent que la baie des Sept-Îles était autrefois englacée pour toute la période hivernale et que les gens pouvaient se promener sur la banquise, ce qui est impossible de nos jours (C21, C25, C26). Sur la rivière Moisie, la glace était présente jusqu'au mois de mai, alors que maintenant, la débâcle peut se produire au mois d'avril (C25, C26, C29). Trois des répondants ont remarqué une diminution du niveau des rivières. En effet, un des répondants constate que la végétation (aulnes) colonise de plus en plus les berges de la rivière Moisie en raison de la diminution du niveau de l'eau (C25, C29). Avant, les Innus pêchaient dans la rivière du Poste (C25). Un des répondants mentionne qu'il est maintenant impossible de pêcher à cet endroit puisque le niveau d'eau est trop bas (C25). La majorité des répondants observent une augmentation du niveau marin relatif (Figure 16). La rue Arnaud a d'ailleurs été inondée à quelques reprises lors des marées de vives-eaux en raison du refoulement des égouts pluviaux. L'ancien quai de Sept-Îles se fait aussi inondé régulièrement par les vagues (C25). Neuf acteurs publics remarquent une diminution de la largeur des plages à Mani-Utenam et à Uashat. L'abaissement de la plage au niveau de la flèche Naneu et des dunes à Mani-Utenam est également un changement qui a été observé par des répondants. La morphologie de la rivière Moisie a changé en raison de l'érosion fluviale. Dans la zone urbaine de Uashat, la nappe phréatique semble avoir augmenté avec la hausse du niveau marin relatif (C22). L'annexe 4 détaille l'ensemble des changements environnementaux observés par les acteurs publics.

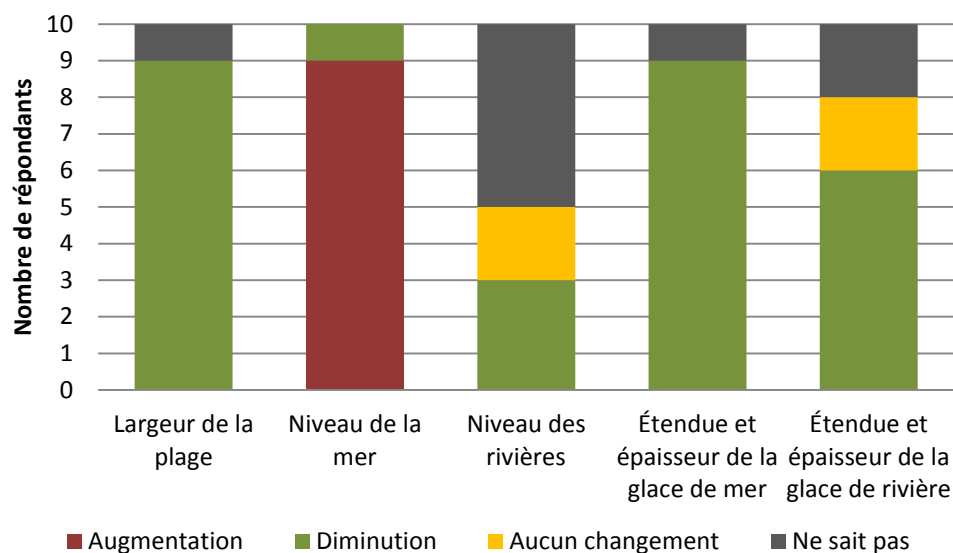


Figure 16. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

3.3.4 Causes des aléas côtiers

Les processus causant les aléas côtiers sont les vagues de tempête et l'augmentation du niveau marin relatif d'après neuf des acteurs publics rencontrés (Figure 17). D'ailleurs, la disparition à Mani-Utenam d'une barre d'avant côte fait que les vagues de tempête atteignent dorénavant la côte (C26). Les vagues de tempête provenant du sud-ouest à Mani-Utenam ont plus d'énergie quand elles sont rendues à la côte (C22). Les pleines mers supérieures des grandes marées semblent monter plus haut qu'avant (C25). Selon sept participants, les interventions humaines, comme les barrages hydro-électriques, le dragage dans la baie des Sept Îles et les enrochements entraînent l'érosion côtière (C25, C27) (Figure 17). La circulation en VTT sur les plages occasionne aussi l'érosion côtière (C21, C22, C24, C25, C26, C27). La diminution de la glace, les pluies diluviennes et le vent seraient des causes des aléas côtiers selon six répondants. L'ensemble des acteurs publics croit que les changements climatiques sont responsables des aléas côtiers (Figure 17). Six répondants associent les aléas côtiers et les changements climatiques par l'augmentation du niveau de la mer (Tableau 9). Aussi, un répondant explique que les changements climatiques engendrent la réduction de la glace qui diminue l'effet de protection naturelle contre l'érosion et accélère le phénomène (C27). Un des répondants mentionne que les changements climatiques sont à l'origine de tous les phénomènes naturels causant l'érosion (C29).

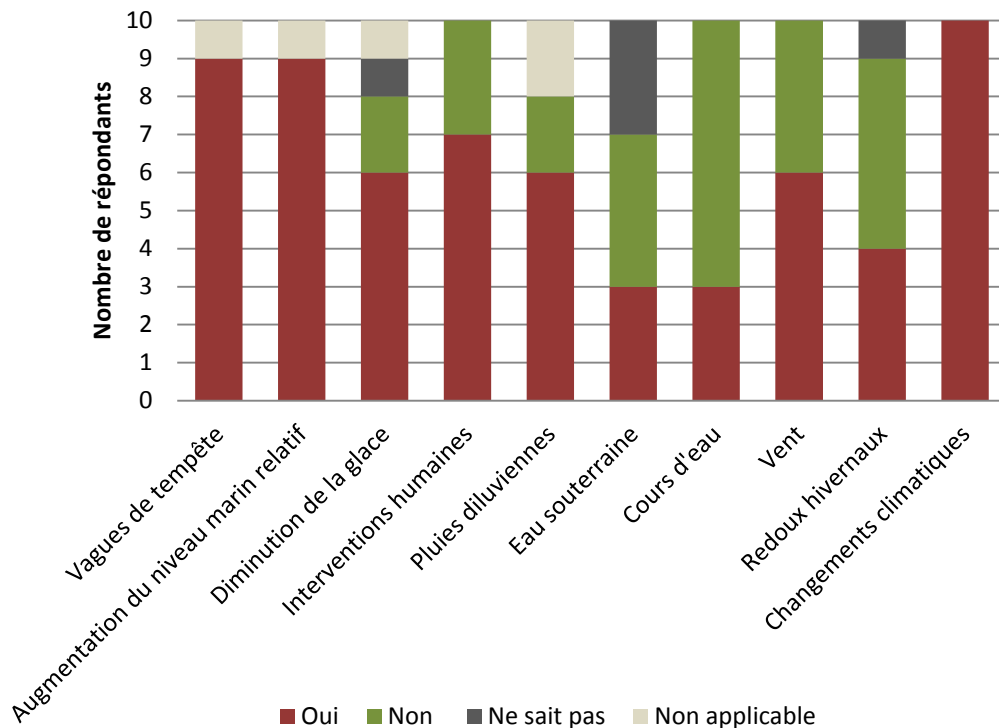


Figure 17. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics

Tableau 9. Liens entre les aléas et les changements climatiques

Explication	Nbre d'observations
Augmentation du niveau de la mer	6
Augmentation des précipitations	4
Diminution de la glace	3
Augmentation des redoux	2
Modification des tempêtes	2
Diminution de la glace, diminution de la protection naturelle contre l'érosion et augmentation de l'érosion	1
Les changements climatiques sont à l'origine des phénomènes naturels qui causent l'érosion	1

3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Parmi les dix acteurs publics, huit ont remarqué que les aléas ont eu un impact sur les infrastructures de la communauté (Figure 18). La figure 18 et l'annexe 5 présentent les impacts des aléas et des changements environnementaux évoqués par les acteurs publics. Selon les acteurs publics, la rue Arnaud est à risque d'érosion côtière et elle a dû être fermée en 2009 en raison des refoulements des égouts causés par les marées hautes. Des répondants indiquent que les chalets de Mani-Utenam sont à risque de submersion et qu'une quinzaine de chalets ont dû être déplacés pour cette raison de 2007 à 2010. D'autres infrastructures sont aussi à risque (boulevard des Montagnais, piste cyclable de Uashat, salle communautaire Naneu, chemin sur la plage de Mani-Utenam, etc.). L'aménagement du territoire semble aussi être affecté par les aléas et les changements environnementaux. D'ailleurs, l'érosion engendre directement une perte de territoire (S36). Ces phénomènes ont notamment provoqué l'élaboration d'un zonage évalué non constructible derrière le boulevard des Montagnais alors que la communauté a un besoin de terrain pour se construire (C27). De plus, l'érosion crée un stress pour les résidents qui habitent dans la zone côtière (C38, S36) (Figure 18). Dans le cas des ressources biologiques, les impacts se font sentir par la diminution et la disparition des habitats côtiers, par la diminution de la population des saumons et par la réduction de l'abondance des petits fruits. Un exemple concret est sans doute celui de la disparition de la frayère à capelan à Mani-Utenam (C22). Les aléas et les changements environnementaux ont un effet sur l'économie et les activités traditionnelles et culturelles selon trois et quatre répondants respectivement (Figure 18).

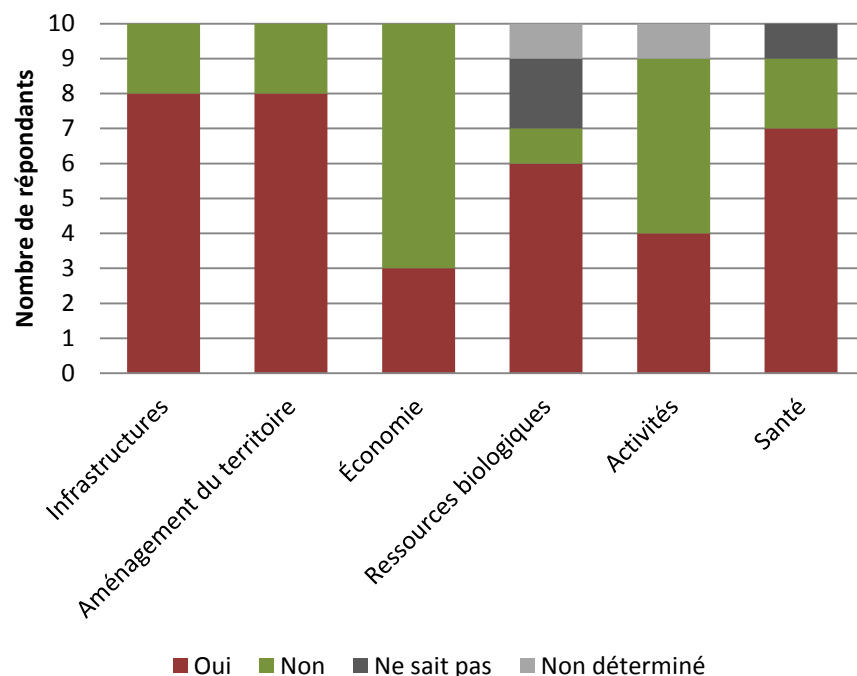


Figure 18. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics

En ce qui a trait aux changements climatiques, tous les acteurs publics sont d'avis qu'ils ont des impacts soit sur le milieu naturel et/ou sur le mode de vie. En effet, les changements climatiques engendrent une augmentation des températures hivernales, des pluies hivernales et des aléas naturels (Tableau 10). Aussi, ces changements provoquent chez les animaux des comportements inhabituels selon quatre répondants. Les bernaches ont changé leur trajectoire de migration, les renards sont en croissance démographique et ont des comportements étranges, et les caribous ne migrent plus sur leur territoire (C21, C25, C38). Pour ce qui est des activités, ce sont surtout les déplacements en hiver, la chasse aux bernaches et d'autres activités en forêt qui sont affectés par les changements climatiques (Tableau 10).

Tableau 10. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Impacts observés	
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	25
Augmentation des températures hivernales	5
Diminution des précipitations nivales	4
Augmentation des aléas naturels (érosion côtière et submersion)	4
Faune affectée (comportement des bernaches, des caribous et des renards)	4
Augmentation des pluies hivernales	3
Diminution de la glace	3
Débâcle hâtive	1
Sol gèle plus profondément	1
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	13
Déplacements hivernaux limités (route blanche fermée et glace instable)	4
Chasse aux bernaches et autres activités en forêt affectées	4
Services et économie affectés (perte de territoire et du marché du déneigement et de la motoneige)	3
Moral affecté (état dépressif et insécurité)	2

3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.3.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

À Uashat mak Mani-Utenam, sept des dix acteurs publics rencontrés ont remarqué les actions qui ont été entreprises pour s'adapter aux aléas. Les mesures de protection observées par les répondants sont les enrochements visant à protéger le boulevard des Montagnais et la rue Arnaud ainsi que l'ancien enrochement sur la pointe de Moisie. Deux des participants trouvent que ces actions ne sont pas efficaces, mais quatre des cinq les ayant remarqués referaient ce type de protection (Figure 19). Une action de revégétalisation a aussi été entreprise par le comité ZIP Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent dans le secteur de la marina (C25). Malgré son inefficacité selon le répondant, il referait tout de même ce type d'initiative. Deux acteurs publics ont eu connaissance du recul de certains chalets dans le secteur de la plage à Mani-Utenam (C27, C29). Ils ont trouvé l'action efficace et la referaient (Figure 19). La restauration des dunes, la sensibilisation, les études et les règlements ne sont pas des actions d'adaptation aux aléas efficaces selon les répondants et ils ne les referaient pas (Figure 19). Les mesures de protection prévues sont la continuation des enrochements du boulevard des Montagnais et de la rue Arnaud (Tableau 11).

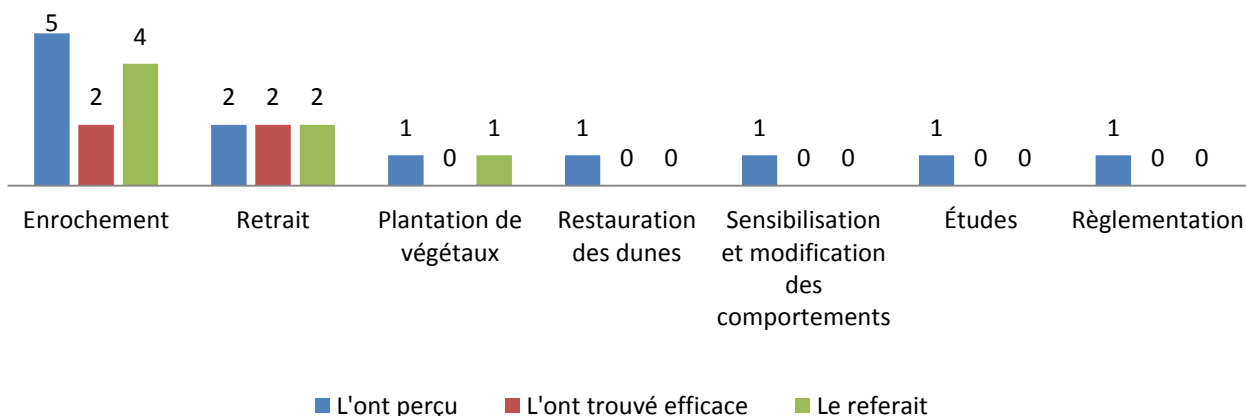


Figure 19. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics

Tableau 11. Actions prévues selon les acteurs publics

Actions prévues	Nbre d'observations
Enrochement derrière le boulevard des Montagnais	4
Enrochement rue Arnaud	5

3.3.6.2 Solutions préconisées

Les solutions préconisées par les acteurs publics sont la sensibilisation, le retrait, la réglementation et la création d'un comité côtier (Figure 20). Certains répondants sont concernés par la coupe d'arbres dans la falaise de Mani-Utenam et par la circulation en VTT sur les plages (C21, C25, C26). Ils espèrent fortement qu'une sensibilisation soit effectuée pour diminuer ces activités. Les répondants sont majoritairement en accord avec le fait de déplacer les chalets (retrait), mais selon quelques-uns, le recul des bâtiments ne sera pas effectué avant une dizaine d'années (C26, C38). Les mesures de protection, telles que l'enrochement et le muret, ont été soulevées par plus de la moitié des personnes rencontrées. Les endroits ciblés sont encore les mêmes, soit le boulevard des Montagnais et la rue Arnaud. Un des répondants mentionne toutefois que la présence de murets pourrait faire disparaître la plage comme cela a été le cas devant sa maison (C21).

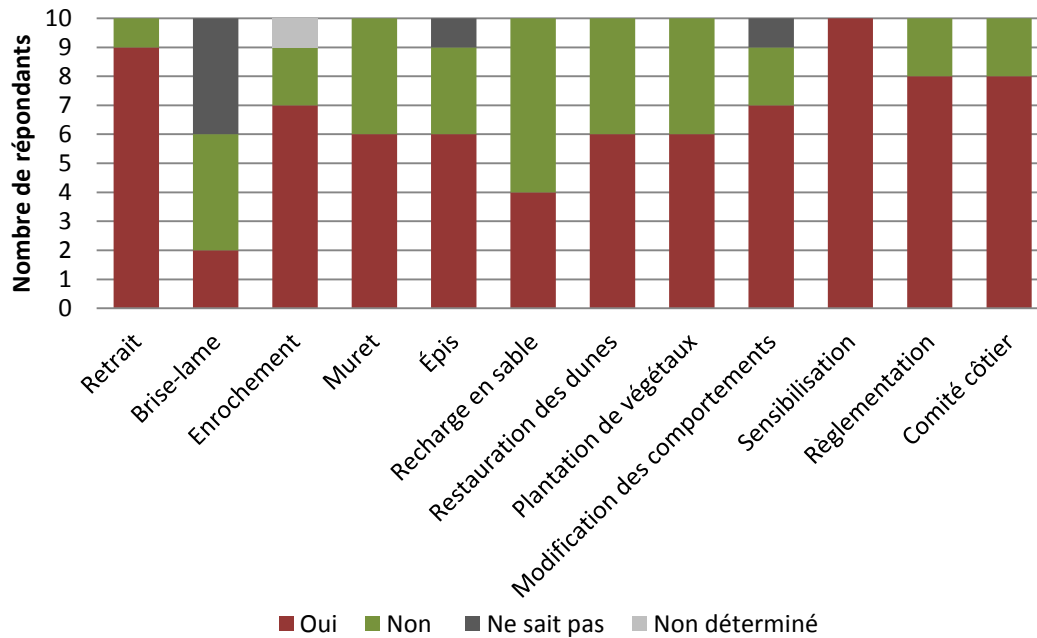


Figure 20. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas côtiers

3.3.6.3 Mode de gouvernance préconisé

Actuellement, les acteurs publics révèlent l'existence d'un plan de mesures d'urgence, mais les géorisques côtiers n'y sont pas inclus. Un des répondants mentionne que le plan de mesures d'urgence est relativement récent et qu'il ne prend pas en compte les risques d'érosion et d'inondation. Cet acteur public indique toutefois qu'il prévoit intégrer les aléas côtiers lors de la mise à jour du plan de mesures d'urgence (C24).

Selon la majorité des décideurs rencontrés, les acteurs qui devraient être impliqués dans l'identification des solutions sont : les résidents, le conseil de bande, la communauté scientifique et les deux paliers de gouvernement (Figure 21). Les résidents ayant des chalets en zone côtière devraient pouvoir participer à identifier les solutions d'adaptation (S36). Un des répondants suggère que le Ministère du Développement Durable et des Parcs du Québec (MDDEP) soit aussi impliqué dans l'identification de solutions. Selon huit personnes interrogées, les organismes locaux, comme l'Agence Mamu Innu Kaikuseth (AMIK qui veut dire « ensemble les pêcheurs autochtones ») et le comité Zone d'Intervention Prioritaire (ZIP), devraient aussi pouvoir s'impliquer dans le processus (Figure 21). En ce qui concerne la gestion des solutions d'adaptation, huit et six répondants croient respectivement que cette étape devrait être effectuée par le conseil de bande et par le gouvernement fédéral (Figure 22). Le département de la sécurité publique du AADNC a également été proposé pour s'impliquer dans la gestion des solutions. Du point de vue du financement, la majorité des personnes rencontrées considèrent que la responsabilité des coûts pour la mise en place des solutions d'adaptation devrait revenir aux deux gouvernements (Figure 23).

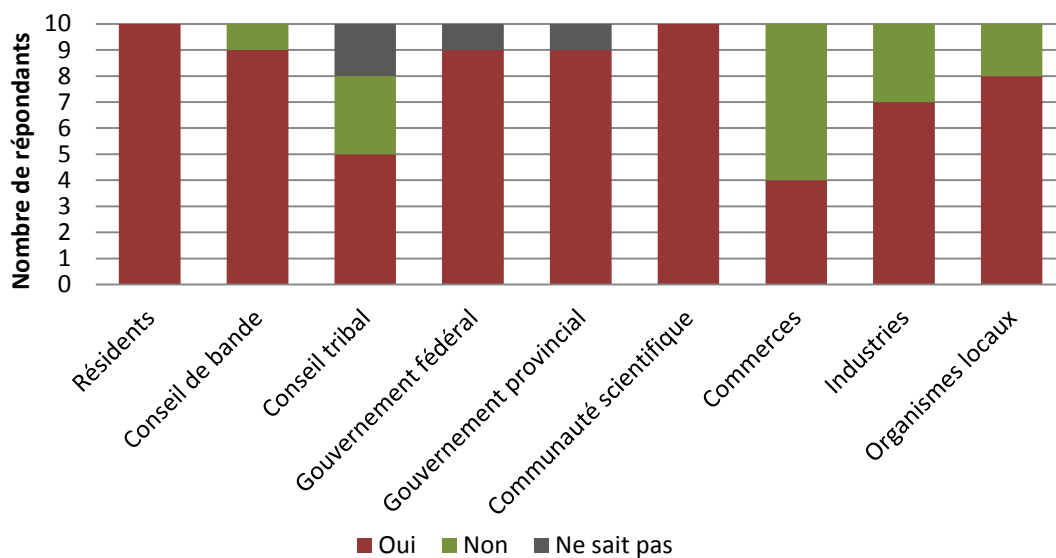


Figure 21. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

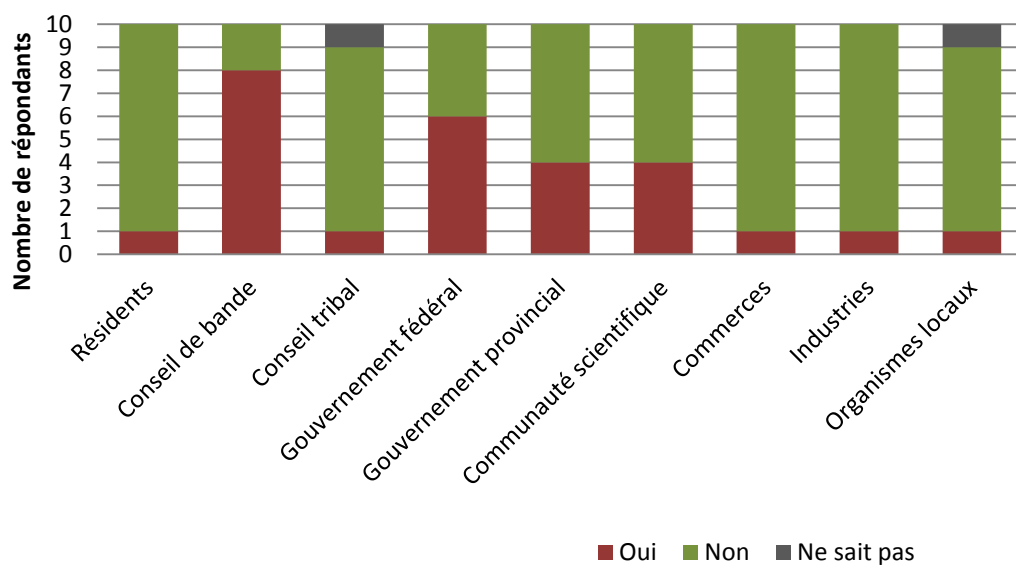


Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

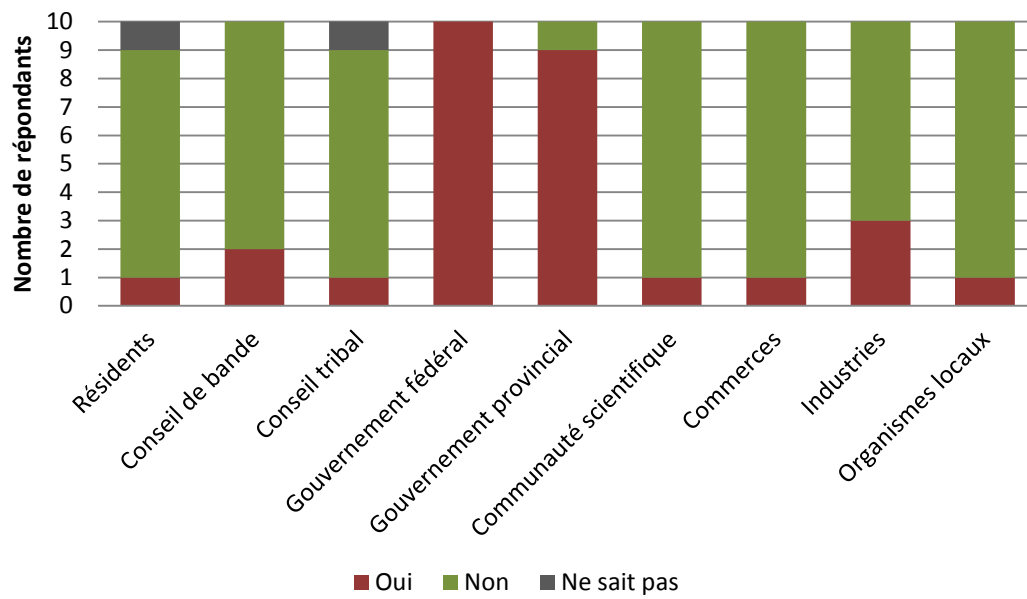


Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

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

3.4.1 Profil des répondants

À Uashat, vingt femmes (71 % des répondants) et huit hommes (29 % des répondants) ont accepté de participer à l'enquête (Figure 24). Parmi les répondants, 25 % étaient âgés de 18 à 39 ans, 36 % de 40 à 59 ans et 39 % avaient plus de 60 ans (Figure 24). Vingt-et-un et 25 % des personnes rencontrées ont soit déjà habité dans la zone côtière ou habitent actuellement en bordure du littoral (Figure 25). Malgré la petite proportion de gens habitant dans la zone côtière, 86 % des répondants y pratiquent une activité (Figure 26).

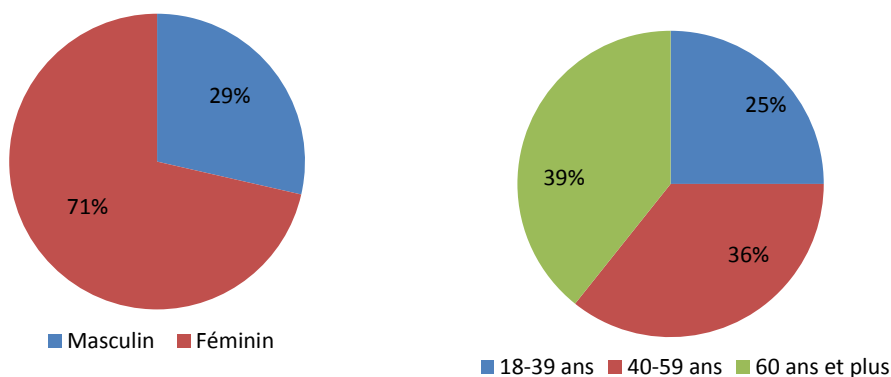


Figure 24. Profil des résidents de Uashat rencontrés

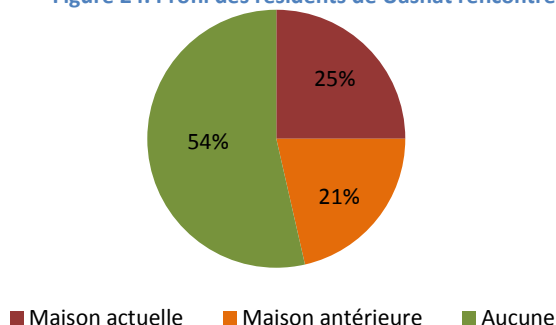


Figure 25. Résidents de Uashat ayant une propriété en zone côtière

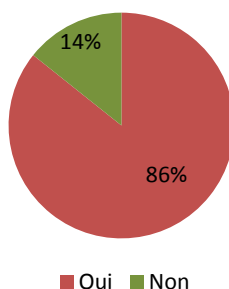


Figure 26. Résidents de Uashat qui pratiquent une activité en zone côtière

3.4.2 Préoccupations des résidents

Comme pour les acteurs publics, la délinquance ainsi que les dépendances aux drogues et à l'alcool correspondent aux préoccupations d'un nombre important de répondants (Tableau 12). Les problèmes associés à l'aménagement du territoire et au manque de terrain dans la réserve de Uashat ont aussi été soulevés par quelques-uns des résidents. L'augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes préoccupent par ailleurs six répondants. Le manque de transparence politique et de volonté politique face à de nouveaux projets de développement de la communauté de même que l'absence de réglementation dérangent certains résidents interrogés (Tableau 12).

Tableau 12. Préoccupations des résidents de Uashat

Thèmes	Préoccupations	Nbre
Préoccupations socio-économiques		32
	Délinquance, dépendance aux drogues et à l'alcool	16
	Haut taux de suicide	3
	Isolement physique et social	2
	Problèmes de santé	2
	Violence	2
	Manque de responsabilisation	2
	Manque de possibilité d'emploi	1
	Déséquilibre démographique	1
	Perte de l'identité culturelle	1
	Pauvreté	1
	Manque d'activités sociales et communautaires	1
Préoccupations environnementales		25
	Problèmes dans l'aménagement du territoire	7
	Augmentation des aléas côtiers et pluies diluviennes	6
	Manque de terrain pour les logements	4
	Problèmes reliés aux barrages hydro-électriques	2
	Pollution	2
	Manque de conscience environnementale	2
	Problèmes de gestion des déchets	1
	Problèmes de gestion en eau potable	1
Préoccupations politiques		6
	Manque de transparence politique	3
	Manque de volonté politique	2
	Absence de réglementations dans tous les secteurs	1

3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.4.3.1 Érosion et inondation

À la question fermée portant sur l'érosion et l'inondation côtières, 89 % des participants remarquent l'érosion côtière et 68 % ont déjà vu des inondations côtières (Figure 27). Comme les acteurs publics, les résidents observent surtout l'érosion près de la rue Arnaud et du boulevard des Montagnais. Plus de la moitié des personnes qui observent l'érosion côtière (68 %) remarquent son accélération (Figure 28). L'inondation a été remarquée principalement sur la flèche littorale. Dans les années 1960, le niveau de l'eau a atteint le cimetière de la rue Arnaud et des sous-sols avaient alors été inondés (C37, C48). L'inondation côtière semble augmenter selon 47 % des gens qui ont été témoin du phénomène (Figure 28). L'érosion et les événements de submersion se produisent surtout au printemps (Figure 29). L'inondation et l'érosion fluviales ont été remarquées par 29 % et 32 % des répondants (Figure 27). Une inondation sur la rivière Moisie est survenue suite à un embâcle (C33) et l'érosion se produit surtout au chalet scandinave en bordure de la berge de la rivière Moisie et sur la rivière Sainte-Marguerite (C55, S48).

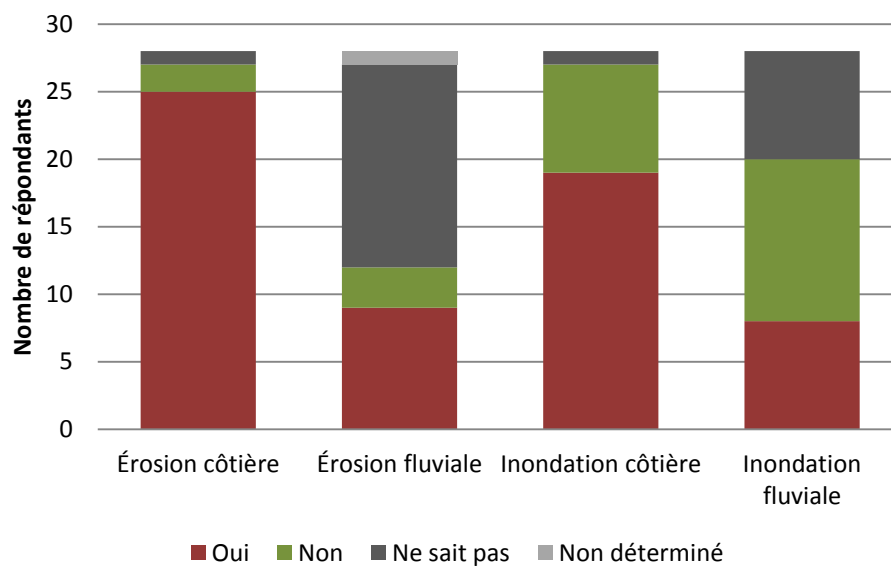


Figure 27. Aléas observés par les résidents de Uashat

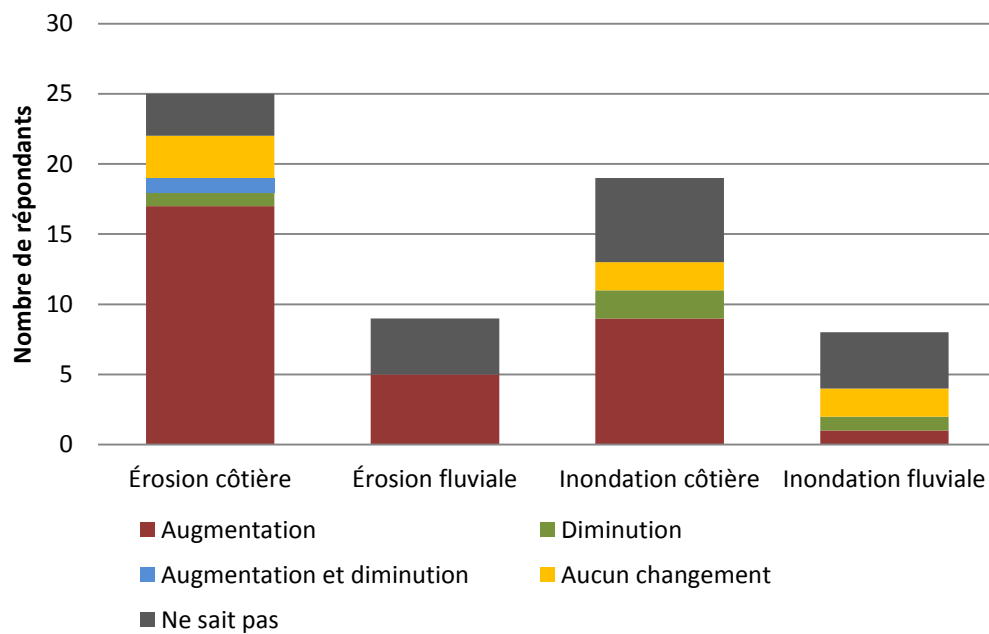


Figure 28. Tendance des aléas observés par les résidents de Uashat

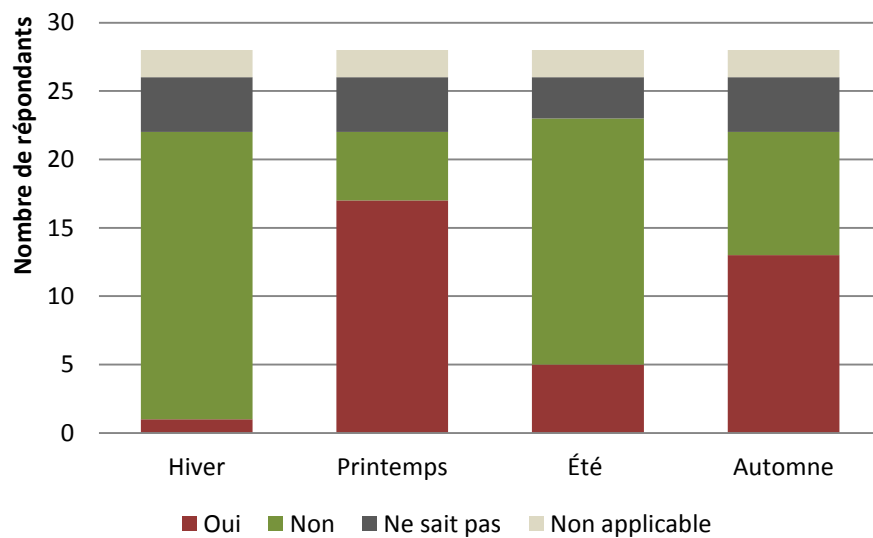


Figure 29. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents de Uashat

3.4.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Les autres processus et phénomènes naturels observés sont les vagues de tempête, les pluies diluviennes et les glissements de terrain et les séismes qui ont été sentis par la majorité des répondants (Figure 30). Les résultats des tendances de ces phénomènes montrent des divergences. En effet, sur les 19 répondants ayant remarqué les vagues de tempête, seulement huit sont d'avis qu'elles sont plus fréquentes (Figure 31). Les vagues de tempête ont déjà atteint la rue Arnaud affirment deux des répondants (C30, S28). Les pluies diluviennes augmentent selon 7 des 17 répondants qui en ont déjà observé (Figure 31). Pour ce qui est des glissements de terrain, plus de la moitié des gens qui ont observé ce phénomène croient qu'ils sont de plus en plus fréquents (Figure 31).

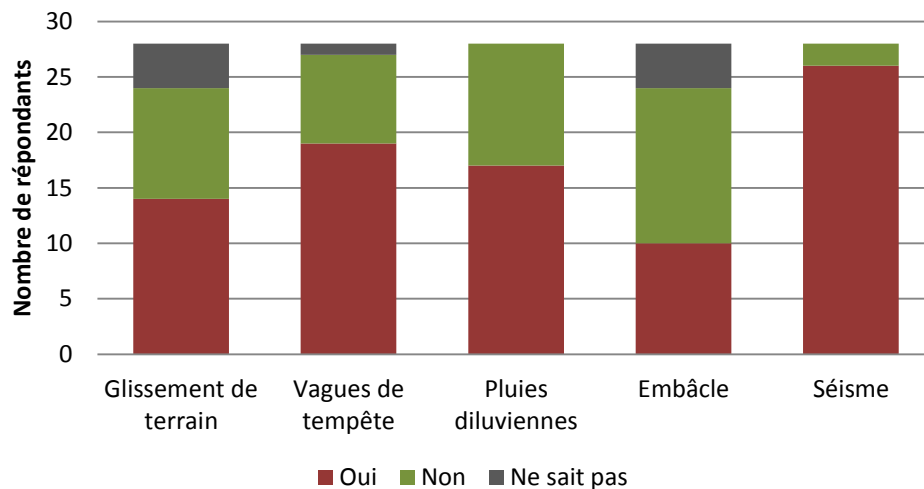


Figure 30. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Uashat

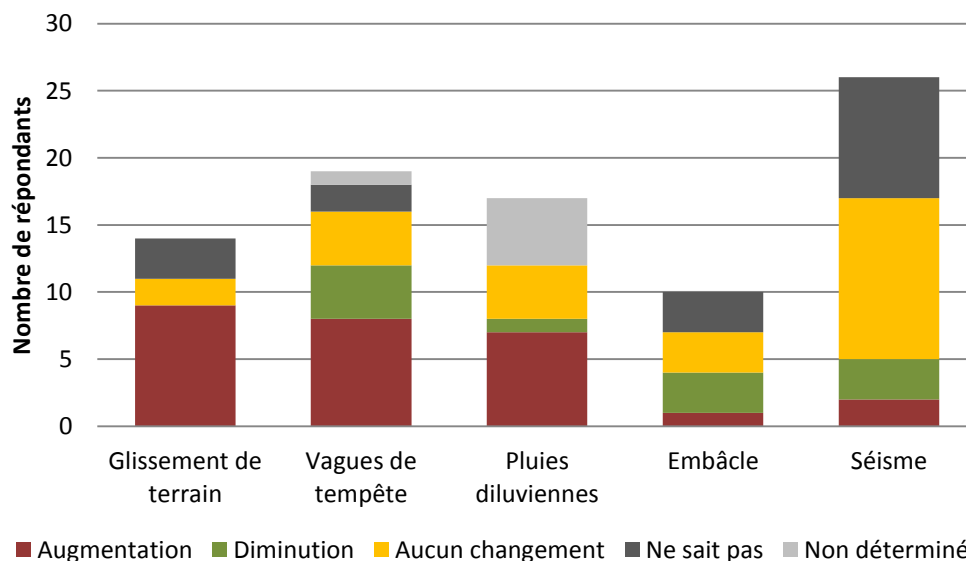


Figure 31. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les résidents de Uashat

3.4.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

À Uashat, 89 % des personnes interrogées croient observer un réchauffement climatique et 71 % d'entre eux remarquent une augmentation des redoux hivernaux (Figure 32). La figure 33 et l'annexe 6 présentent les changements environnementaux observés par les résidents de Uashat. Les principaux changements environnementaux observés sont la diminution de la largeur de la plage et la diminution de l'étendue de la glace de mer (Figure 33). On remarque aussi que près de la moitié des répondants perçoivent une hausse du niveau marin relatif. Certains ont remarqué un impact de l'anthropisation de la zone côtière sur la largeur de la plage et sur le transit sédimentaire (C37, S27, S38). En effet, la construction de la zone portuaire de Sept-Îles aurait formé la flèche littorale en face de Uashat et aurait engendré la diminution de la largeur de la plage (S27). D'autres répondants ont remarqué un changement de la texture du substrat du bas estran. Il serait plus vaseux et pollué qu'auparavant (C31). Dans l'estuaire de la rivière du Poste, les glissements de terrain entraîneraient une dégradation de l'habitat du poisson (C36). Un des répondants s'inquiète de l'effet des barrages hydro-électriques sur le climat et le territoire (C55).

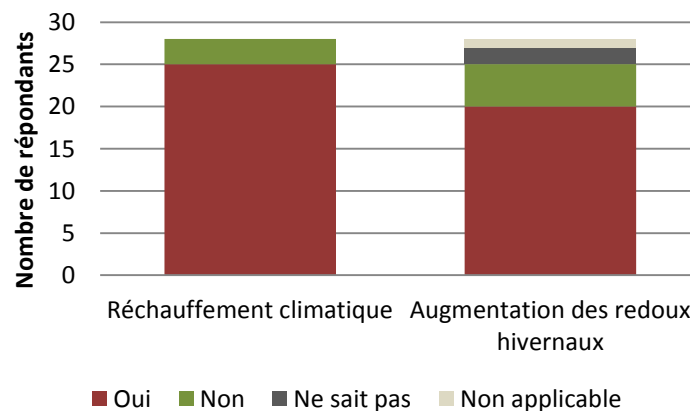


Figure 32. Changements climatiques observés par les résidents de Uashat

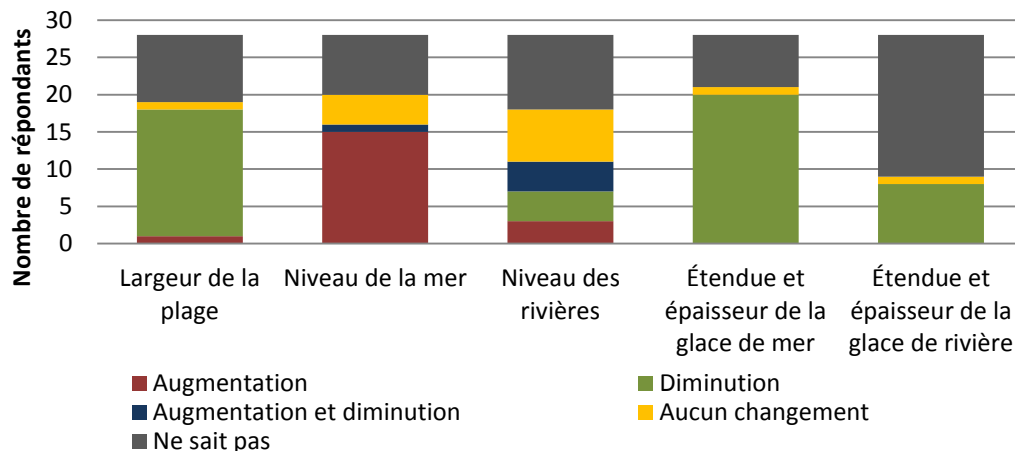


Figure 33. Changements environnementaux observés par les résidents de Uashat

3.4.4 Causes des aléas côtiers

À Uashat, les principales causes de l'érosion et/ou de l'inondation côtières évoquées par les résidents sont les vagues de tempête (82%) et l'augmentation du niveau marin relatif (81%) (Figure 34). Les répondants mentionnent que les vagues de tempête ont surtout un effet au niveau du quai de Sept-Îles. Le sapement basal lors des tempêtes provoque une instabilité des falaises et peut donc aussi créer des glissements de terrain à certains endroits (C42). La hausse du niveau marin relatif se fait surtout sentir près de la rue Arnaud où, lors des grandes marées d'automne, la plage devient beaucoup plus étroite qu'avant. Selon un des répondants, l'eau semblait autrefois plus loin qu'elle l'est aujourd'hui (S30). Les pluies diluviennes sont aussi responsables des glissements de terrain et de l'érosion côtière. Plusieurs résidents rencontrés, soit plus de 50 % des répondants, sont d'avis que les barrages hydro-électriques, les enrochements, le quai, les gros cargos et les VTT occasionnent de l'érosion (Figure 34). De toutes les causes pouvant être responsables des aléas côtiers, les redoux hivernaux et les changements climatiques sont les principales pour 68 % des répondants. Les liens établis entre les changements climatiques et les aléas côtiers concernent l'augmentation du niveau marin, l'augmentation des températures, des pluies, des vagues de tempête et des vents. Il est intéressant de noter que la diminution de la glace et de la neige a aussi été mentionnée ainsi que l'augmentation de la quantité d'eau globale (Tableau 13).

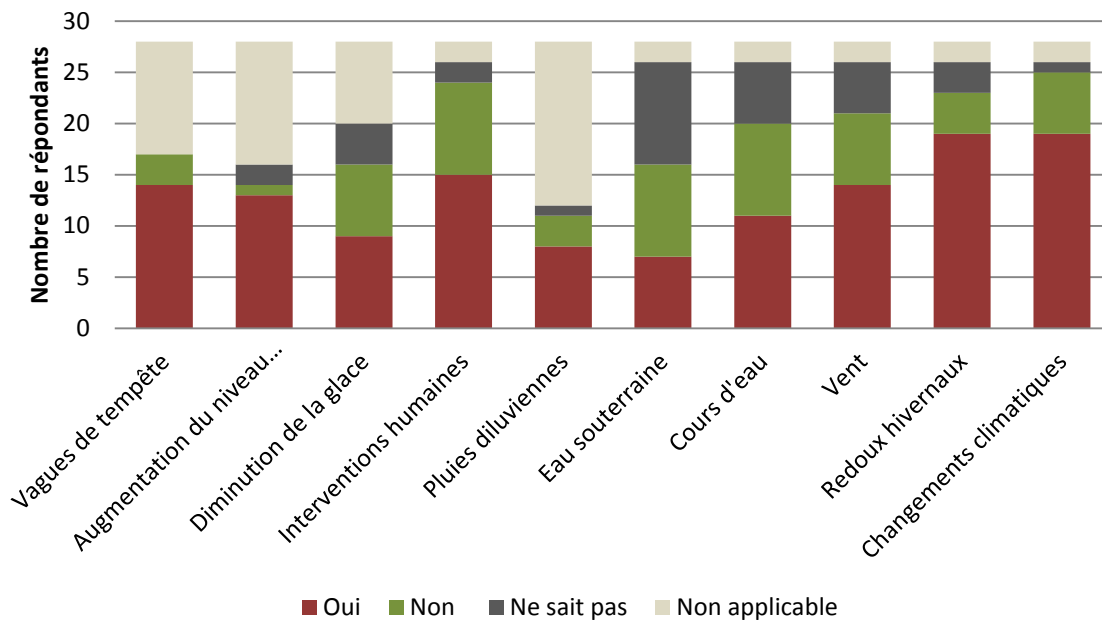


Figure 34. Causes des aléas côtiers selon les résidents de Uashat

Tableau 13. Liens entre les aléas et les changements climatiques selon les résidents de Uashat

Explication	Nbre d'observations
Augmentation du niveau marin causée par la fonte des glaciers	9
Augmentation des températures	3
Augmentation des pluies	2
Augmentation des températures durant l'hiver	2
Augmentation de la quantité d'eau globale	1
Augmentation des vagues de tempête	1
Augmentation des vents	1
Diminution de la glace	1
Diminution de la neige	1

3.4.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Pour les répondants de Uashat, les principales conséquences de l'érosion, des inondations et des changements environnementaux affectent la santé (71 %), l'aménagement du territoire (68 %) et les ressources biologiques (64 %) (Figure 35). Certaines personnes rencontrées subissent un stress et sont inquiètes pour la communauté. D'autres sont aussi très inquiètes pour leur maison et leur terrain ainsi que pour les maisons de la rue Arnaud (C31, C32, C42, C43, C49, S28, S29, S33). En ce qui concerne l'aménagement du territoire, plusieurs participants mentionnent que l'interdiction de construire à certains endroits, en raison des importants risques côtiers, représente une contrainte pour le développement de la communauté (C30, C31, C33, S28). Du côté des ressources biologiques affectées par les aléas et les changements environnementaux, ce sont principalement le capelan, les canards et les petits fruits qui ont été identifiés par les répondants. Certains services publics semblent être affectés par les aléas côtiers (39 % des répondants), comme la piste cyclable et le boulevard des Montagnais, la rue Arnaud, le sous-sol de la salle communautaire Naneu et le sentier pédestre qui longe le littoral. Ces phénomènes occasionnent même pour quelques résidents des conflits entre voisins. Une seule résidence aurait déjà été affectée par l'inondation côtière (S48).

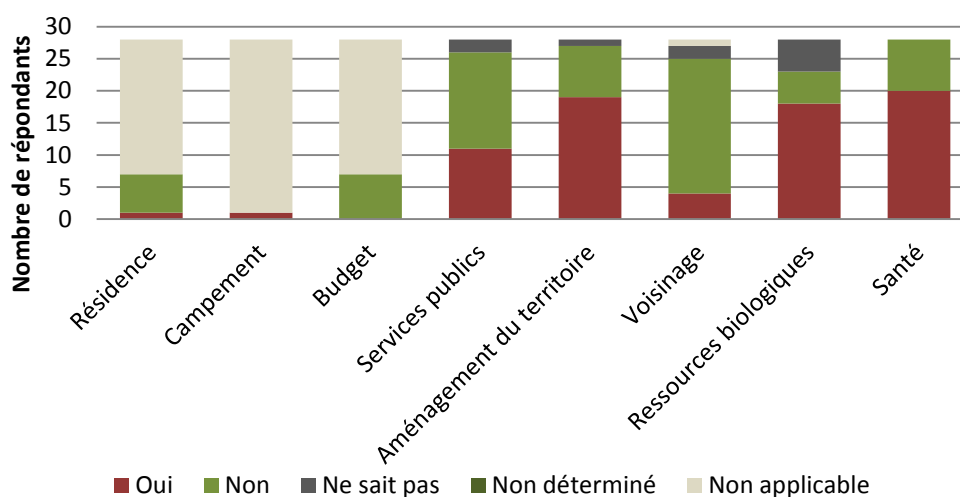


Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents de Uashat

Selon l’avis de la majorité des personnes interrogées (86 %), les changements climatiques ont des impacts sur leur communauté (Figure 36). Les impacts sur leur milieu naturel concernent surtout les changements des précipitations et des températures (Tableau 14). En ce qui a trait à leur mode de vie, quelques répondants relatent les impacts des changements climatiques sur leurs déplacements qui deviennent plus limités, la capacité de prévoir le temps est de plus en plus difficile et leurs activités ainsi que leur moral sont aussi affectés (Tableau 14).

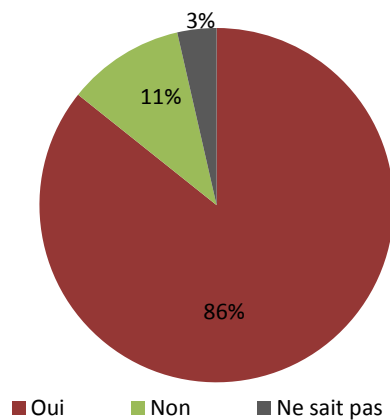


Figure 36. Proportion de résidents de Uashat qui perçoivent les impacts des changements climatiques

Tableau 14. Impacts des changements climatiques selon les résidents de Uashat

Thèmes	Nbre d'observations
Impacts observés	
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	35
Changements des précipitations	15
Changements des températures	14
Augmentation des aléas naturels	2
Diminution de la glace	2
Faune et flore affectées	2
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	25
Activités affectées	10
Déplacements limités	8
Moral affecté	4
Capacité de prévoir le temps affectée	3

3.4.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.4.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

À Uashat, 61 % des répondants mentionnent que des actions ont été entreprises dans le but de s'adapter aux géorisques côtiers (Figure 37). Seize des 28 répondants (57 %) ont remarqué la présence d'un enrochement et 88 % l'ont trouvé efficace (Figure 38). Certains ont remarqué l'enrochement sur la rue Arnaud, d'autres près du Vieux-Poste, ou encore à l'ancienne marina à Uashat (C30, C32, C34, C42). Un des répondants s'est souvenu du déplacement du village de Moisie et de l'enrochement sur la flèche effectués suite à un événement de submersion. Il a trouvé cette mesure d'adaptation efficace et la referait (S48). À la question ouverte portant sur les actions prévues pour contrer l'érosion et l'inondation, quatre personnes ont répondu le prolongement de l'enrochement de la rue Arnaud (Tableau 15). Un des répondants mentionne que lors de la construction de l'enrochement, une rampe de mise à l'eau serait possiblement incluse dans l'ouvrage de protection (C33). Une action de mise en valeur de la flèche littorale avec le comité ZIP est aussi prévue (C33) (Tableau 15). Il est intéressant de noter que les quatre résidents qui ont effectué des commentaires sur les zones non constructibles en raison des aléas côtiers ne perçoivent pas cette intervention comme une solution d'adaptation aux aléas côtiers, mais plutôt comme un impact des aléas côtiers.

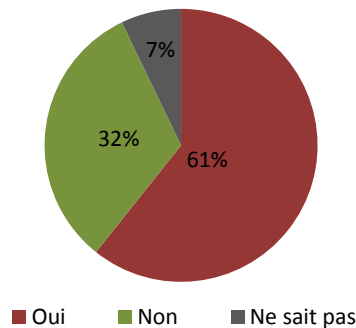


Figure 37. Actions entreprises selon les résidents de Uashat

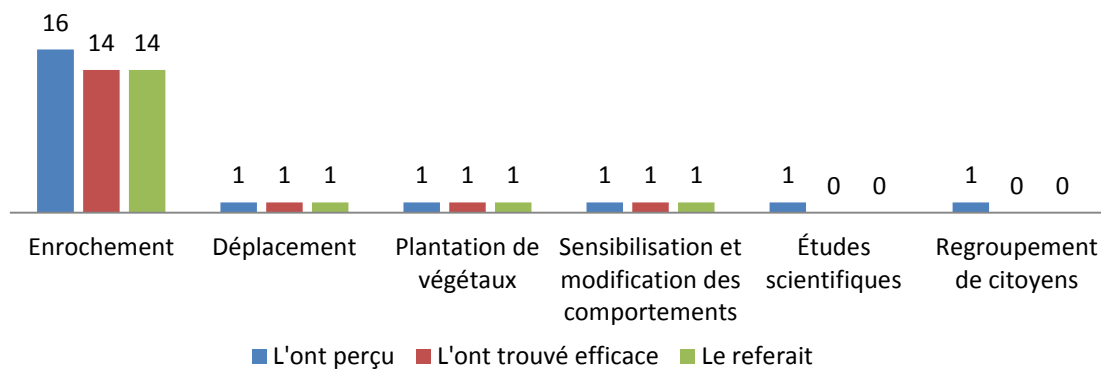


Figure 38. Appréciation des actions entreprises selon les résidents de Uashat

Tableau 15. Actions prévues selon les résidents de Uashat

Actions prévues	Nbre d'observations
Enrochement sur la rue Arnaud	4
Projet de mise en valeur de la flèche littorale	1

3.4.6.2 Solutions préconisées

Pour 89 % des répondants de Uashat, l'enrochement serait une des solutions privilégiées pour s'adapter aux géorisques côtiers (Figure 39). Ensuite, il est possible de remarquer que 75 % des participants sont d'accord pour créer un comité côtier afin de trouver des mesures d'adaptation appropriées. Entre 39 % et 64 % des personnes rencontrées trouvent que la restauration des dunes, la recharge en matériel meuble, les modifications des comportements, la réglementation, la plantation de végétaux et la sensibilisation sont des solutions intéressantes pour leur communauté. Côté sensibilisation, un participant suggère de faire des capsules à la télévision communautaire et à la radio (S50). Ceci aiderait à implanter des règlements sur la coupe d'arbres, la circulation en VTT et la construction en milieu côtier (C42, C49, C55). Mais certains ne sont pas convaincus que les règlements seraient respectés, car selon eux, la loi ne fait pas partie de la culture innue (C43, S48). Pour ce qui est de la recharge en matériel meuble, un répondant croit que cette mesure peut aider, mais seulement à court terme (C47). Un peu moins de la moitié préconise le retrait des maisons à risques, mais cette solution leur apparaît comme étant de dernier recours (S35, S42).

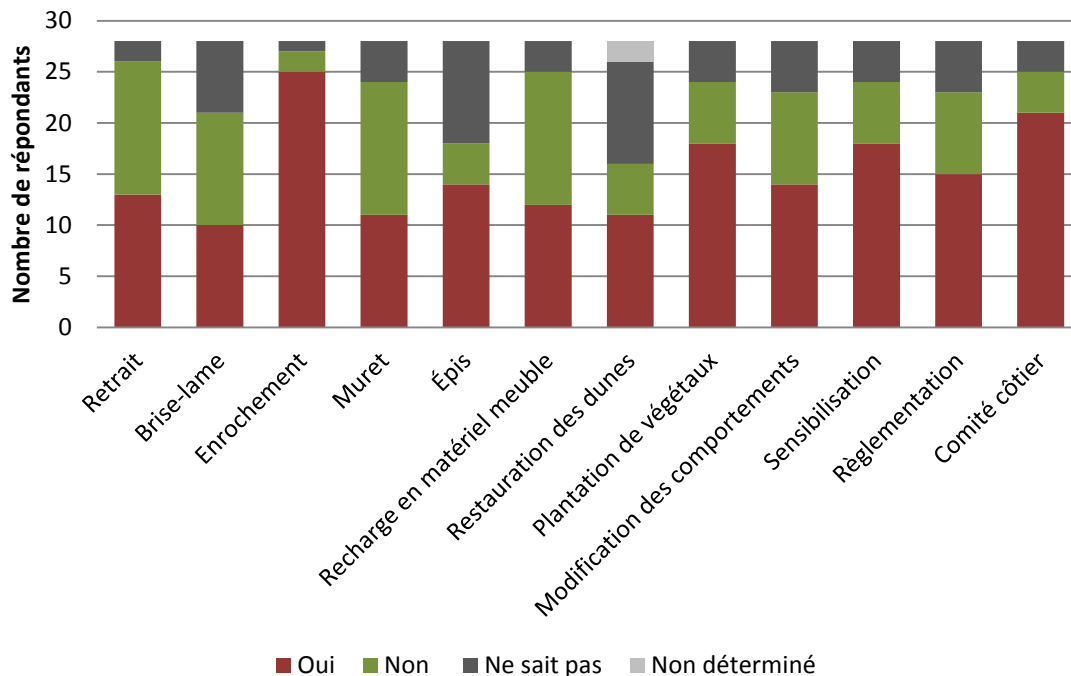


Figure 39. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents de Uashat

3.4.6.3 Mode de gouvernance préconisé

Selon les participants, les acteurs qui devraient être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation sont principalement : le conseil de bande (82 %), la communauté scientifique (79 %), les deux paliers de gouvernement (75 % et 71 %) et les résidents (70 %) (Figure 40). Certains répondants suggèrent qu'un comité soit formé incluant des experts, les services techniques du conseil de bande, les résidents qui sont affectés et la ville de Sept-Îles (C35, C48, S30, S32, S35). En ce qui concerne la gestion des solutions d'adaptation, le conseil de bande devrait être le principal gestionnaire selon la plupart des résidents interrogés (Figure 41). Certains optent pour qu'un comité formé de tous les acteurs de la communauté soit tenu de faire la gestion des projets d'adaptation aux géorisques côtiers. Les principaux bailleurs de fonds seraient les gouvernements fédéral (96 %) et provincial (79 %) (Figure 42). Quelques répondants mentionnent leur préoccupation face à la pollution et aux impacts environnementaux des industries et espèrent que ces industries soient impliquées dans le processus de financement des solutions d'adaptation (C32, C35).

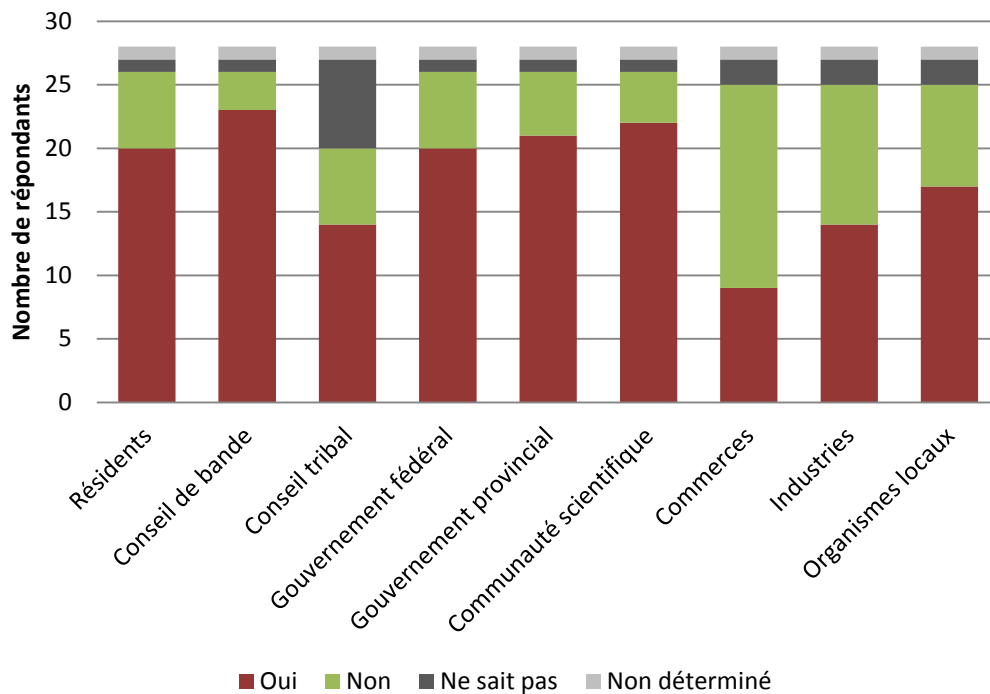


Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les résidents de Uashat

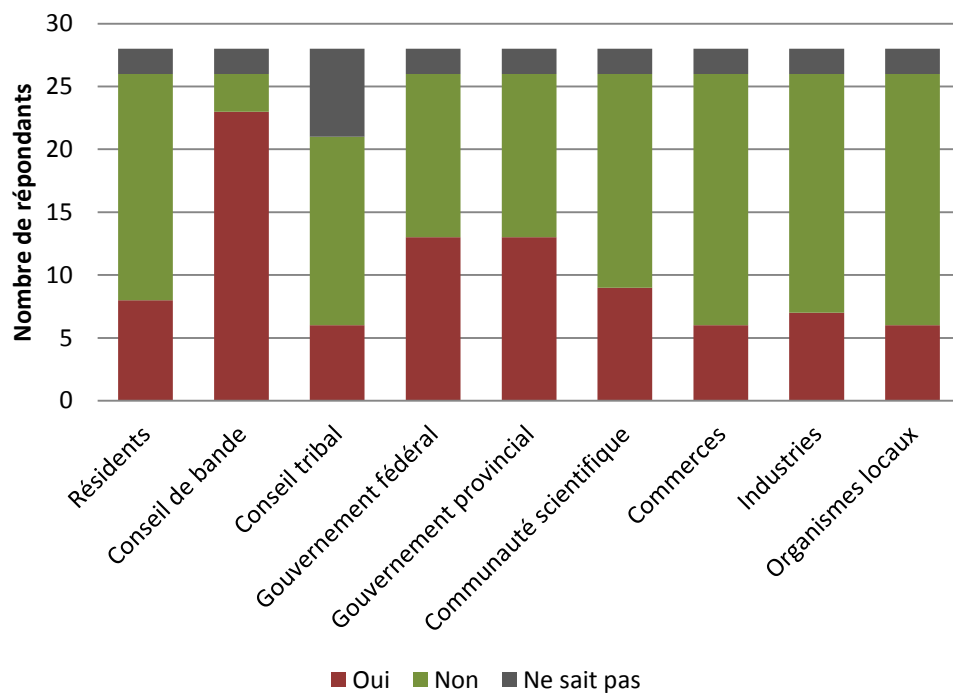


Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents de Uashat

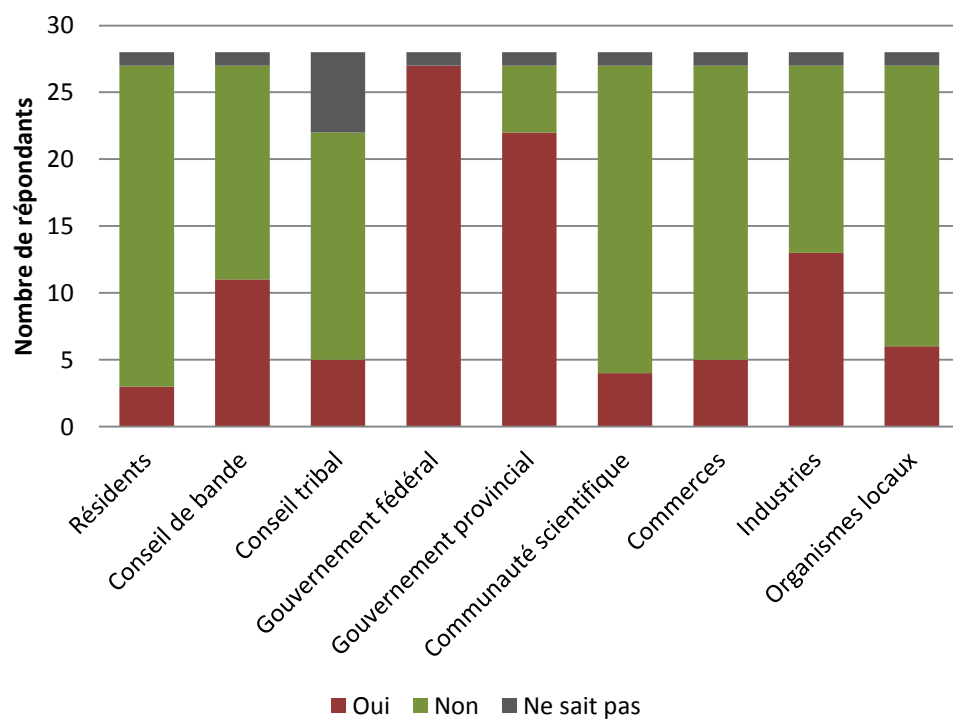


Figure 42. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents de Uashat

3.5 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents de Mani-Utenam

3.5.1 Profil des répondants

À Mani-Utenam, 27 résidents ont accepté de participer à l'enquête, dont 56 % d'hommes et 44 % de femmes (Figure 43). Dix-sept répondants sur les 27 étaient âgés de 40 à 59 ans (63 %), six répondants avaient 60 ans et plus (22 %) et quatre étaient âgés de 18 à 39 ans (15 %) (Figure 43). Un peu plus de la moitié des répondants de Mani-Utenam possèdent un chalet dans la zone côtière (Figure 44) et 93 % des participants y pratiquent une activité.

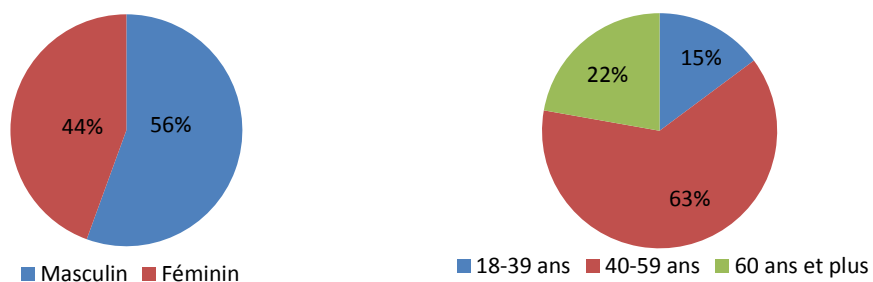


Figure 43. Profil des résidents de Mani-Utenam rencontrés

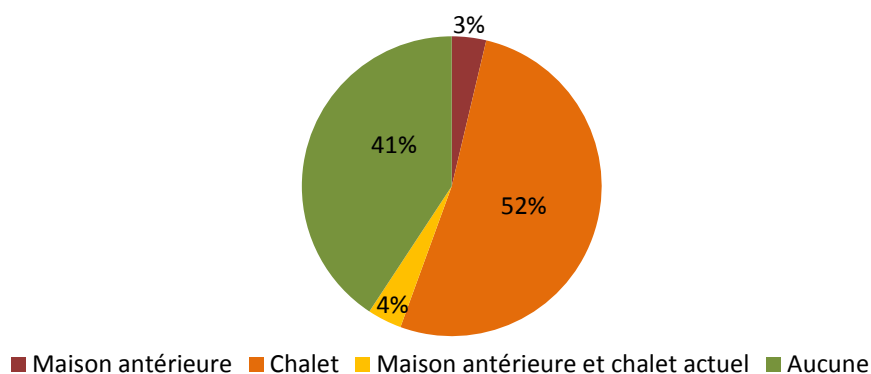


Figure 44. Résidents de Mani-Utenam ayant une propriété en zone côtière

3.5.2 Préoccupations des résidents

À l'instar des acteurs publics et des résidents de Uashat, les principales préoccupations pour les résidents rencontrés à Mani-Utenam concernent les problèmes socio-économiques, tels que la délinquance et les dépendances aux drogues et à l'alcool (Tableau 16). Ensuite, le manque de responsabilisation de la communauté et le manque d'activités sociales et communautaires sont les préoccupations les plus fréquemment évoquées (Tableau 16). Le manque de logements a également été mentionné par un répondant. Les principales inquiétudes environnementales concernent l'augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes de même que les problèmes de gestion de l'eau potable. Les préoccupations politiques portent sur l'absence d'autonomie politique et le manque de transparence politique.

Tableau 16. Préoccupations des résidents de Mani-Utenam

Thèmes	Préoccupations	Nbre
Préoccupations socio-économiques		24
	Délinquance, dépendance aux drogues et à l'alcool	14
	Manque de responsabilisation	2
	Manque d'activités sociales et communautaires	2
	Manque de logements	1
	Manque de possibilités d'emploi	1
	Manque de développement économique	1
	Faible taux de scolarisation	1
	Perte de l'identité culturelle	1
	Problèmes de santé	1
	Pauvreté	1
Préoccupations environnementales		12
	Augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes	4
	Problèmes de gestion de l'eau potable	2
	Problèmes reliés aux barrages hydro-électriques	1
	Pollution	1
	Déforestation	1
	Manque de conscience environnementale	1
	Changements environnementaux et climatiques	1
Préoccupations politiques		3
	Absence d'autonomie politique	2
	Manque de transparence politique	1

3.5.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.5.3.1 Érosion et inondation

À Mani-Utenam, l'érosion et l'inondation côtières ont été observées par 93 % et 85 % des répondants respectivement (Figure 45). L'érosion serait en augmentation selon 84 % des observateurs (Figure 46). Elle se manifesterait davantage dans la partie est du territoire de Mani-Utenam (C39, C52) et elle serait en accélération depuis environ 10 ans (S46). Les périodes où se manifestent l'érosion et l'inondation sont surtout le printemps et l'automne lors des marées de vives-eaux (Figure 47). L'inondation se manifeste près des chalets situés sur l'arrière-plage. Un des répondants mentionne que l'eau s'est déjà rendue jusqu'au pied de la falaise à Mani-Utenam (C50). De plus, l'ancien village de Moisie a déjà été inondé également (S39). En ce qui a trait à l'érosion fluviale, un peu moins de 60 % des participants ont été témoins d'un tel phénomène et 63 % mentionnent que des inondations de la rivière Moisie sont déjà survenues sur leur territoire (Figure 45). Parmi ces répondants, six d'entre eux ont l'impression que l'érosion s'accélère (38 %) alors que la fréquence d'inondation diminue selon quatre observateurs (24 %) (Figure 46). L'érosion se produit surtout sous la forme de glissements de terrain sur la rivière Moisie. Les inondations sur la rivière Moisie se produisent normalement près du chalet scandinave où se rassemble la communauté (S45). Dans les années 1990, une inondation est aussi survenue, suite à un embâcle, près du pont de la rivière Moisie (C23, S40).

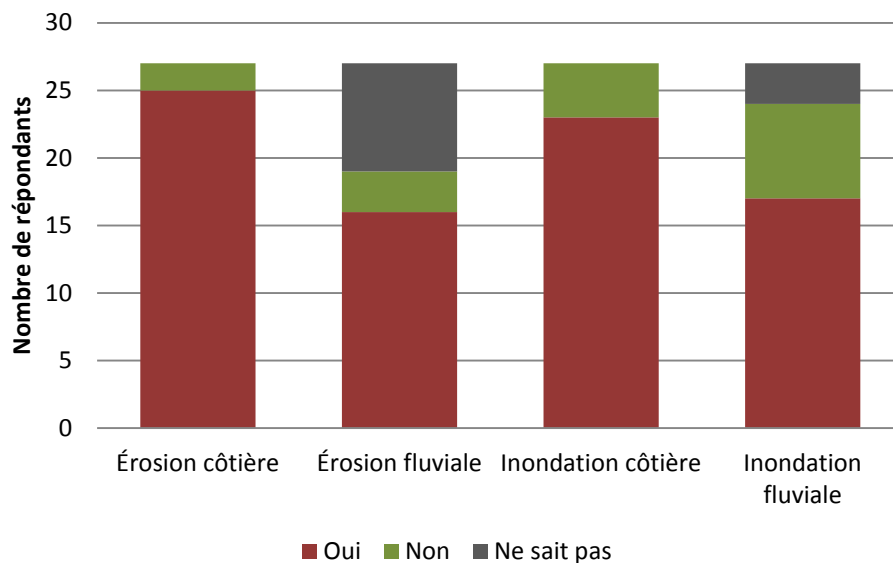


Figure 45. Aléas observés par les résidents de Mani-Utenam

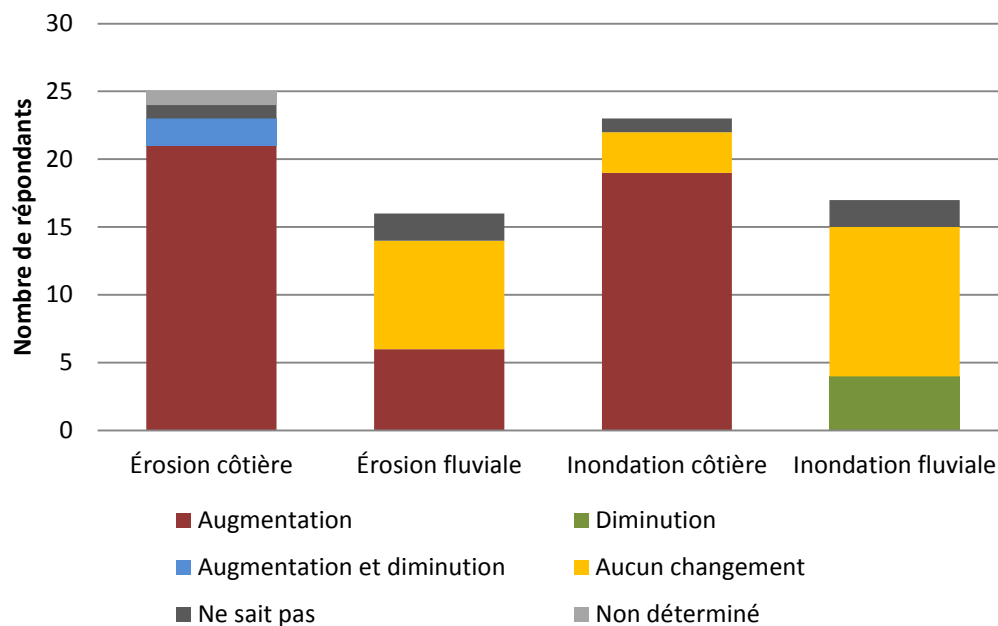


Figure 46. Tendance des aléas observés par les résidents de Mani-Utenam

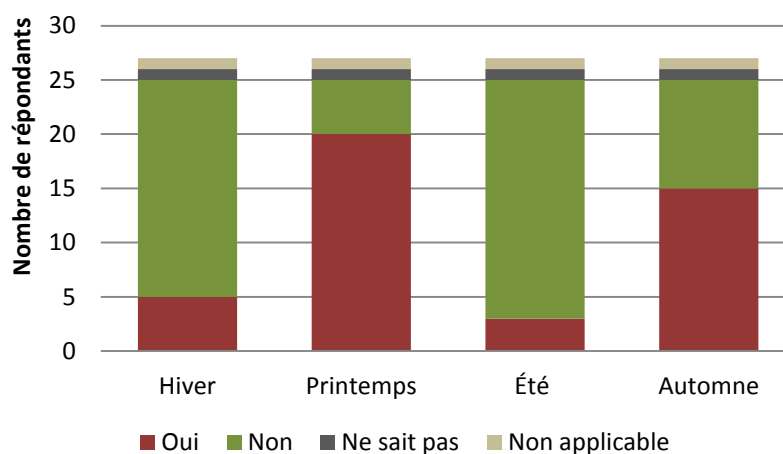


Figure 47. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents de Mani-Utenam

3.5.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

D'autres processus importants ont été observés par plusieurs répondants, dont les vagues de tempête (81 %) et les pluies diluviennes (71 %) (Figure 48). Certains répondants croient que la fréquence des vagues de tempête augmente (45 %) alors que 37 % des personnes observant les pluies diluviennes perçoivent une diminution de ces événements (Figure 49). Les glissements de terrain (67 %) et les séismes (89 %) sont aussi présents sur le territoire (Figure 48). Selon les répondants, les séismes se produisent surtout à l'hiver et ils surviennent lors des cycles de gel et

de dégel du sol (C36, C52). Un répondant a même remarqué la présence de fissures dans le sol (S37). Du côté des glissements de terrain, ils sont surtout observés sur les berges de la rivière Moisie, mais aussi dans la falaise qui borde la communauté. D'ailleurs, des glissements de terrain sont déjà survenus derrière le pensionnat et l'église de Mani-Utenam. Ils étaient associés aux émissaires du système d'égouts (C45, C50, C53). Comme mentionné ci-dessus, des embâcles se sont déjà produits sur le territoire et ont été remarqués par 44 % des participants sur la rivière Moisie (C23, C46, S45). De plus, des cordons de poussée glacielle ont été vus sur la plage dans la zone côtière (C40).

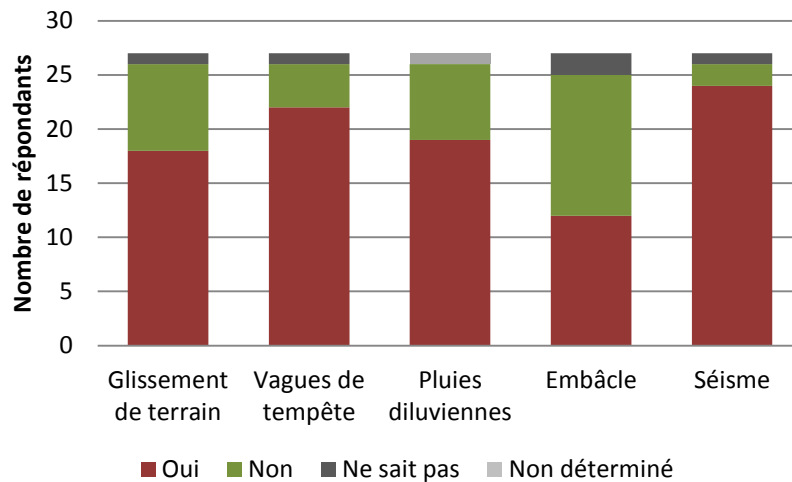


Figure 48. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Mani-Utenam

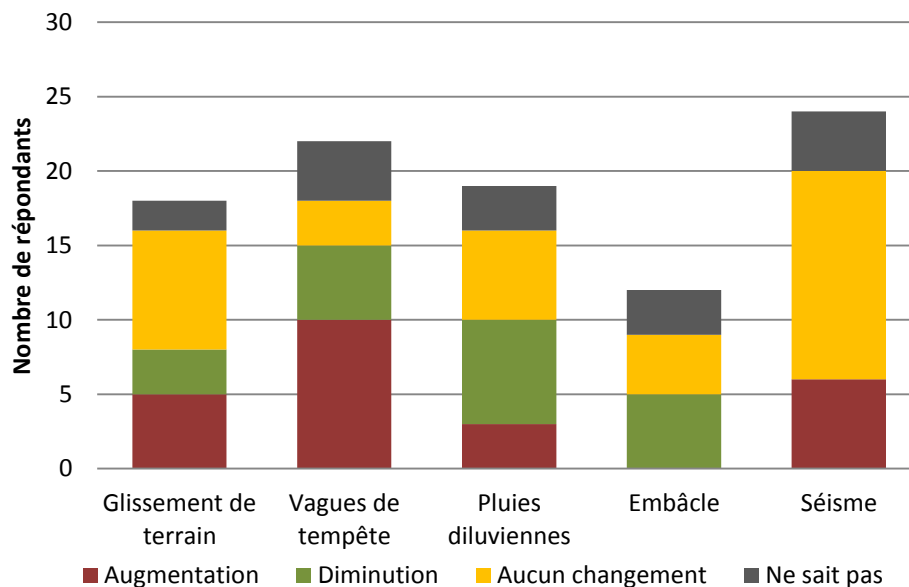


Figure 49. Tendance des processus et phénomènes naturels observés par les résidents de Mani-Utenam

3.5.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

À Mani-Utenam, 74 % des répondants ont remarqué une augmentation des redoux hivernaux et 81 % perçoivent un réchauffement climatique (Figure 50). La figure 51 et l'annexe 7 présentent les changements environnementaux observés par les résidents de Mani-Utenam. Le changement environnemental observé par le plus grand nombre de répondants (81%) concerne l'augmentation du niveau marin relatif. Selon les résidents rencontrés, ce changement se produit surtout au niveau des chalets qui se retrouvent plus près de l'eau qu'auparavant (C46, C53, S44). Ensuite, la diminution de la largeur de la plage a également été remarquée par plusieurs personnes (70 %). Comme l'érosion, cette modification est principalement vue dans la partie est du territoire (C46, C53). Suite à la diminution de la largeur de la plage, les camions ne peuvent plus se promener sur l'estran car, même lors de la marée basse, l'eau monte trop haut (S44). De plus, selon quelques répondants, la pente de la plage semble avoir augmenté (C50, C54, S49). On remarque qu'une forte proportion de répondants observe une réduction de l'étendue et de l'épaisseur de la glace de mer (67 %) et de rivière (56 %). Pour ce qui est du niveau d'eau de la rivière Moisie, les résultats divergent. En effet, 22 % des répondants croient que le niveau d'eau augmente alors que 48 % remarquent une diminution. Certains répondants ont remarqué d'autres changements dans la zone côtière, comme la dégradation de la végétation herbacée sur l'arrière-plage, l'abaissement des dunes sur la pointe de Moisie et la disparition d'un étang côtier (C40, C53, C54, C56, S37, S46, S51). Quatre répondants ont observé des changements dans la morphologie de la pointe de Moisie (C39, C53, S39, S40) et une personne perçoit un ensablement de l'estuaire de la rivière Moisie (S38b). Dans la zone urbanisée, un répondant remarque une augmentation du niveau d'eau de la nappe phréatique (C44).

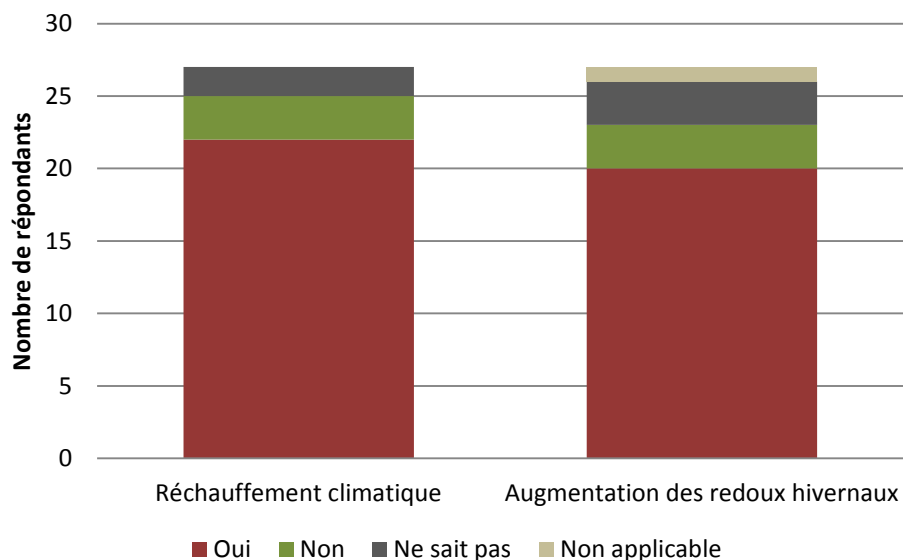


Figure 50. Changements climatiques observés par les résidents de Mani-Utenam

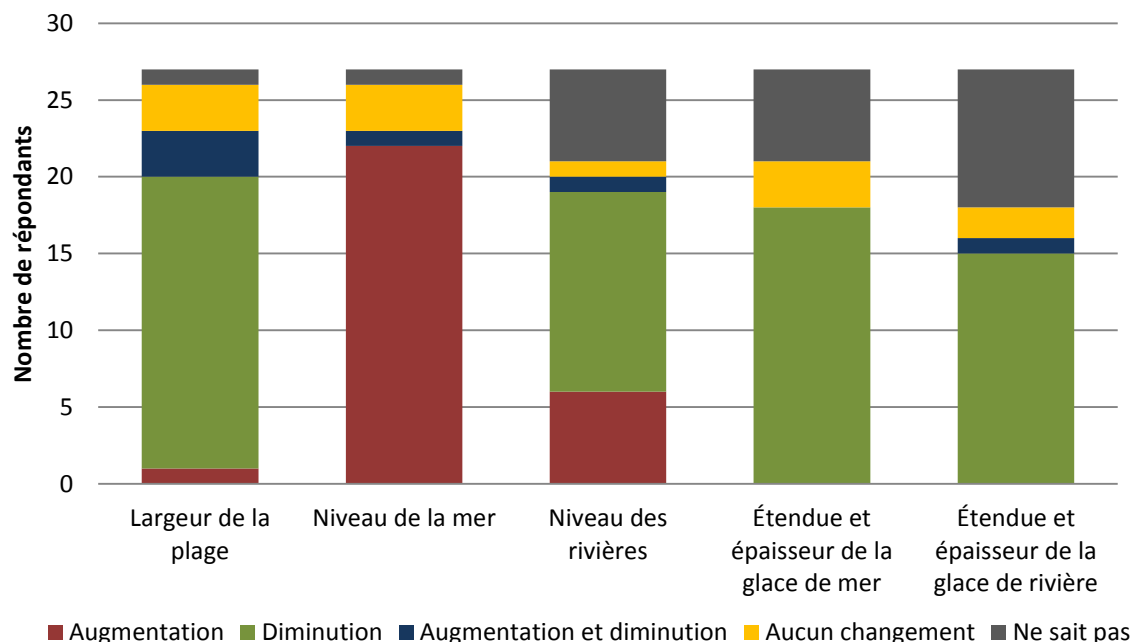


Figure 51. Changements environnementaux observés par les résidents de Mani-Utenam

3.5.4 Causes des aléas côtiers

L'ensemble des répondants qui remarquaient une hausse du niveau marin relatif l'identifient comme étant une des causes des aléas côtiers (Figure 52). Lorsque le vent provient du sud-ouest et qu'il est combiné aux marées de vives-eaux, l'érosion et les inondations s'accroissent (C39). De plus, 86 % des répondants observant des vagues de tempête trouvent qu'elles causent de l'érosion (Figure 52). Dans le cas du vent, 70 % des répondants pensent que le vent cause de l'érosion. Les interventions humaines jouent un rôle dans l'érosion selon les deux tiers des participants (Figure 52). Les principales actions humaines qui ont été mentionnées sont les barrages, les VTT, les bateaux et les enrochements. Ensuite, les redoux hivernaux (56 %), les cours d'eau (54 %), les pluies diluviennes (63 %), l'eau souterraine (35 %) et la diminution de la glace (50 %) sont aussi mis en cause. Un des répondants mentionne que lorsqu'il y a peu de glace, les vagues frappent la côte plus vigoureusement (C39). À la question ouverte portant sur les liens entre l'érosion et les changements climatiques, beaucoup ont répondu que l'augmentation du niveau marin relatif liait les deux phénomènes (Tableau 17). D'autres ont répondu que l'augmentation des pluies et des températures engendrée par les changements climatiques cause de l'érosion. La diminution de la glace n'a été mentionnée que deux fois (Tableau 17).

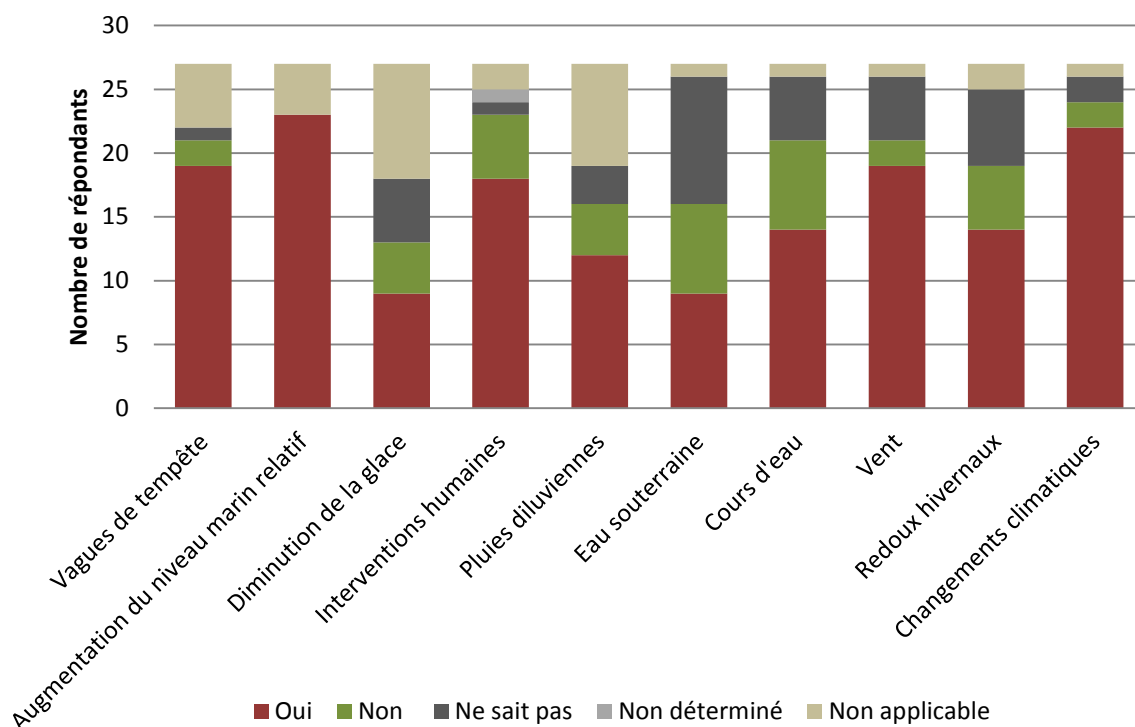


Figure 52. Causes des aléas côtiers selon les résidents de Mani-Utenam

Tableau 17. Liens entre les aléas côtiers et les changements climatiques selon les résidents de Mani-Utenam

Explication	Nbre d'observations
Augmentation du niveau marin causée par la fonte des glaciers	12
Augmentation des pluies	5
Augmentation des températures	3
Diminution de la glace	2
Augmentation des températures durant l'hiver	1
Augmentation des vagues de tempête	1
Augmentation du niveau marin	1
Augmentation des vents	1

3.5.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Les principaux impacts des aléas et des changements environnementaux perçus par les résidents rencontrés concernent l'aménagement du territoire (67 %). Ils concernent principalement les chalets sur la plage qui devront bientôt être déplacés selon l'avis de certaines personnes interrogées (C39, C40, C54, S34, S43, S49). D'ailleurs, un des répondants indique qu'un chalet a dû être déplacé en raison de l'érosion côtière. Il espère que le conseil de bande implante une protection contre la mer (C54). Cependant, puisqu'il ne reste plus de place

derrière les chalets, un autre participant mentionne que le développement de la communauté au niveau des plages est restreint et quasi impossible (C44). L'exemple du déplacement du village de la Moisie est également ressorti parmi les commentaires (S40).

Selon plus de la moitié des personnes interrogées, les ressources biologiques sont affectées (Figure 53). Les commentaires identifient une diminution dans la population de poissons, comme le capelan, la truite de mer et le saumon Atlantique en raison d'une perturbation dans leur habitat reliée aux changements environnementaux (C41, C45, C53, S39, S41, S45, S51). La taille des petits fruits a également diminué depuis quelques années (C41). Quelques répondants mentionnent que les phoques sont affectés par la diminution de la glace (C41, C46, C54).

Pour 48 % des répondants, l'érosion et les changements environnementaux représentent une crainte et un stress (Figure 53). Certaines personnes sont inquiètes pour les chalets situés près du golfe du Saint-Laurent (C50, C51, C52, S46). Une personne se sent directement touchée par l'érosion et est préoccupée par les risques encourus par l'investissement pour la construction d'un chalet (C40).

Les services publics semblent aussi affectés selon 41 % des répondants. Les chemins près de la plage à Mani-Utenam sont régulièrement inondés et certains sentiers sont menacés par les glissements de terrain (C50, C53, C54, S41, S44, S45, S51). Au même endroit, les chalets sont également menacés par les aléas côtiers et certains ont dû être déplacés (C53, C54). Le budget de certaines personnes a donc été affecté (C54, S49). La personne dont la résidence a été affectée par l'érosion habitait sur la pointe de Moisie et a dû déménager (S40).

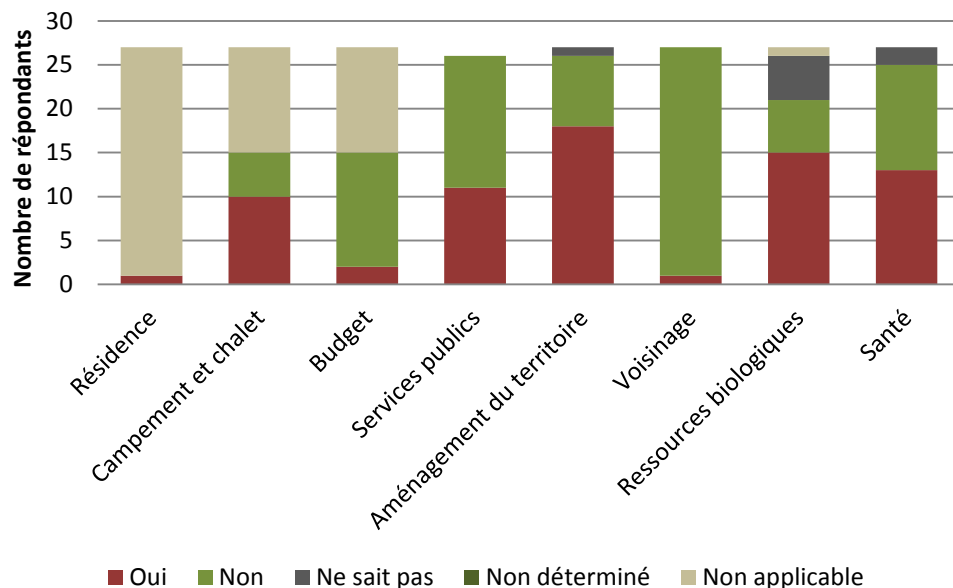


Figure 53. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents de Mani-Utenam

La grande majorité des répondants de Mani-Utenam (96 %) trouvent que les changements climatiques les affectent. Les impacts au niveau de leur milieu naturel concernent les précipitations et les températures qui ont changé ainsi que la faune et la flore qui sont affectées (Tableau 18). Ils ont observé que le lièvre change de pelage trois semaines plus tard et que les oiseaux migrateurs ont changé leur trajet de migration (C39, S40). Les caribous ont plus de maladies selon un des répondants et les populations de poissons, de crabes et d'oiseaux auraient diminué (C56, S25, S37). La taille des myes aurait également diminué (S57). Aussi, certains croient voir une augmentation des aléas naturels et une diminution de la glace (Tableau 18). Selon un des répondants, les risques d'incendie de forêt semblent avoir augmenté (C56). Du côté des impacts sur le mode de vie des résidents, les changements climatiques affectent le moral de gens (S51). Certains sont préoccupés par le fait que les aînés ne puissent plus prévoir le temps qu'il fera dans les jours suivants (C46). Les activités sont également affectées de même que les déplacements sur le territoire (Tableau 18). D'ailleurs, pour plusieurs leurs déplacements en motoneige sont de plus en plus limités ce qui empêche plusieurs Innus d'aller dans la forêt ou à leur chalet et même de traverser la rivière Moisie (C39, C53, S38b).

Tableau 18. Impacts des changements climatiques selon les résidents de Mani-Utenam

Thèmes	Nbre d'observations
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	41
Changements des précipitations	17
Faune et Flore affectées	8
Changements des températures	6
Augmentation des aléas naturels	6
Diminution de la glace	4
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	29
Activités affectées	16
Déplacements limités	11
Moral affecté	1
Capacité de prévoir le temps affectée	1

3.5.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.5.6.1 *Appréciation des actions entreprises et actions prévues*

À Mani-Utenam, près de la moitié des répondants ont remarqué que des actions ont été entreprises dans le but de s'adapter aux géorisques côtiers (Figure 54). Le déplacement des chalets sur la plage de Mani-Utenam a été signalé par neuf participants et 67 % d'entre eux ont trouvé cette action efficace (Figure 55). Parmi eux, cinq personnes sont d'accord avec ce genre de solution et la referaient. Une personne interrogée a mentionné le déplacement du village de Moisie, mais elle hésitait à dire qu'elle referait la même chose (C53). Ensuite, l'enrochement a été remarqué par six répondants et la moitié de ceux-ci l'a trouvé efficace et le referait (Figure 55). Certaines personnes rencontrées identifient l'enrochement de Moisie, mais ne le trouvent pas efficace puisque les roches sont maintenant tombées sur la plage (S39, C45). Elles ne le referaient donc pas. Les murets qui ont été mentionnés sont principalement situés à l'est de

Mani-Utenam et à Moisie (C39, C53, S41). Deux répondants sur cinq ont trouvé ces murets efficaces et les referaient (Figure 55). Le comité ZIP a déjà entrepris une action de sensibilisation et de restauration des dunes et selon l'avis d'un des répondants, cette action a été efficace et il la referait (S37). Une réponse révèle qu'un regroupement de citoyens a été créé pour la mise en place d'un muret. D'après le répondant, ce moyen permet la mise en place de structures de protection contre l'érosion et cette démarche pourrait être efficace dans d'autres cas (C56). En ce qui concerne les actions prévues, la plupart des répondants n'en connaissent pas, à l'exception d'un répondant qui a mentionné l'enrochement de la rue Arnaud à Uashat (S41) et d'un résident qui a identifié le déplacement de chalets et une rencontre de sensibilisation (S37) (Tableau 19).

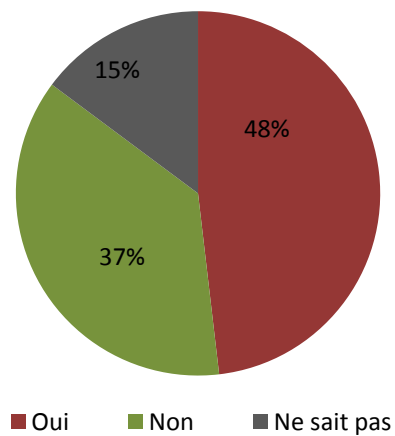


Figure 54. Actions entreprises selon les résidents de Mani-Utenam

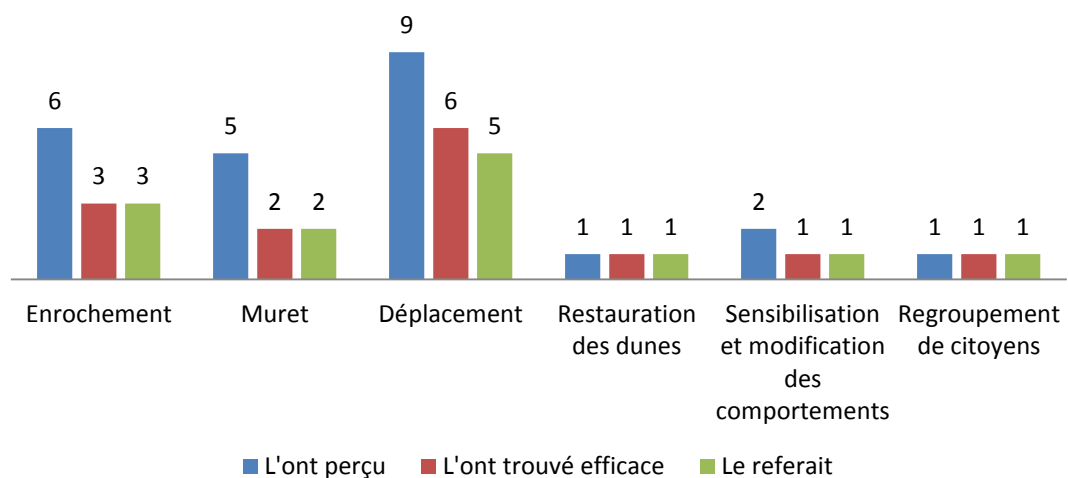


Figure 55. Appréciations des actions entreprises selon les résidents de Mani-Utenam

Tableau 19. Actions prévues selon les résidents de Mani-Utenam

Actions prévues	Nbre d'observations
Enrochement sur la rue Arnaud	1
Déplacement des chalets et rencontres de sensibilisation	1

3.5.6.2 Solutions préconisées

La solution préconisée par le plus grand nombre de répondants est la sensibilisation (81 %) suivie de la modification des comportements (69 %) (Figure 56). Les répondants espèrent un changement dans la circulation des VTT sur la plage et voudraient limiter leurs déplacements dans un sentier balisé (C40, C41, C44, C53, C54). Près de 60 % des participants sont d'accord avec le retrait des bâtiments de la zone côtière et avec la création d'un comité côtier. Certains croient cependant que le déplacement des chalets n'est pas nécessaire et que, puisqu'il y a un marécage derrière, il serait impossible de les reculer davantage (C40, C44, S39). Par ailleurs, 62 % des participants préconisent l'enrochement comme mesure de protection. Un des répondants voudrait enrocher toute la plage devant Mani-Utenam alors que d'autres croient que cette action déplacerait seulement le problème. La moitié des participants percevant de l'érosion sont d'avis que la plantation des végétaux serait une bonne mesure de protection contre les aléas côtiers. Enfin, les brise-lames, les murets, les épis et la recharge en matériel meuble représentent des actions préconisées selon 35 % à 23 % des répondants (Figure 56). Les inquiétudes par rapport à ces actions concernent les coûts élevés de ces interventions, le doute sur leur efficacité et la sécurité des utilisateurs du littoral (C44, C52, S39, S40).

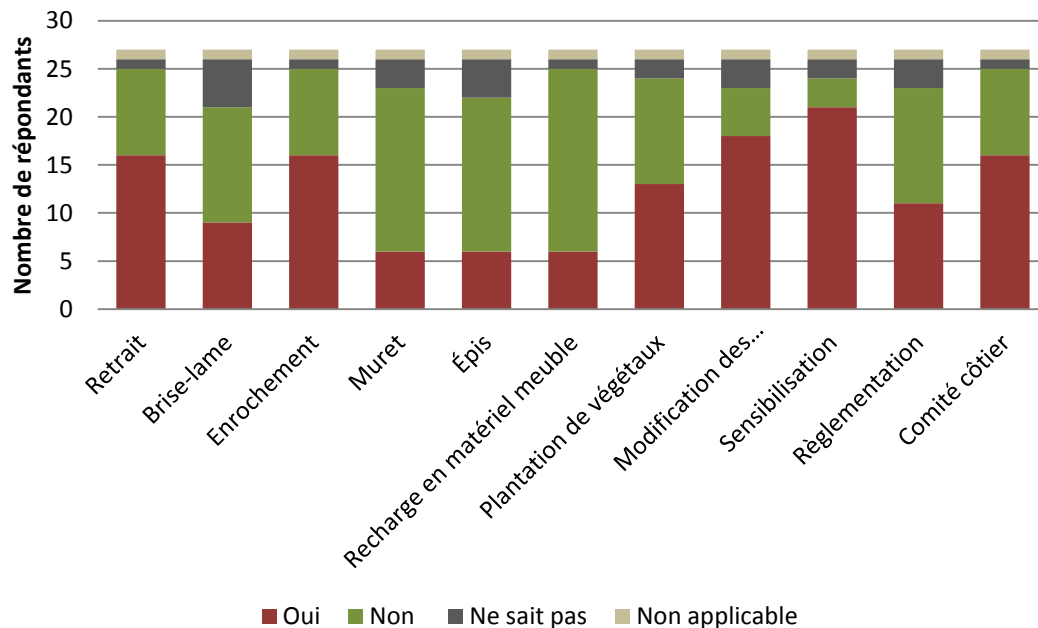


Figure 56. Solutions préconisées selon les résidents de Mani-Utenam

3.5.6.3 Mode de gouvernance préconisé

Pour la majorité des répondants de Mani-Utenam (81%), la communauté scientifique devrait être impliquée dans le processus décisionnel de l'identification des solutions d'adaptation aux aléas côtiers (Figure 57). De plus, le conseil de bande et les résidents ont été respectivement désignés par 77 % et 73 % des participants pour identifier les solutions d'adaptation (Figure 57). Les répondants précisent que le groupe de résidents devrait être formé de personnes concernées par l'érosion, comme celles qui habitent dans la zone côtière et qui y pratiquent des activités (C51, S37). Selon un des répondants, l'effet de revendications fonctionnerait mieux si la demande provenait des résidents (C53). Lorsque la question était posée de façon ouverte, certains répondants ont proposé la création d'un groupe formé de tous les acteurs du milieu (C54, S38b, S43, S44). Certains ont aussi précisé que la ville de Sept-Îles et un groupe d'ingénieur devraient être impliqués dans l'identification des solutions (C52, S41, S43, S51, C39) ainsi que les industries comme *Alouette* et *Hydro-Québec* (C46). Pour ce qui est de la gestion des solutions d'adaptation, les réponses se sont concentrées vers une seule instance, soit le conseil de bande (77 %) (Figure 58). Un comité formé spécialement pour la gestion a également été suggéré par une des personnes rencontrées (S44). Côté financement, le gouvernement fédéral devrait être, selon 88 % des participants, le principal bailleur de fonds (Figure 59). Enfin, selon 65% des répondants, le gouvernement provincial devrait également contribuer financièrement.

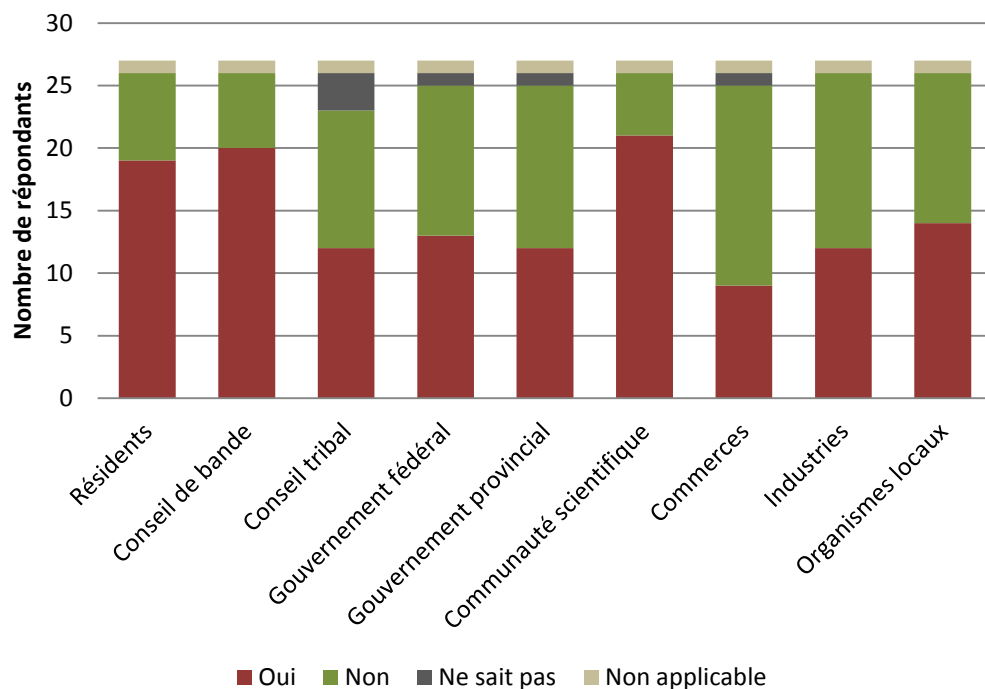


Figure 57. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les résidents de Mani-Utenam

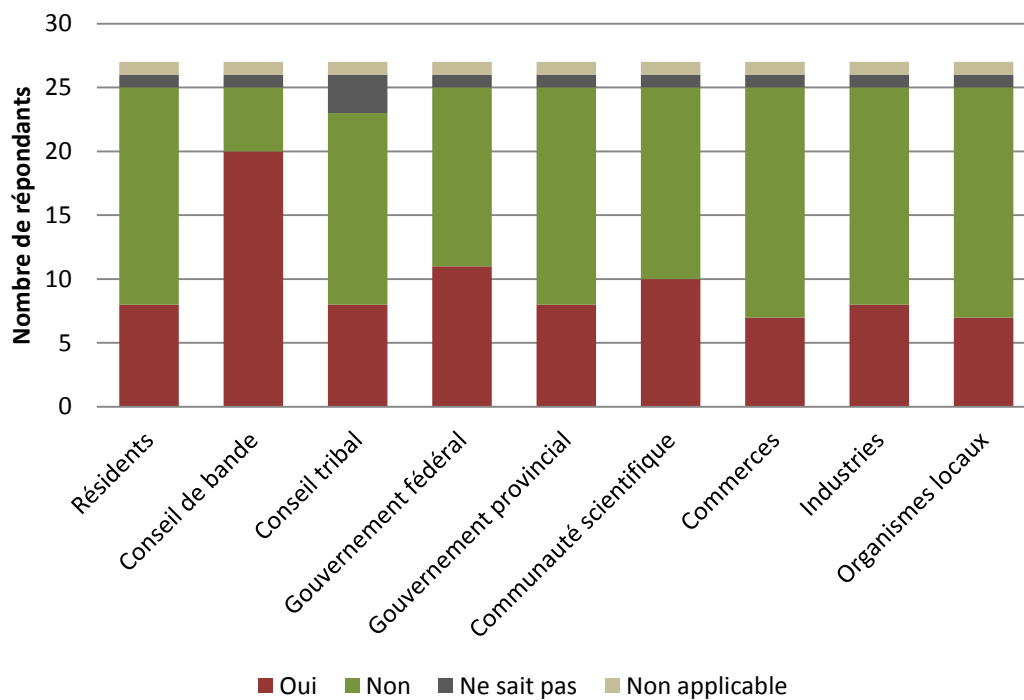


Figure 58. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les résidents de Mani-Utenam

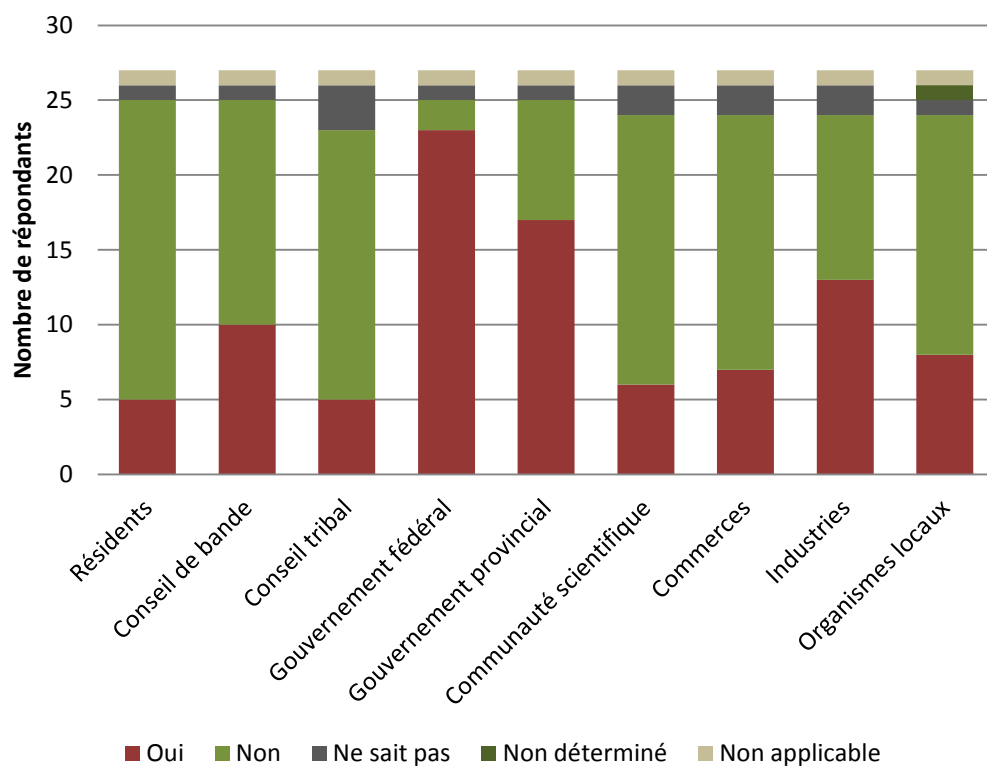


Figure 59. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les résidents de Mani-Utenam

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

3.6.1 Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux

3.6.1.1 Proximité du milieu de vie des répondants avec le milieu côtier

La majorité des résidents et des acteurs publics de Uashat mak Mani-Utenam participant à l'enquête n'habite pas à proximité du littoral (Figure 62 et Figure 63). Toutefois, plusieurs résidents de Mani-Utenam ont un chalet situé sur les plages de Mani-Utenam. De plus, une majorité des résidents rencontrés utilise fréquemment la zone côtière dans le cadre de leurs loisirs.

3.6.1.2 Description des zones utilisées

Les répondants de Uashat mak Mani-Utenam pratiquent des activités près de la rivière Brochu, dans la baie des Sept-Îles, sur le territoire de leur réserve ainsi qu'aux rivières Moisie, Pigou, Bouleau et Manitou (Figure 61). La pêche au capelan, la chasse aux oiseaux migrateurs, le canot, la cueillette de myes, la pêche en général et la détente sur la plage sont des activités pratiquées en dehors des limites des réserves (Figure 61). Pour Uashat, la zone la plus densément utilisée est située tout le long du littoral, de la flèche littorale jusqu'au boulevard des Montagnais. La plage de Mani-Utenam et de la pointe de Moisie sont également très utilisées pour les activités des Innus.

3.6.1.2.1 Secteur de Uashat

À Uashat, ce sont surtout la marche et le lieu de rassemblement qui dominent les activités dans la zone urbanisée (Figure 62). Ces activités sont affectées par l'érosion, les glissements de terrain, l'augmentation du niveau marin relatif et la pollution. La pêche au capelan et la pêche sur la rivière du Poste sont des activités qui ont dû être cessées en raison de la pollution et suite à la diminution du niveau d'eau de la rivière.

3.6.1.2.2 Secteur de Mani-Utenam

Sur la plage de Mani-Utenam, les Innus ont construit des chalets et ils pratiquent la marche, la baignade et la détente sur la plage, le VTT, la cueillette d'herbes médicinales et de petits fruits, la pêche au capelan et la cueillette de myes (Figure 63). Les rassemblements communautaires se produisent aussi à cet endroit. Tout comme les chalets, ces activités sont affectées par l'érosion côtière, l'augmentation du niveau marin relatif et la diminution de la largeur de la plage. Selon les répondants, il y aurait moins de petits fruits et de capelan qu'auparavant. Quelques campements ont disparu en raison de l'érosion, de l'augmentation du niveau marin et du changement de mode de vie. Des Innus n'utilisent plus le sable pour faire cuire la banique en raison de la pollution engendrée par les VTT et de la diminution de la taille des grains de sable. Parmi les autres activités cessées par des répondants de Mani-Utenam, on retrouve la cueillette de petits fruits, la trappe, la cueillette de myes, la pêche au capelan et la pêche en général.

3.6.1.2.3 Secteur de la pointe Moisie

Sur la pointe de Moisie, la marche et la baignade sont les activités les plus pratiquées. Plusieurs répondants y pêchent également. Les Innus pratiquent aussi la cueillette de petits fruits et de myes, la chasse aux oiseaux migrateurs et le campement à cet endroit. Ils ont également accès à une descente de bateau. On remarque que la marche et la baignade sont affectées par la diminution du niveau d'eau de la rivière, par l'ensablement de l'estuaire de la rivière Moisie et par l'érosion. L'augmentation du niveau marin relatif aurait aussi un impact sur ces activités. Autrefois, les Innus pouvaient camper sur la pointe de Moisie, mais cette activité a été arrêtée suite à des inondations. Enfin, on constate que les changements climatiques affectent la pêche et la chasse aux oiseaux migrateurs.

3.6.1.2.4 Secteur de la rivière Moisie

À la rivière Moisie, une grande proportion des répondants campent et pratiquent la pêche (Figure 64). Ces activités sont affectées par l'érosion. La pêche est aussi affectée par l'augmentation de la température de l'eau, par la pollution et par la surpêche ce qui a entraîné une diminution de la ressource. La diminution de la glace sur la rivière affecte les déplacements en motoneige. Certains répondants ont dû arrêter cette activité parce qu'ils ne la trouvent plus assez sécuritaire.

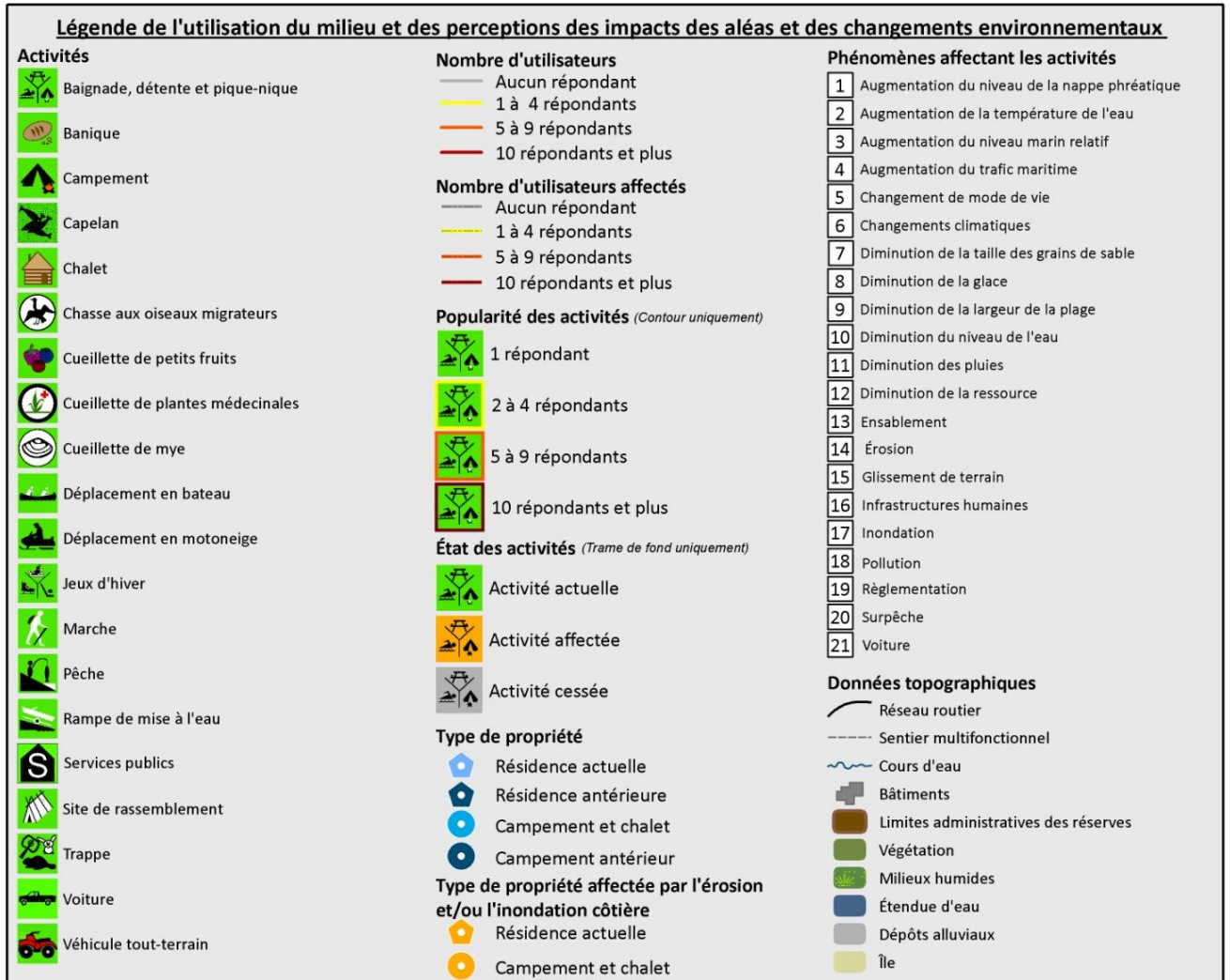


Figure 60. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux



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 Uashat mak Mani-Utenam recueillies par le LDGIZC en 2010. Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 61. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, rivière Brochu à la rivière Manitou

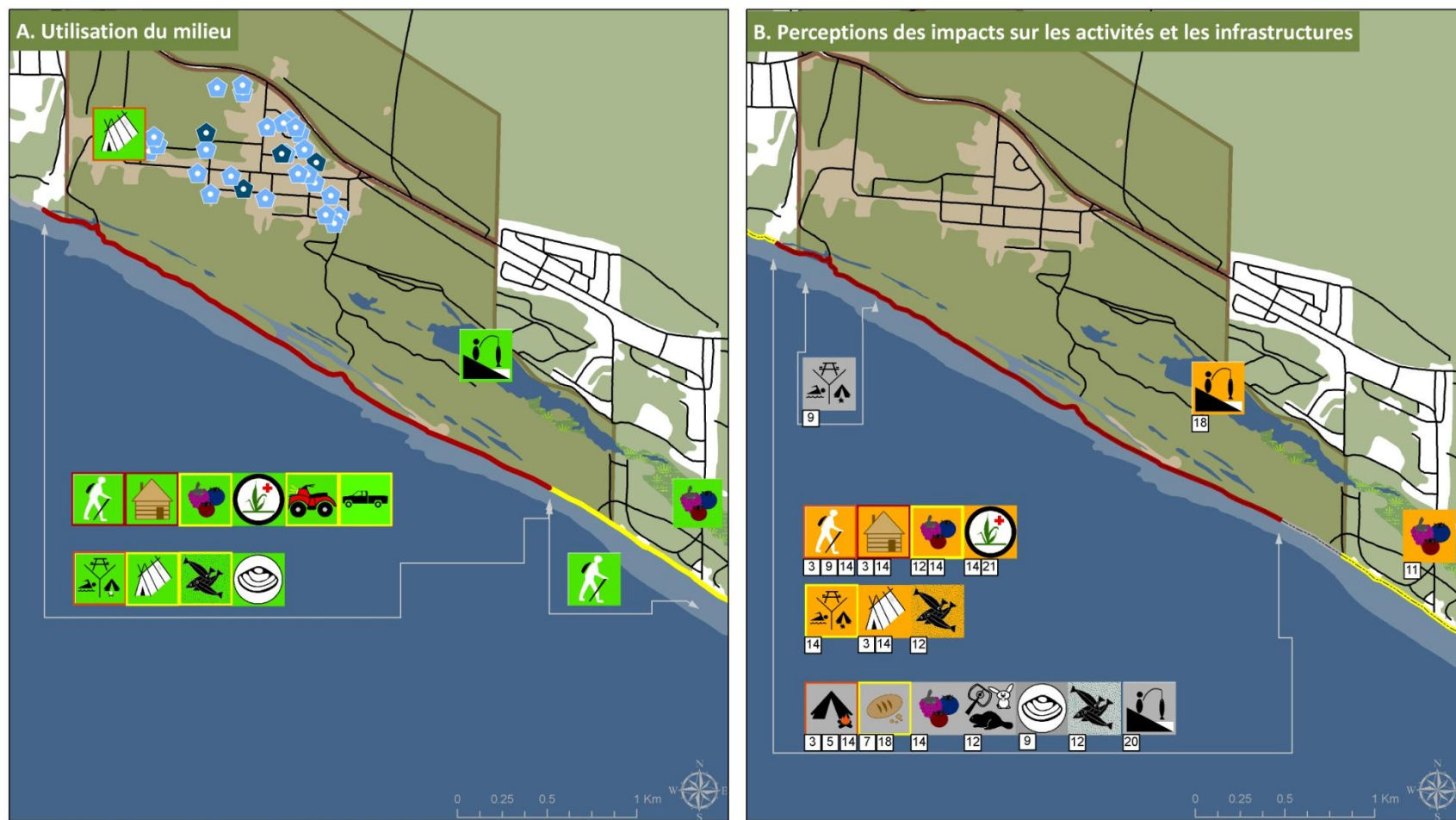


Figure 63. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de Mani-Utenam



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 Uashat mak Mani-Utenam recueillies par le LDGIZC en 2010.

Figure 64. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de Moisie

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

3.6.2.1 Description des zones affectées

Selon les répondants, les zones affectées s'étendent de Uashat à la pointe de Moisie (Figure 66). Les observations les plus nombreuses se situent sur la flèche littorale devant Uashat, sur le littoral près du boulevard des Montagnais, sur la plage de Mani-Utenam et sur la pointe de Moisie.

3.6.2.2 Analyse des zones affectées

3.6.2.2.1 Secteur de Uashat

À Uashat, dans le secteur de la flèche littorale, les phénomènes qui sont observés sont l'érosion côtière, la submersion et la diminution de la largeur de la plage (Figure 67). Sur la partie extérieure de la flèche littorale, face au golfe du Saint-Laurent, la plage est rendue plus vaseuse et a connu un abaissement important. Des refoulements d'égout ont par ailleurs été observés dans ce secteur. Le long du boulevard des Montagnais, les répondants observent des glissements de terrain, de l'érosion côtière et la diminution de la largeur de la plage. Sur la terrasse de plage sur laquelle se trouve la rue Arnaud, l'érosion, la submersion et la diminution de la largeur de la plage sont également remarquées. En général, une grande proportion de répondants qui marchent le long de la côte observe ces phénomènes.

3.6.2.2.2 Secteur de Mani-Utenam

Du côté de Mani-Utenam, les propriétaires des chalets remarquent l'effet de l'érosion et de la submersion (Figure 68). Par ailleurs, plus de 15 participants observent une diminution de la largeur de la plage alors que moins de quatre répondants observent une augmentation de la largeur de la plage. Au niveau de la falaise bordant la zone urbaine de Mani-Utenam se trouvent des glissements de terrain. Ils sont notamment causés par les pluies. Le conseil de bande a construit des structures d'atténuation à la sortie des émissaires pluviaux pour essayer de limiter ce phénomène.

3.6.2.2.3 Secteur de la pointe de Moisie

Dans le secteur de la pointe de Moisie, du côté de l'estuaire, des participants observent de l'érosion, de la submersion, des inondations, une augmentation de la largeur de la plage et une augmentation de l'élyme des sables (Figure 68). Du côté du golfe du Saint-Laurent, les répondants observent de l'érosion, de la submersion, la diminution de la largeur de la plage et l'aggradation des dunes. L'inondation par la rivière est un phénomène dont les répondants se souviennent. Ils ont dû déplacer le village et les campements en raison de fortes inondations. Les résultats montrent que les répondants remarquent les changements morphologiques de la flèche littorale, une forme littorale en constant changement.

3.6.2.2.4 Secteur de la rivière Moisie

Sur la rivière Moisie, le phénomène le plus fréquemment évoqué est l'inondation qui survient près des chalets et des campements (Figure 69). On remarque cependant que les répondants ne se sentent pas menacés par ce phénomène. Les embâcles sont aussi relatés fréquemment, mais cet élément n'est pas ressorti lors des questions fermées portant sur les aléas observés. Les activités pratiquées à cet endroit sont plutôt affectées par l'érosion fluviale qui n'a été mentionnée qu'à quelques reprises lors de la question portant sur les phénomènes observés.



Figure 65. 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; Projection: NAD 1983, MTM 6

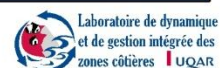


Figure 66. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs

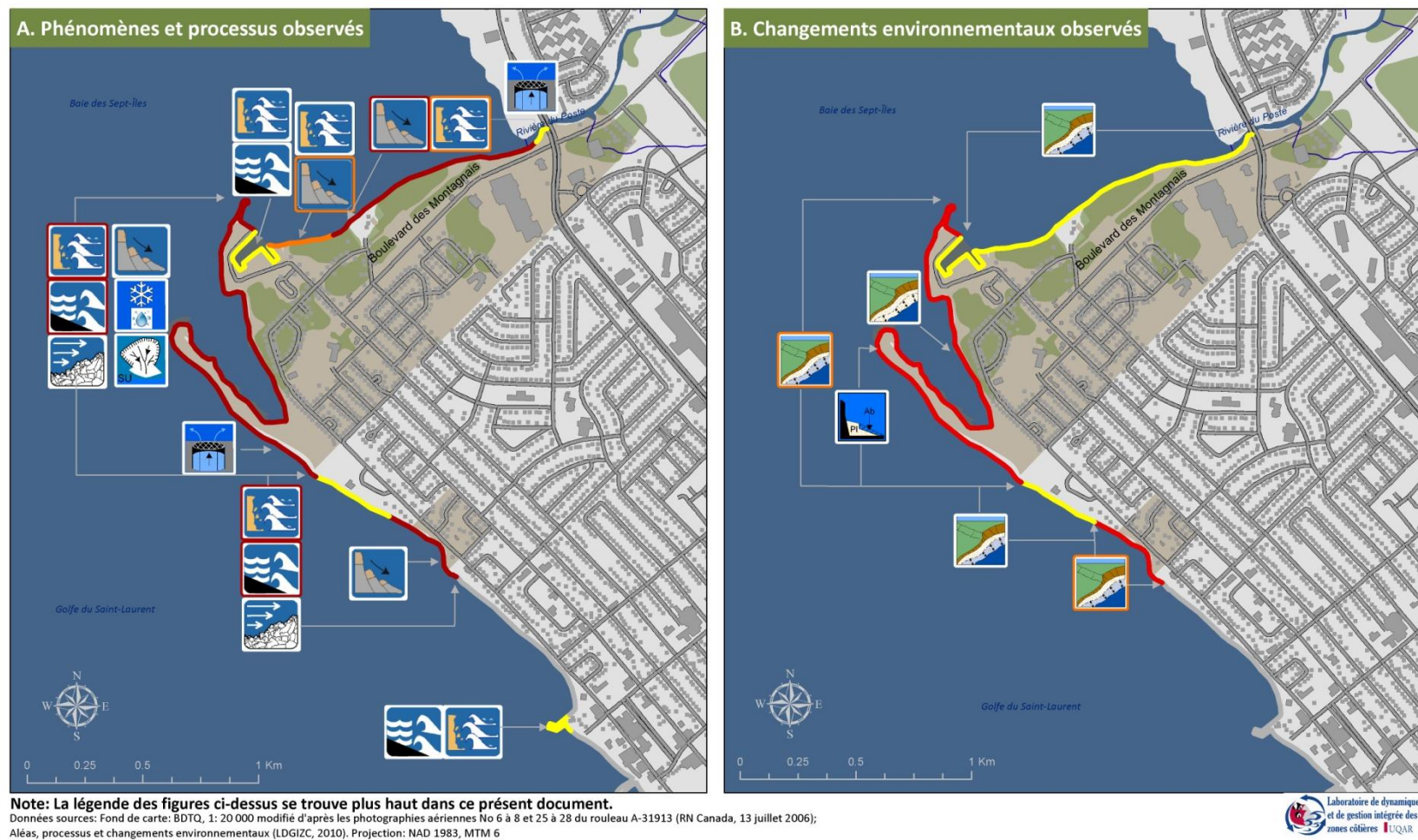


Figure 67. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Uashat



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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000 modifié d'après les photographies aériennes No 6 à 8 et 25 à 28 du rouleau A-31913 (RN Canada, 13 juillet 2006);
Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 6

Figure 68. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Mani-Utenam

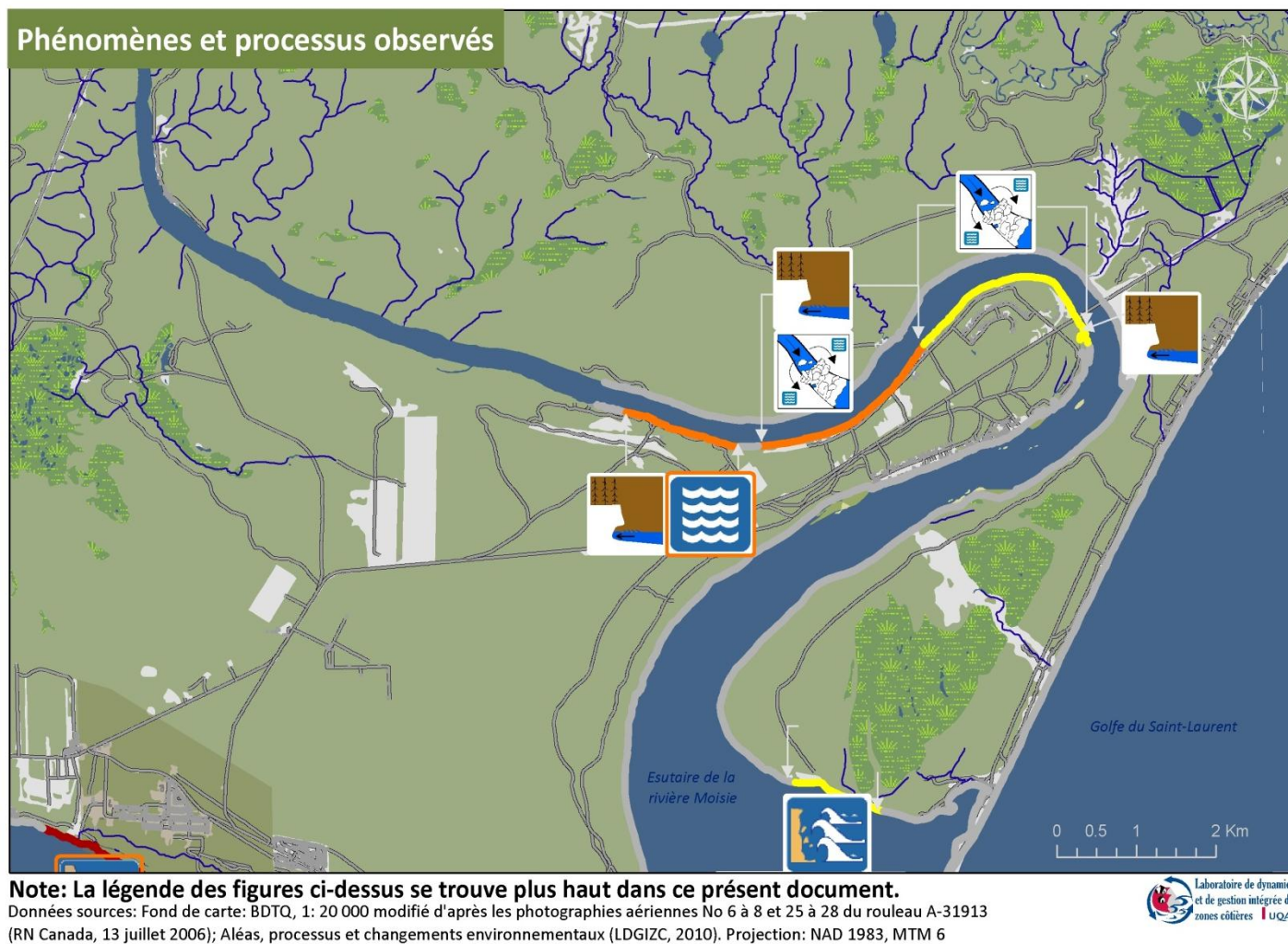


Figure 69. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la rivière Moisie

3.7 Faits saillants de l'enquête sur les perceptions

À Uashat mak Mani-Utenam, 65 répondants ont été rencontrés dans le cadre de cette enquête. Trente répondants habitent, ont habité ou possèdent un chalet ou un campement le long du littoral et 45 des répondants pratiquent une activité en milieu côtier.

3.7.1 Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences

Lorsque toutes les réponses sont mises ensemble, on remarque que pour Uashat, l'érosion, la submersion et les glissements de terrain sont les phénomènes qui inquiètent le plus grand nombre de personnes. Ces trois phénomènes semblent s'accélérer. Les causes seraient associées à la hausse du niveau marin relatif, aux vagues de tempête et aux pluies diluviennes. Il est intéressant de noter que plus de répondants de Mani-Utenam observent de l'érosion fluviale et de l'inondation fluviale. Le réchauffement climatique, l'augmentation des redoux hivernaux et la diminution de la glace sont des changements environnementaux que les répondants remarquent de plus en plus. La diminution de la largeur de la plage causée par les enrochements est aussi un changement observé. La rue Arnaud serait à risque, tout comme le boulevard des Montagnais, la piste cyclable et la salle communautaire Naneu. Selon quelques répondants, les aléas côtiers ont engendré l'élaboration d'un zonage près du littoral qui contraint le développement de la communauté de Uashat. À Mani-Utenam, ce sont principalement les chalets et les campements qui sont à risque de submersion et d'érosion. Les glissements de terrain qui se produisent lorsque surviennent des pluies inquiètent aussi les répondants. Les répondants remarquent la diminution de la glace et la diminution de la largeur de la plage. Pour eux, les changements environnementaux affectent leurs déplacements hivernaux, la chasse, la pêche, mais aussi la marche, la baignade et la détente sur la plage.

3.7.2 Solutions d'adaptation et gouvernance

Pour la plupart des répondants, la sensibilisation est d'abord une bonne solution pour faire face à l'érosion côtière. Le retrait semble intéresser des résidents de Mani-Utenam alors que les répondants de Uashat seraient d'accord avec ce genre d'intervention mais qu'en dernier recours. Les répondants de Uashat privilégient l'enrochement, mais aimeraient aussi que des méthodes douces soient effectuées. La modification des comportements, notamment au niveau de l'utilisation des VTT est importante aux yeux des répondants de Mani-Utenam. Pour l'identification des solutions d'adaptation, les résidents, le conseil de bande, les experts et les deux paliers de gouvernement devraient faire partie du processus. Pour la gestion des solutions, ce serait plutôt la tâche du conseil de bande, des gouvernements, plus spécialement le ministère des AADNC, et d'un comité formé d'acteurs public. Du côté du financement, les deux gouvernements et les industries devraient s'en charger.

Tableau 20. Synthèse des perceptions des résidents et des acteurs publics de Uashat mak Mani-Utenam à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux

Processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Érosion côtière, vagues de tempête, glissements de terrain et pluies diluviennes en augmentation; - Inondation côtière perçue mais dans une moindre mesure; - Réchauffement climatique, augmentation des redoux hivernaux, diminution de la glace de mer, augmentation du niveau de la mer et diminution de la largeur de la plage perçus par une majorité de répondants; - Des résidents de Mani-Utenam observent un ensablement de l'estuaire de la rivière Moisie.
Causes des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Pour la majorité des répondants, l'érosion côtière est liée aux vagues de tempête et à l'augmentation du niveau marin relatif ainsi qu'aux effets des changements climatiques; - Un peu plus de la moitié des répondants croit également que les interventions humaines causent de l'érosion (VTT, enrochement, quai, barrage hydro-électrique, etc.).
Conséquences des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Infrastructures affectées: rue Arnaud, chalets de Mani-Utenam, refoulement d'égouts à Uashat; - Infrastructures menacées : piste cyclable, boulevard des Montagnais, rue Arnaud et salle communautaire à Uashat; chalets et chemin d'accès à Mani-Utenam; - Stress et angoisse chez les résidents; - Contrainte de développement et perte de territoire; - Diminution de la population de saumon atlantique, de l'abondance de petits fruits, des habitats côtiers et disparition de la frayère à capelan; - Activités affectées par la réduction de la glace de mer et de rivière : motoneige, pêche sur la glace, marche - Activités et déplacements hivernaux affectées par la diminution des températures hivernales et des précipitations nivales.
Solutions d'adaptation préconisées	- Les acteurs publics privilégient la sensibilisation ; - Les résidents de Uashat veulent en majorité un enrochement et un comité côtier. Les résidents de Uashat entendent peu le retrait des zones à risque. - Les résidents de Mani-Utenam veulent en majorité de la sensibilisation et une modification des comportements pour limiter l'utilisation des VTT sur la plage. De plus, 62% des résidents de Mani-Utenam veulent un enrochement alors que 60% sont favorable à l'idée de se retirer des zones à risque. - Certains résidents indiquent qu'ils ne croient pas dans la réglementation car ils expliquent que cela n'est pas dans leur culture.
Mode de gouvernance préconisé	- Identification des solutions : créer un comité composé de résidents qui sont directement concernés, conseil de bande, experts, gouvernement et organismes locaux; - Gestion des solutions : conseil de bande et comité externe; - Financement des solutions : gouvernement fédéral et provincial.

4 Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques

La région de Uashat mak Mani-Utenam 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 de la station météorologique

Les données météorologiques climatiques historiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent de la station Sept-Îles A., située à l'aéroport de Sept-Îles (Figure 70). Ces données proviennent d'Environnement Canada (2010).

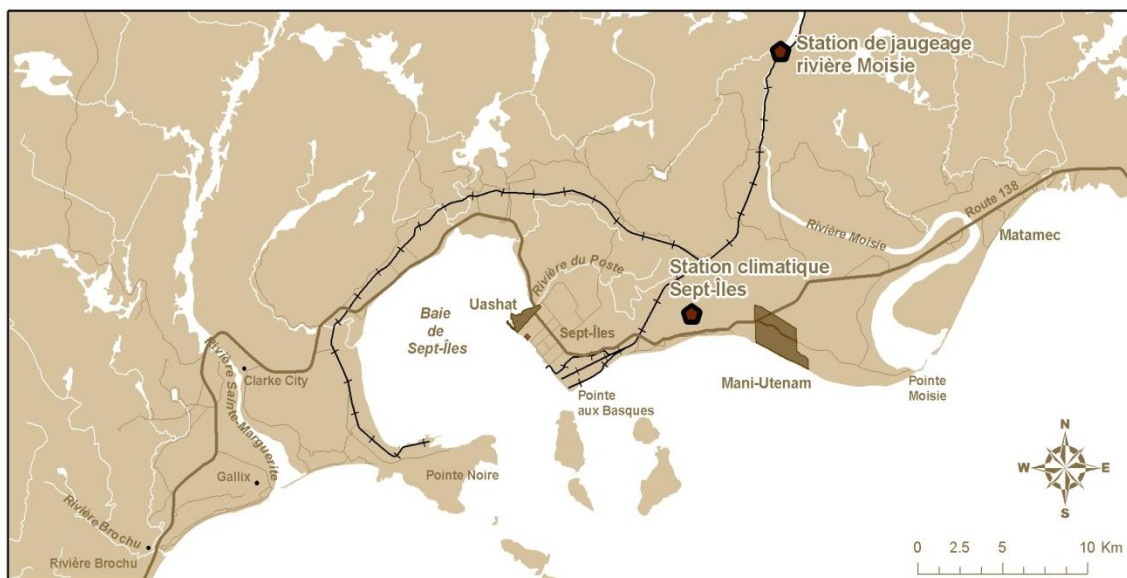


Figure 70. Localisation de la station météorologique de Sept-Îles A. et de la station de jaugeage de la rivière Moisie

4.1.1.2 Période d'enregistrement des données météorologiques

La station de Sept-Îles A bénéficie d'une base de données climatiques historique importante puisque celle-ci s'échelonne généralement de l'année 1945 à 2010 (66 ans d'enregistrement; Tableau 21). 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 ans 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^a) :

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

Données météorologiques quotidiennes		
1945-2002		
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
2002-2010		
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		
1953-2010		
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

Source : Environnement Canada, 2010

4.1.1.3 Définition des différents paramètres climatiques

Les différents paramètres climatiques sélectionnés pour l'analyse climat-érosion 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

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 Vitesse du vent

Le vent représente le mouvement horizontal de l'air à une hauteur de 10 mètres au-dessus du sol. Le vent est normalement échantillonné en moyennant les résultats sur une ou deux minutes. La rafale est la vitesse maximale de vent en instantané d'une durée de 3 à 5 secondes sur une plage de 24 heures (une journée). La rafale est inexistante si la vitesse maximale du vent ne dépasse pas 30 km/heure.

4.1.1.3.9 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 de vitesse de vent enregistrées à la station de Sept-Îles A. comportent un certain nombre de données horaires manquantes pendant la période de 1953 à 2010 (0,13 % soit 616 données). À cet effet, un certain nombre de mois comporte des jours où l'ensemble de la grille de 24h est entièrement manquante soit : août 1979 (un jour) ; octobre 1979 (onze jours) et novembre 1979 (cinq jours). Cependant, l'ensemble des périodes a été retenue intégralement pour l'analyse des événements de tempête puisque les données manquantes sont très rares et distribuées aléatoirement à l'intérieur de la base de données.

4.1.1.3.10 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 22 présente les normales climatiques pour la période de 1971 à 2000. Selon l'Organisation météorologique mondiale, une période de trente ans s'avère suffisamment longue pour atténuer les variations interannuelles (Environnement Canada, 2011^b). À cet effet, les normales climatiques présentées dans ce document s'établissent sur une période de trente années consécutives. Selon Environnement Canada (2011^b), 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 au plus cinq années durant la période d'acquisition (1971-2000). Les normales climatiques servent de seuil de référence afin de déterminer les anomalies. Les différents seuils climatiques dont font références les tableaux des anomalies représentent les seuils établis à partir des données homogénéisées.

Tableau 22. Normales climatiques à la station Sept-Îles A. pour la période de 1971 à 2000

Paramètres climatiques	Normales climatiques
Température moyenne annuelle (°C)	0,8 ¹ 0,86 ²
Température moyenne hivernale (°C) (déc., janv., févr.)	-13,3 ¹ -13,36 ²
Température moyenne printanière (°C) (mars-avril)	-3,6 ¹
Nombre de jours de redoux hivernaux (déc., janv. et févr.)	7,2 ³
Nombre de jours comportant un cycle de gel et de dégel hivernal (nov., déc., janv., févr. et mars)	10,5 ³
Degrés-jours de gel annuel (°C)	1609,3 ¹
Précipitation totale annuelle (mm)	1156,0 ¹ 1282,0 ²
Précipitation de pluie annuelle (mm)	757,4 ¹ 772,2 ²
Précipitation de pluie hivernale (mm) (déc., janv., févr.)	38,2 ¹ 41,2 ²
Précipitation neigeuse annuelle (cm)	412,0 ¹ 512,7 ²
Précipitation de neige hivernale (cm)	247,8 ¹ 298,7 ²
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 50 km/h)	10,5 ³
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 70 km/h)	0,9 ³
¹ Normale calculée par Environnement Canada avec les données de la station Sept-Îles A., normale classée A ² Normale calculée par le LDGIZC avec les données homogénéisées de la station Sept-Îles A. ³ 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 23). 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 23. Exemple de calcul d'anomalie pour les précipitations totales

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. La liste qui suit répertorie les périodes qui n'ont pas été retenues à des fins d'analyse dans le présent document pour chacun des paramètres climatiques (Tableau 24).

Tableau 24. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés

	(Période d'enregistrement) Données annuelles manquantes
Température moyenne annuelle (données homogénéisées jusqu'à 2002)	(1945-2010)
	1979, 1993
Température moyenne hivernale (déc., jan., févr.) (données homogénéisées jusqu'à 2002)	(1945-2010)
	Aucune année manquante
Degrés-jours de gel (données non homogénéisées)	(1945-2010)
	1979, 1993
Précipitation totale (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1979, 1993, 2002, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1955, 1979, 1993, 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie hivernale (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1946-2010)
	1955, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de neige (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1945-2010)
	1955, 1993, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de neige hivernale (données homogénéisées jusqu'à 2001)	(1946-2010)
	1955, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Jours de redoux hivernal (données non homogénéisées)	(1954-2010)
	Aucune année manquante
Jours de tempête (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^c). La superficie totale du golfe du Saint-Laurent représente 487 455 km². 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

La station hydrologique qui enregistre les débits de la rivière Moisie est située à 5,1 km en amont du pont traversant la rivière (Figure 70). La rivière Moisie est particulière au sens où elle est encore aujourd'hui complètement naturelle et qu'aucun ouvrage n'entrave son cours. Elle est par ailleurs protégée par juridiction et constitue une réserve aquatique. Le niveau d'eau et les débits ont été récoltés par le Centre d'expertise hydrique du Québec (2011). 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 1966 et se termine en 2011. Un maximum, une moyenne et un minimum ont été identifiés grâce à ces données. Le maximum des débits journaliers dans une année a été identifié et la moyenne pour les différentes périodes a été calculée. Ce procédé a été le même pour la moyenne et le minimum calculés.

4.1.4 Les données sur les niveaux d'eau

La station marégraphique est située à Sept-Îles à proximité de la zone d'étude. 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 (2011). Les données sont présentées pour la période couvrant globalement de 1976 à 2005.

4.2 Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques historiques

L'analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles est présentée sous forme de tableau synthèse (Tableau 25). 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 neuf intervalles retenus, soit: 1945 à 1949; 1950 à 1964; 1965 à 1969; 1970 à 1978; 1979 à 1981; 1982 à 1986; 1987 à 1995; 1996 à 2005 et 2006 à 2010. Il est important de spécifier que les contraintes de disponibilité de séries de photographies aériennes de qualité ont limité l'analyse des variations parfois rapides des séquences d'anomalies. Les intervalles chevauchent donc parfois plusieurs séquences d'anomalies positives et négatives. Pour cette raison, des valeurs maximums ou minimums, ainsi que l'année visée, sont associées à chacun des intervalles d'analyse de l'évolution côtière dans la synthèse des conditions climatiques historiques (Tableau 25). 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 25. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques

TEMPÉRATURE		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
¹ : Données homogénéisées										
² : Données non homogénéisées		1945-1949	1950-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Température moyenne annuelle (°C)	Anomalie moyenne	-0,44	0,20	0,28	-0,37	0,94	-0,32	-0,23	0,47	1,09
	Anomalie maximum	0,04 (1947)	1,40 (1955)	1,30 (1966)	0,84 (1977)	1,70 (1981)	0,44 (1983)	0,94 (1987)	2,15 (1999)	3,39 (2010)
	Tendance	1945-2010 : + 0,55 °C (+0,008 °C/an) (Données non homogénéisées : 2003-2010) ANOVA : 0,171 (non significatif)								
	Constats	- La plus chaude séquence enregistrée correspond à la période récente (2006-2010) avec un maximum (3,39 °C) le plus élevé; - La séquence la plus froide est de 1945 à 1949; - La tendance au réchauffement est légèrement positive et non significative.								
Température moyenne hivernale (°C)	Anomalie moyenne	-0,2	1,06	1,94	-0,41	1,80	0,32	-1,09	1,11	1,95
	Anomalie maximum	0,76 (1945)	5,06 (1958)	4,96 (1969)	2,16 (1978)	2,06 (1980)	0,86 (1983)	1,86 (1987)	3,15 (1998)	7,01 (2010)
	Tendance	1945-2010 : + 0,15 °C (+0,002 °C/an) (Données non homogénéisées : 2003-2010) ANOVA : 0,800 (non significatif)								
	Constats	- La 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; - La séquence de 1987 à 1995 est la plus froide avec une anomalie moyenne de -1,09 °C; - La tendance au réchauffement est très légèrement positive et non significative.								

TEMPÉRATURE (SUITE) ¹ : Données homogénéisées ² :Données non homogénéisées		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
		1945-1949	1950-1964	1965-1979	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Degrés-jours de gel (°C) <i>Normale 1971-2000² : 1609,3 D-j de gel</i>	Anomalie moyenne	43,3	-156,2	-221,9	71,9	-335,0	34,2	72,4	-145,4	-304,2
	Anomalie minimum	-145,9 (1947)	-413,3 (1958)	-582,1 (1966)	-308,3 (1977)	-582,9 (1981)	-188,4 (1983)	-332,2 (1987)	-391,4 (1999)	-931,2 (2010)
	Tendance	1945-2010 : -60,8 D-j (-0,92 D-j/an) ANOVA : 0,576 (non significatif)								
	Constats	- L'anomalie minimum des degrés-jours de gel est le plus faible durant la période récente (-931,2 en 2010); - La période où le cumulatif de degrés-jours de gel est le plus élevé est de 1987 à 1995; - Tendance négative non significative.								
Jours de redoux hivernaux <i>Normale 1971-2000² : 7,2 jours</i>	Anomalie moyenne	NIL	3,4 (1954-1964)	3,0	-0,7	5,5	0,8	-3,8	1,5	3,8
	Anomalie maximum	NIL	12,8 (1955)	8,8 (1969)	4,8 (1970)	10,8 (1979)	3,8 (1982)	-1,2 (1992)	11,8 (1996)	21,8 (2010)
	Tendance	1954-2010 : -2,7 jours de redoux (-0,048 jour de redoux/an) ANOVA : 0,301 (non significatif)								
	Constats	- Anomalie du nombre de jours de redoux hivernaux la plus élevée durant la période récente (2006-2010) - Anomalie maximum très élevée à l'hiver 2009-2010; - Tendance négative plutôt faible mais non significative.								
Constats globaux du paramètre température Concordance générale des séquences chaudes et froides entre la majorité des paramètres reliés à la température. L'intervalle de 1987 à 1995, qui représente la séquence hivernale la plus froide, correspond aussi avec un nombre de jours de redoux inférieur à la normale. Bien que l'ensemble des tendances de la température affiche des résultats non significatifs, il demeure que ces résultats montrent une tendance positive au réchauffement climatique.										

PRÉCIPITATIONS ANNUELLES ¹ :Données homogénéisées		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
		1945-1949	1950-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Précipitation totale annuelle (mm) <i>Normale 1971-2000¹ : 1282,0 mm</i>	Anomalie moyenne	-61,9	-100,8	206,0	44,8	167,9	-66,7	-36,0	-72,1	NIL
	Anomalie maximum	137,0 (1945)	93,7 (1953)	400,6 (1969)	275,4 (1972)	177,9 (1980)	198,5 (1983)	302,2 (1994)	250,0 (1996)	NIL
	Tendance	1945-2007 : -57,9 mm (-0,92 mm/an) ANOVA : 0,501 (non significatif)								
	Constats	- Anomalies moyennes négatives pour les trois dernières séquences (1982 à 2005); - Anomalies moyennes fortement positives pour les trois séquences centrales (1965 à 1981); - Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1965 à 1969 (400,6 mm); - Séquence la plus négative durant la période de 1950 à 1964; - Tendance non significative à la diminution des précipitations totales.								
Précipitation de pluie annuelle (mm) <i>Normale 1971-2000¹ : 772,22 mm</i>	Anomalie moyenne	-89,2	-65,3	75,0	0,2	148,7	-28,6	1,0	-24,1 (1996-2001)	NIL
	Anomalie maximum	97,6 (1945)	119,6 (1953)	158,4 (1966)	144,0 (1973)	213,3 (1981)	112,5 (1983)	245,4 (1994)	96,1 (1996)	NIL
	Tendance	1945-2001 : + 113,9 mm (+1,99 mm/an) ANOVA : 0,190 (non significatif)								
	Constats	- Anomalies moyennes positives pour les trois séquences centrales (1965 à 1981); - Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1987 à 1995 (245,4 mm); - Anomalie la plus négative durant la période de 1945 à 1949 (-89,2); - Tendance non significative à l'augmentation des précipitations de pluie.								
Précipitation neigeuse annuelle (cm) <i>Normale 1971-2000¹ : 512,7 cm</i>	Anomalie moyenne	24,3	-38,4	128,2	41,8	16,3	-41,1	-39,9	-8,5 (1996-2001)	NIL
	Anomalie maximum	231,0 (1946)	46,6 (1951)	256,0 (1968)	250,9 (1972)	90,9 (1980)	83,1 (1983)	181,9 (1995)	183,0 (1996)	NIL
	Tendance	1945-2001 : -32,3 cm (-0,57 cm/an) ANOVA : 0,560 (non significatif)								
	Constats	- Anomalies moyennes négatives pour les trois dernières séquences (1982 à 2005); - Anomalie moyenne maximum enregistrée durant la séquence de 1965 à 1969 (256,0 mm); - Anomalie la plus négative enregistrée durant la période de 1982 à 1986 (-41,9 mm) suivie d'une anomalie négative comparable durant la séquence de 1987 à 1995 (-39,9 mm); - Tendance non significative à la diminution des précipitations neigeuses.								

PRÉCIPITATIONS HIVERNALES ¹ :Données homogénéisées		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
		1946-1949	1950-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2001	2006-2010
Précipitation de pluie hivernale (mm) <i>Normale 1971-2000¹ : 41,2 mm</i>	Anomalie moyenne	-17,9	-1,6	0,6	-1,7	24,3	0,3	-15,8	11,0	NIL
	Anomalie maximum	-3,2 (1946)	81,5 (1958)	75,1 (1968)	48,3 (1970)	82,0 (1981)	54,4 (1983)	32,1 (1992)	61,3 (1996)	NIL
	Tendance	1946-2001 : + 3,5 mm (+ 0,063 mm/an) ANOVA : 0,762 (non significatif)								
	Constats	- Anomalie moyenne positive la plus élevée pour la séquence de 1979 à 1981 (24,3 mm); - Anomalie moyenne maximum enregistrée en 1981 (82,0 mm), mais dont le maximum de 1958 (81,5 mm) est tout aussi important; - Séquence dont l'anomalie la plus négative se trouve durant la période de 1946 à 1949 (-17,9 mm); - Tendance très faible, mais non significative, à l'augmentation des précipitations de pluie hivernale.								
Précipitation neigeuse hivernale (cm) <i>Normale 1971-2000¹ : 298,7 cm</i>	Anomalie moyenne	63,2	-7,6	95,2	26,6	-16,3	-44,3	-20,6	29,6	NIL
	Anomalie maximum	156,7 (1946)	85,8 (1958)	340,6 (1969)	136,3 (1972)	101,8 (1981)	-13,2 (1986)	34,0 (1995)	114,1 (1997)	NIL
	Tendance	1946-2001 : -37,7 cm (-0,6727 cm/an) ANOVA : 0,352 (non significatif)								
	Constats	- Anomalies moyennes négatives pour trois séquences consécutives (1979 à 1995); - Anomalie moyenne maximum enregistrée durant l'année 1969 (340,6 cm); - Anomalie est la plus négative durant la période de 1982 à 1986 (-44,3 cm); - Tendance non significative à la diminution des précipitations neigeuses hivernales.								
Constats globaux du paramètre précipitation										
De façon générale, les résultats illustrent trois périodes caractérisées par des anomalies moyennes au-dessus ou au-dessous des normales. Mis à part les précipitations de neige pour la séquence 1945-1949, la première période qui s'étend de 1945 à 1964 (20 années) présente des résultats presque entièrement sous les normales. La deuxième période de 1965 à 1981 (17 années) affiche des anomalies moyennes annuelles positives pour l'ensemble des précipitations (totale, pluie, neige). Cette même période n'est toutefois pas homogène durant la période froide qui est entrecoupée par des chevauchements de part et d'autre des normales. La dernière période de 1982 à 2005 montre une séquence de précipitations annuelles généralement sous les normales. Par contre, la séquence hivernale 1996-2001 affiche une légère augmentation des précipitations. Pour l'ensemble des précipitations, la tendance montre des résultats non significatifs. Cependant, on dénote tout de même une tendance à l'augmentation des précipitations de pluie et une diminution des précipitations neigeuses annuelles et hivernales.										

PRÉCIPITATIONS DILUVIENNES		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
		1945-1949	1950-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Évènements de 30 mm et plus	Somme	14	43	27	33	18	16	38	30	25
	Nbre/an	2,8	8,6	5,4	3,7	6	3,2	4,2	3	5
Évènements de 50 mm et plus	Somme	1	9	6	6	0	2	7	6	5
	Nbre/an	0,2	0,6	1,2	0,7	0	0,4	0,8	0,6	1
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	84,8 (juil. 1945)	96,3 (sept. 1953)	114,6 (nov. 1966)	98,6 (sept. 1972)	48,0	56,4 (sept. 1986)	84,6 (sept. 1994)	59,5 (juin 2004)	83,5 (oct. 2008)
Évènements printaniers de 30 mm et plus	Somme	3	5	3	7	7	4	4	2	3
	Nbre/an	0,6	1	0,6	0,8	2,3	0,8	0,4	0,2	0,6
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	49,0 (mai 1948)	69,6 (mai 1963)	36,8 (mai 1966)	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	3	4	2	3	2	1	3	3	1
	Nbre/an	0,6	0,8	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,3	0,2
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	28,7 (janv. 1945)	42,9 (déc. 1950)	88,6 (févr. 1968)	32,5 (déc. 1973)	30,1 (févr. 1981)	31,2 (janv. 1983)	59,8 (déc. 1987)	57,4 (déc. 1996)	26,8 (janv. 2006)
Tendance		Tendance non représentative pour l'ensemble des précipitations diluviennes								
Constats		- La séquence de 1950 à 1964 (15 années) présente le nombre annuel d'évènements de pluie diluvienne de 30 mm, 50 mm, et 25 mm en hiver le plus élevé; - Le maximum absolu tombé en 24 heures a été atteint en novembre 1966 (114,6 mm); - Le plus grand nombre d'évènements de pluie diluvienne printanière (30 mm) a été atteint durant deux séquences consécutives (1970 à 1981).								

JOURS DE TEMPÊTE			INTERVALLE D'ANALYSE								
			Déc. 1944 à Nov. 1952	Déc. 1952 à Nov. 1964	Déc. 1964 à Nov. 1969	Déc. 1969 à Nov. 1978	Déc. 1978 à Nov. 1981	Déc. 1981 à Nov. 1986	Déc. 1986 à Nov. 1995	Déc. 1995 à Nov. 2005	Déc. 2005 à Nov. 2010
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 50 km/h et plus	Décembre à novembre	Somme	NIL	447	129	122	28	61	68	96	33
		Nbre/an	NIL	37,3	25,8	13,6	9,3	12,2	7,6	9,6	6,6
	Déc. janv. févr.	Somme	NIL	137	51	48	8	17	20	31	15
		Nbre/an	NIL	11,4	10,2	5,3	2,7	3,4	2,2	3,1	3,0
	Mars-avril-mai	Somme	NIL	160	47	44	13	30	24	34	9
		Nbre/an	NIL	13,3	9,4	4,9	4,3	6,0	2,7	3,4	1,8
	Juin-juill.-août	Somme	NIL	57	10	5	2	2	7	5	0
		Nbre/an	NIL	4,8	2,0	0,6	0,7	0,4	0,8	0,5	0,0
	Sept.-oct.-nov.	Somme	NIL	93	21	25	5	12	17	26	9
		Nbre/an	NIL	7,8	4,2	2,8	1,7	2,4	1,9	2,6	1,8
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 70 km/h et plus	Décembre à novembre	Somme	NIL	61	17	13	2	4	5	8	2
		Nbre/an	NIL	5,1	3,4	1,4	0,7	0,8	0,6	0,8	0,4
	Déc. janv. févr.	Somme	NIL	25	11	10	1	2	3	3	0
		Nbre/an	NIL	2,1	2,2	1,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,0
	Mars-avril-mai	Somme	NIL	21	4	1	0	2	1	4	1
		Nbre/an	NIL	1,8	0,8	0,1	0,0	0,4	0,1	0,4	0,2
	Juin-juill.-août	Somme	NIL	3	0	0	0	0	0	0	0
		Nbre/an	NIL	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sept.-oct.-nov.	Somme	NIL	12	2	2	1	0	1	1	1
		Nbre/an	NIL	1,0	0,4	0,2	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
Tendance			Tendance non représentative pour l'ensemble des jours de tempêtes								
Constats			- La séquence de déc. 1952 à nov. 1964, qui est la séquence la plus longue (12 années), présente un nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/h et de 70 km/h le plus élevé; - Les périodes hivernale (déc.-janv.-févr.) et printanière (mars-avril-mai) représentent les saisons les plus actives en nombre de jours de tempête dénombrés; - 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, très peu de jours sont recensés.								

NIVEAUX D'EAU	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE						
	1945-1964	1965-1975	1976-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,5 m	NIL	NIL	14	12	50	50	38
Nbre/an	NIL	NIL	4.7	4	7	6	4
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,7 m	NIL	NIL	4	3	7	4	7
Nbre/an	NIL	NIL	1.3	1	1	0.5	0.8
Constat	L'intervalle de 1982 à 1986 comprend le nombre de jours avec des niveaux d'eau > à 3,5 m et > à 3,7 m le plus élevé (50 et 7).						

COUVERTURE DE GLACE SUR LE GOLFE DU SAINT-LAURENT	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
	1945-1949	1953-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Anomalie moyenne <i>Normale: 23,98 %</i>	NIL	NIL	NIL	0,58	-4,78	-1,03	4,35	-6,16	-10,30
Anomalie minimum <i>Normale: 23,98 %</i>	NIL	NIL	NIL	-10,06 (1970)	-7,28 (1981)	-7,47 (1983)	-1,55 (1991)	-10,24 (2000)	-20,44 (2010)
Tendance	1969-2010: -7,1 % (-0,17 %/an) ANOVA: 0,061 (non significatif)								
Constats	- L'anomalie moyenne de la couverture de glace la plus faible se retrouve durant la période récente de 2006 à 2010 avec l'anomalie minimum atteinte en 2010 (-20,44 %); - La période récente de 2006 à 2010 correspond aux températures moyennes annuelles et aux températures moyennes hivernales les plus élevées par rapport à la normale; - Les périodes de couverture de glace supérieure à la normale correspondent aux périodes froides annuelles et hivernales (1970-1978; 1987-1995); - La tendance révèle une diminution non significative de la couverture de l'englacement du golfe du Saint-Laurent.								

La figure 71 montre les variations de la couverture de glace pour la période de 1969-2010. 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.

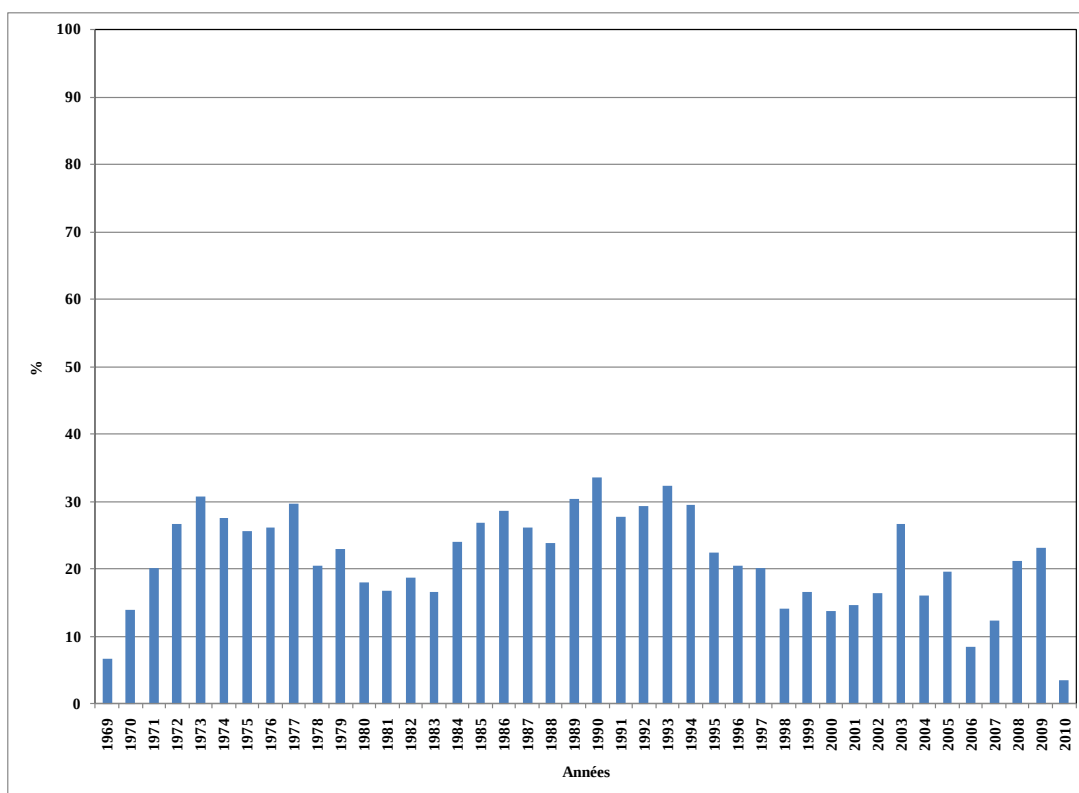


Figure 71. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 1^{er} novembre au 26 mars de 1969 à 2010

DÉBITS MOYENS DE LA RIVIÈRE MOISIE	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE								
	1945-1949	1953-1964	1965-1969	1970-1978	1979-1981	1982-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Anomalie moyenne (m³/s) <i>Normale de 411,7 m³/s</i>	NIL	NIL	72,7 (1966-1969)	42,4	64,9	-12,7	-45,7	-35,9	-8,5
Anomalie maximum (m³/s) <i>Normale de 411,7 m³/s</i>	NIL	NIL	281,5 (1966-1969)	321,3	244,0	156,2	189,8	235,7	-187,0
Tendance	La tendance révèle une diminution (-18,4 m³/s /an) non significative des maximums des débits moyens de la rivière Moisie.								
Constats	- La période la plus ancienne, soit de 1965 à 1969, présente l'anomalie moyenne la plus élevée (72,7) - La période de 1987 à 1995 révèle l'anomalie la plus faible (-45,7); - Depuis 1982, les débits sont restés sous la normale et tendent vers la normale dans la période la plus récente.								

Au sujet des débits moyens de la rivière Moisie, il est intéressant de préciser que la tendance des débits maximums est vers la baisse, mais de façon non significative (Figure 72). Les données obtenues en faisant la moyenne des débits moyens montrent une légère tendance vers une baisse des débits également. La tendance est cependant non significative encore une fois. Le graphique des moyennes des débits maximums, moyens et minimums montre la même tendance également non significative (Figure 73). Le débit maximum enregistré sur la rivière Moisie a été de 3 820 m³/s et est survenu en 1965.

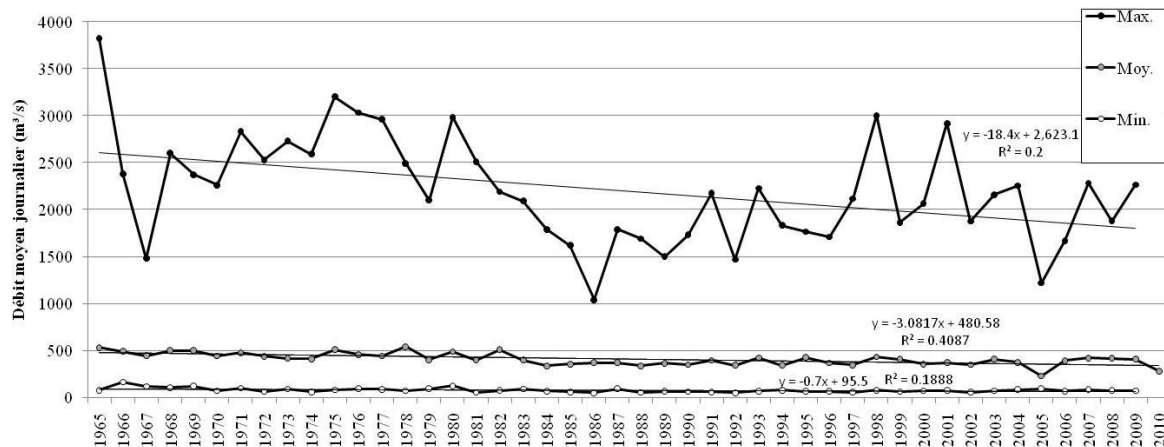


Figure 72. Maximum, moyenne et minimum des débits moyens journaliers de la rivière Moisie entre 1965 et 2010

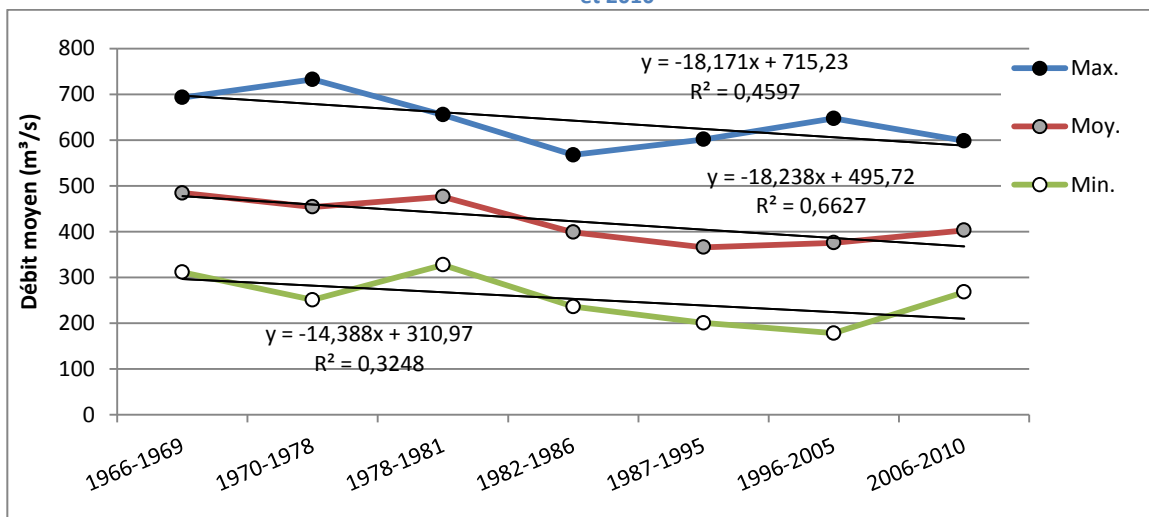


Figure 73. Maximum, moyenne et minimum des débits moyens de la rivière Moisie selon les intervalles d'analyse de l'érosion côtière

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 74 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 26).

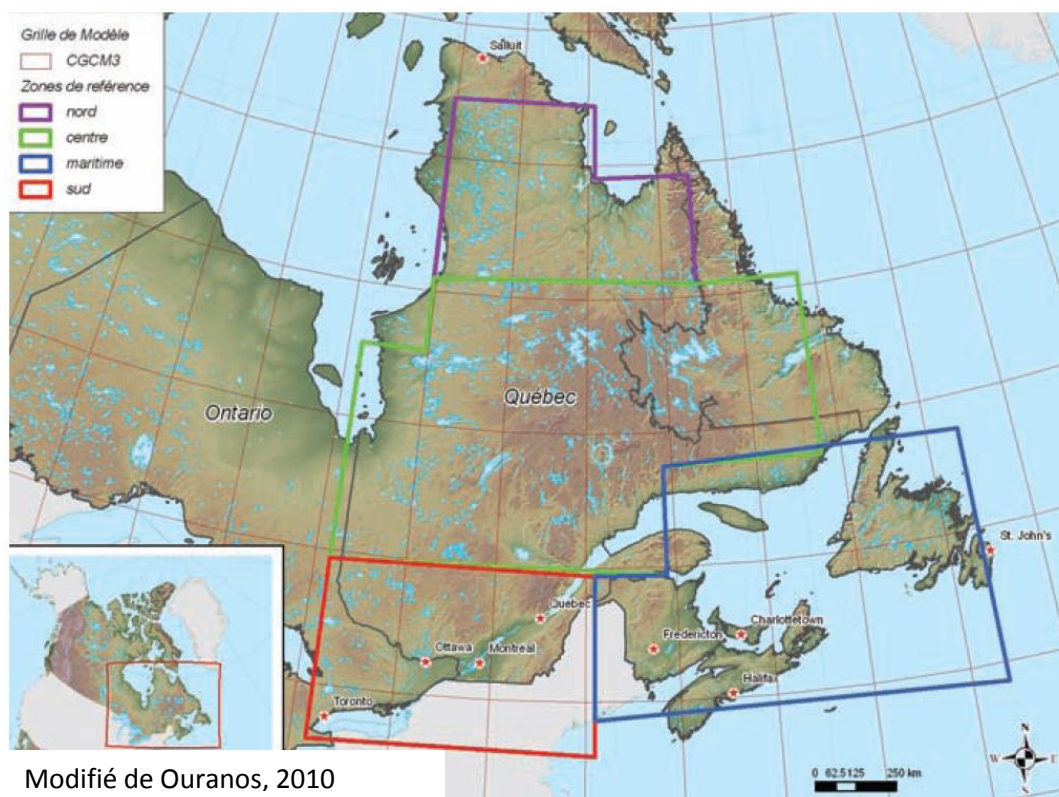


Figure 74. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec

Au tableau 26, 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 26. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec

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
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 %

4.3.1 Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières

Le GIEC et le consortium OURANOS, dont les activités principales 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 prédite notamment par 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 d'une 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'événements 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 (OURANOS, 2010) affichent une augmentation des précipitations hivernales 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 de la région de Uashat mak Mani-Utenam

5.1 Méthodologie

5.1.1 Caractérisation de la côte

La caractérisation de l'ensemble des systèmes côtiers de la zone à l'étude 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.

L'identification des types de côtes est basée sur la nature géomorphologique et stratigraphique du milieu (Tableau 27 et Figure 75 à Figure 78). 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 28). 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 27. Définition des types de côtes

Côte à falaise meuble (Figure 75)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur.
Côte à flèche littorale (Figure 76)	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 77)	Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.
Côte à terrasse de plage (Figure 78)	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 à l'arrière d'une falaise stable ou d'un terrain plat.

Tableau 28. 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, incluant 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 75. Côte à falaise meuble (Uashat)



Figure 76. Côte à flèche littorale (Uashat)



Figure 77. Côte à marais maritime (rivière Brochu)



Figure 78. Côte à terrasse de plage (Mani-Utenam)

5.1.2 Évolution historique

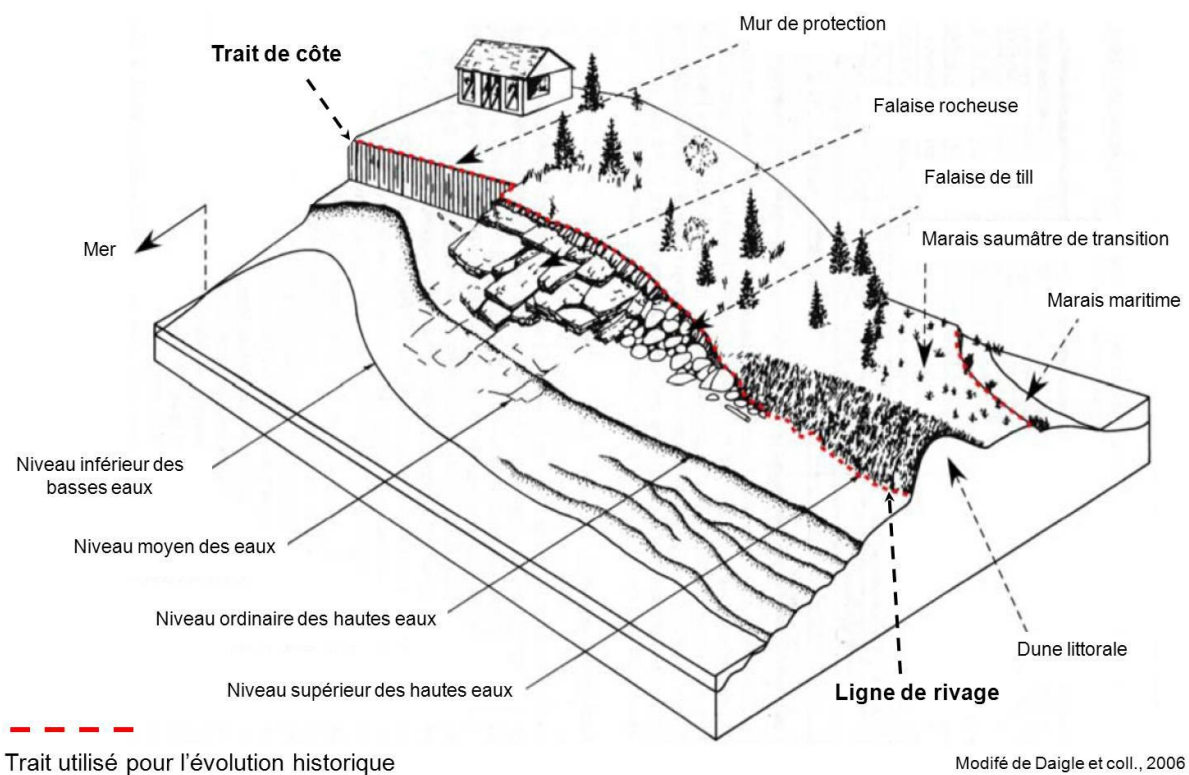
Tel qu'il a déjà été mentionné à la section 4.2, le choix des intervalles d'analyse de l'évolution côtière historique a été effectué suite à l'analyse du climat historique et des anomalies des différents paramètres climatiques qui peuvent avoir une influence sur les processus d'érosion (Tableau 25). Les couvertures de photographies aériennes, comprises entre 1931 et 1996, 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 ont ainsi été évitées. Les orthophotographies numériques de 2005 et de 2006 ont servi de base pour le géoréférencement des photographies aériennes de 1996. Pour les années antérieures à 1996, 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 29. Intervalles 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
1931-1950	1931	1 : 10 000
1950-1965	1950	1 : 40 000
1965-1970	1965	1 : 15 840
1970-1979	1970	1 : 20 000
1979-1982	1979	1 : 20 000
1982-1987	1982	1 : 40 000
1987-1996	1987	1 : 15 000
1996-2005/2006* *2006 uniquement pour le secteur de Mani-Utenam	1996	1 : 15 000
	2005	1 : 40 000
	2006	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 79). 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 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 29). 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.

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.



Modifié de Daigle et *al.*, 2006

Figure 79. Délimitation de la ligne de rivage

5.2 Contexte physique de la région de Uashat mak Mani-Utenam

5.2.1 Géologie et formations meubles

5.2.1.1 Formations géologiques

Uashat mak Mani-Utenam se situe dans la province géologique de Grenville, dans le Bouclier canadien (Stockwell, 1963). Les collines précambriennes de l'arrière-pays sont principalement constituées de roches cristallines telles que le granite, le gneiss granitique et le gabbro (Dredge, 1983). Étant donné l'épaisseur des dépôts meubles, l'assise rocheuse affleure rarement en zone côtière, à l'exception de la pointe Noire et de l'archipel de Sept-Îles (Bernatchez *et al.*, 2008).

5.2.1.2 Dépôts meubles

La région à l'étude est caractérisée par d'épais dépôts sédimentaires quaternaires qui font partie des grands complexes deltaïques mis en place par les rivières Sainte-Marguerite et Moisie (Bernatchez *et al.*, 2008). Le delta émergé de la rivière Sainte-Marguerite et celui de la rivière Moisie couvrent respectivement environ 20 km et 30 km de diamètre (Dubois et Lessard, 1984). L'ensemble des dépôts date du dernier épisode glaciaire et des événements postglaciaires (Dredge, 1983). La mise en place de ces dépôts a été principalement contrôlée par l'écoulement des cours d'eau vers le sud dans les vallées rocheuses préexistantes. Dans cette région, le niveau marin maximal a atteint 131 m au-dessus du niveau actuel, il y a environ 9 700 ans BP (Dubois, 1979; Dredge, 1983). À partir de 5 000 ans BP, la configuration du littoral de la région de Sept-Îles et Moisie ressemble à celle d'aujourd'hui, mais sa position aurait été de quelques kilomètres plus au large (Lessard et Dubois, 1984; Dubois et Lessard, 1984). Avec le ralentissement de l'émersion des terres et un bilan sédimentaire en décroissance, commence alors un important transfert des sédiments, qui se poursuit encore aujourd'hui, de l'est vers l'ouest sous l'action de la dérive littorale. La stratigraphie des deux ensembles deltaïques se présente en 3 unités principales. L'unité basale présente des dépôts marins d'eau profonde composés d'argile silteuse massive. Des dépôts composés de sable fin bien trié et stratifié superposent l'unité basale avec un contact ondulé érosif. Cette unité, qui présente une granulométrie croissante vers le haut en passant du sable silteux au sable fin et moyen, se structure en plusieurs assemblages de lits superposés avec un pendage dominant vers le sud. En troisième lieu, l'unité supérieure est composée de dépôts sableux littoraux de plage et de cordons littoraux (Dredge, 1983).

Du côté du boulevard des Montagnais à Uashat, une falaise essentiellement constituée d'argile silteuse recouverte de sable caractérise le littoral. Ce talus serait surmonté d'un remblai déposé à l'ouest des *Galeries Montagnaises* lors de leur construction en 1976, puis suite à la construction des *Établissements Davico* au milieu des années '90 (Axor Experts-Conseils et Groupe-Conseil LaSalle, 1999). Sous la couche d'argile remaniée affleure un dépôt organique fibrique (tourbe) surtout dans l'extrémité est, près de la rivière du Poste (LVM, 2010). Un peu vers l'ouest, une couche de sable de deux à quatre mètres d'épaisseur repose sur de l'argile silteuse. Dans cette couche de sable, un lit décimétrique de silt argileux à argile silteuse est présent en alternance avec le sable. Ceci rend le dépôt sensible au remaniement et lui confère

une plasticité moyenne (LVM, 2010). Plus au sud-ouest, les dépôts deviennent principalement de sable et la falaise n'a plus qu'un ou deux mètres de hauteur. Ensuite, un ensemble de plages et de dunes de faibles hauteurs repose sur l'argile silteuse sous-jacente (Axor Experts-Conseils et Groupe-Conseil LaSalle, 1999).

En surface, ce sont les anciens lits sommitaux littoraux qui dominent l'ensemble de la zone d'étude. L'érosion a permis d'exposer les dépôts fins dans le secteur des plages, à l'est de la ville de Sept-Îles, au pied de l'escarpement qui longe le littoral. Des dépôts littoraux récents recouvrent la surface d'érosion et forment de larges terrasses de plage qui se présentent sous forme d'alternance d'anciens cordons littoraux et de lagunes. Sur la rive ouest de l'embouchure de la rivière Moisie, des dépôts littoraux récents se sont mis en place pour former une flèche de sable orientée vers l'est. De plus, des dépôts éoliens issus du remaniement des dépôts littoraux couvrent une surface de 25 km² à mi-chemin entre l'embouchure de la rivière Moisie et de la ville de Sept-Îles, au sommet des dépôts deltaïques (Dredge, 1983).

5.2.2 Conditions hydrodynamiques générales

5.2.2.1 Hydrographie

On retrouve trois rivières dans la zone d'étude, soit la rivière Brochu, la rivière du Poste et la rivière Moisie. Les deux dernières font partie de la même unité physiographique qui s'étend de la pointe Noire jusqu'à la côte rocheuse de Matamek (Dubois et Briard, 1980). La rivière Brochu quant à elle fait partie d'une autre unité physiographique, celle du delta de la rivière Sainte-Marguerite, qui s'étend de la pointe Noire à la pointe Sainte-Marguerite, située à environ 8 km à l'ouest. La rivière Brochu possède un bassin versant de 212 km² et prend sa source principale au lac Derenom situé à 20 km de son embouchure. Elle coule en direction sud-est.

La rivière du Poste draine un bassin versant d'environ 50 km². Cette rivière a un débit moyen estimé à 1,5 m³/s avec un maximum de 25 m³/s qui se produirait à une récurrence de 20 ans (Axor Experts-Conseils et Groupe-Conseil LaSalle, 1999). Selon Axor Experts-Conseils et Groupe-Conseil LaSalle (1999), le lit creusé dans l'argile ne présente pas de signe d'érosion et sa contribution à la dynamique sédimentaire du littoral est faible sinon négligeable.

La rivière Moisie constitue le principal cours d'eau du territoire. Cette rivière non harnachée par un barrage hydroélectrique présente un débit moyen de 422 m³/s et un débit maximal de 3820 m³/s (MDDEP, 2002). Elle se jette à l'extrémité est de la zone d'étude. Elle creuse son lit dans les sables deltaïques et les argiles limoneuses marines ou pro-deltaïques sous-jacentes (Lessard et Dubois, 1984). La rivière Moisie ne possède pas de plaine alluviale dans la zone estuarienne et ses berges sont formées de moyennes et de hautes falaises. La morphologie de l'estuaire de la Moisie ne permet pas une forte pénétration des eaux salines en raison des deux flèches littorales qui sont situées à son embouchure (Lessard et Dubois, 1984). Son estuaire physico-chimique est donc beaucoup plus court (3,5 km) que son estuaire dynamique, lié à la marée, qui mesure 17,6 km (Lessard et Dubois, 1984). La section estuarienne de la rivière Moisie est de

type anabranché selon Nanson et Knighton (1996), c'est-à-dire qu'elle possède de multiples chenaux et est caractérisée par la présence d'importants bancs alluviaux relativement stables.

5.2.2.2 Océanographie

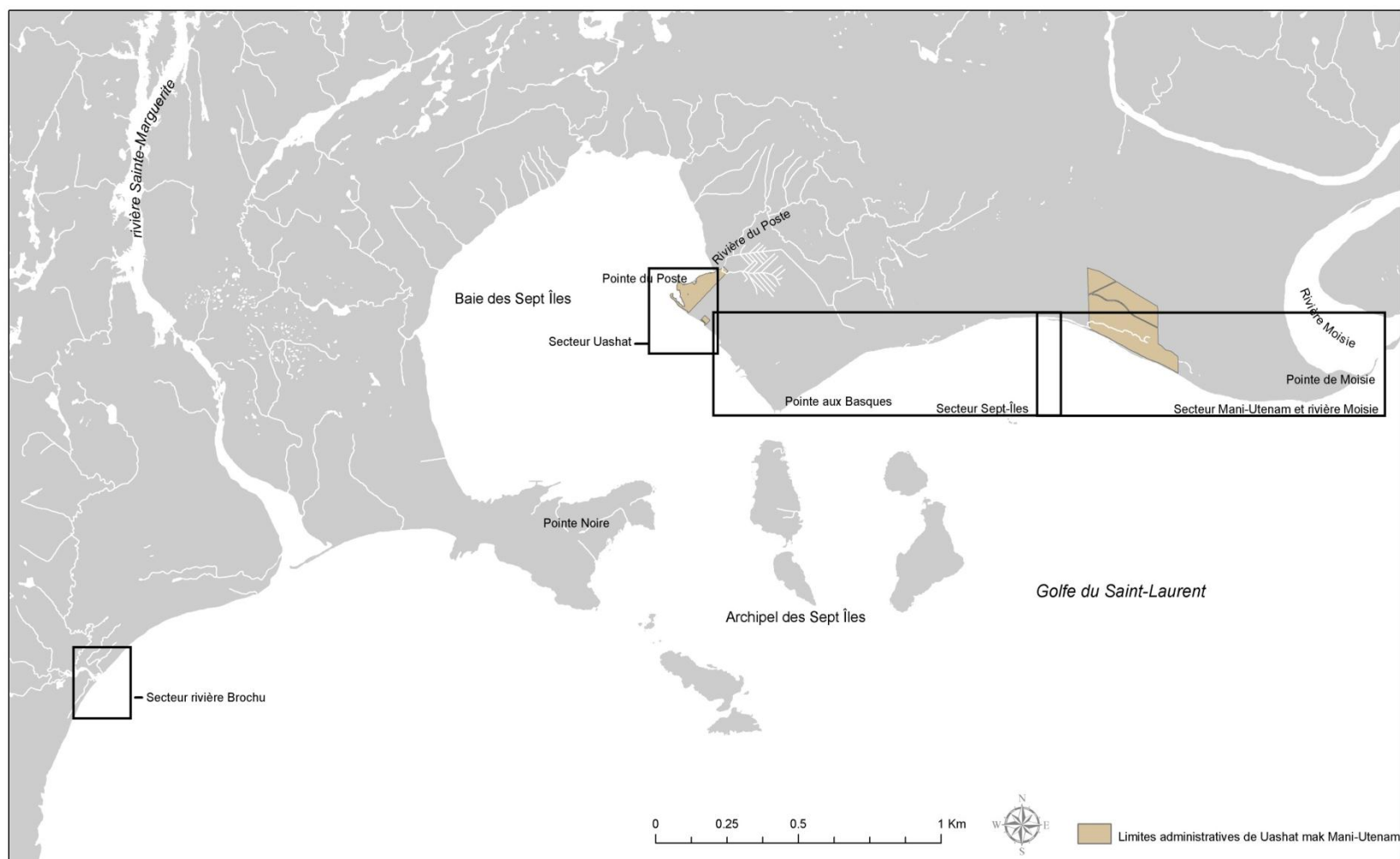
La région de Sept-Îles est bordée de deux plateaux sous-marins. Ces plateaux sont des zones marines peu profondes, généralement de moins de 100 m de hauteur, de largeur et de relief variés, qui se situent en bordure des chenaux profonds du golfe (Gagnon *et al.*, 1997). De Pointe-des-Monts à la rivière Moisie, la partie est du plateau principal de la région d'étude, soit le plateau des Escoumins, est de moins de huit kilomètres de largeur et est peu accidenté. Le plateau s'incline légèrement vers le chenal Laurentien. Le deuxième plateau près de la région de Sept-Îles est celui de la Côte-Nord qui se situe entre la rivière Moisie et le cap Whittle. Celui-ci est beaucoup plus large et accidenté (Gagnon *et al.*, 1997).

Les marées sont de types semi-diurnes. Le marnage est de 2,3 m lors des marées moyennes et de 3,7 m pendant les marées de vives-eaux. Les extrêmes enregistrés sont de 4,0 m pour les pleines mers et de - 0,6 m pour les basses mers (Service hydrographique du Canada, 2008). Les vitesses maximales des courants de flot sont de 0,5 nœud et les courants de jusant sont de 1,0 nœud (Service hydrographique du Canada, 2008). Selon une analyse des tempêtes effectuée par Ropars (2007), entre 2003 et 2005, les vagues supérieures à 2,0 m proviennent principalement du secteur est-sud-est et en second lieu du secteur sud-ouest. Les vagues supérieures à 3,0 m, qui se sont produites lors des tempêtes entre 2003 et 2005, proviennent presque exclusivement du secteur est-sud-est (Ropars, 2007). Les courants côtiers sont influencés surtout par les marées et les vents dominants (Service hydrographique du Canada, 2008). Dans la région entre la rivière Moisie et Sept-Îles, le courant de dérive littorale principale va vers l'ouest. Les sédiments sont transférés par la dérive littorale dans le sens des courants marins, soit vers l'ouest, jusque dans la baie de Sept Îles, (Dubois et Briard, 1980). Une zone de courants de déchirure transfère les sédiments vers le large devant Mani-Utenam (Dubois et Briard, 1980), mais aussi au niveau de la pointe aux Basques (Bernatchez et Fraser, sous presse). La dérive littorale près de la rivière Brochu se dirige vers l'ouest, mais avec une dérive secondaire vers l'est.

5.3 Portrait actuel de la côte

Afin d'étudier la dynamique du littoral utilisé par les Innus de Uashat mak Mani-Utenam, la zone d'étude s'étend au-delà des limites administratives de Uashat mak Mani-Utenam. La zone d'étude 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 3.6.1) et selon les caractéristiques géomorphologiques qui délimitent les unités hydrosédimentaires. On distingue donc une zone d'activité continue qui s'étend de la rivière du Poste à la rivière Moisie (Figure 80). Une autre zone d'activité a été ciblée par les répondants, soit la zone de la rivière Brochu. 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 trois secteurs : 1) la zone continue d'activités, de la rivière du Poste à la rivière Moisie, qui est nommée «Région de Uashat mak Mani-Utenam»; 2) la réserve de Uashat mak Mani-Utenam; et 3) le secteur de la rivière Brochu. La caractérisation est cependant illustrée en quatre figures montrant les différents secteurs, soit : le secteur de Uashat, le secteur de Sept-Îles, le secteur de Mani-Utenam à la rivière Moisie et le secteur de la rivière Brochu (Figure 80).



Données sources: BDTQ, 1:50 000
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 80. Localisation des secteurs de caractérisation côtière

5.3.1 Portrait actuel de la région de Uashat mak Mani-Utenam

5.3.1.1 Types de côte et stratigraphie

Le littoral qui s'étend de la rivière du Poste à la rivière Moisie est caractérisé à 82 % de terrasse de plage (Figure 81). Elles sont présentes sur l'ensemble du territoire qui fait face au golfe du Saint-Laurent (Figure 88, Figure 89, Figure 90). Les flèches littorales représentent 12 % du littoral de cette zone (Figure 81). Elles sont situées aux extrémités de la zone, soit face à la réserve de Uashat et à l'embouchure de la rivière Moisie (Figure 88 et Figure 90). Les segments caractérisés en falaise meuble représentent 4 % de cette zone et se situent sur le littoral qui borde Uashat et qui est adjacent à la rivière du Poste (Figure 88). Les marais maritimes ne représentent que 1 % de ce littoral. On retrouve aussi sur la côte un nombre assez important d'exutoires de cours d'eau (1 %). Ils sont tous situés sur la terrasse de plage du secteur de Sept-Îles (Figure 89).

La stratigraphie de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam est principalement composée de sable. En effet, près de 75 % de la longueur totale du littoral est composé de sable (Tableau 30). Les terrasses de plage ainsi que les falaises meubles d'origine deltaïque forment un littoral à prédominance sableux. Dans les terrasses de plage, on peut également retrouver du remblai et ce, surtout en bordure des infrastructures portuaires. Les falaises meubles sont pour leur part composées de sable sur argile. Le sable et les graviers se retrouvent en majorité sur les côtes à flèche littorale, alors que les sédiments plus fins, comme les silts, composent les marais maritimes.

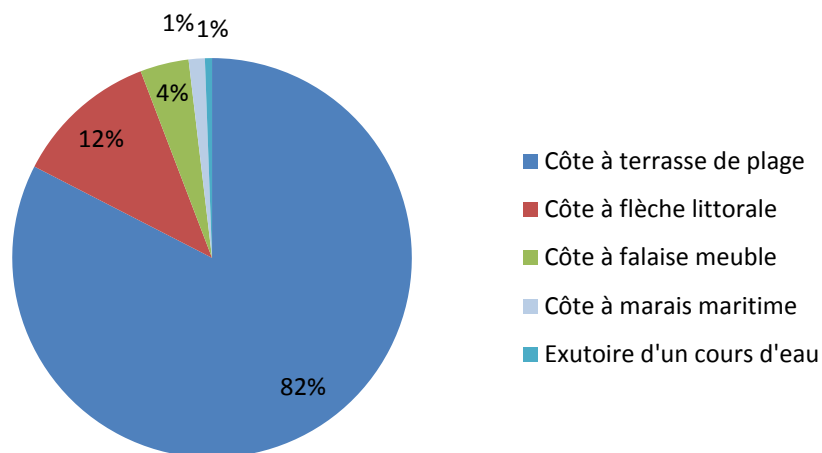


Figure 81. Types de côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam

Tableau 30. Stratigraphie de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	27 431,02	75,3
Remblai	6 244,22	17,1
Sable / Argile	1 041,83	2,9
Silt	532,36	1,5
Remblai / sable	499,86	1,4
Sable et gravier	319,05	0,9
Silt et sable	110,13	0,3
Exutoire d'un cours d'eau	115,38	0,3
Gravier et sable	66,54	0,2
Argile	58,04	0,2
Total	36 418,43	100

5.3.1.2 État de la côte et des infrastructures

À la suite de la campagne de terrain de 2008, près du tiers de la côte a été considéré comme étant actif (33,4 %, Figure 82). Une partie des flèches littorales et des terrasses de plage avaient une microfalaise vive à la limite de la ligne de rivage. Certains segments de la falaise meuble de Uashat ont aussi été caractérisés comme actifs puisque la falaise avait moins de 25 % de végétation sur son versant et présentait des cicatrices d'érosion. Les marais maritimes ont été caractérisés actifs à quelques endroits en raison de la présence d'une microfalaise à la ligne de rivage. Un peu plus du quart de la région de Uashat mak Mani-Utenam a été caractérisé semi-végétalisé et présentait entre 25 et 75 % de végétation sur la ligne de rivage. Les segments considérés comme étant stables sont présents dans une proportion de 13 % sur la côte. Les côtes avec des signes récents d'accumulation sont plutôt rares et représentent seulement 0,6 % du littoral. Les côtes artificielles représentent, quant à elles, près du quart de l'ensemble de la ligne de rivage. L'endroit où la côte est la plus artificielle se trouve dans le secteur de Sept-Îles (Figure 89).

Lors de la campagne de caractérisation côtière, les types d'artificialité ont également été répertoriés. L'enrochement est le type d'artificialité le plus populaire avec 49 % de la longueur totale de tous les types d'artificialités confondus (Tableau 31). Ensuite, les zones portuaires multiples représentent près de 42 % du littoral anthropisé. Les infrastructures portuaires multiples sont aussi considérées comme des infrastructures de protection et sont constituées d'enrochements, de jetées et de murets d'acier. Les blocs déversés, les murets de bois, les épis de bois, les quais et les remblais constituent entre 3,7 % et 0,3 % du territoire côtier (Tableau 31). Comme pour les zones portuaires multiples, les quais ont été considérés comme des infrastructures de protection puisqu'ils sont composés généralement d'enrochements ou de murets de bois. Les méthodes douces, telles que la recharge en sable et l'écran organique, sont présentes à 0,6 % et 0,7 % dans la région de Uashat mak Mani-Utenam (Tableau 31).

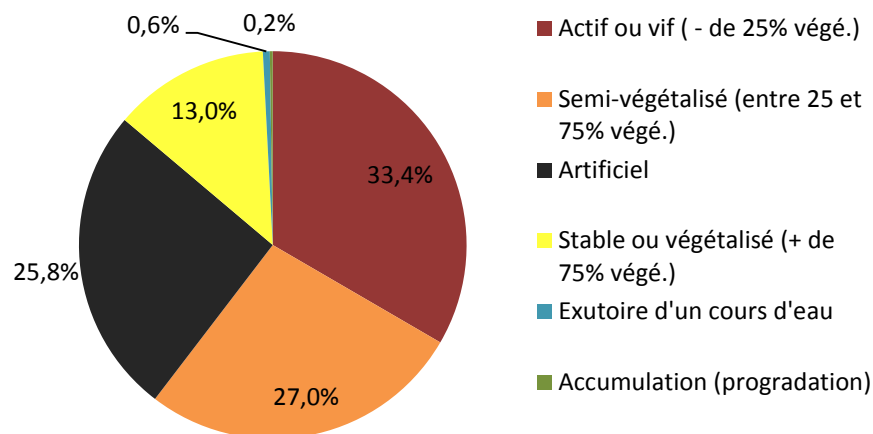


Figure 82. État de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam

Tableau 31. Types d'infrastructures de protection de la région de Uashat mak Mani-Utenam

Types d'infrastructures	Longueur (m)	%
Enrochement	4 610,02	49,1
Portuaire multiple	3 928,27	41,9
Blocs déversés	348,82	3,7
Muret de bois	169,23	1,8
Épis de bois	98,27	1,0
Quai	80,44	0,9
Écran organique	63,80	0,7
Recharge de sable	55,67	0,6
Remblai	29,09	0,3
Total	9 383,62	100

5.3.1.3 Processus actifs

L'extrémité ouest de la région de Uashat mak Mani-Utenam, de la rivière du Poste au marais maritime de la pointe du Poste, évolue surtout en raison des processus gravitaires. D'ailleurs, les décrochements superficiels, les ravinements et la suffosion affectent le trait de côte. La ligne de rivage est soumise à l'action des vagues au bas de la falaise et très peu à l'action de l'érosion fluviale provenant de la rivière du Poste. Les actions anthropiques ont aussi un effet sur la dynamique côtière. Les canaux de drainage provoquent un ruissellement concentré qui engendre de l'érosion en ravinement. Une section de la falaise meuble constituée de sable subit des coulées de sable sec lorsque le temps est sec et venteux. La dernière partie de la falaise meuble, soit celle adjacente au marais maritime, est composée d'argile qui est propice à la gélifraction lors des cycles de gel et de dégel.

De la pointe du Poste à la pointe de Moisie, les principaux processus qui agissent sur la côte sont les vagues et la submersion. À quelques endroits, comme sur la pointe du Poste et sur la pointe de Moisie, les VTT se promènent et représentent un processus d'érosion côtière (Figure 88 et Figure 90). Les cours d'eau qui se jettent sur la plage contribuent aussi au déplacement des sédiments, de même que les résurgences qui ressortent sur l'estran (Figure 89). Dans la partie habitée des plages de Sept-Îles, un canal de drainage contribue aussi à l'activation de la côte. La berge de la flèche littorale faisant face à la rivière Moisie est soumise aux processus fluviaux, tel que l'érosion fluviale, et aux processus attribuables aux courants de marée (Figure 90).

5.3.2 Portrait actuel du secteur de la réserve de Uashat mak Mani-Utenam

5.3.2.1 Uashat

5.3.2.1.1 Types de côte et de stratigraphie

Près de 44 % du littoral de la réserve de Uashat a été caractérisé en tant que flèche littorale (Figure 83). D'ailleurs, la flèche littorale, nommée pointe Naneu par les Innus, représente un endroit important pour la communauté. Cette flèche s'est formée au fil des années suite à l'artificialisation du littoral de Sept-Îles. Une autre flèche littorale, la pointe du Poste, a été utilisée comme marina dans les années 1960. De nos jours, la marina n'est plus en fonction, mais la forme côtière est demeurée quasi intacte puisqu'un muret de bois empêche son évolution. Cette flèche littorale abrite un marais maritime qui représente 9,3 % de la côte (Figure 83). Le littoral entre la pointe du Poste et la rivière du Poste est constitué d'une falaise meuble (24,5 %, Figure 83). Le littoral du côté est de la réserve, vers le centre-ville de Sept-Îles, a été caractérisé en terrasse de plage et forme 22,5 % du littoral (Figure 83).

La stratigraphie qui décrit le littoral de Uashat a surtout été notée comme étant du sable (53,7%; Tableau 32). Le sable peut parfois reposer sur de l'argile, ou être mélangé à des graviers ou du silt (Tableau 32). La stratigraphie de la falaise meuble située près du boulevard des Montagnais est décrite en détail à la section 5.2.1.2. Les autres types de dépôts meubles caractérisés sur le littoral de Uashat sont présentés dans le tableau 32.

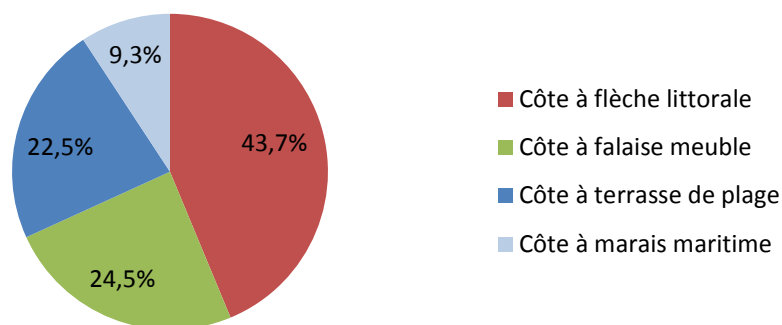


Figure 83. Types de côte de la réserve de Uashat

Tableau 32. Stratigraphie de la côte de la réserve de Uashat

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	2 755,0	53,7
Sable / Argile	923,6	18,0
Silt	530,8	10,3
Remblai	356,0	6,9
Sable et gravier	319,1	6,2
Silt et sable	110,1	2,1
Remblai / sable	73,4	1,4
Gravier et sable	66,5	1,3
Total	5 134,6	100

5.3.2.1.2 État de la côte et des infrastructures

Une importante partie du littoral a été, en 2008, considérée comme active (41,9 %; Figure 84). Cette côte en érosion est principalement située sur la flèche littorale et sur la terrasse de plage (Figure 88). Une partie se retrouve aussi dans la falaise meuble près du boulevard des Montagnais. Les côtes semi-végétalisées et stables représentent respectivement 26 % et 16,9 % du littoral de Uashat (Figure 84). Près de 15 % de la côte est artificielle et ce segment artificialisé se situe sur la pointe du Poste et face au secteur de Uashat le plus à l'est (Figure 84). Il s'agit principalement de blocs déversés et d'enrochements dont l'état est généralement bon.

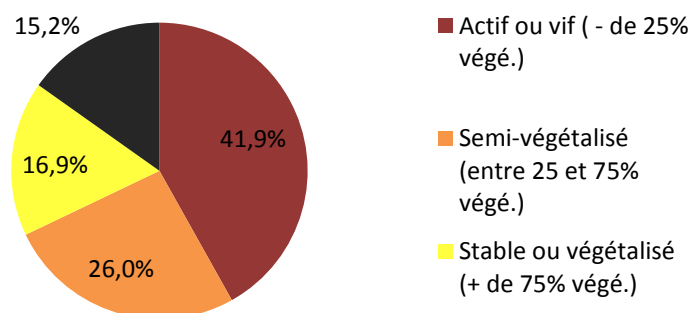


Figure 84. État de la côte de la réserve de Uashat

5.3.2.1.3 Processus actifs

Comme il a été mentionné auparavant, les processus qui dominent la falaise meuble sont les décrochements superficiels, l'érosion fluviale, l'érosion par les vagues, la suffosion, les ravinements, les coulées de sable sec et la gélifraction (Figure 88). Le canal de drainage a aussi été considéré comme étant un processus actif dans la falaise. L'autre partie de la réserve de Uashat est soumise aux vagues et à la submersion. Les VTT sont aussi un facteur d'érosion, particulièrement sur les flèches littorales (Figure 88).

5.3.2.2 Mani-Utenam

5.3.2.2.1 Types de côte et de stratigraphie

Le littoral qui borde la réserve de Mani-Utenam est uniquement formé d'une terrasse de plage dont la ligne de rivage est composée de sable. La seule infrastructure présente à Mani-Utenam est un écran organique qui mesure 36 m de longueur.

5.3.2.2.2 État de la côte et des infrastructures

La côte de Mani-Utenam est principalement stable (47 %) ou semi-végétalisée (27 %) (Figure 85). Le quart du littoral a été considéré actif et seulement 1% du littoral de Mani-Utenam est artificiel (Figure 85). Il s'agit d'un écran organique en bon état.

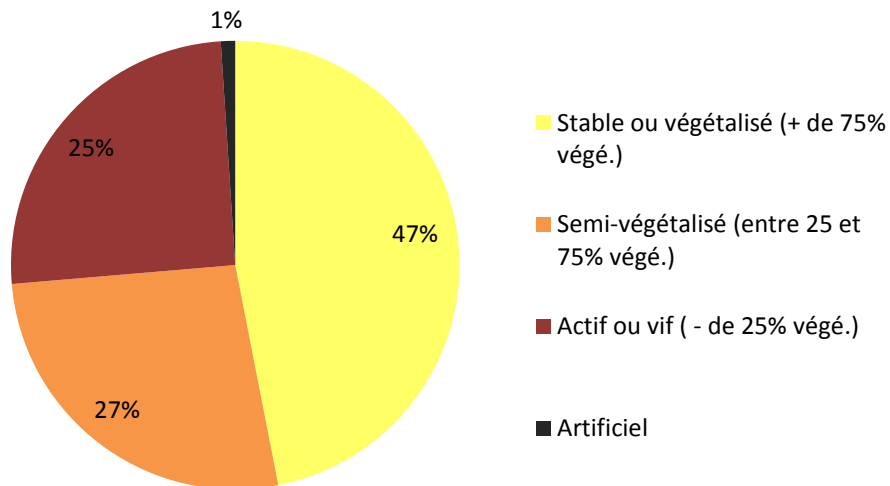


Figure 85. État de la côte de la réserve de Mani-Utenam

5.3.2.2.3 Processus actifs

Puisque l'on retrouve uniquement une terrasse de plage à Mani-Utenam, les processus qui façonnent le littoral sont principalement les vagues et la submersion. Les VTT sont aussi considérés comme étant des processus d'érosion. Quelques résurgences sur l'estran agissent également comme facteurs d'érosion et de transport des sédiments (Figure 90).

5.3.3 Portrait actuel du secteur de la rivière Brochu

5.3.3.1 Types de côte et de stratigraphie

Comme il a été montré dans la section 0, les résidents de Uashat mak Mani-Utenam utilisent les plages de l'estuaire de la rivière Brochu dans le cadre de leurs loisirs. Les résultats de la caractérisation montrent que près de la moitié de cette côte est sous la forme de flèches littorales (47,2 %; Figure 86). En effet, deux flèches littorales se situent de chaque côté de l'embouchure de l'estuaire de la rivière Brochu. De part et d'autre des flèches littorales se trouvent des côtes à terrasse de plage (33,4%). De plus, des terrasses de plage se retrouvent également à l'intérieur de l'estuaire de la rivière Brochu. Dans cet estuaire, une côte à marais maritime (13,7%), une côte à falaise meuble (5,0 %) et un exutoire d'un plus petit cours d'eau (0,6 %) ont aussi été caractérisés (Figure 86).

La stratigraphie qui est présente sur le littoral de la rivière Brochu est encore une fois principalement composée de sable (Tableau 33). On retrouve également un peu de silt dans les marais maritimes et la falaise meuble (Tableau 33). Un remblai fait aussi partie de la composition stratigraphique de la côte (Tableau 33).

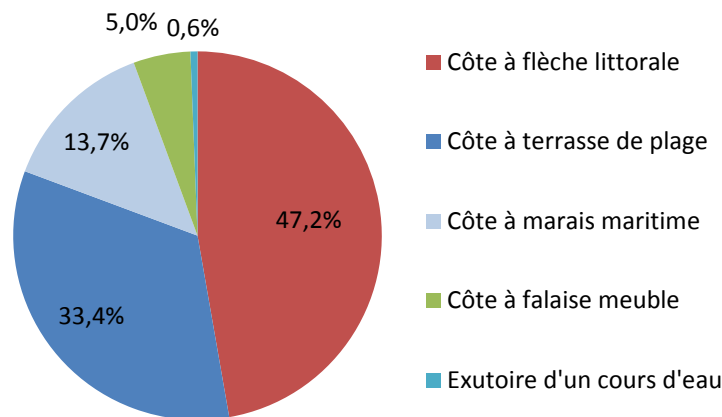


Figure 86. Types de côte du secteur de la rivière Brochu

Tableau 33. Stratigraphie de la côte du secteur de la rivière Brochu

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	6 130,81	90,3
Silt	617,98	9,1
Remblai	41,78	0,6
Total	6 790,58	100

5.3.3.2 État de la côte et des infrastructures

La moitié du littoral a été considérée comme étant actif (52,1 %) et le tiers a été caractérisé semi-végétalisé (Figure 87). Près de 8 % de la côte est artificielle et se situe à l'intérieur de l'estuaire de la rivière Brochu. Les infrastructures présentes sont des enrochements, un ponton et un remblai. Les enrochements sont généralement en bon état mis à part la section à proximité du pont de la route 138. Enfin, 7 % du littoral a été considéré comme étant stable puisqu'il ne présentait aucun signe d'érosion.

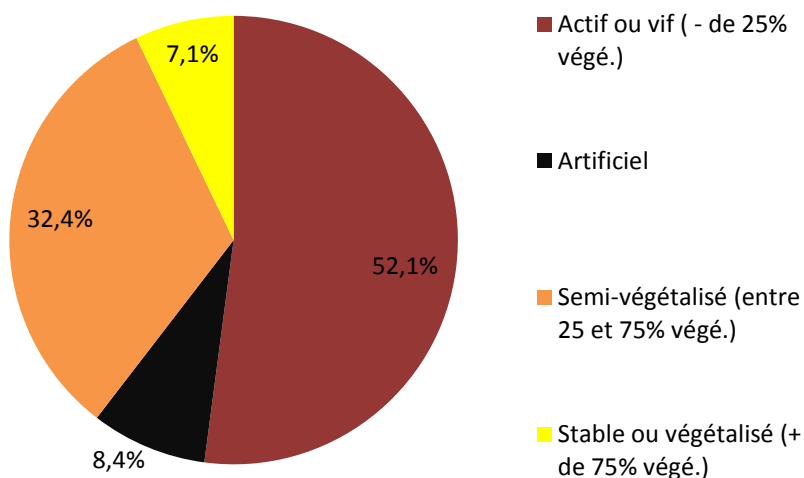


Figure 87. État de la côte du secteur de la rivière Brochu

5.3.3.3 Processus actifs

Les processus qui façonnent la côte du secteur de la rivière Brochu face au golfe du Saint-Laurent sont principalement les vagues et la submersion (Figure 91). De plus, quelques zones des flèches littorales sont soumises à l'action des VTT. Les côtes à l'intérieur de l'estuaire de la rivière Brochu sont quant à elles non seulement affectées par les vagues et la submersion, mais aussi par les courants de marée et par l'érosion fluviale. Une petite section de la falaise meuble est soumise à des décrochements superficiels.

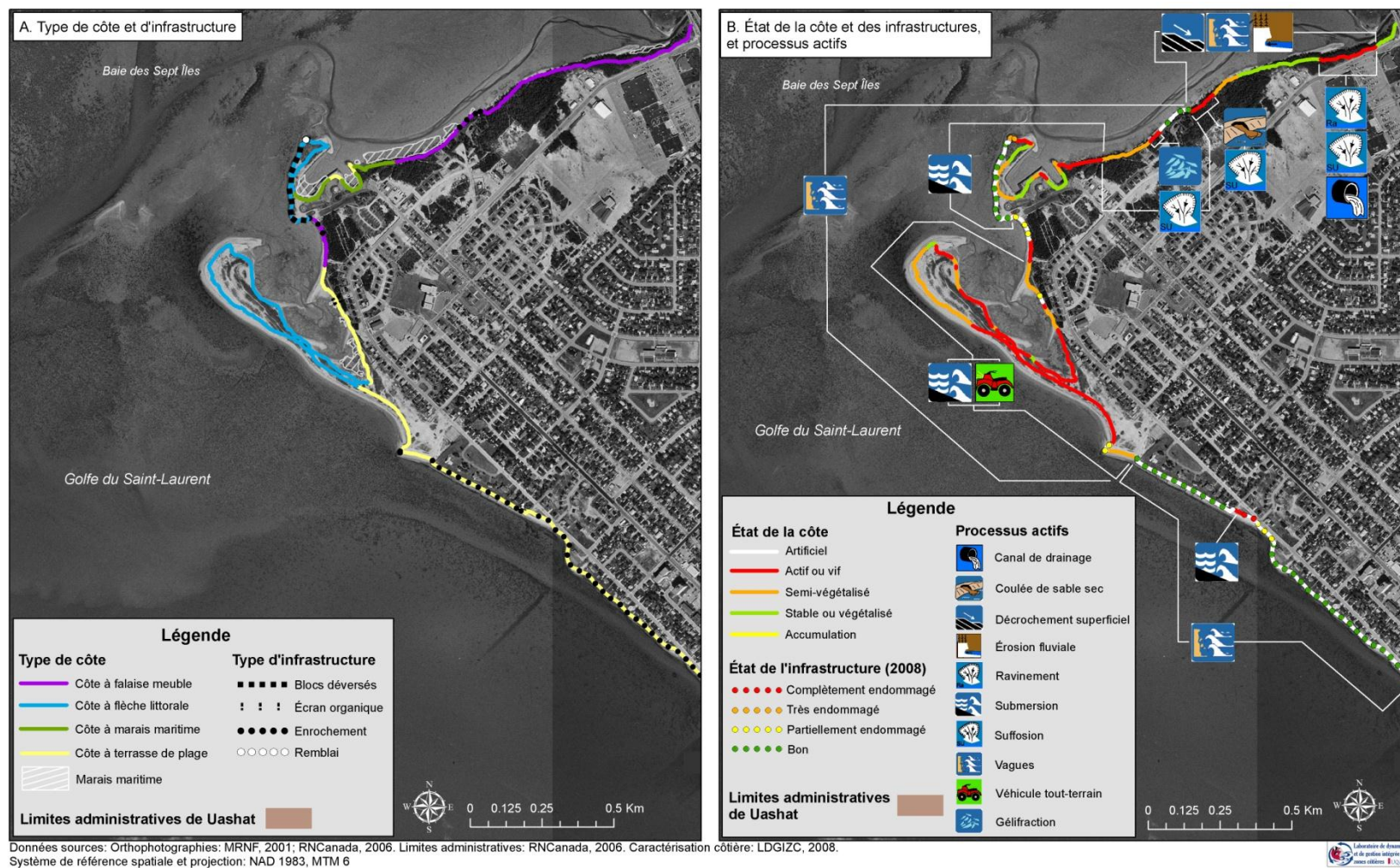


Figure 88. Portrait actuel du secteur de Uashat

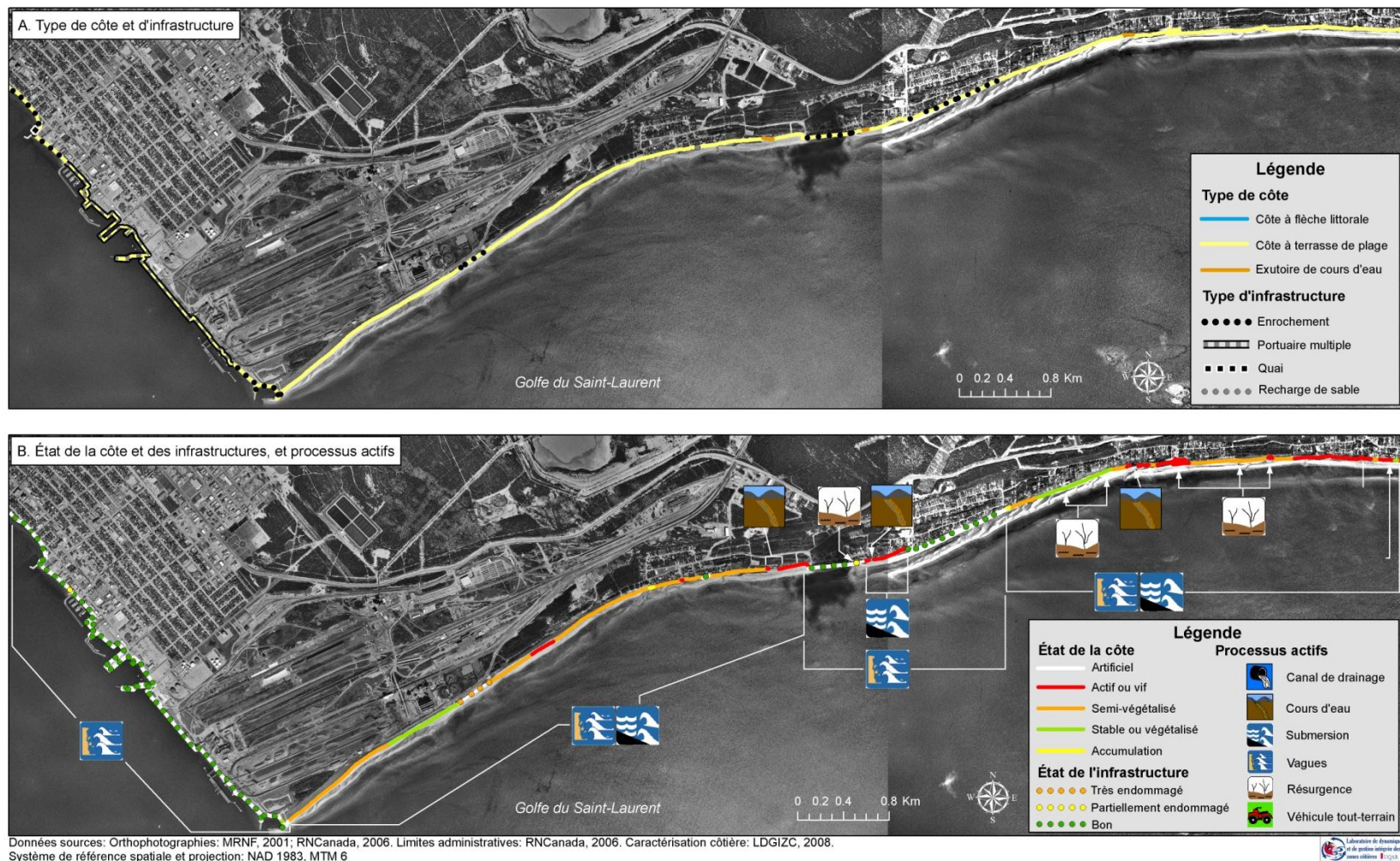


Figure 89. Portrait actuel du secteur de Sept-Îles

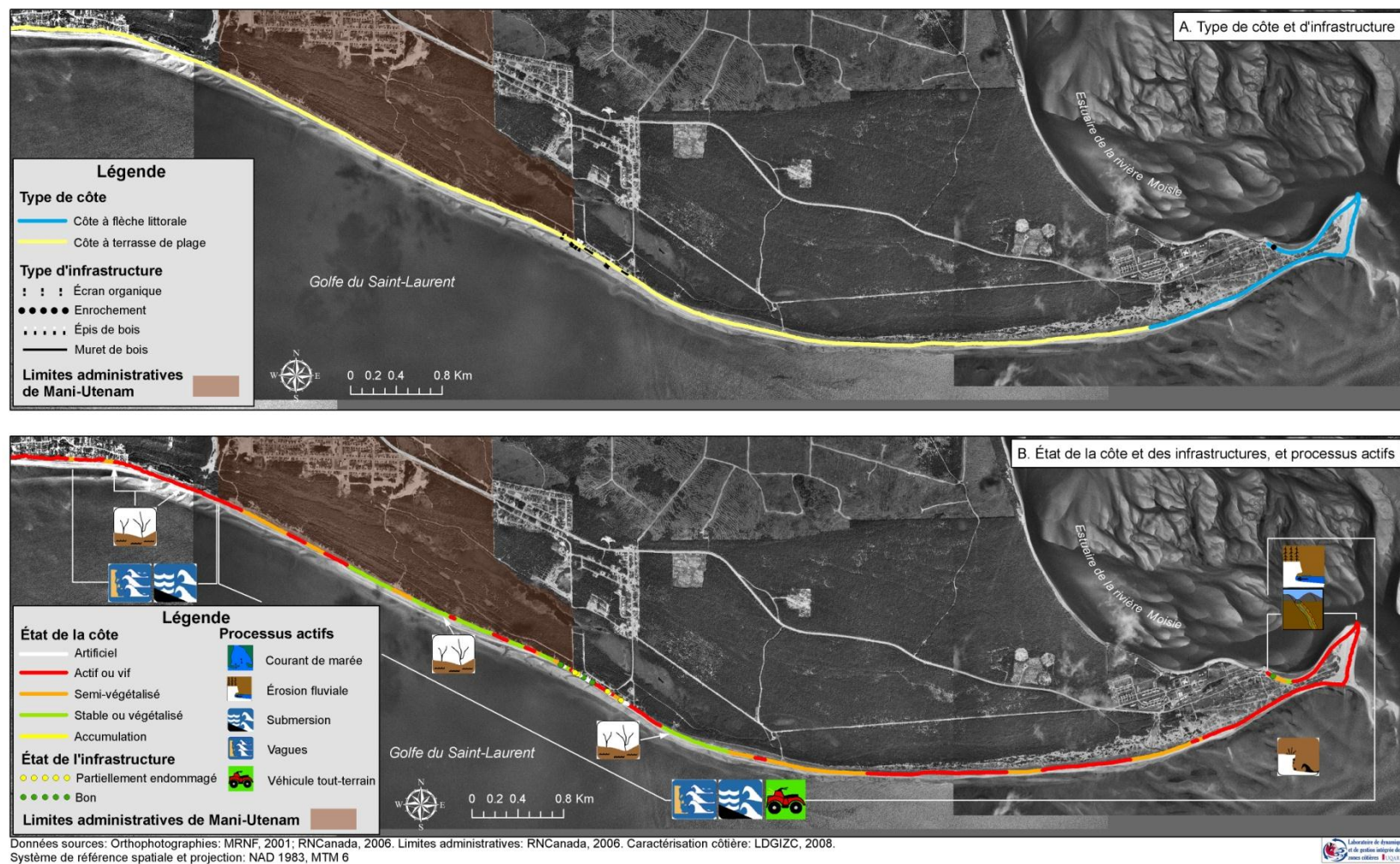


Figure 90. Portrait actuel du secteur de Mani-Utenam jusqu'à la rivière Moisie

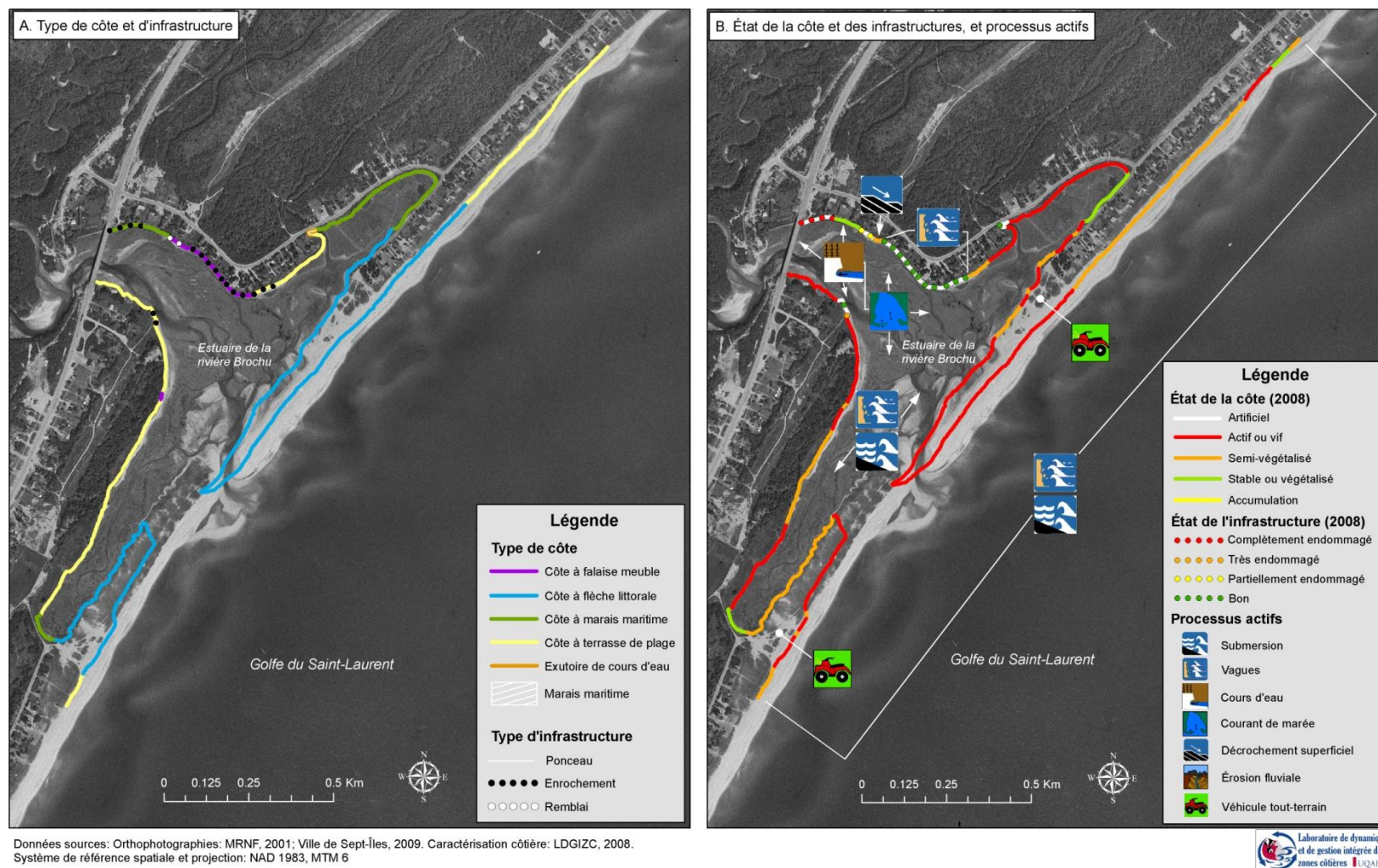


Figure 91. Portrait actuel du secteur de la rivière Brochu

5.4 Évolution historique de la côte

5.4.1 Région de Uashat mak Mani-Utenam

5.4.1.1 Analyse globale des taux de déplacement

L'analyse de l'évolution historique se fait directement en lien avec les planches 1 et 2 qui rassemblent les données nécessaires à la compréhension.

La figure 92 présente le bilan des taux de déplacement par type de côte et par période pour la région de Uashat mak Mani-Utenam. Au regard de cette figure, on constate que la ligne de rivage fluctue constamment à travers le temps, mais que le taux de déplacement est globalement positif depuis 1931 et se traduit par une accumulation moyenne de 0,37 m/an tous types de côte confondus (1931-2005/2006). La période couvrant 1965 à 1970 est la seule qui présente un taux global négatif (-0,8 m/an). En effet, au cours de cette période, tous les taux de déplacement des différents types de côte sont en recul. Cette période est la seule où les terrasses de plage connaissent un véritable bilan négatif avec un taux moyen de -0,83 m/an alors que la période récente (1996-2005/2006) enregistre un bilan plutôt stable avec un taux de recul de -0,04 m/an. Les côtes à flèche littorale sont quant à elles en recul de 1931 à 1970 et en accumulation ou en quasi-stabilité de 1970 à 2005/2006. Toutefois, leur bilan de 1931 à 2005/2006 est négatif (-0,15 m/an). Les marais maritimes subissent aussi des cycles de recul et d'accrétion au cours des différents intervalles de temps (Figure 92). Les falaises meubles sont en constant recul depuis 1931 avec des valeurs très élevées de -2,0 m/an pour la période allant de 1979 à 1982.

Comme on peut le constater sur les planches 1 et 2, cette analyse globale de l'évolution de la ligne de rivage masque une grande variabilité dans le déplacement de la ligne de rivage à plus grande échelle. Cette variabilité peut avoir des répercussions importantes sur l'aménagement du territoire. Ainsi, afin de caractériser plus précisément la dynamique sédimentaire du milieu, le territoire a été divisé en deux secteurs (A et B) puis subdivisé en 13 unités homogènes. Comme il a déjà été mentionné, les secteurs sont des zones soumises à des conditions hydrodynamiques similaires qui forment de grandes entités géomorphologiques relativement uniformes. Chaque secteur est divisé en unités homogènes définies en fonction des types de côtes et des taux de déplacement semblables.

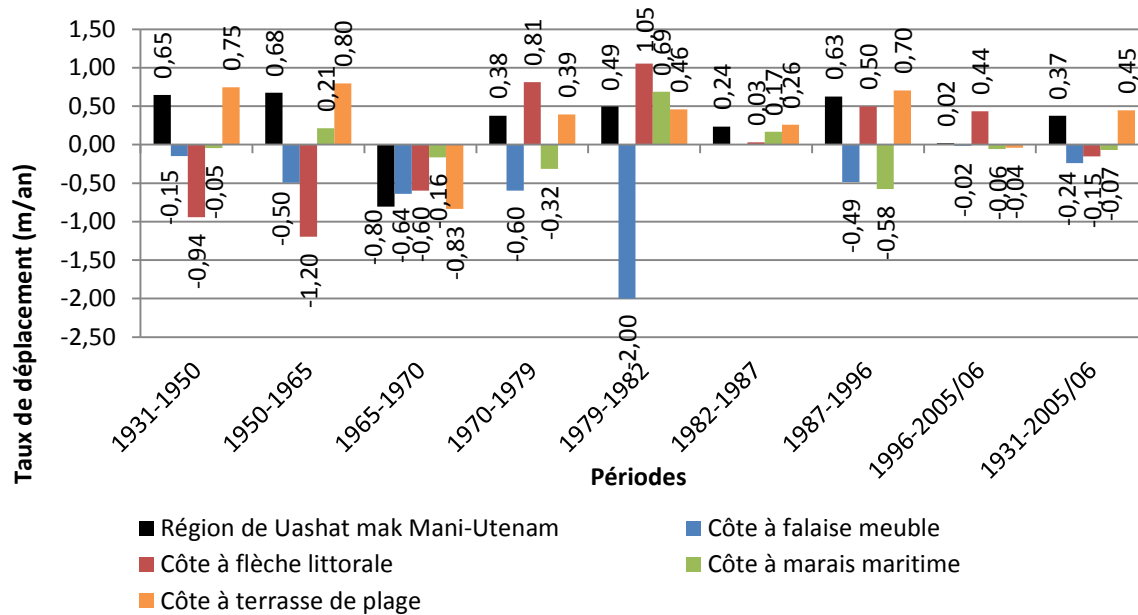


Figure 92. Taux de déplacement de la région de Uashat mak Mani-Utenam par type de côte et par période

5.4.1.2 Analyse par secteur des taux de déplacement

5.4.1.2.1 Secteur A (Rivière du Poste/pointe aux Basques)

Le secteur A est situé à l'extrémité ouest de la zone d'étude et s'étend de la rivière du Poste à la pointe aux Basques (Planche 1). Il enregistre globalement une accumulation de 0,30 m/an, et a connu son plus fort recul de -0,23 m/an durant la période de 1987 à 1996 (Figure 93). L'accumulation la plus importante s'est produite entre 1950 et 1965 (1,22 m/an). Mentionnons toutefois que l'analyse n'a pu être réalisée pour l'ensemble du secteur A pour la période de 1996-2005.

Le secteur A est divisé en huit unités homogènes puisqu'il est caractérisé par des types de côte et des taux de déplacement différents (Planche 1 et Figure 93).

La première unité (1), qui est composée d'une falaise meuble, est en recul depuis 1931. Le taux de recul moyen le plus important s'est produit entre 1970 et 1979 (-0,59 m/an). La valeur maximale mesurée a été de -1,13 m/an, aussi dans la période de 1970 à 1979.

L'unité 2 comprend une côte à marais maritime, une côte à terrasse de plage et une côte à flèche littorale. Cette unité a plus souvent connu des périodes de recul que d'accumulation. Le recul le plus important a été de -0,74 m/an et s'est produit entre 1979 et 1982. Lors de cette période, la valeur maximale mesurée a été de -6,1 m/an pour la flèche littorale.

L'unité 3 a été caractérisée en trois types de côte : falaise meuble, terrasse de plage et flèche littorale. La ligne de rivage de cette unité a fluctué entre le recul et l'accumulation et a connu les

taux de recul moyen les plus élevés entre 1950 et 1965 (-0,65m/an) ainsi qu'entre 1982 et 1987 (-0,79m/an). De 1982 à 1987, des valeurs de plus de -6,3 m/an ont été mesurées sur la flèche littorale alors qu'une accumulation avait été mesurée au cours de la période précédente (0,95m/an de 1979 à 1982).

L'unité 4 a été subdivisée en deux sous-unités, soit l'extérieur de la flèche littorale (4a) et la terrasse de plage adjacente (4b). La flèche littorale (4a) a connu un bilan positif de 0,66 m/an entre 1931 et 2005 et une période de plus fort recul de 1996 à 2005 avec un taux moyen d'érosion de -0,47 m/an. La période de 1965 à 1970 a aussi connu un recul élevé de -0,44 m/an. Son plus fort taux de déplacement positif a été mesuré entre les années 1950 et 1965 et a atteint 6,30 m/an. La terrasse de plage a aussi eu un bilan positif de 0,38 m/an entre 1931 et 2005. La période de plus fort recul a été de 1987 à 1996 avec un taux de recul moyen de -1,89 m/an.

L'unité 5, qui correspond à une terrasse de plage, est complètement anthropisée depuis 1965 à l'exception d'un court segment devant la réserve de Uashat (5b). Cette unité a été divisée en trois sous-unités. L'unité 5a présente un bilan plutôt stable depuis l'enrochement d'une bonne partie de la côte en 1965. La période qui précède l'enrochement, de 1950 à 1965, avait pourtant connu un bilan fortement positif de 2,59 m/an. L'unité 5b qui borde la réserve présente un bilan négatif avec un taux de recul moyen de -0,66 m/an entre 1931 et 2005. La période de plus fort recul est de 1965 à 1970 avec un taux moyen de -2,21 m/an. L'unité 5c correspond en bonne partie à la zone portuaire. Entre 1950 et 1965, cette zone a connu sa plus forte accrétion, soit de 1,75 m/an. Par la suite, avec l'artificialisation graduelle de la côte, ses taux de déplacement sont demeurés près de la stabilité, variant entre -0,11 m/an et 0,30 m/an.

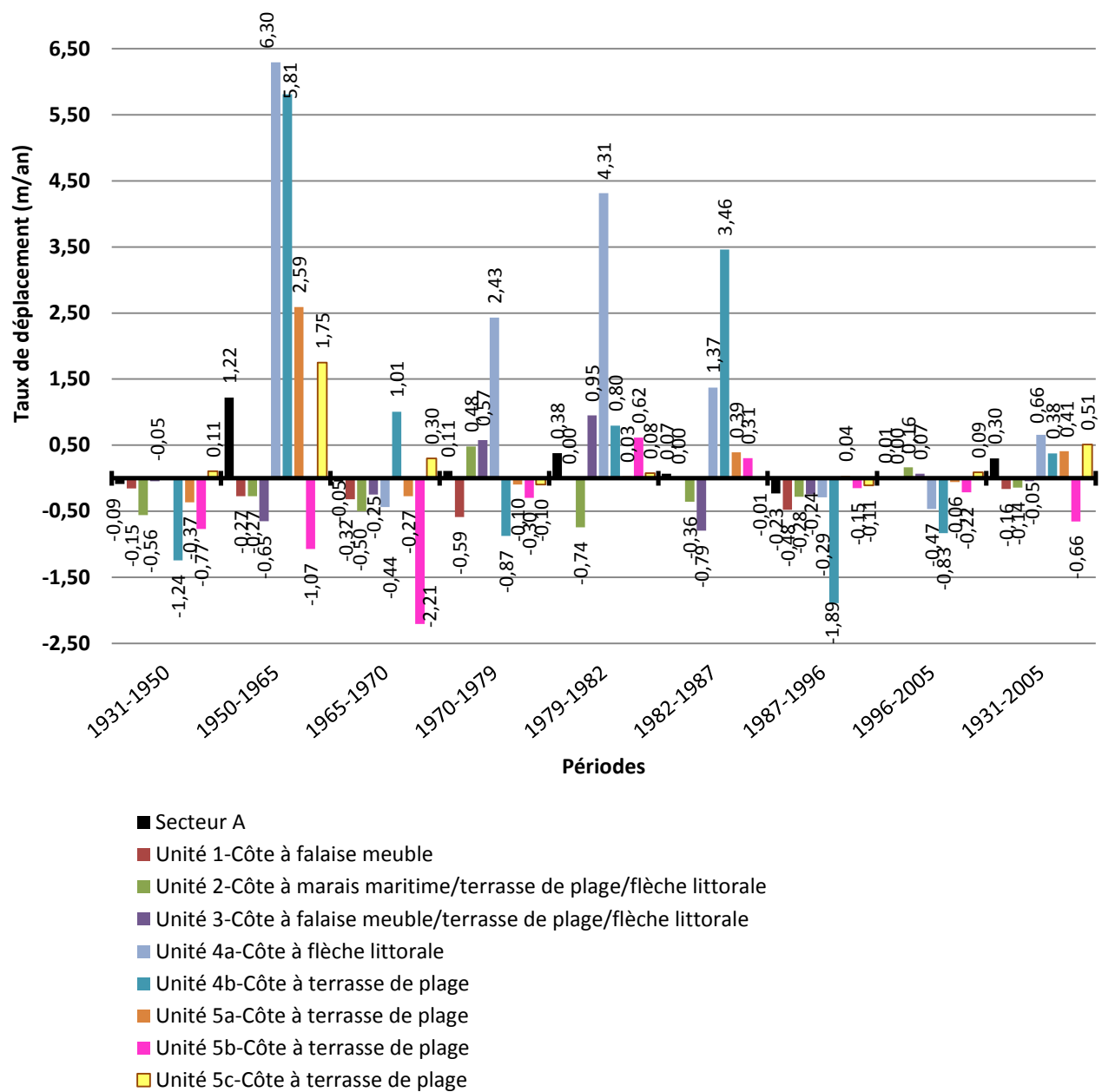


Figure 93. Taux de déplacement du secteur A par type de côte et par période

5.4.1.2.2 Secteur B (Pointe aux Basques/rivière Moisie)

Le secteur B, qui s'étend de la pointe aux Basques à la rivière Moisie, comprend 5 unités homogènes (6 à 10) (Planche 2). Il a connu un taux de déplacement global positif de 0,40 m/an de 1931 à 2005 (2006 pour Mani-Utenam) (Figure 95). Seule la période entre 1965 et 1970 connaît un bilan négatif avec un taux de recul moyen élevé de -1,07 m/an. Toutes les autres périodes demeurent positives en termes de bilan sédimentaire. Cependant, ce bilan cache une évolution en dents de scie montrant des segments côtiers en érosion qui alternent avec des segments en accumulation selon les unités et les périodes (Planche 2). La valeur maximale mesurée a été de -11 m/an lors de la période de 1965 à 1970 (Planche 2).

L'unité 6, qui suit la zone portuaire, connaît une accumulation constante depuis 1931, sauf pour la période de 1979 à 1982 où le bilan a été négatif avec un taux de recul moyen élevé de -1,02 m/an (Figure 94). Comme dans l'étude de Bernatchez *et al.* (2008), cette terrasse de plage connaît un bilan sédimentaire positif avec une valeur de 0,69 m/an entre 1931 et 2005. Malgré ce bilan positif, certains segments côtiers peuvent enregistrer des taux de recul moyen atteignant -6 m/an, notamment pour les périodes de 1979 à 1982 et de 1982 à 1987 (Planche 2).

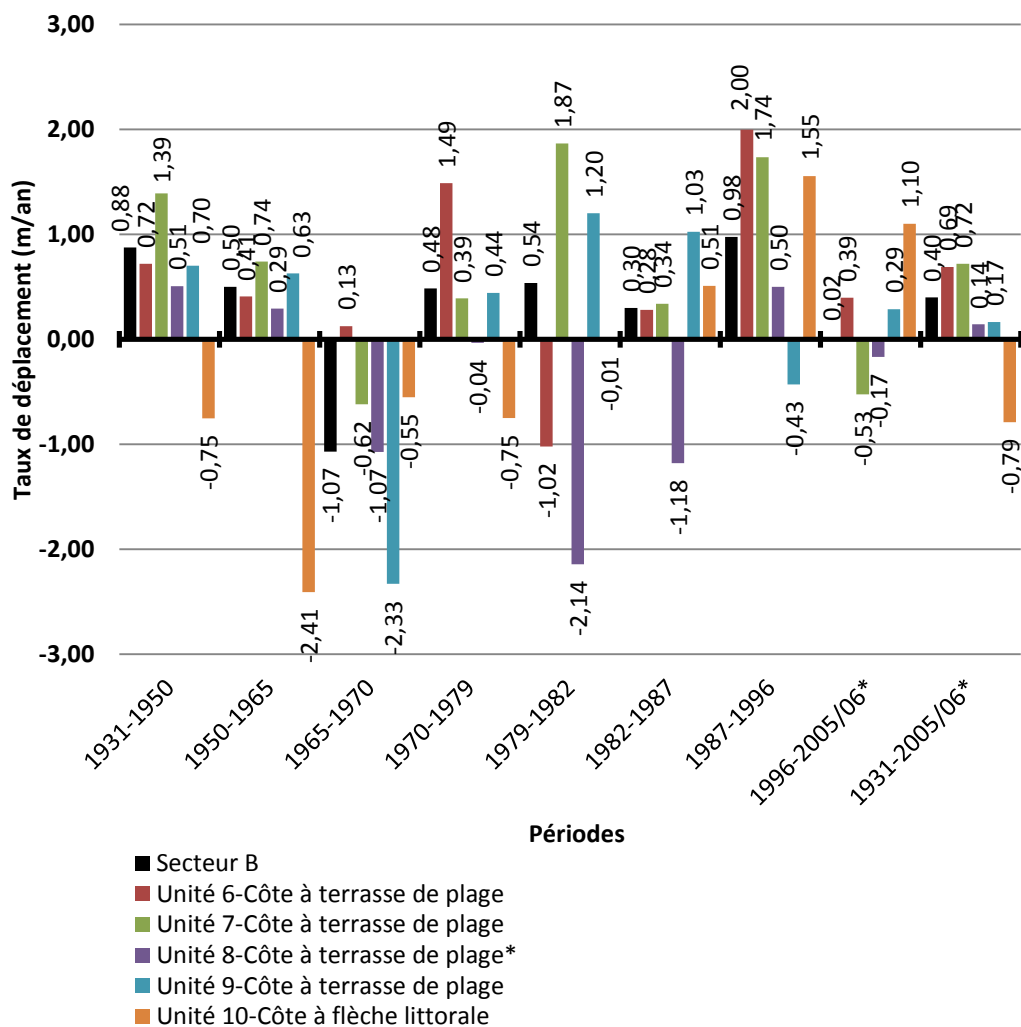
L'unité 7, qui représente le secteur des plages de la ville de Sept-Îles, affiche aussi un bilan positif avec un taux moyen de déplacement de 0,72 m/an entre 1931 et 2005 (Figure 94). Le plus fort taux d'accumulation s'est produit entre 1979 et 1982 avec une valeur de 1,87 m/an. Mais, c'est aussi lors de cette période que le taux moyen d'érosion le plus élevé a été mesuré ponctuellement avec une valeur de -12 m/an (Planche 2). Seules les périodes de 1965 à 1970 et de 1996 à 2005 enregistrent un bilan d'érosion avec des taux moyens respectifs de -0,62 m/an et de -0,53 m/an. Depuis 1965, il n'est pas rare de mesurer ponctuellement des valeurs de recul de plus de -2 m/an peu importe la période d'analyse.

L'unité 8, couvrant le territoire de la réserve de Mani-Utenam, montre un taux global entre 1931 et 2006 positif ou en quasi-stabilité (0,14 m/an). Cependant, cette unité a connu d'importantes périodes d'érosion. En effet, après avoir connu de l'accumulation dans les premiers intervalles étudiés (1931-1965), cette unité de terrasse de plage a connu un recul de -1,07 m/an entre 1965 et 1970. Au cours des neuf années qui ont suivi, le taux de déplacement est demeuré stable (-0,04 m/an). Entre 1979 et 1982 ainsi qu'entre 1982 et 1987, la terrasse de plage de la réserve a connu d'importants taux de recul moyen de -2,14 m/an et -1,18 m/an respectivement. Ensuite, une période d'accumulation de 0,50 m/an a été mesurée entre 1987 et 1996 suivie d'une période d'érosion de -0,17 m/an entre 1996 et 2006. Entre 1965 et 1987, des taux de recul atteignant -4 m/an ont été mesurés ponctuellement à plusieurs reprises (Planche 2). La valeur la plus élevée mesurée a été de -9,18 m/an lors de la période de 1965 à 1970.

L'unité 9, composée de côtes à terrasse de plage, affiche des résultats positifs pour l'ensemble des périodes, sauf pour les périodes entre 1965 et 1970 (-2,33 m/an) et entre 1987 et 1996 (-0,43 m/an). Ce qui, au final, donne un taux de déplacement positif de 0,17 m/an entre 1931 et 2005. Cette unité a tout de même connu de très grandes fluctuations de sa ligne de rivage avec des valeurs moyennes extrêmes pouvant atteindre 18 m/an (1979-1982) et -11 m/an (1965-

1970). De plus, entre 1950 et 2005 des taux de recul atteignant -4 m/an ont été mesurés ponctuellement à plusieurs reprises (Planche 2).

L'unité 10 constitue la flèche littorale de la rivière Moisie. Elle est la seule du secteur B qui présente un bilan négatif entre 1931 et 2005 avec un taux de recul moyen de -0,79 m/an (Figure 94). L'unité 10 a subi une importante érosion dans les années 1950 et 1965, soit de -2,41 m/an. C'est lors de cette période que le taux de recul maximal de -5,85 m/an a été mesuré (Planche 2). Par la suite, le recul fut un peu moins important et s'est estompé entre les années 1982 et 1987, où l'on observe une accumulation de 0,51 m/an. La période récente (1996-2005) est aussi caractérisée par un taux moyen d'accumulation de 1,1 m/an et c'est lors de cette période que la valeur maximale d'accumulation mesurée de 18 m/an a été enregistrée (Planche 2).



*Pour l'unité 8, l'année récente correspond à l'année 2006, alors que pour l'ensemble des autres unités, l'année la plus récente est 2005.

Figure 94. Taux de déplacement du secteur B par type de côte et par période

5.4.1.3 Constats généraux

Les résultats des taux de déplacement de la ligne de rivage montrent que la côte présente de façon générale un bilan d'accumulation avec un taux moyen de 0,37 m/an entre 1931 et 2005/06 pour la région. (Figure 95). Les taux de déplacement sont positifs pour la plupart des périodes et pour les deux secteurs définis. Seule la période de 1965 à 1970 enregistre un bilan négatif pour les deux secteurs et particulièrement pour le secteur B. La période récente de 1996 à 2005/2006 a connu un bilan sédimentaire neutre et la ligne de rivage n'a globalement pas bougé, malgré que certaines unités ont enregistré des reculs assez importants. Les taux moyens de déplacement de la ligne de rivage ne rendent toutefois pas compte des grandes fluctuations de la ligne de rivage qui caractérisent l'évolution des côtes à terrasses de plage et à flèches littorales des secteurs A et B (Planche 1 et 2). La prise en compte de ces fluctuations est cependant très importante pour l'aménagement du territoire puisque même si un segment côtier enregistre globalement une avancée, il peut reculer de plusieurs dizaines de mètres en une décennie (Bernatchez et Fraser, sous presse).

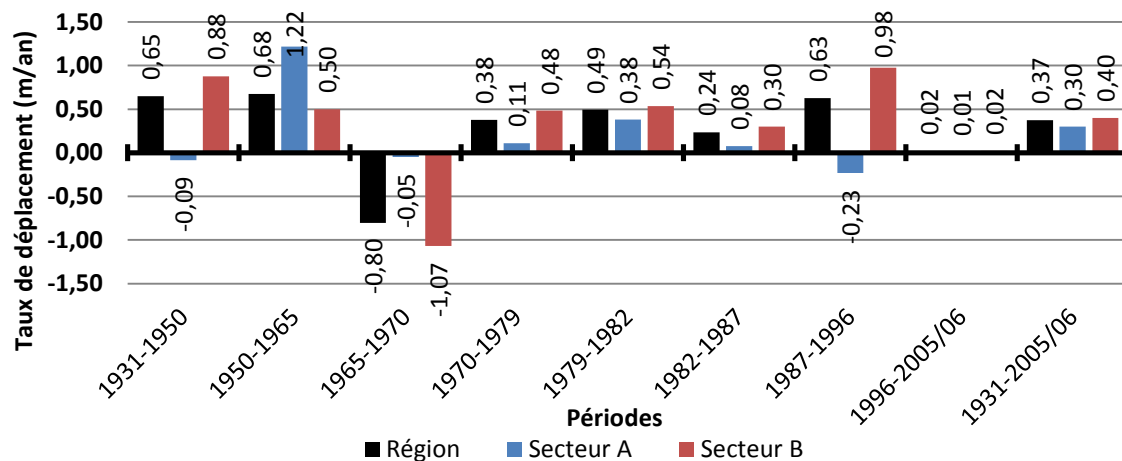
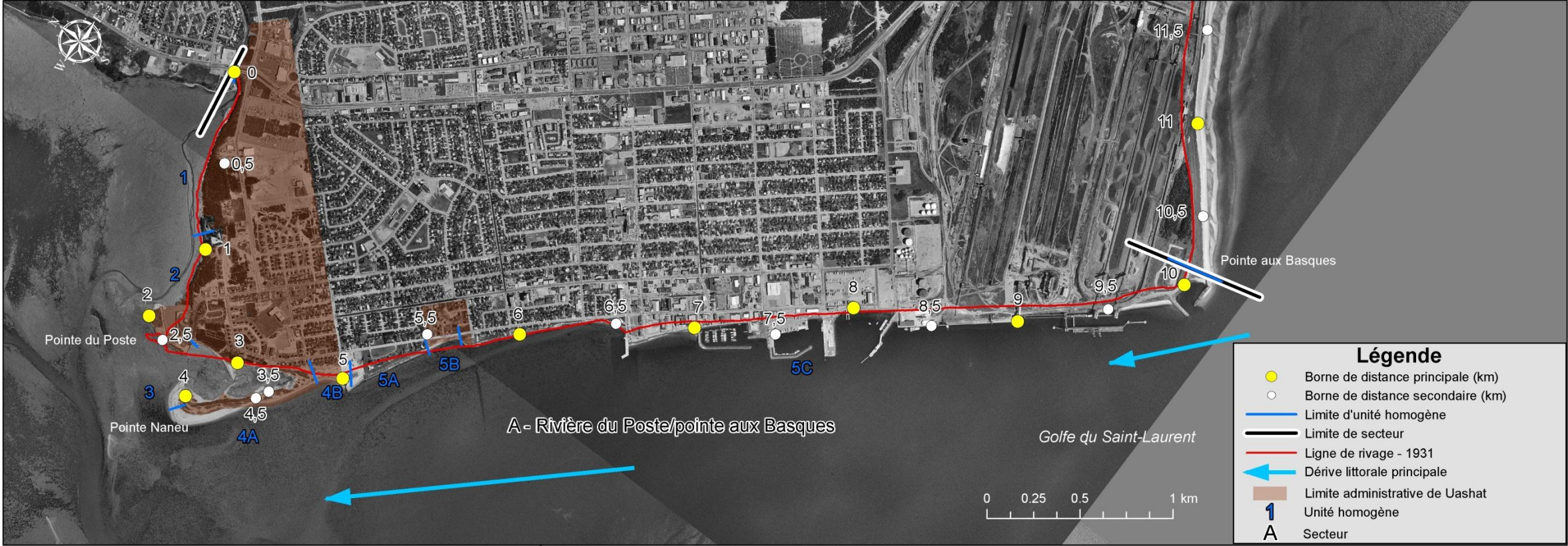
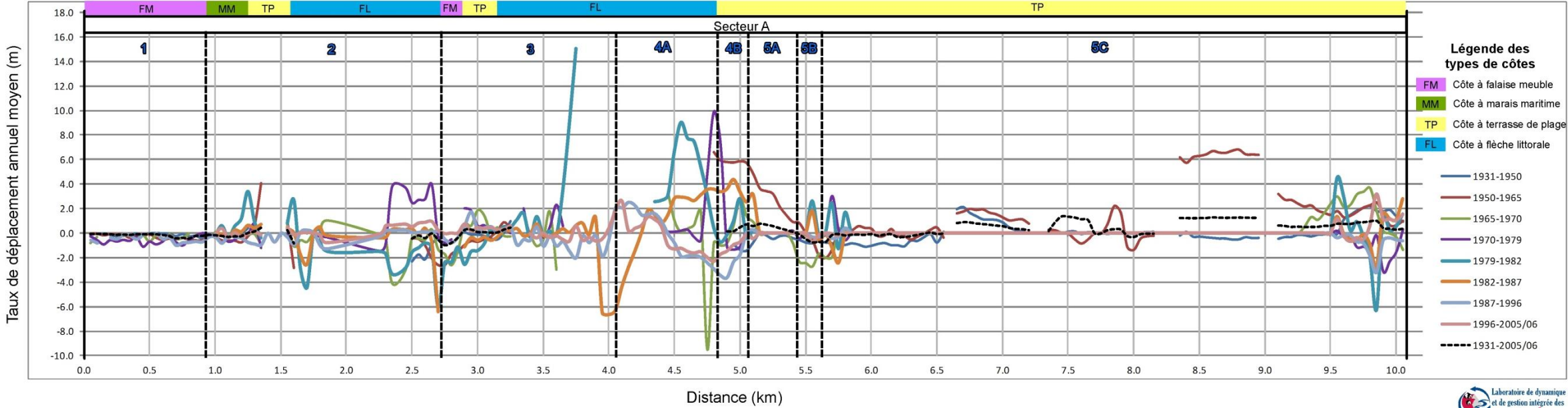


Figure 95. Taux de déplacement des secteurs A et B par période

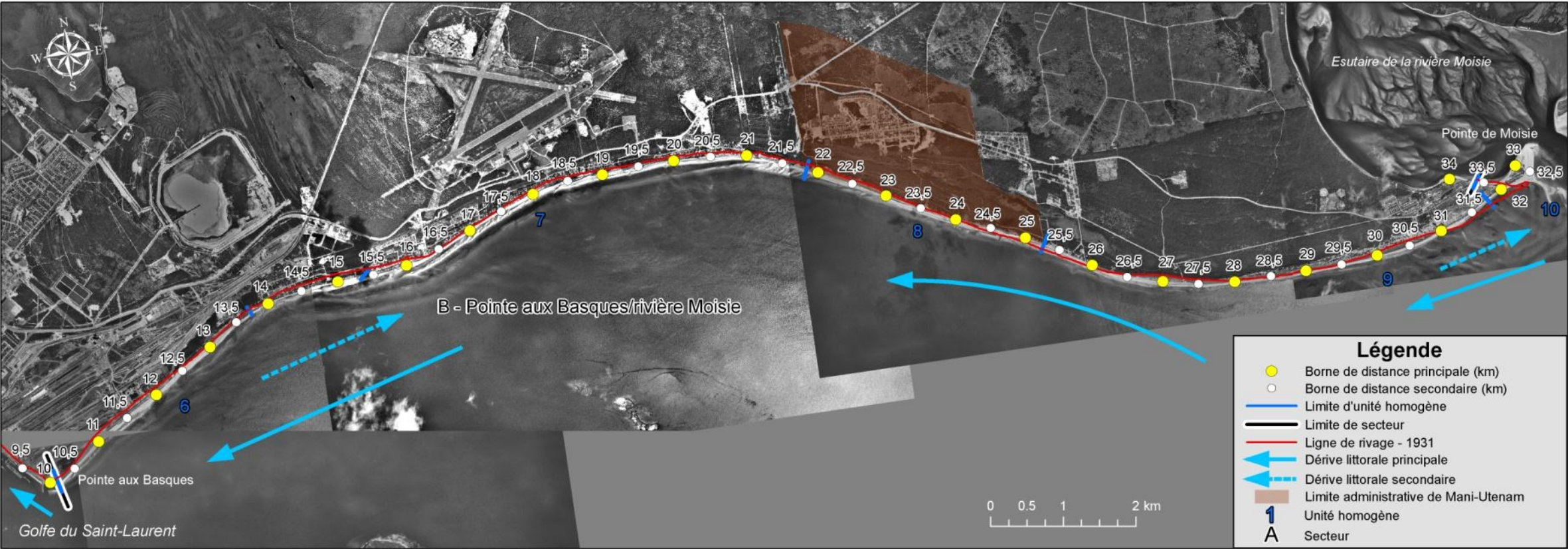


Évolution de la ligne de rivage entre 1931 et 2005.

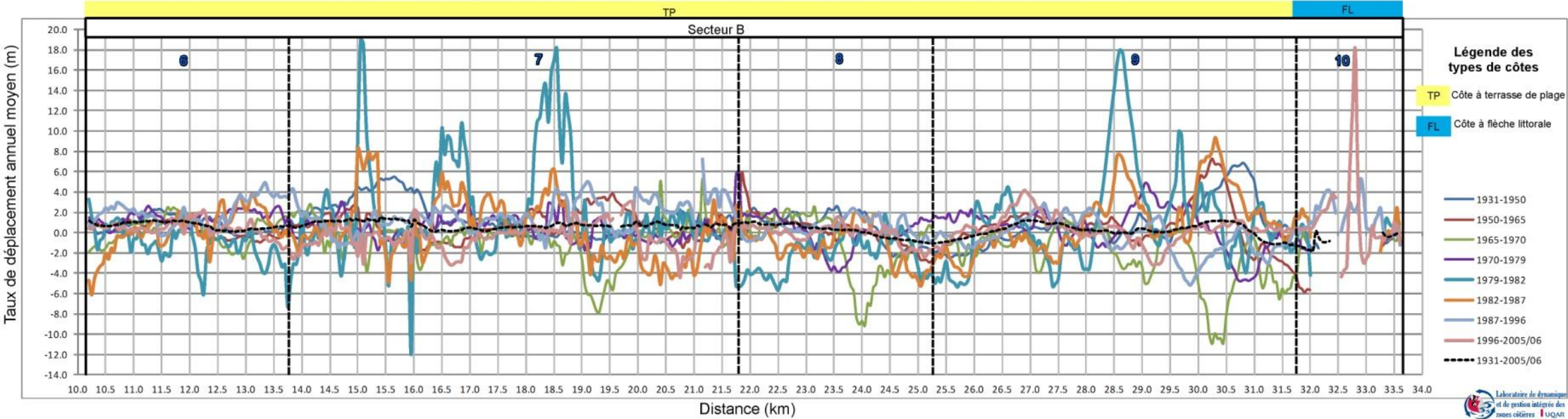


Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 1. Évolution côtière historique de la région de Uashat (Mikani-Uashat), secteur A



Évolution de la ligne de rivage entre 1931 et 2005-2006*. Pour l'unité 8, l'année récente est 2006.



Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4. 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 de la région de Uashatmak/Mani-Utenam, secteur B

5.4.2 Région de la rivière Brochu

5.4.2.1 Analyse globale des taux de déplacement

À l'instar de la région de Uashat mak Mani-Utenam, la ligne de rivage de la région de la rivière Brochu a connu entre 1931 et 2005 un bilan positif près de la stabilité avec une valeur moyenne de 0,10 m/an (Figure 96). La période de 1965 à 1970 a été sans contredit celle qui a enregistré les plus grands changements au niveau de la ligne de rivage. Les côtes à falaise meuble ont connu leur plus fort recul entre 1965 et 1970 (-1,70 m/an). Les côtes à flèche littorale, à marais maritime et à terrasse de plage ont connu leur plus importante accumulation lors de cette même période avec des taux moyens respectifs de 1,18 m/an, 0,47 m/an et 0,96 m/an (Figure 96). Les côtes à flèche littorale et à marais maritime ont connu leur taux moyen d'érosion le plus élevé lors de la période de 1996 à 2005 avec une valeur respective de -0,48 m/an et de -0,18 m/an alors que la côte à terrasse de plage a enregistré son taux moyen de recul le plus élevé entre 1982 et 1987 avec une valeur de -0,66 m/an. Pour l'ensemble de la région, les périodes de 1970 à 1979, de 1982 à 1987 et de 1996 à 2005 présentent un bilan négatif (Figure 96 et Planche 3).

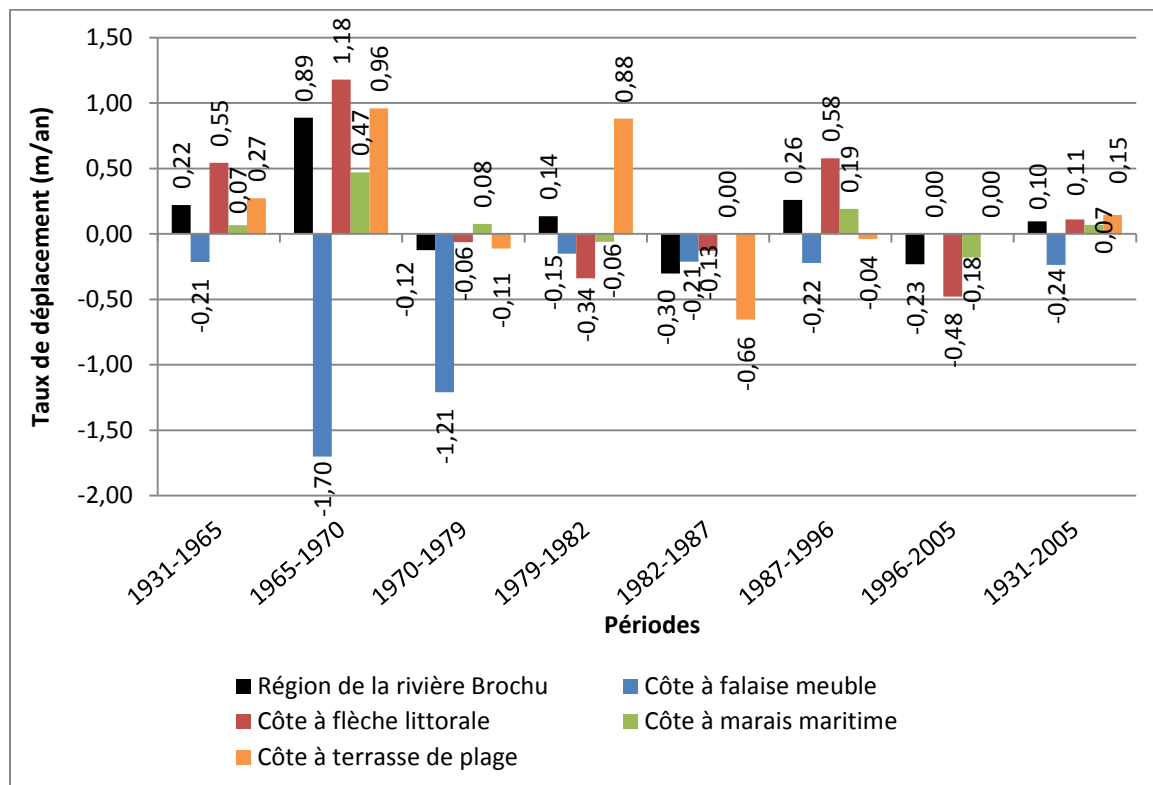


Figure 96. Taux de déplacement de la région de la rivière Brochu par type de côte et par période

5.4.2.2 Analyse par secteur des taux de déplacement

5.4.2.2.1 Secteur A (Côte ouest de la rivière Brochu)

Le secteur A est composé d'une flèche littorale (unité 1) qui est attachée à une terrasse de plage. La figure 97 et la planche 3 illustrent la variabilité de l'évolution de la ligne de rivage.

Les résultats de l'évolution historique de la ligne de rivage de l'unité 1 affichent un bilan nul entre 1965 et 2005 avec un taux moyen de 0,01 m/an (Figure 97). La première période d'analyse (1965-1970) présente le plus fort taux moyen d'accumulation avec une valeur de 2,37 m/an. Au cours de la période suivante, la côte à terrasse de plage connaît une période de relative stabilité alors que la flèche littorale adjacente recule en moyenne de -0,54 m/an. Cette même côte à flèche littorale subit un recul plus important de -2,27 m/an entre 1979 et 1982. La terrasse de plage, quant à elle, prograde de 3,48 m/an durant la même période. On aperçoit un changement dans les taux pour la période suivante. La côte à terrasse de plage connaît un important recul, soit de -3,40 m/an durant la séquence de 1982 à 1987. Ensuite, la période suivante est une période avec un bilan sédimentaire positif puisque les deux types de côte connaissent une accumulation. Le cycle d'érosion revient dans la période récente de 1996 à 2005 affichant une moyenne de taux de recul de -1,85 m/an pour les deux types de côte. La flèche littorale connaît un recul important de -2,03 m/an lors de cette période. Les périodes de 1996 à 2005 et de 1979 à 1982 présentent un bilan fortement négatif pour le secteur A. Des valeurs extrêmes de -14,6 m/an et de -8,3 m/an ont été mesurées ponctuellement sur la flèche littorale respectivement pour les périodes de 1979 à 1982 et de 1996 à 2005.

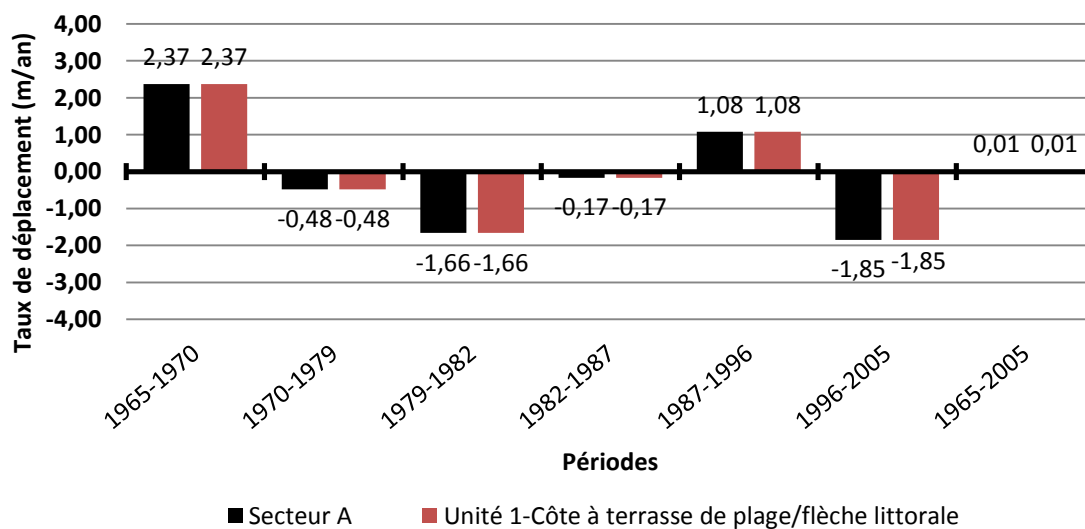


Figure 97. Taux de déplacement du secteur A – Côté ouest de la rivière Brochu - par période

5.4.2.2.2 Secteur B (Rive ouest de l'estuaire de la rivière Brochu)

Ce secteur, qui se situe à l'intérieur de l'estuaire de la rivière Brochu, est composé de la partie intérieure de la flèche littorale (unité 2), d'un marais maritime (unité 3) et d'une côte à terrasse de plage (unité 4) (Planche 3).

Ce secteur semble être protégé par la flèche littorale ce qui peut laisser croire que la ligne de rivage évolue lentement. Pourtant, les résultats montrent malgré tout de l'accumulation allant jusqu'à 1,35 m/an dans le marais maritime et des reculs atteignant - 0,59 m/an pour la côte à terrasse de plage (Figure 98). La période de 1979 à 1982 a connu une accumulation générale pour tous les types de côte alors que la période de 1982 à 1987 a connu un recul important sur l'ensemble du secteur. Dans l'ensemble, la ligne de rivage est restée relativement stable depuis 1931, mais a vécu plusieurs fluctuations entre l'érosion et l'accumulation. Les valeurs de recul extrêmes atteignent rarement -2 m/an peu importe les périodes d'analyse (Planche 3).

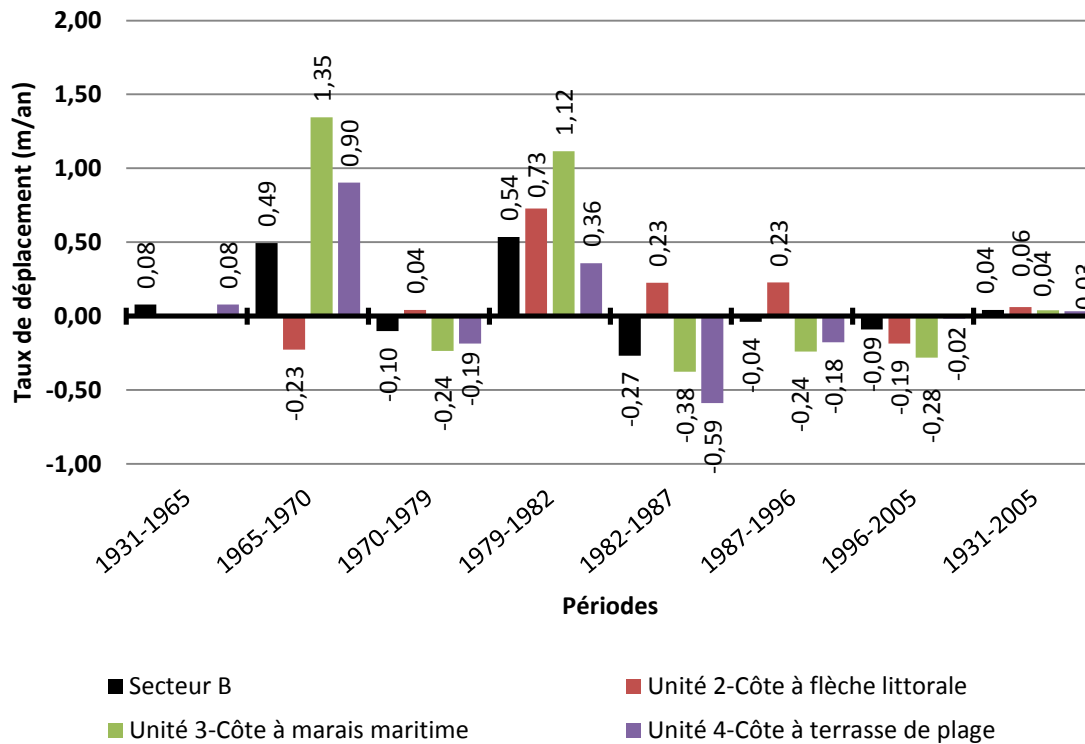


Figure 98. Taux de déplacement du secteur B - Rive ouest de l'estuaire de la rivière Brochu – par période

5.4.2.2.3 Secteur C (Rive est de l'estuaire de la rivière Brochu)

Le secteur C qui comprend la rive est de l'estuaire de la rivière Brochu est subdivisé en 5 unités homogènes (Planche 3). Tout comme pour le secteur B, le secteur C est en partie protégé des vagues par les flèches littorales à l'embouchure de la rivière Brochu. Le bilan d'évolution du secteur C entre 1931 et 2005 indique une quasi-stabilité avec un taux moyen positif de 0,01 m/an (Figure 99).

La côte à marais maritime (unité 5), située près du pont de la route 138, a connu sa plus forte période d'accumulation entre 1965 et 1970 avec une valeur de 0,99 m/an alors que sa plus forte période d'érosion a été de 1979 à 1982 avec une valeur de -0,95 m/an. Les falaises meubles (unité 6) reculent surtout entre 1965 et 1970 et entre 1970 et 1979 avec des taux de recul moyen respectifs assez élevés de -1,70 m/an et -1,21 m/an. La côte à terrasse de plage (unité 7) a été plutôt stable, sauf pour la période de 1965 à 1970 où elle a connu une importante avancée selon un rythme de 0,86 m/an. Le marais maritime (unité 8) et la flèche littorale (unité 9) enregistrent un bilan positif ou stable pour toute la période d'étude. L'accumulation la plus importante s'est produite dans l'intervalle de 1982 à 1987 au niveau de la flèche littorale (1,32 m/an). La période récente (1996-2005) connaît une légère érosion pour tous les types de côtes confondus (-0,10 m/an). Les valeurs extrêmes d'érosion mesurées dépassent rarement 1 m/an peu importe les périodes d'analyse.

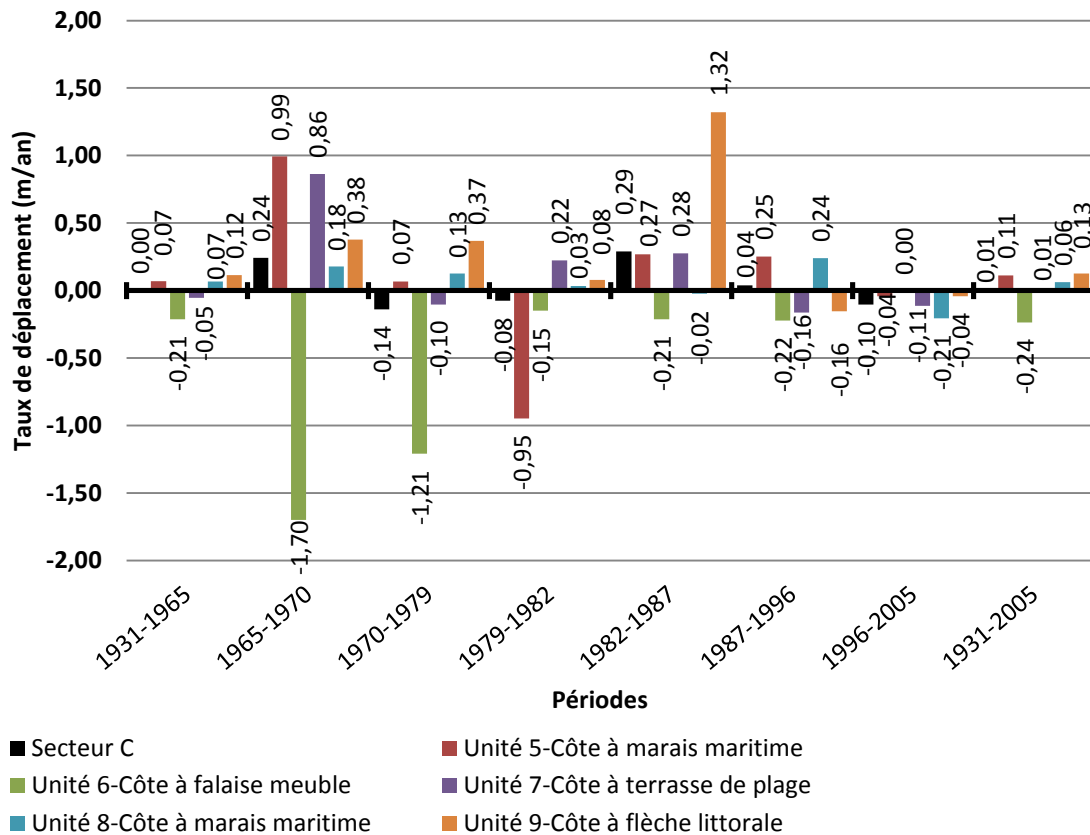


Figure 99. Taux de déplacement du secteur C - Rive est de l'estuaire de la rivière Brochu – par période

5.4.2.2.4 Secteur D (Côte est de la rivière Brochu)

Le secteur D est composé de deux unités, soit d'une côte à flèche littorale située à l'est de l'embouchure de la rivière Brochu (unité 10) et d'une côte à terrasse de plage adjacente vers l'est (unité 11) (Planche 3).

Ce secteur connaît principalement de l'accumulation et a vu sa ligne de rivage reculer uniquement durant la période de 1982 à 1987 (Figure 100). Le taux de recul moyen au cours de cette période a été de -2,14 m/an pour la flèche littorale et de -0,74 m/an pour la terrasse de plage. Une valeur extrême de recul de -6,8 m/an a été mesurée sur la flèche littorale. Dans l'ensemble, ce secteur présente un bilan positif entre 1931 et 2005 selon un taux moyen de 0,44 m/an.

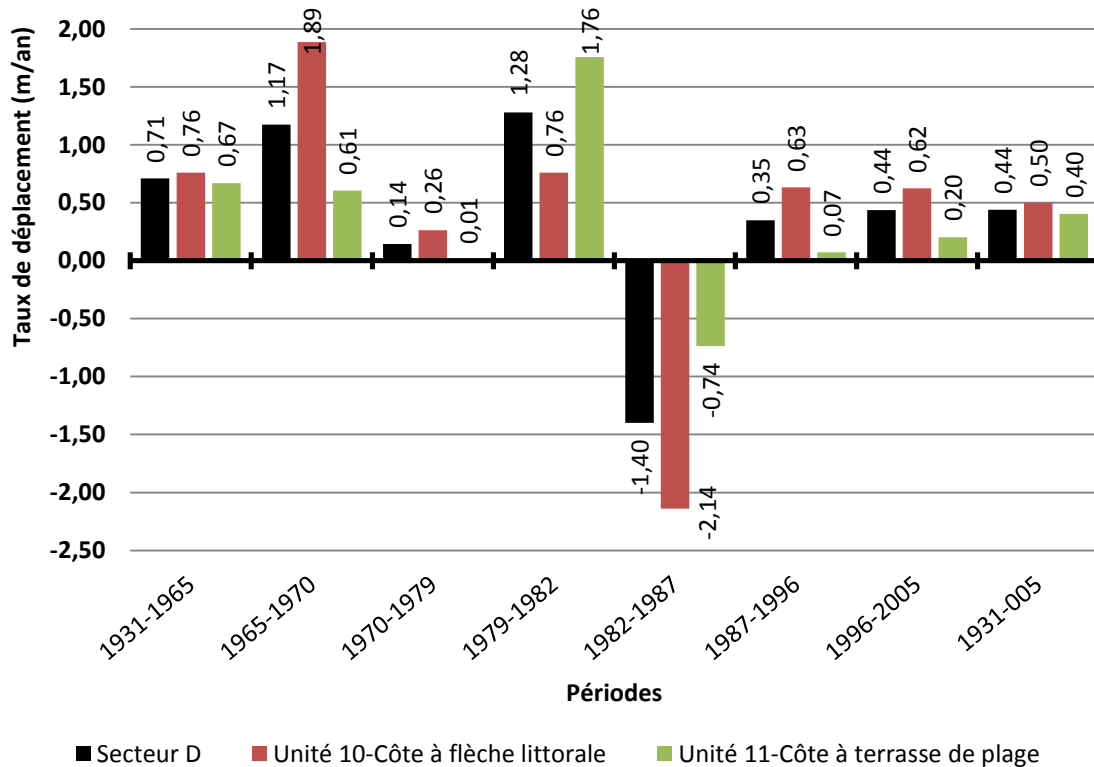


Figure 100. Taux de déplacement du secteur D - Côte est de la rivière Brochu – par période

5.4.2.3 Constats généraux

À la lumière des données d'évolution du secteur D, on constate que la phase importante d'accumulation s'est produite durant la période de 1965 à 1970 (Figure 101). Ensuite, les types de côtes dont l'évolution fluctue le plus à travers le temps sont les flèches littorales et les terrasses de plages. De 1996 à 2005, le secteur A a connu un recul important alors que la flèche littorale du côté est de l'embouchure de la rivière Brochu (unité 10) a connu de l'accumulation de 1987 à 2005. La terrasse de plage (unité 11) présente aussi un bilan sédimentaire positif entre 1996 et 2006 (Bernatchez *et al.*, 2008), de sorte que le sable en transit vient alimenter la flèche littorale à l'est de l'embouchure de la rivière Brochu.

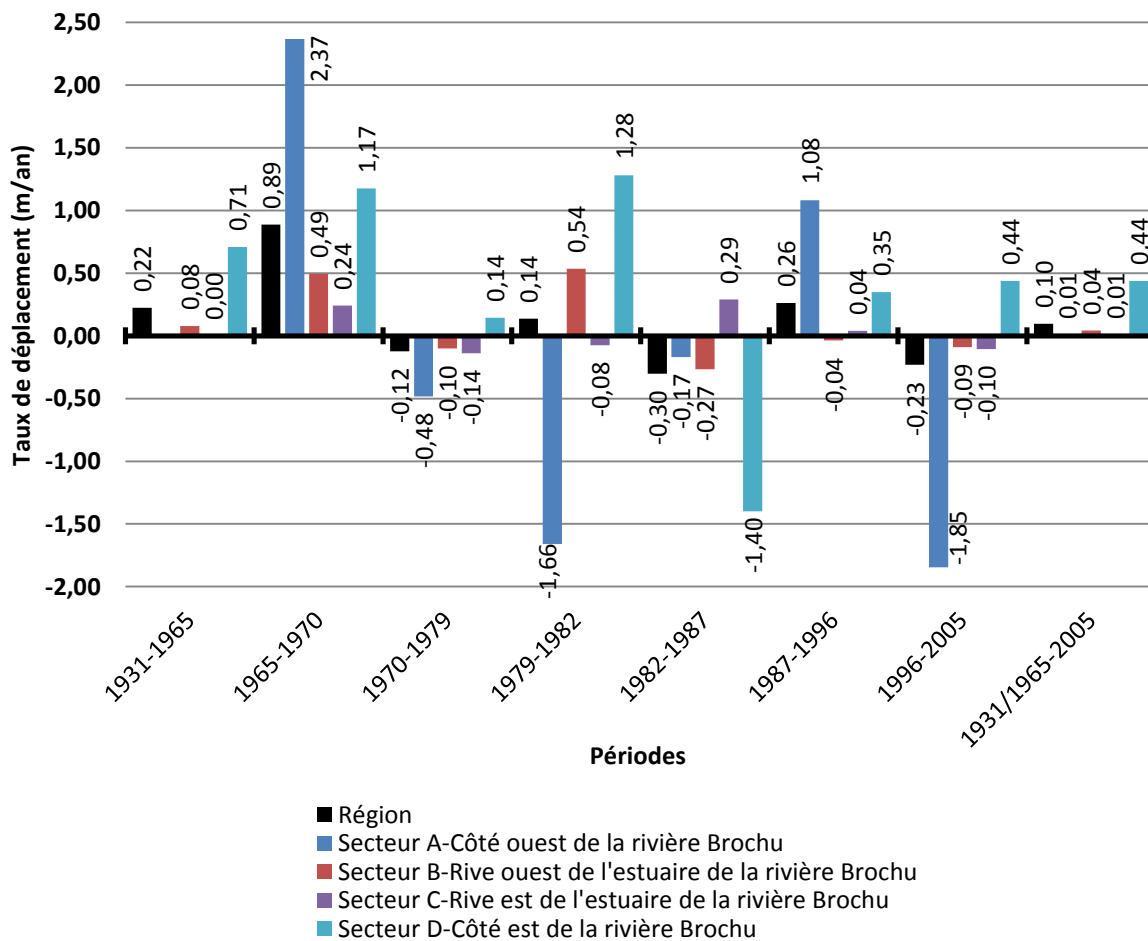
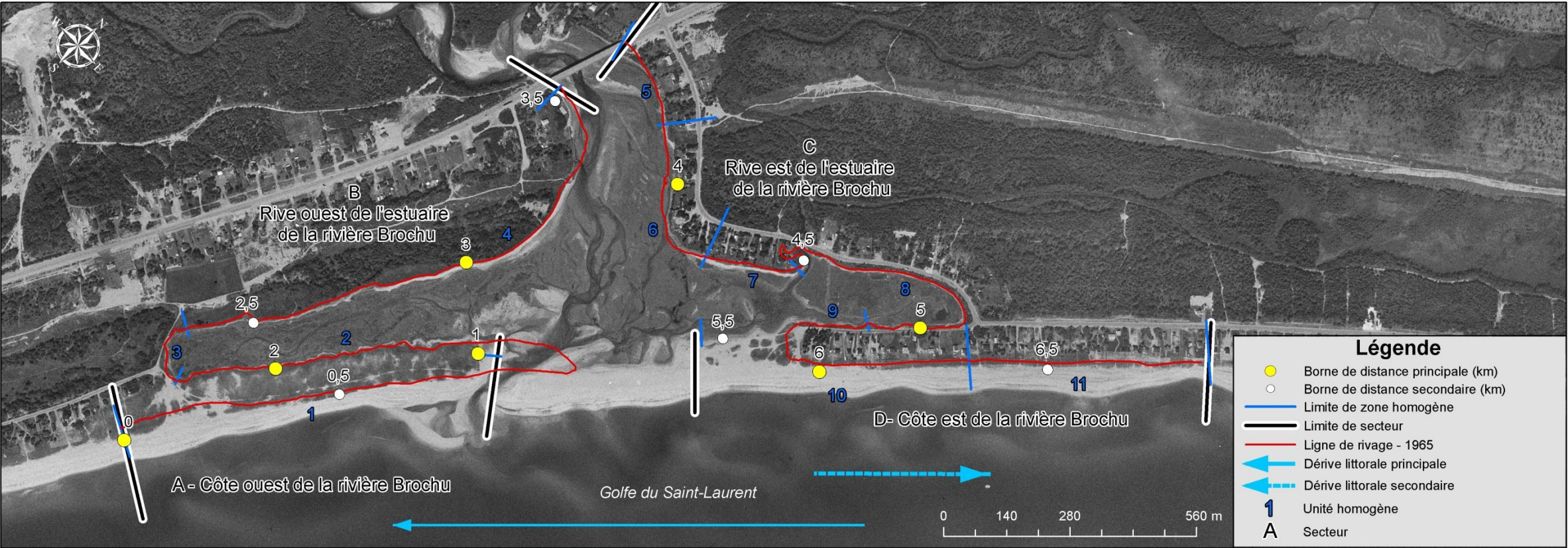
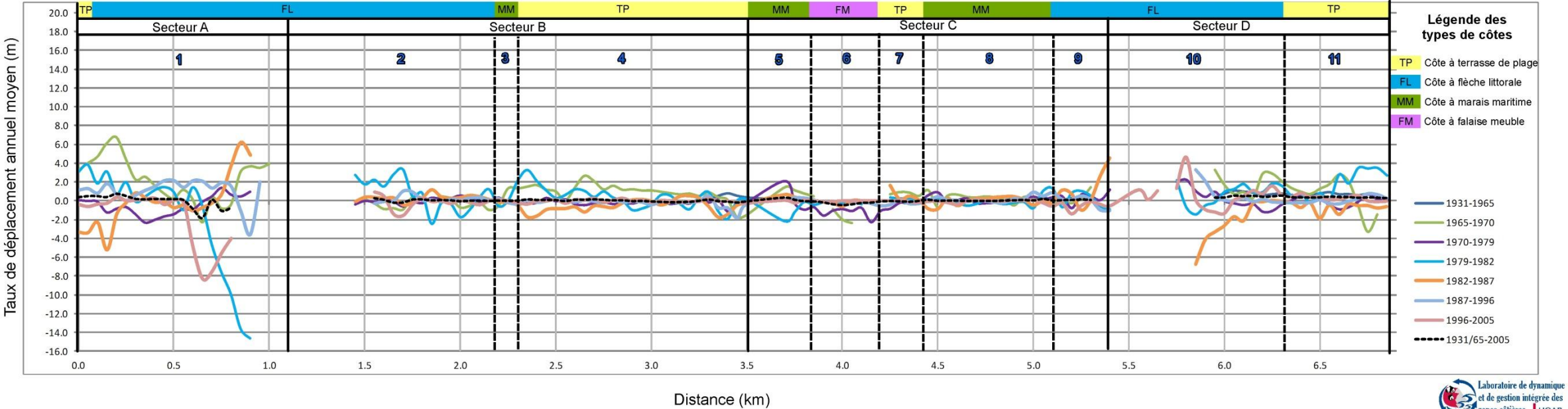


Figure 101. Taux de déplacement de la région de la rivière Brochu par secteur et par période



Évolution de la ligne de rivage entre 1931 et 2005.



Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4. 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 3. Évolution côtière historique des secteurs A, B, C et D de la région de la rivière Brochu

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-clé 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 25), 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 34 et 35). 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 34. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Uashat mak Mani-Utenam

Type de côte	Falaise meuble côtière	Terrasse de plage	Marais maritime	Flèche littorale
Processus	- Décrochement superficiel - Écoulement fluvial - Ravinement - Suffosion - Coulée de sable sec - Gélifraction - Vagues - Action anthropique	- Vagues - Transit sédimentaire - Action anthropique - Surcotes	- Vagues - Glaces - Écoulement fluvial - Surcotes	- Vagues - Surcotes - Transit sédimentaire - Action anthropique
Constats sur l'évolution côtière	La période de 1970 à 1979 a connu un fort recul.	La période de fort recul a été de 1965 à 1970, suivi de 1996 à 2005.	La période de recul la plus importante a été de 1979 à 1982.	La période de 1996 à 2005 a été propice à l'érosion pour la flèche littorale à Uashat alors que la période de 1950 à 1965 a été propice à l'érosion pour la pointe de Moisie.
Facteurs-clés d'évolution	Précipitations La période de 1970 à 1979 a connu des précipitations totales au-dessus de la normale ce qui a fragilisé la falaise. Entre 1970 et 1979, les pluies diluviennes de 50 mm et plus (6 évènements) ainsi que les pluies de 30 mm et plus (33 évènements) ont eu un impact important sur la falaise. Le ruissellement concentré suite à de fortes pluies peut entraîner du ravinement, de la suffosion et des décrochements superficiels. Températures Les cycles de gel et de dégel provoquent des fissures dans la couche de sédiments fins (limon et argile) et engendrent son recul. Action anthropique La sortie de deux émissaires pluviaux engendre du ravinement dans la falaise.	Température et couvert de glace Les périodes de 1965 à 1970 et de 1996 à 2005 ont été les plus chaudes en hiver ce qui a favorisé une faible couverture de glace côtière. Tempêtes Les terrasses de plage sont sensibles aux effets des tempêtes. Elles connaissent des phases de recul, mais sont globalement en accumulation. La conjoncture entre un grand nombre d'évènements de tempête et une réduction de la couverture de glace a été propice à leur recul. Action anthropique L'implantation de structures de protection et de la zone portuaire de Sept-Îles a transformé le transit sédimentaire du système côtier. Ces structures empêchent le dépôt des sédiments à leur base et favorisent l'érosion de la plage.	Tempêtes Les marais maritimes réagissent aux vagues de tempête et aux surcotes lors des tempêtes. Couverture glacielle Les glaces sont des agents importants d'érosion des marais maritimes. Plus les glaces sont mobiles, plus elles peuvent arracher des radeaux de marais.	Tempêtes Les tempêtes sont le principal facteur d'évolution des flèches littorales. Action anthropique et transit sédimentaire L'implantation de structures de protection et de la zone portuaire de Sept-Îles a transformé le transit sédimentaire du système côtier. Ces structures empêchent le dépôt des sédiments à leur base et favorisent l'érosion de la plage. Ce qui a provoqué la formation de la flèche littorale face à Uashat, soit en aval du transit sédimentaire. Couverture glacielle La réduction de la couverture de glace a favorisé l'accumulation sur la pointe de Moisie en raison d'un changement de direction de la dérive littorale en hiver.

Tableau 35. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de la rivière Brochu

Type de côte	Falaise meuble côtière	Terrasse de plage	Marais maritime	Flèche littorale
Processus	- Décrochement superficiel - Écoulement fluvial - Vagues - Action anthropique	- Vagues - Surcotes - Écoulement fluvial	- Vagues - Glaces - Surcotes	- Vagues - Surcotes - Absence de glace
Constats sur l'évolution côtière	Les périodes de 1965 à 1970 et de 1970 à 1979 ont enregistré des taux de recul nettement plus élevés.	La période de 1982 à 1987 a été propice à l'érosion.	Les périodes de 1979 à 1982 et de 1996 à 2005 ont été propices à l'érosion.	La période de 1996 à 2005 a été propice à l'érosion de la flèche littorale localisée à l'ouest de l'embouchure de la rivière Brochu alors que la période de 1982 à 1987 a été propice à l'érosion du côté est de l'embouchure.
Facteurs-clés d'évolution	Précipitations La période de 1965 à 1970 a connu des événements de fortes pluies diluviennes en 24 h, soit 114 mm en novembre 1966 et la plus importante pluie hivernale survenue en février 1968 (88,6 mm). La période de 1970 à 1979 a enregistré le plus grand nombre d'événements de pluies diluviennes au printemps. Ces événements ont engendré le recul de la falaise. Débit fluvial L'écoulement de la rivière Brochu influence l'évolution de la falaise meuble. Lorsque les précipitations sont élevées, le débit de la rivière augmente et provoque l'érosion de la berge. Action anthropique Le remblai et l'enrochement implantés sur la falaise l'empêchent de reculer. Cette falaise était cependant une source de sédiments importante pour l'estuaire et surtout pour les marais. Bientôt, nous pourrions évaluer l'effet de l'enrochement qui pourrait se traduire par un recul du marais.	Tempêtes Les terrasses de plage dans l'estuaire de la rivière Brochu sont sensibles aux tempêtes qui sont accentuées par des surcotes. Entre 1982 et 1987, ces côtes ont subi l'effet des vagues de tempête et des niveaux d'eau élevés. Débit fluvial Les pluies ont un impact indirect sur l'évolution des terrasses de plage à l'intérieur de l'estuaire. Elles sont surtout la cause d'un débit fluvial plus élevé qui engendre le recul de ces terrasses de plage.	Température et couverture glacielle Les périodes de 1979 à 1982 et de 1996 à 2005 ont été caractérisées par des hivers chauds et une faible couverture de glace, ce qui a favorisé leur mobilité. Les glaces sont des agents importants d'érosion à l'intérieur des marais maritimes. Plus les glaces sont mobiles, plus elles peuvent arracher des radeaux du marais. Tempêtes Les marais maritimes réagissent aux vagues de tempête et aux surcotes lors des tempêtes.	Tempêtes L'intervalle le plus récent (1996-2005) enregistre plusieurs tempêtes. Celles-ci ont affecté les côtes extérieures des flèches littorales, soit ceux exposés au golfe du Saint-Laurent. Niveaux d'eau Les niveaux d'eau ont été particulièrement élevés lors de la période de 1982 à 1987. Couverture glacielle Depuis 1998, la couverture glacielle a beaucoup diminué d'ampleur. L'absence de protection naturelle (pied de glace) sur la côte a comme effet d'accélérer le processus d'érosion côtière. Ce phénomène accentue l'érosion lorsque les tempêtes se produisent en hiver.

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 1931 à 2005 (2006 pour Mani-Utenam). 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 le taux probable. 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 la période de 3 à 14 ans la plus intense comprise entre 1931 et 2005 (2006 pour Mani-Utenam). 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 13 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 pour 2060

6.2.1 Région de Uashat mak Mani-Utenam

6.2.1.1 Secteur A-Rivière du Poste/pointe aux Basques

À l'intérieur du secteur A, huit unités homogènes sont présentes. On y retrouve des côtes à falaise meuble, à terrasse de plage, à flèche littorale et à marais maritime. Chaque type de côte réagit différemment selon l'environnement et les conditions climatiques. Le bilan global de ce secteur est près de la stabilité avec un taux de 0,30 m/an.

L'unité SEP-01 est composée d'une falaise meuble ayant à quelques endroits un marais maritime à son pied. Cette falaise borde le secteur de Uashat, c'est-à-dire le boulevard des Montagnais avec sa lisière commerciale, le site patrimonial du Vieux-Poste, qui n'est pas compris dans le territoire de la réserve, ainsi qu'un quartier résidentiel. Cette falaise est principalement affectée par les processus hydrogéologiques. Elle a connu son plus fort recul entre 1970 et 1979 avec un taux moyen annuel de -0,59 m/an qui a atteint ponctuellement une valeur maximale de -1,1 m/an. Cette séquence considérée froide (anomalie moyenne des températures annuelles de -0,37°C) a connu des précipitations totales au-dessus (44,8 mm) de la normale (1282,0 mm). Mais, ce sont principalement les événements de pluies diluviennes qui ont favorisé le recul de la falaise. En septembre 1972, 98,6 mm de pluies sont tombés sur Sept-Îles, ce qui correspond au deuxième événement le plus important de pluie diluvienne après celui de 1966 (114,6 mm). La somme des événements de pluies diluviennes au printemps a aussi été très importante lors de la période de 1970 à 1979. Celles-ci ont engendré des décrochements superficiels dans la falaise. Les canaux de drainage présents dans la falaise ont concentré l'écoulement et provoqué du ravinement. Cette période est aussi la deuxième en importance pour les précipitations neigeuses annuelles, de sorte qu'une grande quantité de neige s'est accumulée chaque année sur le dessus de la falaise. La fonte de la neige au printemps peut saturer le sol de la falaise en eau et favoriser la suffosion et le déclenchement de plusieurs décrochements. De façon naturelle, la falaise reprend sa pente d'équilibre avec l'érosion du sommet de la falaise, ce qui peut occasionner des problèmes au niveau du boulevard des Montagnais. Avec l'augmentation des précipitations projetées en hiver et au printemps (Ouranos, 2010), le trait de côte de l'unité SEP-01 devrait reculer de -32 m d'ici 2060 si aucune solution d'adaptation n'est mise de l'avant (Figure 103). D'ailleurs, une étude récente a déjà évalué l'impact du recul de la falaise sur ce boulevard et a émis des recommandations qui seront mentionnées plus loin dans ce rapport (LVM, 2010).

La côte adjacente à l'unité SEP-01 est composée, d'ouest en est, d'un marais maritime, de terrasses de plage et d'une flèche littorale. Cette unité (SEP-02) subit les impacts des vagues de tempête et de la rivière du Poste. Son recul le plus important a été observé entre 1979 et 1982 avec une valeur moyenne de -0,74 m/an. Cette séquence à températures chaudes a enregistré l'hiver le plus chaud en 1981. Cette période chaude correspond aussi à une période de faible couverture de glace, favorisant ainsi l'exposition de la côte aux tempêtes. D'ailleurs, quelques

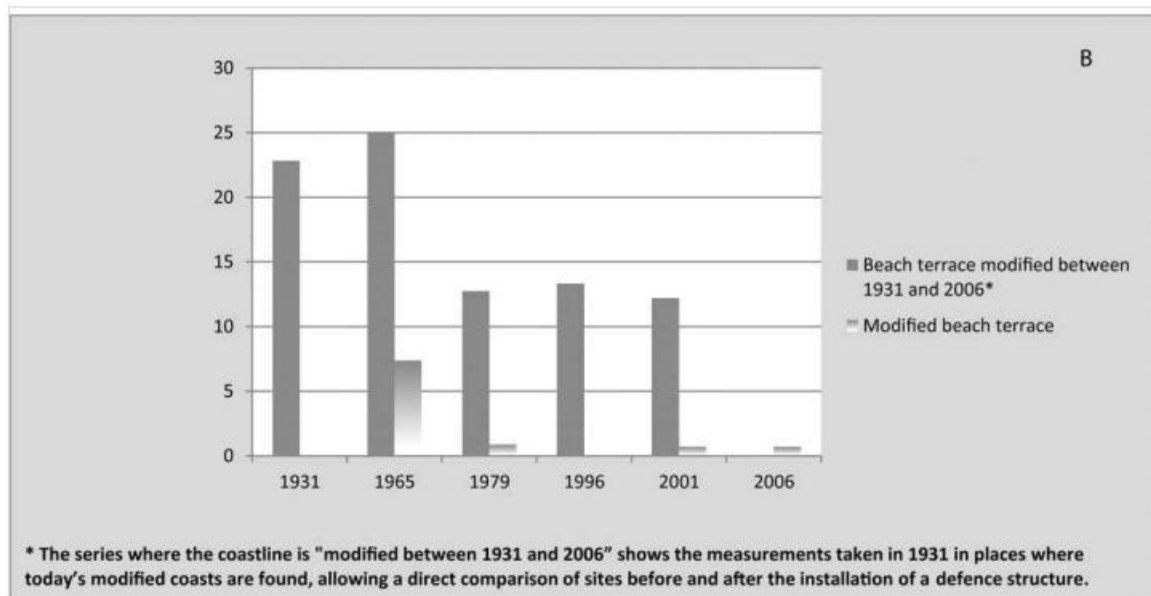
tempêtes ont participé au recul de la côte, notamment, celle du 26 octobre 1980 (Friesinger, 2009). Le niveau d'eau a alors atteint 3,92 m représentant une surcote de 0,66 m. Une partie de la flèche littorale fût inondée ainsi que le marais maritime. Selon les archives, le vent soufflait jusqu'à 95 km/h ce qui occasionna des pannes d'électricité. Les vagues de tempête ont inondé des bâtiments et ont érodé la côte. Enfin, les précipitations totales et les pluies ont été très élevées ce qui a provoqué le gonflement de la rivière du Poste et augmenté sa capacité à éroder la côte. Il n'est donc pas surprenant de voir que des reculs extrêmes, variant entre -2,5 m et -6 m/an, ont été mesurés sur la flèche littorale. Avec la réduction anticipée du couvert de glace, la côte de l'unité SEP-02 devrait reculer de -41 m d'ici 2060 (Figure 103).

La prochaine unité (SEP-03) est située derrière la flèche littorale, nommée Naneu par la communauté. Elle est constituée d'une basse falaise meuble (unité SEP-03A), d'une terrasse de plage (unité SEP-03B) et du côté intérieur de la flèche littorale (unité SEP-03C). Selon l'analyse de l'évolution historique de l'ensemble de l'unité SEP-03, la période la plus intense de recul a été de 1982 à 1987. Cette période a enregistré la plus grande fréquence d'événements de niveaux d'eau supérieurs à 3,5 m entre 1976 et 2005. La tempête qui a frappé la côte de Sept-Îles les 7 et 8 décembre 1983 engendra une surcote exceptionnelle de 1,2 m et affecta énormément toute la côte de Sept-Îles et de Uashat (Friesinger, 2009). Des valeurs de recul extrêmes d'un peu plus de -6 m/an ont été mesurées lors de cette période sur la flèche littorale (unité SEP-03C). La période de 1950 à 1965 a aussi été intense en érosion pour la falaise (unité SEP-03A) et la terrasse de plage (unité SEP-03B) avec un taux moyen de recul de -0,65 m/an. Cette séquence a été considérée comme légèrement chaude, avec un hiver particulièrement chaud en 1958, et caractérisée par un grand nombre de tempêtes (447 jours de tempête à 50 km/h et plus et 61 jours à 70 km/h et plus). Les températures plus chaudes durant l'hiver 1958 ont probablement engendré un recul important de la falaise. La période entre 1950 et 1965 est caractérisée également par de grands changements environnementaux. On peut voir sur la photographie aérienne de 1931 que le quai des pêcheurs entraîne un déficit sédimentaire directement en aval du quai. Puis, la rénovation du quai avec des palplanches a modifié la dérive littorale et le transit sédimentaire. Puisque les matériaux ne pouvaient plus s'accumuler au pied du muret, ils étaient transportés vers l'ouest par la dérive littorale. Dès 1950, on peut constater la formation d'une flèche littorale et un changement dans la configuration de la côte. Les nombreuses tempêtes qui sont survenues dans la période de 1950 à 1965 et le développement de la zone portuaire engendrèrent l'artificialisation de la côte. L'érosion des sédiments de la plage au pied des enrochements et leur déplacement vers l'ouest favorisèrent l'extension de la flèche et la formation de la baie derrière celle-ci. Avec la réduction des apports sédimentaires qui favorisera l'érosion de la flèche littorale, l'unité SEP-03 jusqu'alors partiellement protégée par la flèche littorale deviendra plus sensible à l'érosion dans le futur. Selon un taux moyen de recul de 0,65 m/an, un recul de 36 m est projeté pour 2060 pour l'unité SEP-03A et l'unité SEP-03B (Figure 104). La flèche littorale constitue quant à elle une entité géomorphologique dynamique dont il est difficile de prévoir l'évolution future.

L'unité SEP-04a représente la partie extérieure de la flèche littorale et l'unité SEP-04b correspond à la terrasse de plage adjacente vers le sud-est. Celle-ci subit naturellement plus d'érosion puisqu'elle représente la partie proximale de la flèche littorale. Selon la dérive littorale vers le nord-ouest, les sédiments de la terrasse de plage migrent vers la partie distale de la flèche littorale. Les unités SEP-04a et 04b ont subi leur recul le plus important respectivement entre 1996 et 2005 et entre 1987 et 1996. Le bilan des périodes précédentes était plutôt positif, particulièrement pour la flèche littorale. C'est donc dire qu'il y a une accélération récente de l'érosion côtière pour ces unités. La réduction de 98 % de la largeur des plages à la suite de la mise en place des structures de protection et des structures portuaires dans le secteur urbanisé de Sept-Îles à l'est de l'unité SEP-04b a sans doute contribué à réduire les apports sédimentaires pour la flèche littorale et la terrasse de plage au cours des 30 dernières années (Bernatchez et Fraser, sous presse; Figure 102). Ce sont surtout les tempêtes qui affectent ces types de côte. La séquence de 1987 à 1996 dénombre 67 jours de tempête avec des vents de 50 km/h et plus et 5 jours de tempête à plus de 70 km/h. Selon les archives, une importante tempête frappa la côte le 5 février 1995 (Friesinger, 2009). Cette tempête a été caractérisée par une forte dépression et des vents allant en moyenne à 67 km/h. La surcote a donc atteint 1,55 m lors de cet événement (Service hydrographique du Canada, 2010). Nous supposons qu'elle a provoqué des dommages sur une partie de la flèche littorale et de la terrasse de plage. De plus, même si la période de 1996 à 2005 n'a pas connu d'augmentation du nombre de tempêtes, la réduction importante du couvert de glace pendant cette période a exposé la côte à un plus grand nombre de tempêtes, qui ont d'ailleurs été importantes en hiver lors de cette période. Enfin, la réduction significative de la largeur de la plage depuis 1979 réduit la résilience de la côte face aux événements de tempête et peut donc la rendre plus sensible à l'érosion. En raison de la réduction du couvert de glace appréhendée et de l'exposition plus grande de la côte aux vagues de tempête, les unités SEP-04a et SEP-04b devraient reculer respectivement de 26 m et de 104 m (Figure 104). La terrasse de plage (SEP-4b) en bordure du pédoncule de la flèche littorale va donc s'éroder de manière très importante. Le pédoncule devrait donc se déplacer vers l'ouest.

La dernière unité (SEP-05) du secteur A comprend toute la zone portuaire de Sept-Îles. Cette unité est relativement stable depuis l'implantation des infrastructures de protection. On observe une accumulation entre 1950 et 1965 qui est en partie occasionnée par un remblai pour élargir la zone portuaire. Le recul observé dans cette unité se produit surtout à l'extrémité est entre 1970 et 1979 et entre 1987 et 1996. Entre 1970 et 1979, un quai industriel a été construit et a engendré le recul des terrasses de plage qui le bordent. Le recul survient encore entre 1987 et 1996 aux endroits où l'artificialité est absente. Cette unité est donc surtout influencée par les actions anthropiques et les événements climatiques ont par la suite leur effet. La séquence de 1970 à 1979 a connu une grande fréquence d'événements avec des niveaux d'eau supérieurs à 3,7 m. Comme mentionné précédemment, ce secteur a connu une forte réduction de la largeur de la plage depuis la mise en place des structures de protection (Figure 102, Bernatchez et Fraser, sous presse). Pour la projection du trait de côte, l'unité SEP-05 a été subdivisée en trois unités puisque l'unité SEP-05B est la seule qui n'est pas protégée par un enrochement. Dans la mesure où les structures de protection et portuaires sont entretenues, le recul de la côte des

unités SEP-05a et SEP-05c devrait être négligeable d'ici 2060 dans les petits segments sans protection, soit de 6 m (Figure 105 et Figure 106). L'unité SEP-05b est localisée à l'intérieur des limites de Uashat. Cette dernière est bordée par des côtes protégées par des enrochements et ne devrait pas connaître d'accélération du recul pour le futur. D'ailleurs, le taux de recul des périodes récentes a été plutôt faible. Si aucune intervention n'est réalisée, nous prévoyons que le recul de la côte devrait suivre la tendance historique, ce qui correspond à un recul de 36 m pour 2060 (Figure 105).



Tiré de Bernatchez et Fraser, sous presse

Figure 102. Évolution de la largeur de la plage devant les zones naturelles et les zones enrochées de l'unité SEP-05



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 103. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-01 et SEP-02



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 104. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-03, SEP-04A et SEP-04B



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 105. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-05A, SEP-05B et SEP-05C



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 106. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-05C

6.2.1.2 Secteur B -Pointe aux Basques/rivière Moisie

À l'intérieur du secteur B, on retrouve surtout des terrasses de plage (SEP-06, SEP-07, SEP-08, SEP-09) et la flèche littorale formant la pointe de Moisie (SEP-10).

Le secteur B fait partie d'une longue cellule hydrosédimentaire où le transit s'effectue principalement de l'est vers l'ouest. Le caractère naturel de la rivière Moisie permet d'assurer un apport sédimentaire important pour la zone côtière qui provient principalement de l'érosion des berges de la rivière (Dredge et Thom, 1976; Lessard et Dubois, 1984) et du déplacement des alluvions de la rivière. La présence d'un lobe deltaïque à l'embouchure de la rivière Moisie constitue aussi une réserve sédimentaire importante pour alimenter les systèmes côtiers. Ces apports sédimentaires ont permis de maintenir un bilan positif pour le secteur B où la côte a avancé en moyenne de 0,40 m/an entre 1931 et 2005/2006¹, malgré des taux de recul importants par endroits et selon des périodes. Seule la période entre 1965 et 1970 présente un bilan négatif (-1,07 m/an) alors que la période 1996-2005/2006¹ montre une réduction dans la vitesse de progradation de la côte puisque le taux de déplacement du littoral est près de la stabilité (0,02 m/an). De manière historique, ce secteur présente une très grande variabilité spatiale dans la vitesse de déplacement de la ligne de rivage qui s'observe par une évolution en dents de scie. L'analyse de l'évolution historique selon une résolution temporelle fine permet d'observer que, pour un secteur donné, des pointes de recul sont compensées par des pointes d'avancée la période suivante (Figure 107). Il existe ainsi un cycle d'érosion-accumulation d'environ 10 ans qui implique une dynamique d'évolution assez constante depuis au moins 1950 (Planche 2). Cette particularité s'explique par la migration de cordons littoraux sableux de bas estran qui évoluent en fonction de la dérive littorale et de la présence de petits cours d'eau qui maintiennent des passes d'écoulement temporaires. Les cordons de sable viennent périodiquement s'accoler à la côte en alimentant la plage localement et en isolant parfois un plan d'eau qui forme une lagune. Ce processus entraîne ainsi une avancée de la côte. Tout en s'allongeant et en protégeant de nouveaux secteurs en aval, les cordons de sable s'amincissent en amont, ce qui provoque à nouveau le début d'un foyer d'érosion. L'érosion reprend ensuite de l'ampleur à cet endroit jusqu'à provoquer des reculs du trait de côte qui se maintiennent jusqu'à l'arrivée d'un nouveau cordon littoral en migration. Il existe ainsi une relation entre la largeur de la plage et le taux de déplacement de la ligne de rivage (Figure 107). Les zones de fort recul pour une période donnée étaient bordées d'une plage étroite alors que les zones d'accumulation correspondaient à des plages larges (Bernatchez *et al.*, 2008). Ainsi, depuis plusieurs siècles, cette dynamique a formé, au pied de la falaise morte, une plaine côtière qui s'étend aujourd'hui sur une largeur de 100 à 400 m et où alternent des cordons littoraux et des lagunes.

¹ Pour l'unité 8 en bordure de Mani-Utenam, la photographie aérienne de l'année 2006 fût utilisée.

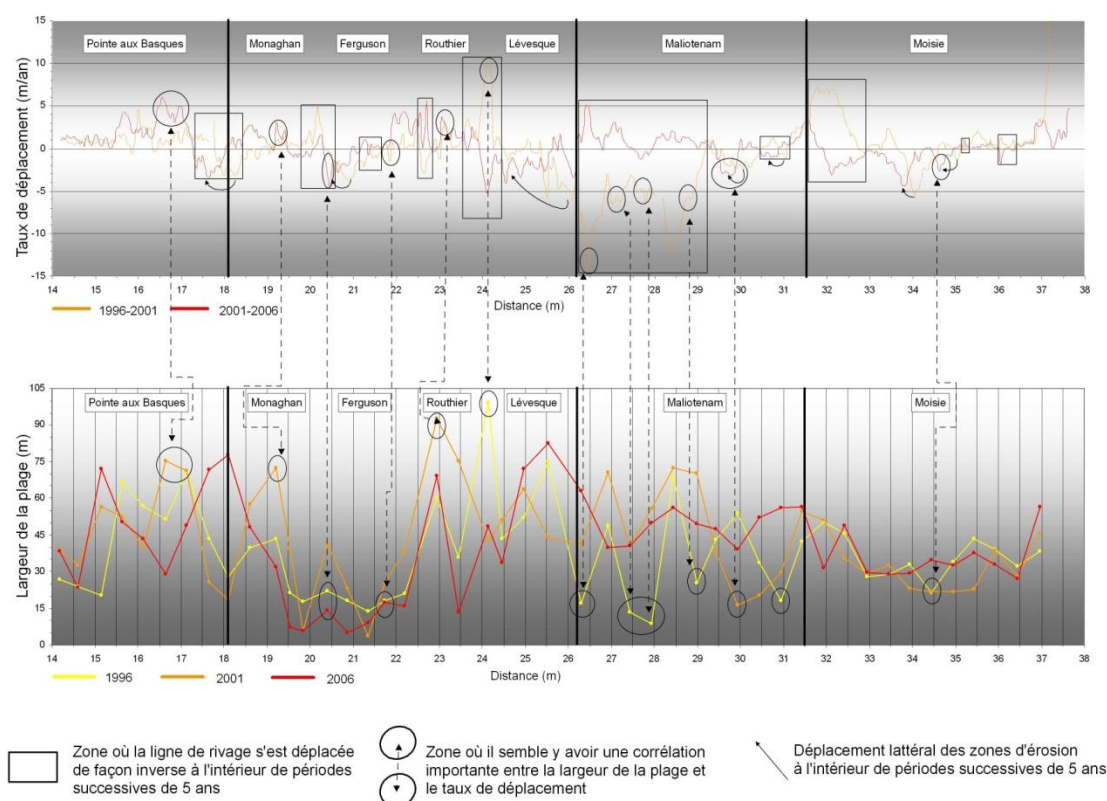


Figure 107. Évolution de la ligne de rivage pour les intervalles 1996-2001 et 2001-2006 dans le secteur B
(Tirée de Bernatchez *et al.*, 2008).

Le secteur B est principalement conditionné par les courants côtiers, les vagues de tempête et l'étendue de la couverture de glace côtière. Comme nous l'avons mentionné, la période de 1965 à 1970 est la seule qui présente un bilan négatif. Cette période est caractérisée par une anomalie importante dans l'étendue de la couverture de glace qui a été très faible (Bernatchez *et al.*, 2008). La température moyenne hivernale a été la plus chaude lors de cette période avec la période de 2006 à 2010. Or la période de novembre 1964 à novembre 1969 a été caractérisée par un nombre de tempêtes très élevé (129 jours de tempêtes à plus de 50km/h et 17 jours de tempêtes à plus 70 km/h), notamment l'hiver. Selon les archives, la tempête du 5 décembre 1968 frappa fortement la côte de Sept-Îles et aurait provoqué le recul des terrasses de plage (Friesinger, 2009). La tempête de février 1969 fut très importante aussi d'autant plus que la couverture glacielle y était pratiquement absente (Friesinger, 2009). Ces deux tempêtes ont été caractérisées par de forts vents et une surcote élevée. Cependant, il n'est pas possible de quantifier la surcote en raison de l'absence des données marégraphiques à cette époque. Selon les données de pressions atmosphériques, nous pouvons supposer que le niveau d'eau fût élevé (5 décembre 1968 : 95,89 kPa et 4 février 1969 : 95,43 kPa). La période de 1979 à 1982, qui est très courte, permet de quantifier les effets directs des vagues de tempête. Cette période montre une très grande variabilité dans les taux de déplacement de la ligne de rivage, avec un taux de recul moyen maximal de -12 m/an et un taux d'avancé moyen maximal de 19 m/an. Cette

période a été caractérisée de 28 jours de tempête en 3 ans, ce qui fait en moyenne 9 jours/an de tempêtes, en plus d'être une période hivernale chaude avec une faible étendue de la couverture de glace côtière. La tempête du 26 octobre 1980 a provoqué des dommages à Sept-Îles, notamment l'inondation de sous-sols. La période récente (1996-2005) semble aussi avoir été propice à l'érosion de certaines unités (SEP-07a-b) et à la réduction de la vitesse de progradation de la côte. D'ailleurs, les événements d'érosion ne sont plus compensés par des accumulations aussi importantes, entraînant un bilan sédimentaire plutôt négatif. Depuis 1982, le débit de la rivière Moisie et les débits annuels maximums ont nettement diminué, ce qui se répercute par une baisse des apports sédimentaires.

L'implantation d'un réseau de suivi de l'érosion des côtes sur l'ensemble de la Côte-Nord en 2000 (Dubois *et al.*, 2006) a permis d'analyser la relation entre les tempêtes majeures et le recul du littoral. Il en ressort pour la région de Sept-Îles que les années de forte érosion, notamment 2000-2001 et 2005-2006 correspondent aux deux seules périodes où les vagues de tempête ont eu un impact important à l'échelle du golfe du Saint-Laurent (Bernatchez *et al.*, 2008). De plus, des relevés effectués dans le secteur B avant et après la tempête qui a frappé l'ensemble des Maritimes le 29 octobre 2000 (McCulloch *et al.*, 2002; Forbes *et al.*, 2004) ont permis de mesurer un recul de 11 m lors de cet événement. Il est aussi possible de constater que la réduction de la couverture de glace côtière depuis 1996 entraîne une modification importante de la dynamique sédimentaire le long du littoral. L'absence d'un pied de glace lors de la tempête de février 2007 a d'ailleurs provoqué des reculs importants du littoral dans la région de Sept-Îles. Les vents dominants étant du nord-ouest en hiver, l'absence d'un pied de glace de bas estran permet dorénavant un transit sédimentaire vers l'est sur le littoral de l'extrémité est de la baie de la Boule, ce qui favorise l'accumulation vers la pointe de Moisie.

Dubois et Lessard (1984) ont corrélé positivement la vitesse de recul du littoral avec la hauteur des niveaux d'eau mesurés aux marégraphes tant à l'échelle annuelle que décennale. C'est-à-dire que les périodes de forte érosion correspondent à des périodes de hauts niveaux d'eau et inversement les périodes de faible recul correspondent à une tendance négative ou à des niveaux d'eau plus bas. Des analyses récentes sur les tendances du niveau marin à partir des marégraphes indiquent que la tendance serait légèrement à la hausse pour la région de Sept-Îles avec une valeur de 0,19 mm/an entre 1972 et 2003 (Koohzare *et al.*, 2008). La hausse moyenne du niveau de la mer a été de 1 à 2 mm depuis un siècle à l'échelle planétaire (Gornitz, 1995) alors que la hausse récente a été de $3,4 \pm 0,4$ mm/an de 1993 à 2008 (Cazenave *et al.*, 2008), ce qui indique une nette accélération de la hausse du niveau de la mer. Des études récentes envisagent une hausse du niveau marin de 0,75 à 1,8 m pour 2100 (Vermeer et Rahmstorf, 2009; Pfeffer *et al.*, 2008; Allison *et al.*, 2009). Malgré l'incertitude existant actuellement sur l'ampleur de la hausse du niveau marin global d'ici 2100 (Nicholls et Cazenave, 2010), la sensibilité de la côte à l'érosion du secteur B devrait augmenter. L'accélération de la hausse du niveau de la mer, combinée à une exposition plus grande de la côte aux vagues de tempête en raison de la réduction de la couverture de glace, nous permettent de croire qu'il y aura une

augmentation de l'érosion côtière pour les unités SEP-07, SEP-08 et SEP-09. Le recul projeté pour 2060 pour les unités SEP-07a, SEP-07b et SEP-07, qui correspond au secteur des plages de Sept-Îles, est respectivement de 40 m, 47 m et 58 m (Figure 109 et Figure 110). Le recul estimé d'ici 2060 pour l'unité SEP-08, qui correspond à Mani-Utenam, est de 116 m (Figure 111 et Figure 112). Tout le secteur des chalets sur la terrasse de plage sera alors affecté d'ici 2060. L'unité SEP-09 devrait reculer de 128 m pour 2060 (Figure 113, 114 et 115). Enfin, le scénario 1 est envisagé pour les unités SEP-06 et SEP-10. L'unité SEP-06 borde la section industrielle de la ville de Sept-Îles, où l'on retrouve l'aluminerie et les voies ferrées. La côte est à peine artificielle et présente en grande majorité une terrasse de plage qui évolue surtout selon les tempêtes et les surcotes. En raison du sens de la dérive littorale principale et de l'accélération de l'érosion côtière notamment pour les unités SEP-07 et SEP-08, l'unité SEP-06 localisée en aval devrait recevoir davantage de sédiments, d'où une avancée de la côte de 38 m projetée pour 2060 (Figure 108). Pour l'unité SEP-10 qui correspond à la flèche littorale de la pointe de Moisie, la réduction de la couverture de la glace devrait permettre une dérive littorale secondaire plus importante vers l'est qui permettra aussi un transit des sédiments érodés de l'unité SEP-09 vers l'unité SEP-10. Dans cette perspective, le taux moyen historique mesuré devrait se maintenir d'ici 2060, d'où un recul prévu de 43 m (Figure 115).



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 108. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-06



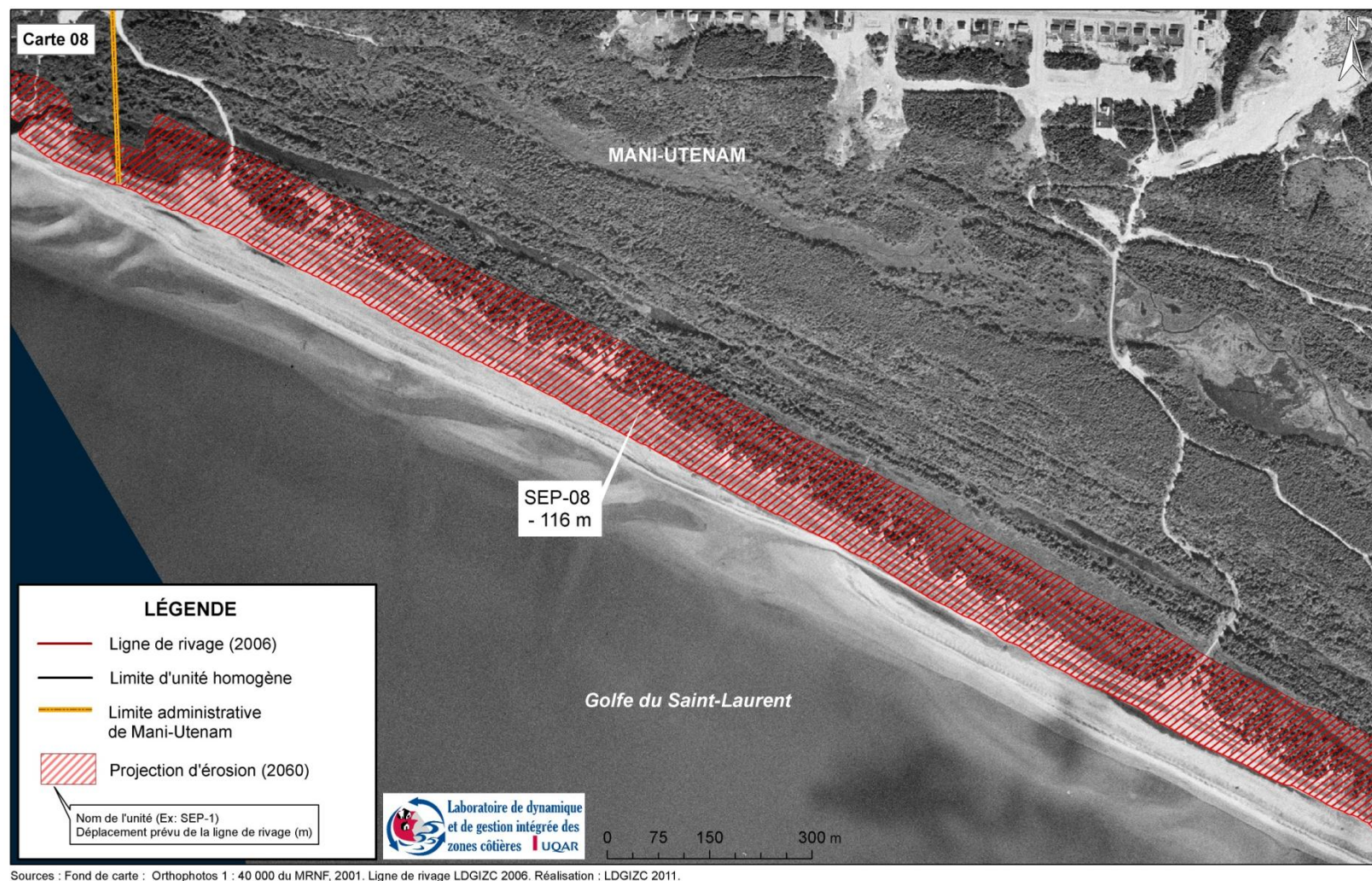
Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 109. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-07A et SEP-07B



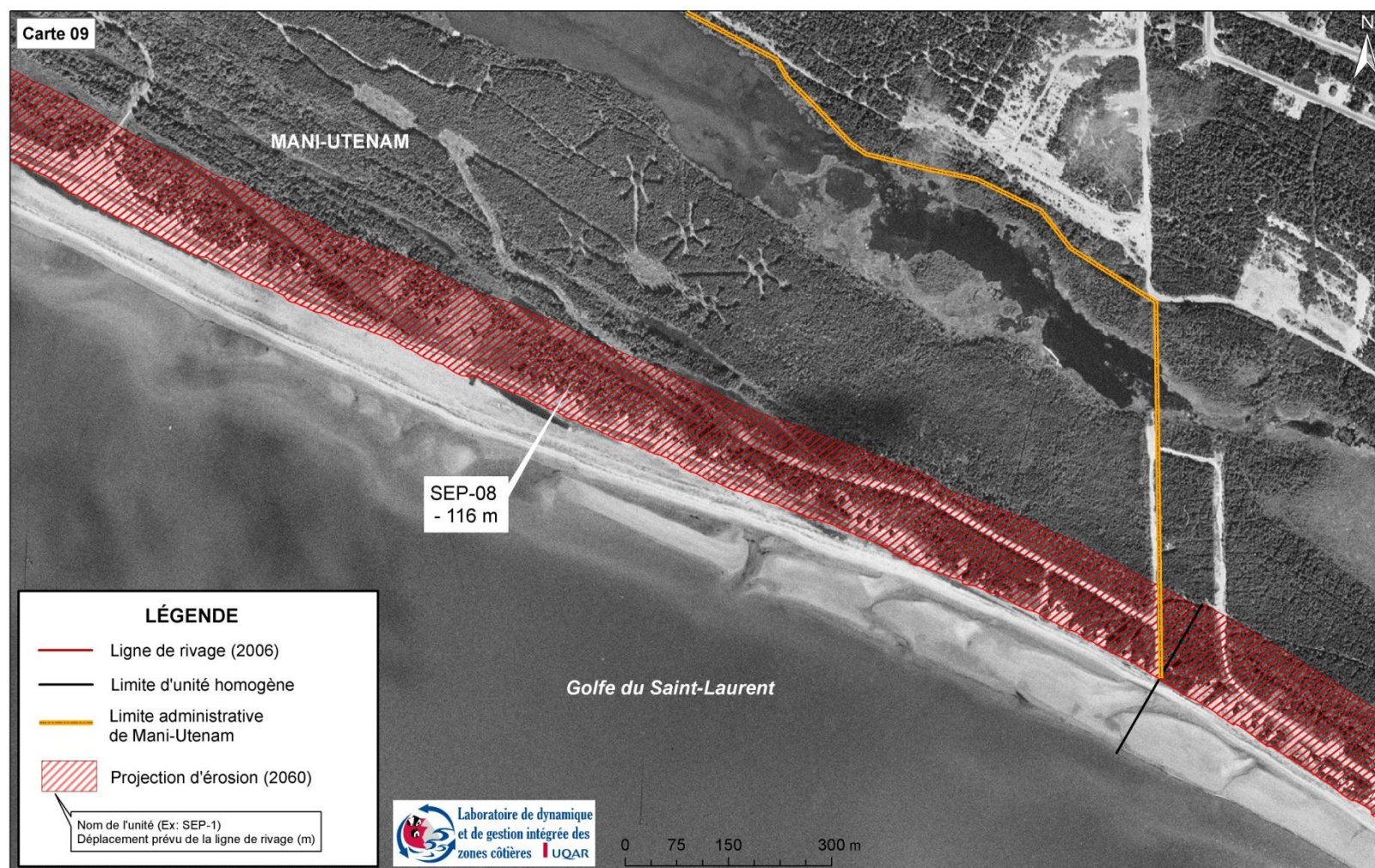
Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 110. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-07C



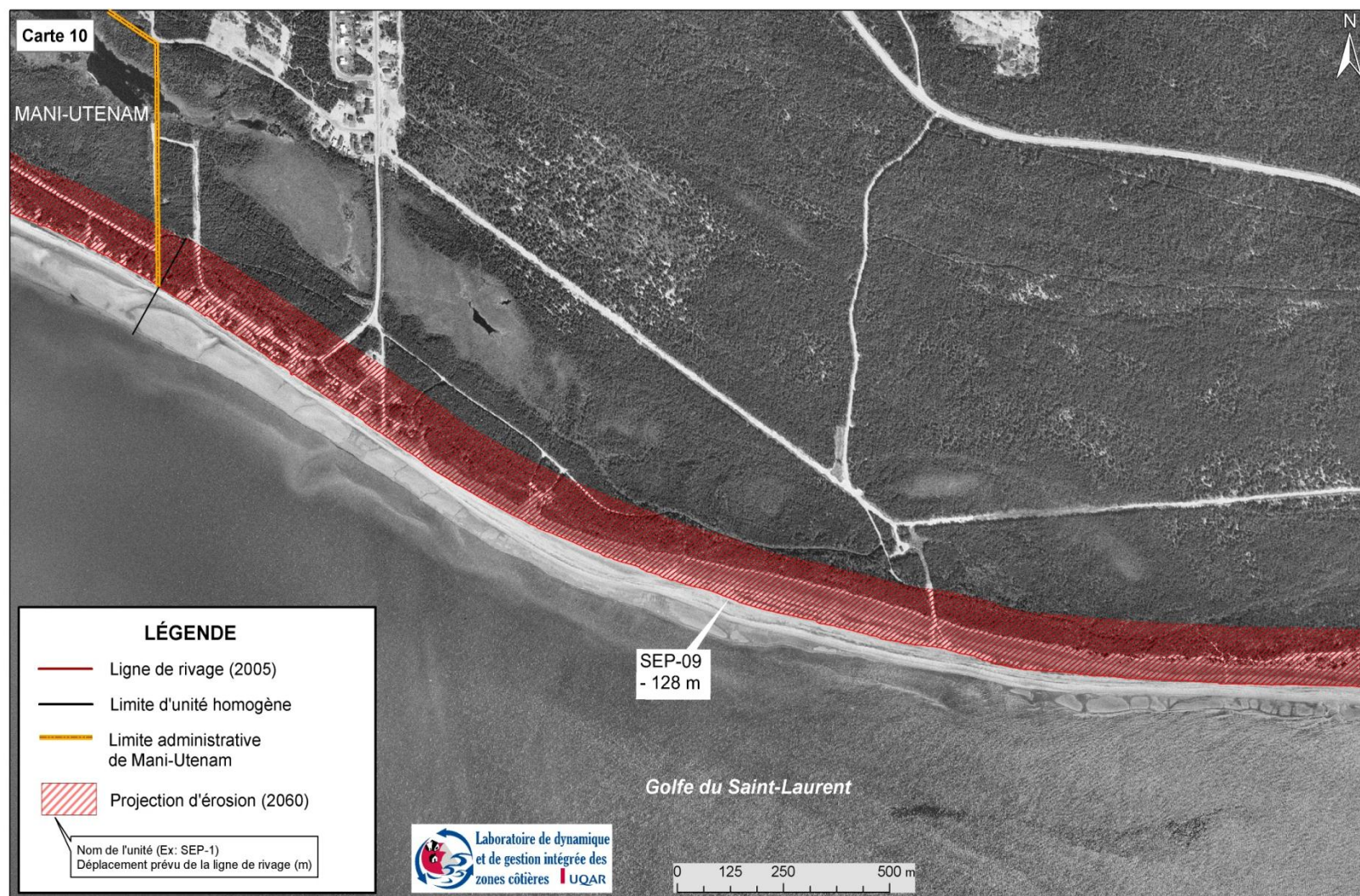
Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 111. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005/2006 et 2060, unité homogène SEP-08



Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 112. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005/2006 et 2060, unité homogène SEP-08



Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 113. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-09



Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 114. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-09

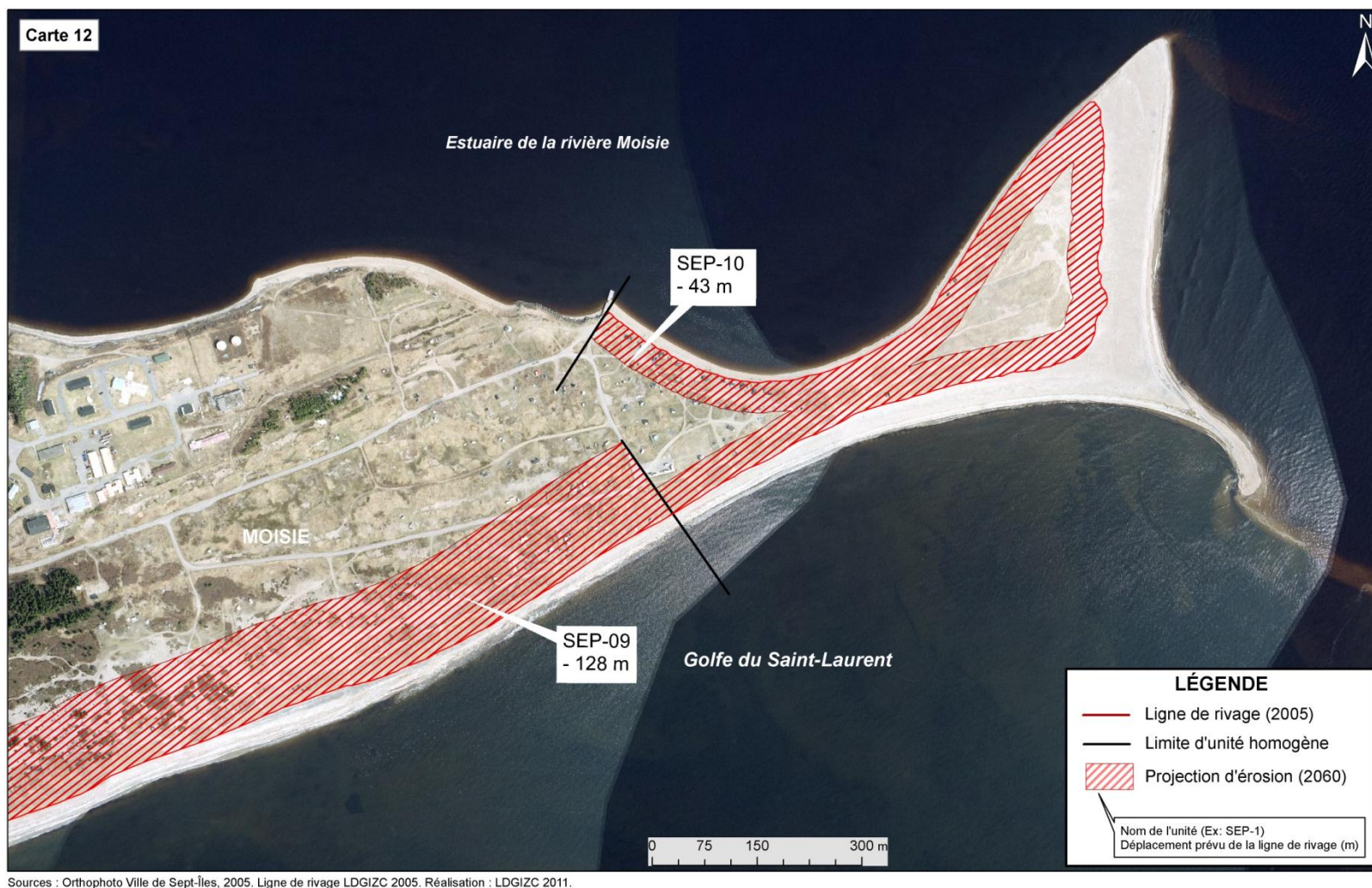


Figure 115. Projection de l'évolution côtière de la région de Uashat mak Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-09 et SEP-10

6.2.2 Région de la rivière Brochu

6.2.2.1 *Secteur A (Côte ouest de la rivière Brochu) et secteur D (Côte est de la rivière Brochu)*

Les secteurs A et D sont analysés ensemble puisqu'il s'agit du littoral directement exposé aux vagues. Ces secteurs sont formés de deux flèches littorales et d'un segment de terrasse de plage. La dynamique de ce système côtier est principalement influencée par les vagues de tempête, le régime hydrologique de la rivière Brochu et les apports sédimentaires provenant de l'est, qui sont notamment fonction du régime hydrosédimentaire de la rivière Sainte-Marguerite. Ces deux secteurs présentent aussi une évolution de la ligne de rivage en dents de scie qui témoigne d'un cycle érosion-accumulation s'échelonnant sur une période d'environ 10 ans, et ce depuis au moins 1965 (Planche 3).

Les secteurs A et D présentent une évolution différente quant au rythme de déplacement de leur ligne de rivage. Ainsi, le secteur A présente des taux de recul plus élevés, avec la période plus récente (1996-2005) qui connaît un fort recul (-1,85 m/an) suivi de près par la période de 1979 à 1982 (-1,66 m/an). Les vagues de tempête semblent fortement affecter ce segment côtier. Les conditions climatiques durant la période récente présentent des températures plus chaudes que la normale (+0,47°C, normale : +0,86°C). Plusieurs jours de tempêtes ont influencé l'évolution de cette côte. En effet, 96 jours de tempête avec des vents de 50 km/h et plus et huit jours de tempêtes à 70 km/h et plus ont provoqué l'érosion de la flèche littorale. La couverture glacielle pour cette période a été faible, soit le deuxième résultat le plus faible après la séquence de 2006 à 2010. Plusieurs tempêtes sont donc survenues dans la période hivernale où il y avait absence ou presque de glace. Selon les archives, il y aurait eu dix événements de tempêtes entre 1996 et 2005 ayant provoqué des dommages matériels à Sept-Îles (Friesinger, 2009). L'évolution récente constitue donc un bon analogue de l'évolution future, de sorte que nous prévoyons un recul de 102 m d'ici 2060 pour l'unité BRO-01 (Figure 116).

Le secteur D présente un bilan nettement plus positif à l'échelle historique et seulement la période de 1982 à 1987 présente un bilan négatif avec des valeurs respectives de -2,14 m/an et -0,74 m/an pour les unités BRO-10 et BRO-11. Ce changement a dû être déclenché par les événements de tempêtes qui sont survenus en décembre 1983 (8 et 22 décembre). Le niveau d'eau atteint lors de la tempête du 8 décembre 1983 a été de 4,13 m, ce qui correspond à une surcote de 1,2 m. Durant toute la séquence, 64 jours de tempêtes ont été enregistrés. Ces unités, localisées en aval de la cellule hydrosédimentaire de Gallix semblent bénéficier des apports sédimentaires qui proviennent de l'érosion de la terrasse de plage plus à l'est. Dans ce contexte, nous prévoyons que le bilan devrait continuer à être positif d'où une avancée projetée de la côte pour 2060 de 28 m pour BRO-10 et de 22 m pour BRO-11 (Figure 116). Ceci n'exclut pas que lors de certaines tempêtes, le littoral puisse connaître ponctuellement des reculs de quelques mètres.

6.2.2.2 Secteur B (Rive ouest de l'estuaire de la rivière Brochu) et secteur C (Rive est de l'estuaire de la rivière Brochu)

Le secteur situé derrière la flèche littorale à l'intérieur de l'estuaire de la rivière Brochu (rive ouest) comporte trois unités homogènes. La première unité (BRO-02) représente la partie intérieure de la flèche littorale, la deuxième unité est caractérisée par un marais maritime (BRO-03), et finalement la dernière unité est composée d'une terrasse de plage (BRO-04). Globalement, ce secteur a connu son recul le plus important entre 1982 et 1987.

L'unité de la flèche littorale (BRO-02) est la seule unité ayant connu son recul le plus intense dans les séquences de 1965 à 1970 et de 1996 à 2005. Les taux ne sont cependant pas élevés, soit -0,23 m/an et -0,19 m/an respectivement. Les deux séquences ont été caractérisées par des températures plus chaudes et des pluies diluviennes importantes. Pour la première séquence, les raisons du recul sont surtout liées à la dynamique fluviale de la rivière. Les données du régime fluvial de la rivière Moisie montrent que la moyenne des débits moyens est la plus importante et le maximum atteint est au deuxième rang en importance. Nous extrapolons ici vers la rivière Brochu. Pour ce qui est de la séquence la plus récente, les raisons de l'évolution sont un peu différentes. Ce sont surtout les tempêtes et leurs surcotes qui ont influencé le recul de la côte. L'absence de glace est également un facteur important dans l'évolution de la flèche littorale. Entre 1970 et 1996, ce côté de la flèche littorale a connu de l'accumulation constante ou encore de la stabilité. La projection de la ligne de rivage indique un recul d'environ 13 m pour 2060 (Figure 116).

En ce qui concerne le marais maritime (BRO-03) et la terrasse de plage (BRO-04), ils ont connu leur recul le plus important entre 1982 et 1987. Deux principaux facteurs ont pu influencer leur évolution. D'une part, il semble y avoir moins d'apports sédimentaires lorsque le régime hydrologique est faible, notamment entre 1982 et 1996. De plus, en raison de la position de la terrasse de plage et du marais maritime par rapport au lit de la rivière, certains événements d'inondations et de crues importantes répertoriés dans les archives ont pu engendrer le recul du littoral (Friesinger, 2009). De plus, la surcote enregistrée en décembre 1983 a dû aussi être la cause du recul du littoral. Le recul anticipé pour les unités BRO-03 et BRO-04 est respectivement de 21 m et de 32 m (Figure 116).

Le secteur C est situé sur la rive est de l'estuaire et est constitué de cinq unités homogènes. Elles sont caractérisées par des marais maritimes (BRO-05, BRO-08), une falaise meuble (BRO-06), une terrasse de plage (BRO-07) et la partie intérieure de la flèche littorale (BRO-09) située du côté est de l'embouchure.

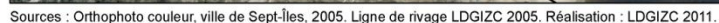
L'unité BRO-05a est un marais maritime qui a connu son recul le plus important durant la séquence de 1979 à 1982. Cette période a été chaude annuellement et en hiver. Les précipitations furent élevées tout au cours de l'année. La couverture de glace fut faible, surtout en 1981. Toutes ces conditions sont favorables à l'érosion du marais maritime. La moyenne des débits moyens a été élevée ce qui augmente l'effet de l'érosion sur les berges. Pendant cette période, le couvert de glace était faible ce qui suppose une mobilité importante des glaces. Les

radeaux de glaces ont pu alors créer des mares et des marelles dans le marais accentuant son érosion. La projection d'évolution du marais maritime inclut la totalité de sa superficie. Le marais est donc voué à disparaître dans une dizaine d'années. Ensuite, la falaise meuble située derrière le marais (BRO-05b) s'activera. Le recul projeté de cette falaise se base sur les taux historiques de recul de la falaise adjacente (BRO-06) qui est de -0,24 m/an. La falaise s'activera à partir de 2015 et atteindra un recul pour 2060 de 11 m à partir de son sommet (Figure 116).

La prochaine unité est caractérisée par une falaise meuble (BRO-06) qui a elle aussi été anthropisée, c'est-à-dire remblayée et artificialisée. Cette côte a subi de l'érosion principalement entre 1965 et 1970. Cette séquence est considérée comme étant chaude, surtout lors des périodes hivernales avec un maximum enregistré en 1969. Les précipitations entre 1965 et 1970 furent plus élevées que la normale. Cette époque a aussi connu la plus forte pluie diluvienne en 24 h, soit 114 mm en novembre 1966 et la plus importante pluie hivernale survenue en février 1968 (88,6 mm). La rivière s'est gonflée suite à toutes ces précipitations. L'effet des précipitations sur la falaise et l'écoulement fluvial à la base de la rivière ont engendré ce recul. Puisque le taux de recul de -1,7 m/an se base sur seulement 5 années de données et que l'on suppose que les structures de protection seront entretenues, le taux d'évolution historique (-0,24 m/an) a été utilisé pour projeter le trait de côte en 2060. Ce segment devrait donc reculer de 13 m d'ici 2060. Cependant, des reculs plus élevés peuvent être envisagés à certains endroits où les structures de protection sont en mauvais état et pas entretenues (Figure 116).

L'unité adjacente est une terrasse de plage (BRO-07). Elle a surtout connu un recul entre 1987 et 1996, comme cela a été le cas pour la flèche littorale (BRO-09) en face. Les conditions environnementales à l'intérieur de cette période ont surtout été des températures plus froides que la normale et le nombre de jours de tempête s'est élevé à 68 jours avec des vents de 50 km/h et plus et 5 jours avec des vents de 70 km/h. Trois événements de tempête ont été répertoriés dans les archives (Friesinger, 2009). Les deux unités sont influencées par les tempêtes et l'effet des vagues sur la côte. Le recul projeté pour 2060 pour ces deux unités est toutefois faible, soit de 9 m (Figure 116).

L'unité entre BRO-07 et BRO-09 est un marais maritime (BRO-08). Le recul le plus important s'est produit dans la période la plus récente (1996-2005). Le recul a été de -0,21 m/an et s'explique par la faible étendue des glaces créant ainsi une plus grande mobilité. Les glaces mobiles sont sujettes à provoquer des marelles lors de l'arrachement. De plus, les tempêtes survenues à cette période furent caractérisées par d'importantes surcotes. Les vagues de tempête ont pu pénétrer dans l'estuaire de la rivière et éroder le marais maritime. Comme ce site est protégé, le recul prévu d'ici 2060 est faible, soit 12 m (Figure 116).



164

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 (Gallopain, 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 (2006). 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 36. 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 37.

Tableau 36. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité

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 37. 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 (Chapitre 3.6.1). 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 38, 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 38. 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 37).

Tableau 38. 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 côtiers et aux changements environnementaux

7.2.1 Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles

Pour l'ensemble du territoire de Uashat mak Mani-Utenam, 101 infrastructures ponctuelles seront vulnérables à l'érosion d'ici 2060. Sur le territoire de Uashat, le total d'infrastructures ponctuelles a été évalué à 17, alors que sur le territoire de Mani-Utenam, 84 infrastructures ponctuelles seront vulnérables d'ici 2060 (Tableau 39). Ce sont principalement des chalets situés sur la terrasse de plage devant la réserve de Mani-Utenam qui seront vulnérables à l'érosion. Près de 20 % des infrastructures ont un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé. Ces dernières sont toutes situées à Mani-Utenam. Toujours sur le territoire de Mani-Utenam, 45 chalets seront vulnérables entre 2020 et 2040. De 2040 à 2060, 16 infrastructures seront vulnérables à Uashat. Ce sont surtout des résidences (9 bâtiments principaux) et des infrastructures patrimoniales ayant été évaluées à un niveau de vulnérabilité faible à très faible. À Mani-Utenam, pour le même niveau de vulnérabilité, un monument patrimonial sera vulnérable à partir de 2040 et 18 chalets le seront également entre 2040 et 2060.

Tableau 39. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2006-2015 Très élevé	2015-2020 Élevé	2020-2030 Modéré à élevé	2030-2040 Modéré	2040-2050 Faible	2050-2060 Très faible	Total
Type d'infrastructures Uashat (total)				1	3	13	17
Infrastructure patrimoniale (Croix et ancien poste de traite)					2	2	4
Résidence (bâtiment principal)						9	9
Résidence (cabanon/garage)				1	1		2
Service public (Enseigne du conseil de bande)						1	1
Site patrimonial (Cimetière)						1	1
Type d'infrastructures Mani-Utenam (total)	9	11	19	26	12	7	84
Chalet (bâtiment principal)	7	10	16	20	6	5	64
Chalet (cabanon/garage)	2	1	3	6	5	2	19
Monument patrimonial					1		1
TOTAL	9	11	19	27	15	20	101

7.2.2 Vulnérabilité des infrastructures linéaires

Dans toute la région de Uashat mak Mani-Utenam, près de 6 km d'infrastructures linéaires seront vulnérables à l'érosion côtière d'ici 2060 (Tableau 40). Sur l'ensemble de ces infrastructures, 49 % a été évalué à un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé. Les infrastructures linéaires qui représentent un niveau de vulnérabilité modéré à élevé ont une longueur totalisant 26 % des voies de communication et des sentiers récréatifs inventoriés.

Les voies de communication représentent 81 % du total des infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion d'ici 2060. Parmi les voies de communication, les sentiers de VTT qui sont utilisés comme des routes par la communauté sont les plus vulnérables et comptent pour 44 % du total des infrastructures linéaires vulnérables à partir d'aujourd'hui jusqu'en 2020. Ces sentiers se situent sur le territoire de Mani-Utenam, surtout sur la terrasse de plage devant la communauté. Les routes non pavées, situées surtout à Mani-Utenam, ont été évaluées à 22 % de l'ensemble des infrastructures linéaires vulnérables d'ici 2060 et 17 % du total seront vulnérables entre 2030 et 2050. À Uashat, une partie d'une route pavée (la rue Arnaud) sera aussi menacée dès 2015. La route nationale sera très peu touchée, mais tout de même, 37 m ont été inventoriés jusqu'en 2060. Ce sera à partir de 2030 qu'il y aura une partie de la route nationale qui deviendra vulnérable au sud du pont de la rivière du Poste.

Près de 1,1 km de sentier récréatif ou 19 % du total des infrastructures linéaires seront vulnérables à l'érosion côtière. Ce sont surtout les sentiers pédestres qui seront les premiers affectés. Ils sont situés à Uashat. Environ 4 % des sentiers récréatifs ont été évalués comme étant vulnérables dès maintenant jusqu'en 2020.

Tableau 40. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière

		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)
Territoire	Type d'infrastructures linéaires (Total)		1976	942	803	724	776	756	5974
Uashat	Voie de communication			29	113	98	153	140	533
	Route 138				7	8	7	15	37
	Route pavée			29	99	33	27	32	220
	Chemin non pavé				7	57	119	93	276
	Sentier récréatif		88	140	100	137	180	464	1109
	Piste cyclable			2	7	7	24	76	116
	Sentier pédestre		88	138	81	99	130	375	911
	Sentier récréatif de VTT				12	31	26	13	82
Mani-Utenam	Voie de communication		1888	773	590	489	443	152	4335
	Route non pavée		27	13	26	439	400	108	1013
	Sentier de VTT/route de VTT		1861	760	564	50	43	44	3322

7.2.3 Vulnérabilité des activités

Une superficie totale de 403 423 m² de territoire utilisé pour des activités sera vulnérable à l'érosion côtière d'ici 2060 (Tableau 41). L'analyse démontre que 21 % de ce territoire sera vulnérable d'ici à 2020 (niveau de vulnérabilité très élevé à élevé) et que 33 % sera vulnérable à partir de 2040 (niveau de vulnérabilité faible à très faible). Les aires d'activités comprennent des lieux de rassemblement, des sites de cueillette de petits fruits et d'herbes médicinales ainsi que de campement. Le secteur de la pointe de Moisie sera particulièrement vulnérable puisqu'il représente 65 % de la superficie totale vulnérable à l'érosion côtière d'ici 2060.

Les figures 119 à 122 présentent les activités ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière. Sur le territoire de Uashat, la communauté pratique plusieurs activités, dont la marche, la baignade, la détente sur la plage, la cueillette d'herbes médicinales, la chasse aux oiseaux migrateurs, la pêche et le déplacement en canot (Figure 119). La détente sur la plage, pour sa part, en raison de la diminution de la largeur de plage, est fortement vulnérable (niveau élevé). Le niveau de vulnérabilité est très élevé pour la cueillette d'herbes médicinales en raison de la perte de terrain et de l'habitat écologique de ces plantes. Ce sont surtout des activités qui ont été considérées à un niveau de vulnérabilité modéré puisque les comportements peuvent changer assez rapidement et que la vulnérabilité de ces activités peut diminuer grâce à une sensibilisation faite auprès de la communauté. La rampe de mise à l'eau dans la partie plus ancienne de Uashat a été évaluée comme étant à un niveau de vulnérabilité très élevé. L'activité de marche à ce même endroit a été considérée comme étant une activité à niveau de vulnérabilité élevé en raison de la diminution de la largeur de la plage. Dans le secteur le plus exposé aux vagues, certaines activités ont déjà été abandonnées en raison des changements environnementaux, notamment la pêche au capelan, la cueillette de myes et de petits fruits ainsi que la cuisson de la banique. Selon les secteurs, l'arrêt de ces activités était principalement causé par l'érosion côtière, la diminution de la largeur de la plage et les changements climatiques.

Vis-à-vis la réserve de Mani-Utenam, dans le secteur des chalets, la cueillette de petits fruits et d'herbes médicinales, la pêche au capelan et la cueillette de myes sont des activités toutes considérées comme étant à un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé (Figure 120). Ces activités sont sensibles aux changements environnementaux et à l'érosion côtière. D'ailleurs, les campements ne sont plus implantés alors que la cuisson de la banique, la trappe et la pêche ne sont plus pratiquées, et ce, en raison de la diminution de la largeur de la plage, de l'érosion, de la diminution de la ressource et de la surpêche. La marche est une activité qui peut être déplacée et adaptable ce qui lui permet de faire partie du niveau de vulnérabilité modéré. Les déplacements en VTT et en camion sont fortement vulnérables aux changements environnementaux puisque les sentiers sont aussi vulnérables à l'érosion.

À la hauteur de la pointe de Moisie, plusieurs activités ne sont pas encore vulnérables du côté de l'estuaire de la rivière Moisie (Figure 121). Le déplacement en motoneige a été considéré comme ayant un niveau de vulnérabilité élevé en raison de la diminution de la glace sur la

rivière. Les activités de campement et de rassemblement seront aussi vulnérables dans le futur. Du côté du golfe du Saint-Laurent, les activités qui y sont pratiquées sont considérées comme étant vulnérables à un niveau modéré à très élevé, en raison des changements climatiques et de l'ensablement de l'estuaire de la rivière.

La Figure 122 montre les activités pratiquées à l'échelle de la région d'étude et leur niveau de vulnérabilité. Il s'agit d'activités reliées au golfe du Saint-Laurent. Le niveau de vulnérabilité pour les déplacements en bateau, la chasse aux oiseaux migrateurs et la pêche est modéré puisque des mesures pourraient être mise de l'avant pour réduire leur vulnérabilité. Elles sont affectées par le trafic maritime et la pollution. Les activités qui ne sont plus pratiquées en raison de la diminution de la glace côtière et des changements climatiques ont été classées dans le niveau de vulnérabilité élevé à très élevé. Le déplacement en motoneige sur le golfe du Saint-Laurent et la trappe sont des activités ayant un niveau de vulnérabilité élevé à très élevé. La pêche au capelan près de la rivière Brochu est vulnérable à un niveau modéré en raison des changements environnementaux et de l'érosion côtière à l'ouest de la rivière Brochu alors qu'on observe de longs secteurs en accumulation à l'est de la rivière Brochu.

Tableau 41. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière

		Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2006-2015 Très élevé (m ²)	2015-2020 Élevé (m ²)	2020-2030 Modéré à élevé (m ²)	2030-2040 Modéré (m ²)	2040-2050 Faible (m ²)	2050-2060 Très faible (m ²)	Total (m ²)
Aire d'activités	Types d'activités								
1	Lieu de rassemblement							122	122
2	Cueillette de plantes médicinales		1 352	336	604	529	401	197	3 420
3	Cueillette de petits fruits et d'herbes médicinales		12 374	13 935	37 674	37 442	29 751	4 950	136 124
4	Lieu de rassemblement			16 260					16 260
	Lieu de rassemblement et campement		27 590	13 852	53 678	53 451	50 623	48 302	247 496
Aire totale affectée projetée			41 316	44 383	91 956	91 422	80 775	53 571	403 423

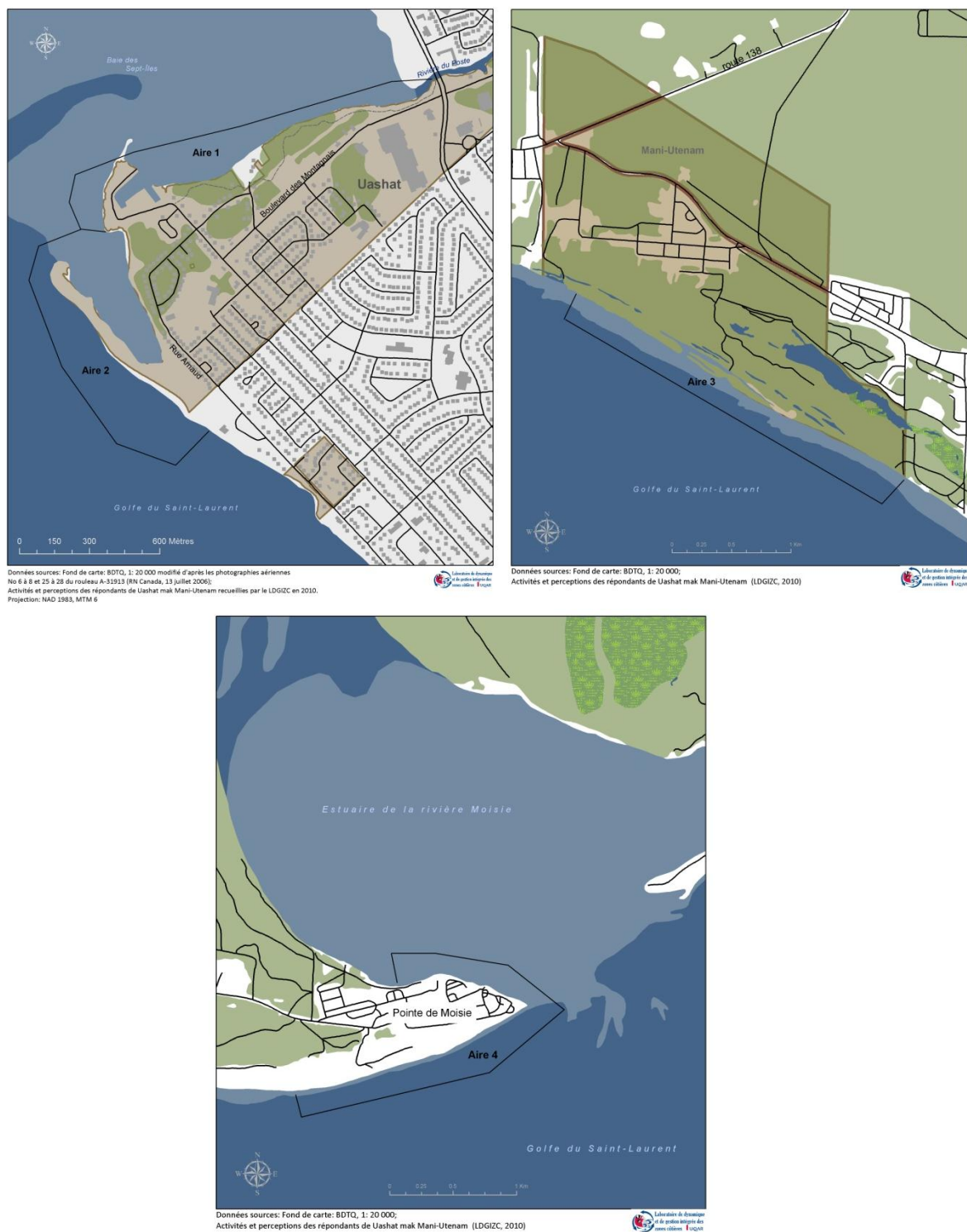


Figure 117. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux



Figure 118. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux
(en lien avec les figures qui suivent)



Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.
 Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000 modifié d'après les photographies aériennes
 No 6 à 8 et 25 à 28 du rouleau A-31913 (RN Canada, 13 juillet 2006); Projection: NAD 1983, MTM 6



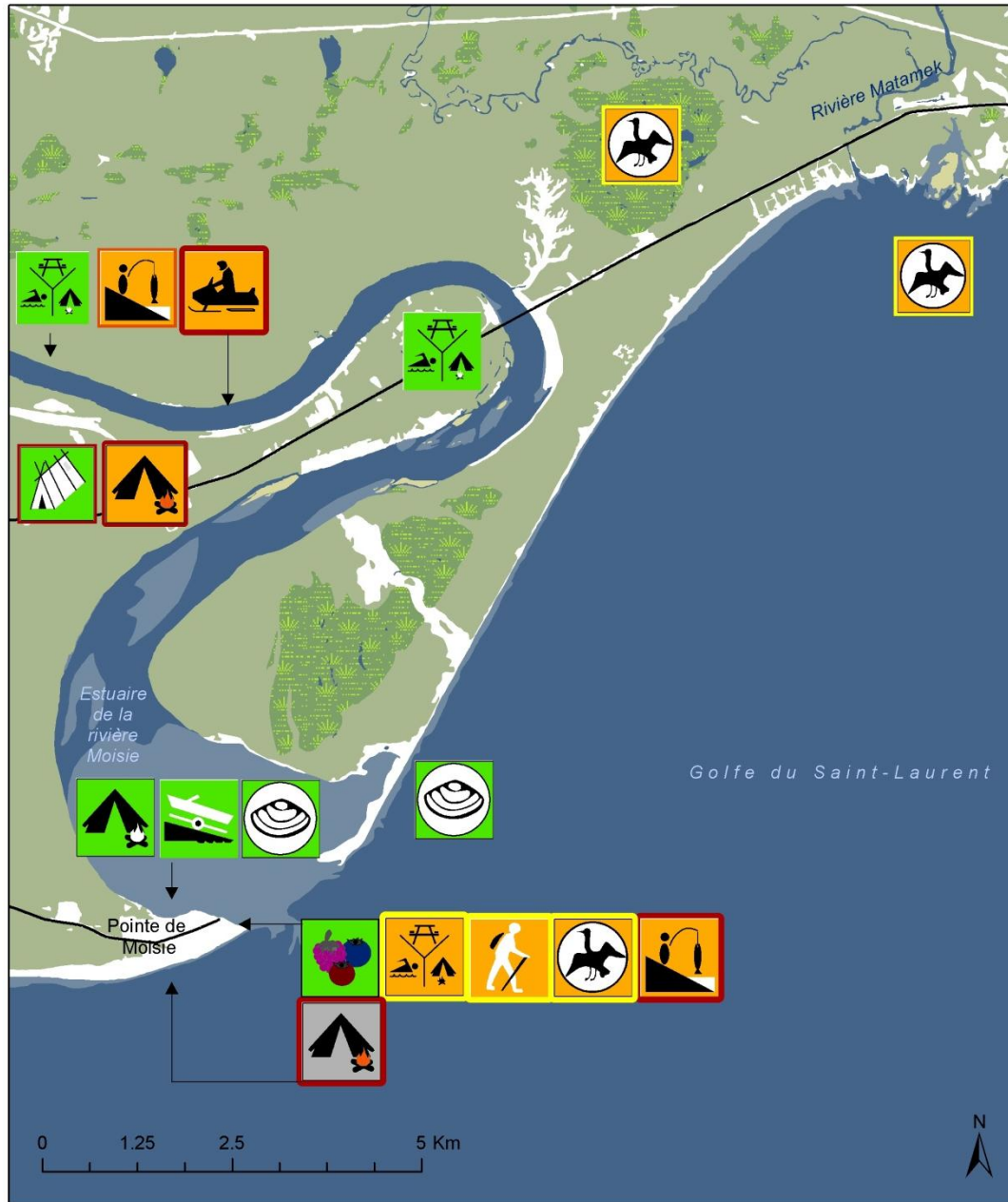
Figure 119. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de Uashat
 (la légende se trouve plus haut dans ce présent document)



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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000 modifié d'après les photographies aériennes
No 6 à 8 et 25 à 28 du rouleau A-31913 (RN Canada, 13 juillet 2006); Projection: NAD 1983, MTM 6

Figure 120. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de Mani-Utenam
(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 Uashat mak Mani-Utenam recueillies par le LDGIZC en 2010.

Figure 121. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, secteur de la rivière Moisie
(la légende se trouve plus haut dans ce présent document)

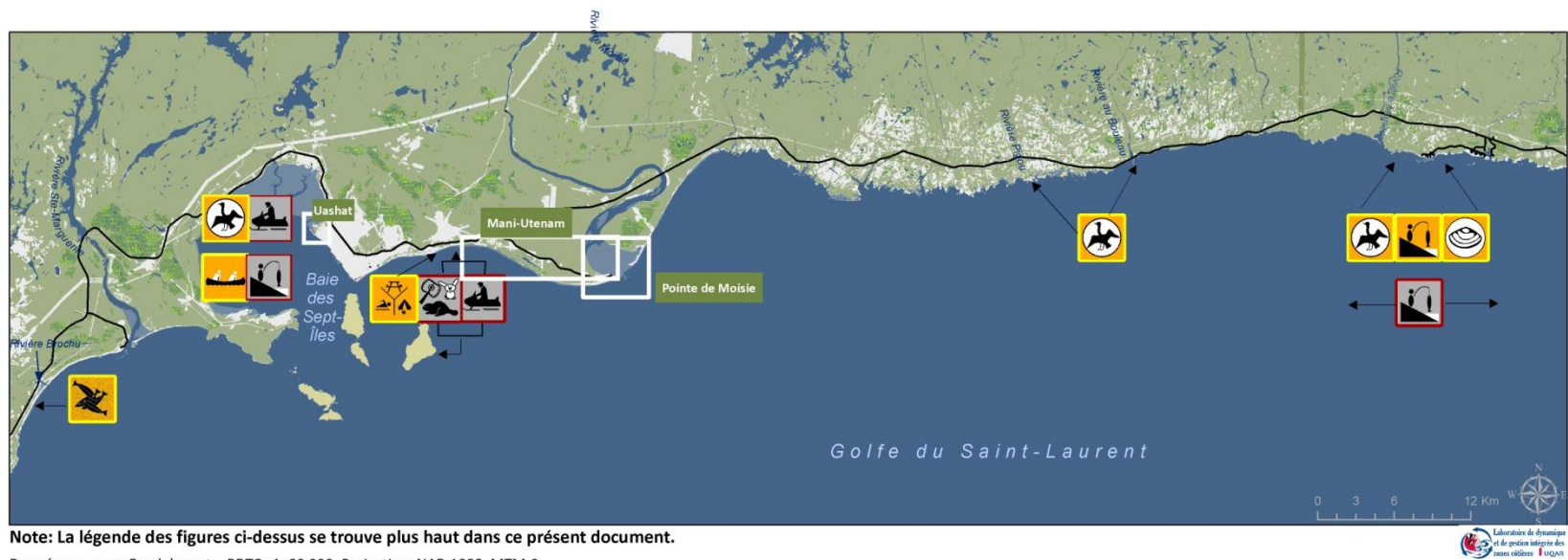


Figure 122. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, rivière Brochu à rivière Manitou

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 zonage 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 de Uashat mak Mani-Utenam. 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 :

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

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 ou 54 ans pour les photographies aériennes de 2006). Le tableau 42 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 42. 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 43. 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 43. 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 du zonage du risque d'érosion côtière

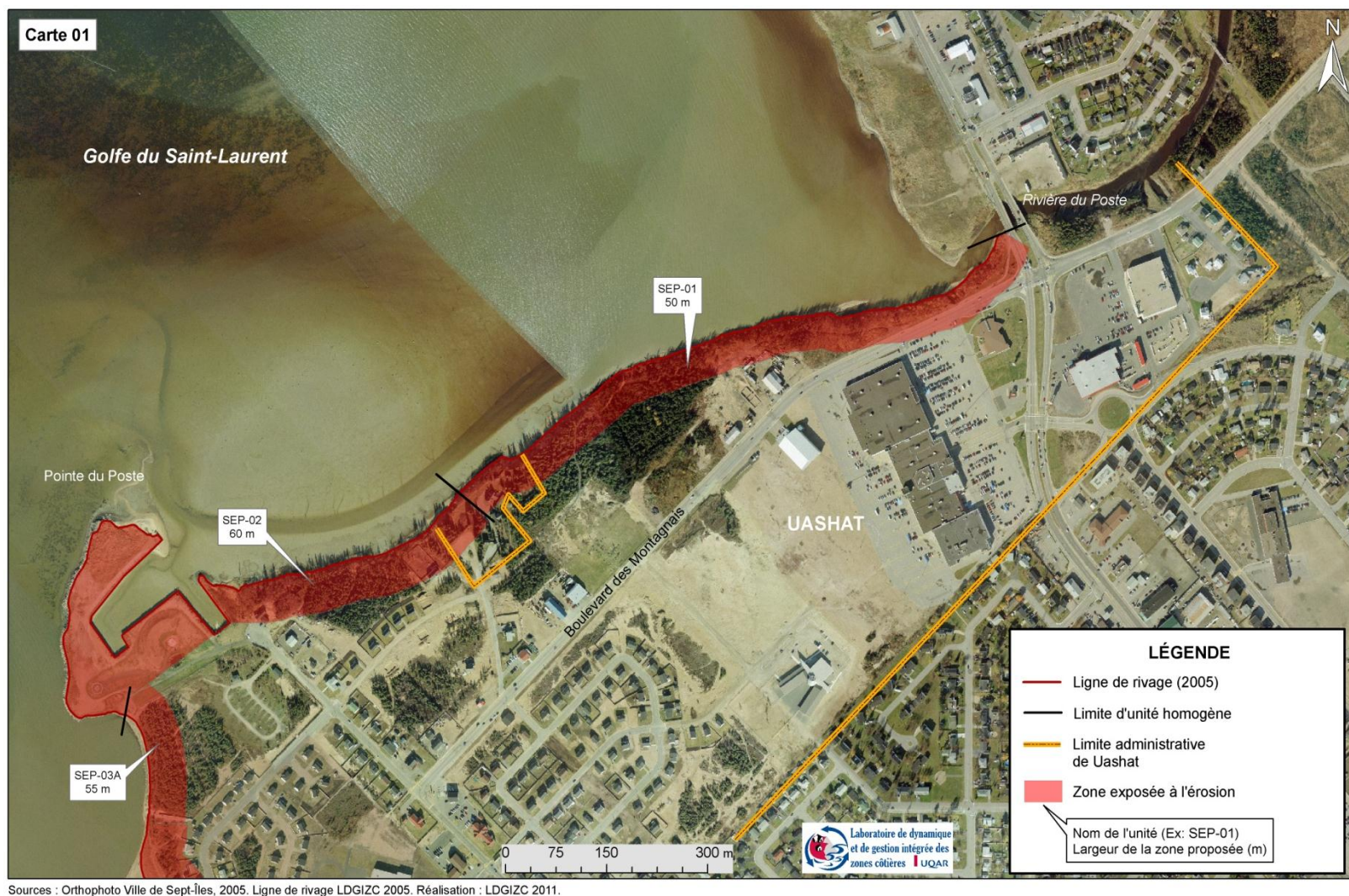
8.2.1 Secteur de Uashat

L'analyse du zonage du risque s'est effectuée en marge des limites administratives de Uashat puisqu'une étude a déjà été réalisée pour la ville de Sept-Îles (Bernatchez et *al.*, 2008; Dubois et *al.*, 2006). Il sera donc question des marges de sécurité qui concernent Uashat, soit les unités SEP-1 à SEP-5B.

Les quatre premières unités homogènes ont une marge de sécurité qui varie de 50 à 60 m (Tableau 44). Pour l'unité SEP-1, constituée d'une falaise meuble de sable et d'argile, le minimum de marge de sécurité est de 50 m (Figure 123). La marge inclut donc une partie du boulevard des Montagnais et le site du Vieux-Poste. Pour l'unité adjacente (SEP-2), la marge de sécurité a été établie à 60 m puisque le résultat du taux de recul moyen donne une marge plus faible que la marge minimale. En ce qui concerne l'unité SEP-3A, la zone d'érosion proposée dans la falaise meuble est de 55 m de largeur. La prochaine unité, SEP-3B qui est caractérisée en terrasse de plage, a une zone exposée à l'érosion de 60 m, soit la marge minimale prévue pour ce type de côte. Les unités SEP-3C et SEP-4A font partie de la flèche littorale. Cette entité géomorphologique, constituée uniquement de sable, se transforme rapidement et c'est pourquoi la totalité de la surface de la flèche littorale est sujette à l'érosion et est zonée sur son ensemble. Ceci engendre donc une marge de sécurité qui comprend 10 résidences et une section de la rue Arnaud devant la salle Naneu (Figure 124). La largeur de la zone proposée pour l'unité SEP-4B est de 116 m. La marge de sécurité suggérée devant l'ancienne partie de la réserve de Uashat est de 60 m puisque l'unité SEP-5B n'est pas enrochée. La zone inconstructible comprend alors 5 résidences et une section de la rue Arnaud qui appartient en réalité à la ville de Sept-Îles (Figure 125).

Tableau 44. Marges de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière à Uashat

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
SEP-1	$-0,59 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-11,47 \text{ m}) = -43,92 \text{ m}$	50 m
SEP-2	$-0,74 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -52,72 \text{ m}$	60 m
SEP-3A	$-0,79 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-11,47 \text{ m}) = -54,92 \text{ m}$	55 m
SEP-3B	$-0,79 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -55,5 \text{ m}$	60 m
SEP-3C	$-0,79 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -55,5 \text{ m}$	L'ensemble de la flèche littorale
SEP-4A	$-0,47 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -37,9 \text{ m}$	L'ensemble de la flèche littorale
SEP-4B	$-1,89 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -116 \text{ m}$	116 m
SEP-5B	$-0,66 \text{ m/an} \times 55 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -48,35 \text{ m}$	60 m



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 123. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-1, SEP-2 et SEP-3A



Figure 124. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unités homogènes SEP-2, SEP-3A, SEP-3B, SEP-3C, SEP-4A et SEP-4B



Sources : Orthophoto Ville de Sept-Îles, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

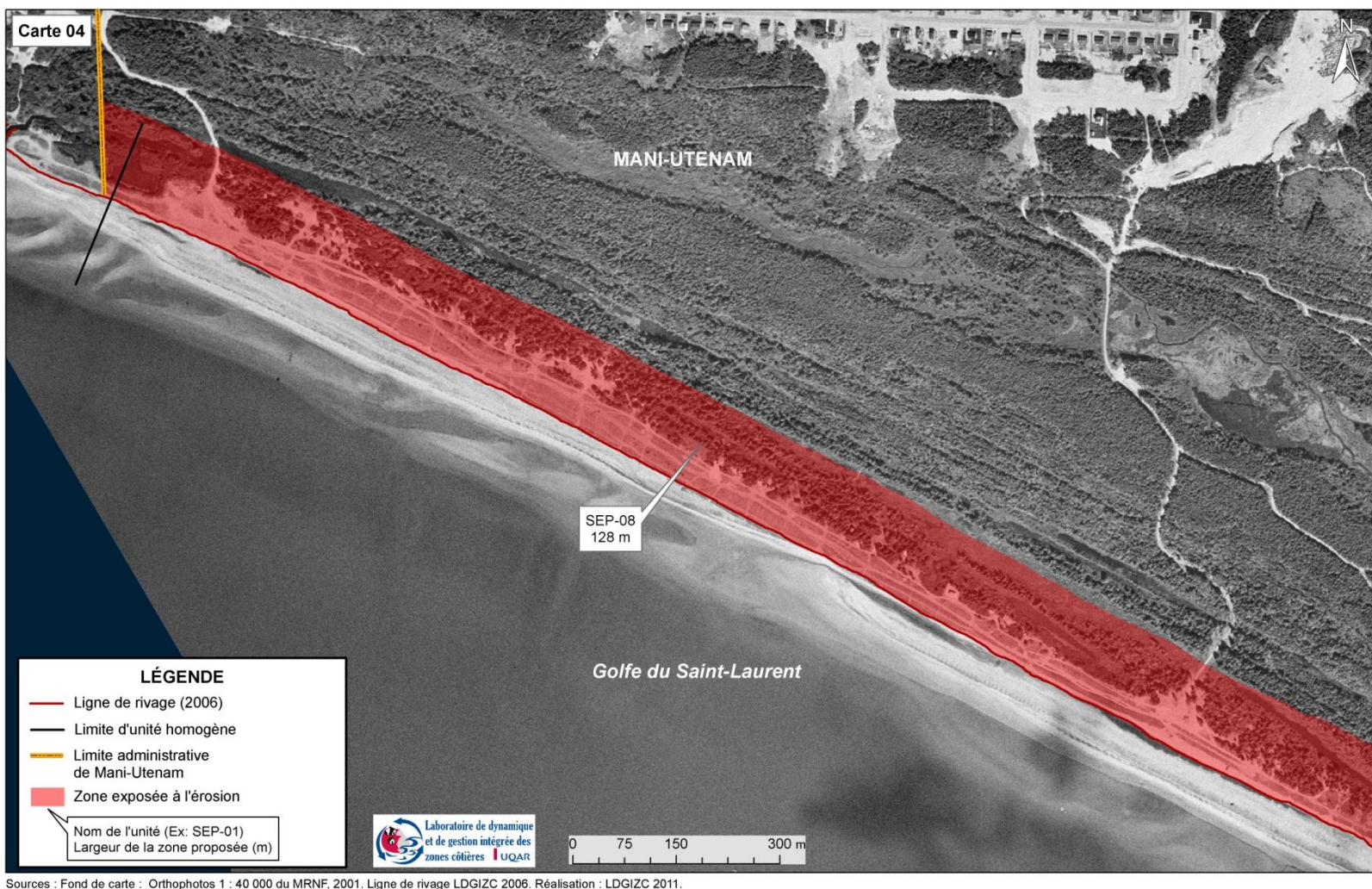
Figure 125. Zonage du risque d'érosion de la région de Uashat entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-5B

8.2.2 Secteur de Mani-Utenam

Dans l'analyse du risque, la marge de sécurité a été seulement calculée pour les limites administratives de la réserve de Mani-Utenam. Ceci concerne donc uniquement l'unité homogène SEP-8 qui caractérise le littoral devant le territoire (Figure 126 et Figure 127). La zone exposée à l'érosion a été calculée jusqu'à 128 m derrière la micro-falaise de la terrasse de plage. Le recul moyen qui avait été calculé dans le passé fut de -2,14 m/an. La marge de sécurité calculée à l'aide de l'équation donne un résultat près de 128 m (Tableau 45). Ceci signifie que tout le secteur des chalets incluant les chemins fait partie de cette zone exposée à l'érosion.

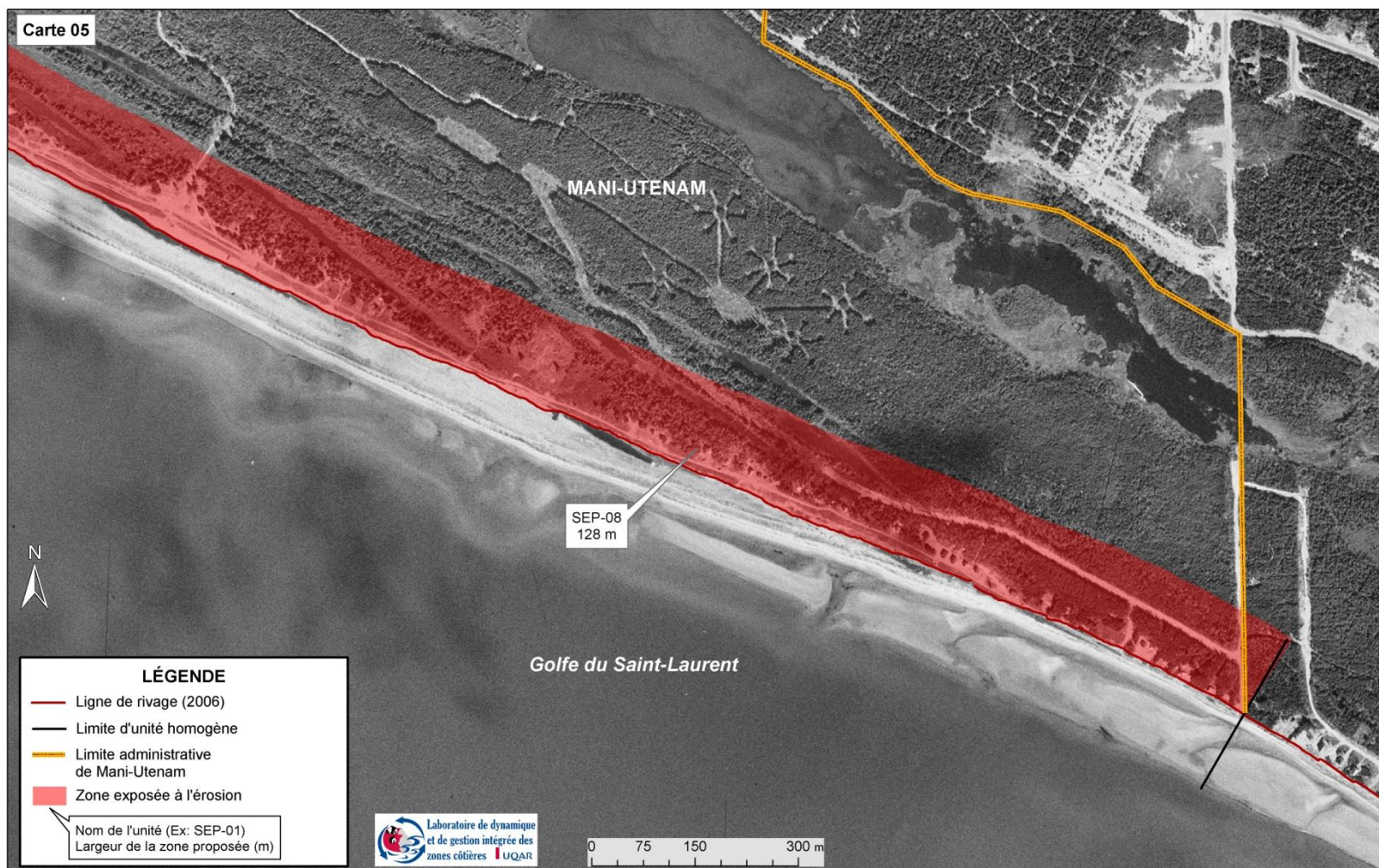
Tableau 45. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière à Mani-Utenam

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
SEP-8	$-2,14 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + (-12,05 \text{ m}) = -127,61 \text{ m}$	128 m



Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 126. Zonage du risque d'érosion de la région de Mani-Utenam entre 2006 et 2060, unité homogène SEP-8



Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2001. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 127. Zonage du risque d'érosion de la région de Mani-Utenam entre 2005 et 2060, unité homogène SEP-8

8.3 Secteurs d'intervention prioritaire

À la lumière des résultats de l'analyse préliminaire du risque d'érosion littorale, cinq secteurs nécessiteront une intervention à court et à moyen terme.

Selon nos analyses un secteur qui demeure à prioriser est la falaise du boulevard des Montagnais. Une intervention visant à stabiliser ce talus a eu lieu au cours de l'année 2012. Comme il a été recommandé par la firme LVM (2010), la pente de la falaise a dû être reprofilée afin d'atteindre une pente d'équilibre où les processus gravitaires seront moins importants. En plus, un enrochement a été implanté sur la falaise afin d'éviter l'érosion. Des suivis de l'état de l'enrochement annuellement et après d'importants événements climatiques (pluies diluviennes et tempêtes) seront importants afin de connaître son état et de pouvoir intervenir rapidement en cas de dommages et d'effondrement.

L'autre secteur à prioriser est l'enrochement sur la rue Arnaud, c'est-à-dire le prolongement de l'enrochement vis-à-vis l'ancienne partie de Uashat. Une rampe de mise à l'eau doit cependant l'accompagner puisque l'endroit est encore utilisé comme lieu d'accès pour la pêche et pour la chasse aux oiseaux migrateurs.

Entre ces deux premiers secteurs d'intervention ciblés, nous apportons également une attention particulière à la flèche littorale nommée Naneu par la communauté. Cette flèche littorale assure une protection naturelle aux infrastructures localisées derrière. Nous proposons qu'elle devienne un site naturel et d'expérimentation de plantation d'élymes des sables (*Elymus arenarius*) ou d'autres plantes de bord de mer afin de préserver l'entité géomorphologique et de protéger les résidences derrière la flèche littorale. D'ailleurs, comme le montre les résultats de l'enquête, les résidents sont de plus en plus inquiets par la submersion. Quelques événements de tempête ont alimenté ce sentiment de peur. La mise en place d'un sentier balisé pour les VTT et les marcheurs seraient une solution envisageable afin de préserver le milieu.

Les deux autres secteurs font partie du territoire de Mani-Utenam. La première zone concerne les chalets sur la terrasse de plage devant la réserve. Puisque ce secteur a déjà connu un recul important, une première option serait de planter de l'élyme des sables (*Elymus arenarius*) afin de stabiliser le sable et de favoriser la rétention des sédiments. Comme ce secteur présente un fort transit sédimentaire, la mise en place d'épis serait une option à regarder. Une analyse plus détaillée devrait être effectuée pour connaître de façon plus précise la dynamique hydrosédimentaire de ce secteur afin d'identifier la meilleure solution. À long terme, la relocalisation des chalets pourrait être effectuée graduellement. Cette zone pourrait éventuellement devenir un lieu de campement temporaire et facilement déplaçable.

La dernière zone d'intervention à Mani-Utenam comprend toute la falaise. Lors de l'enquête, quelques répondants ont démontré leur inquiétude face au risque de glissements de terrain. Ceux-ci racontent qu'il y aurait eu à quelques reprises des glissements superficiels causés par de fortes pluies. Nous recommandons de rester vigilant face à ce phénomène. Une étude géotechnique pourrait être effectuée afin de mieux comprendre les processus gravitaires et

hydrogéologiques présents dans la falaise. L'analyse apporterait plus de précision sur la largeur de la zone au sommet de la falaise pour laquelle la construction de bâtiments devrait davantage être contrôlée. Aussi, la coupe d'arbres dans le talus de la falaise devrait être restreinte au maximum afin d'éviter les trouées dans la forêt favorisant le ruissellement concentré et la déstabilisation de la pente. La revégétalisation aux endroits déjà coupés pourrait être un bon apport pour prévenir l'érosion de la falaise. Malgré qu'il n'existe pas encore de marge de sécurité au sommet de la falaise, nous avons considéré cette zone comme étant vulnérable aux processus d'érosion.

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 Uashat mak Mani-Utenam. 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 liés à la zone de chalets de Mani-Utenam. 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 du 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. À Mani-Utenam, plusieurs résidents sont d'ailleurs prêts à se retirer des zones à risques. À Uashat et à Mani-Utenam, les répondants croient que l'enrochement peut les protéger contre l'érosion sur les côtes basses sableuses. Une bonne sensibilisation devra être faite face à cette solution qui n'est pas toujours adéquate. Il semble que l'enrochement sur la terrasse de plage de Uashat, sur laquelle se trouve la rue Arnaud, soit en effet de mise. Toutefois, l'enrochement de la terrasse de plage de Mani-Utenam pourrait perturber le transit sédimentaire, faire disparaître la plage, et engendrer un déficit sédimentaire en aval. 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 mesure d'urgence actuel ne prend pas en compte les aléas côtiers. Ces derniers devraient être intégrés dans le plan de mesures d'urgence lors de sa prochaine révision.

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 de Uashat mak Mani-Utenam en lien avec les conditions climatiques et océanographiques. L'analyse de l'évolution côtière historique de 1931 à 2005 (2006 pour le secteur de Mani-Utenam), en fonction des cycles climatiques selon des intervalles variant entre 3 et 19 ans, a permis d'identifier les facteurs-clés d'évolution du littoral par type de côte. Le recul constant de la falaise meuble sur laquelle se trouve le boulevard des Montagnais 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 la sensibilité des côtes basses sableuses (flèches littorales, terrasse de plage, basse falaise meuble) aux événements de tempêtes dans les périodes caractérisées par une faible couverture de glace. Les analyses démontrent également l'impact de l'artificialisation du littoral de Sept-Îles sur le transit sédimentaire et sur la résilience des côtes en aval. Du côté de Mani-Utenam, on constate que la terrasse de plage évolue selon un cycle d'accumulation-érosion d'environ 10 ans en raison de la migration des cordons littoraux de bas estran qui évoluent en fonction de la dérive littorale et des apports sédimentaires. Les périodes de reculs les plus marqués de cette terrasse de plage sont caractérisées par des événements de tempêtes et une faible couverture de glace. Récemment, les événements d'érosion ne sont plus compensés par des accumulations aussi importantes. Ce bilan sédimentaire négatif est lié à la diminution des débits annuels maximums de la rivière Moisie qui est observée depuis 1982 et qui occasionne une diminution des apports sédimentaires, mais aussi probablement par un transit sédimentaire côtier plus rapide en raison de la réduction de la couverture de glace.

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 de Uashat mak Mani-Utenam à l'horizon 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 de Uashat mak Mani-Utenam. Par conséquent, la période de 1996 à 2005, qui a connu des conditions semblables, est un bon analogue des conditions climatiques et côtières appréhendées pour le futur. L'augmentation des cycles de gel et de dégel ainsi que des pluies hivernales prévues devraient accélérer le recul de la falaise meuble à Uashat. De plus, 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 terrasses de plage, des basses falaises meubles, des flèches littorales et des marais maritimes. Ce, d'autant plus que, l'artificialisation du littoral et la diminution de la largeur des plages à Sept-Îles ont occasionné un déficit sédimentaire qui augmente la sensibilité des terrasses de plage aux événements de tempête. À Mani-Utenam, 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 et soient ainsi plus sensibles aux événements de tempête que par le passé.

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 rue Arnaud, les résidences 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 de Uashat mak Mani-Utenam 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. À Uashat, il est proposé de ne pas construire et/ou intervenir dans une marge qui varie de 50 à 60 m. À Mani-Utenam, cette marge de sécurité est établie à 128 m. Il est vrai que le zonage contraint la communauté dans un contexte où le territoire est déjà restreint. 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. Cinq secteurs d'interventions prioritaires ont été identifiés et des recommandations sont proposées à leur égard.

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 de Uashat mak Mani-Utenam, 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 de Uashat mak Mani-Utenam pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation à préconiser.**

Références

Adger, W. N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16; 3; 268-281

Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 2010. Première Nation de Uashat mak Mani-Utenam. Page consultée le 2 février 2010. [en ligne] <http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100020135>

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

Alison, 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.

Axor Experts-Conseils et Groupe-Conseil LaSalle, 1999. Étude de l'érosion des berges de Uashat (Sept-Îles). 22 p. + annexes

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. et Fraser, C., sous presse. Evolution of coastal defence structures and consequences for beach width trends, Québec, Canada. *Journal of Coastal Research*, 00(0), 000–000. West Palm Beach (Florida).

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

Cazenave A., Lombard, A. et W. Llovel, 2008. Present-day sea level rise: a synthesis. *C.R. Geoscience*, 340: 761–770.

Centre d'expertise hydrique du Québec, 2011. Débit à la station 074903 – Natashquan. Page consultée le 1 mars 2011 [en ligne]
<http://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/graphique.asp?NoStation=074903>

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.

Dredge, L. A., 1983. Surficial geology of the Sept-Iles area, Quebec North Shore. Memoire 408, Geological Survey of Canada, Ottawa, 40 p.

Dredge, L.A. et Thom, B.G., 1976. Development of a gully-flow near Sept-Îles, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13; 1145-1151.

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 M. Briard, 1980. Évolution historique du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent, Québec, Canada. 24^{ième} Congrès international de géographie, Commission de l'environnement côtier. Shimoda Marine Research Center, Tsukuba University, Japon. p.1-15.

Dubois, J.M.M et G.L. Lessard, 1984. L'évolution millénaire du delta de la rivière Moisie dans le golfe du Saint-Laurent. *GEOS*, Vol. 13, No. 1, Hiver 1984.

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 1 mars 2010 [en ligne]
http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QUE&StationID=5742&hlyRange=1953-01-01|2012-07-12&Year=2010&Month=3&Day=1

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

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

Forbes, D. L., Parkes, G. S., Manson, G. K. et Ketch, L. A., 2004. Storms and shoreline retreat in the southern Gulf of St. Lawrence. *Marine Geology*, 210; 169-204.

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

Gagnon, M., Bergeron, P., Leblanc, J. et R. Siron, 1997. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du golfe du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs. Ministère des Pêches et des Océans - Région Laurentienne, Division des sciences de l'environnement marin, Institut Maurice-Lamontagne. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 19, 20 et 21. 189 p.

Gallopín, G.C., 2006. Linkages among vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16; 3; 293-303

Gornitz, V., 1995. Sea-level rise : a review of recent past and near-futur trends. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 20: 7-20.

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat, 2007. Climate Change 2007: The physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.

Grenier, A., Dubois, J.-M.M. 1992. *Évolution littorale récente par télédétection: synthèse méthodologique*. Photo-interprétation. n. 1990-6. p. 3-16.

Kinney, 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.

Lessard, G. L. et J.-M.M. Dubois, 1984. Évolution littorale multitemporelle d'une côte récemment déglacée du nord du golfe du Saint-Laurent. *Revue de géomorphologie dynamique*, 33, pp. 81-96.

LVM, 2010. Étude de stabilité des talus et des infrastructures routières, boulevard des Montagnais, Uashat. 29 p. + annexes

McCulloch, M. M., Forbes, D. L., Shaw, J. et CCAF (Climate Change Action Fund), a. A. S. T. 2002. Coastal Impacts of Climatic Change and Sealevel Rise on Prince Edward Island: Synthesis Report & Supporting Documents. Geological Survey of Canada, Dartmouth, 62p.

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs), 2002. Portrait régional de l'eau ; Côte-Nord (Région administrative 09). Site internet consulté le 5 février 2010 : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region09/09-cote-nord.htm#21>

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.

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.

Nanson, G. C. et A. D. Knighton, 1996. Anabranching rivers: their cause, character and classification, *Earth Surface Processes and Landforms*, 21(3), 217-239.

Nicholls, R.J. et A. Cazenave, 2010. Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science*, 328 (5985): 1517-1520.

OURANOS, 2010. Savoir s'adapter aux changements climatiques. Montréal, 128 p.

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

Roca, E., et M. Villares, 2008. Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments. *Ocean & Coastal Management*, 51; 314-329

Ropars, Y., 2007. Érosion des berges; études techniques et d'opportunité. Référence : 2432-01-24. Rapport technique remis à la Ville de Sept-Îles. 61 p.

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, 2008. Marées, courants et niveaux d'eau. Page consultée le 5 février 2010 [en ligne] <http://www.waterlevels.gc.ca/french/Canada.shtml>

Service hydrographique du Canada, 2011. Marées, courants et niveaux d'eau. Station de Sept-Îles. Page consultée le 17 mars 2011 [en ligne] <http://www.lau.chs-shc.gc.ca/cgi-bin/tide-shc.cgi?queryType=showFrameset&zone=3&language=french®ion=4&stnnum=2780>

Shaw, J., Taylor, R. B., Forbes, D. L., Ruz, M.-H. et S. Solomon, 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. Uashat, Maliotenam, Québec. 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. Uashat, Maliotenam, Québec. 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

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

Statistique Canada, s.d., Pyramide des âges. Page consultée le 14 mars 2011 [en ligne]
http://www.statcan.gc.ca/kits-trousses/edu05_000-fra.htm

Stockwell, C.H., 1963. Second report on structural provinces, orogenies and time classification of rocks of the Canadian Precambrian Shield. Geological Survey of Canada, Paper 62-17, pp. 123-133.

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

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?

C. Perception à l'égard des phénomènes naturels et des changements du milieu naturel

3. Avez-vous remarqué des changements/une modification de la zone côtière (bord de l'eau, de l'estuaire, de la rivière) ?

Oui ☐ Non ☐ Ne sait pas ☐

3.1. Si oui, quels sont ces changements, leurs causes et leurs conséquences ?

[illegible]

4. Avez-vous remarqué des changements concernant les items suivants sur le territoire de votre communauté?	augmen- tation	diminu- tion	augmentation et diminution	aucun changement	ne sait pas	commentaires
a. Largeur de la plage (<i>la</i>)						
b. Niveau de la mer / niveau des marées (<i>rsl</i>)						
c. Niveau d'eau de la rivière (<i>rl</i>)						
d. Couverture et étendue de la glace de mer (<i>sgm</i>)						
e. Couverture et étendue de la glace de rivière (<i>sgr</i>)						
f. Autres :						
g. Autres :						

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?

14. À quelle(s) période(s) de l'année l'érosion et l'inondation côtières se produisent-elles?	Oui	Non	Nsp	Na	Commentaires
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 ?

18. 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 :				

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			

Annexe 2. Questionnaire élaboré pour les informateurs clés et les résidents

ENTREVUE AUPRÈS DES COMMUNAUTÉS INNUES DE LA CÔTE-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 ?

C. PERCEPTION À L'ÉGARD DES PHÉNOMÈNES NATURELS ET DES CHANGEMENTS DU MILIEU NATUREL

6. Avez-vous remarqué des changements/une modification de la zone côtière (bord de l'eau, de l'estuaire, de la rivière)?

Oui ☐ Non ☐ Ne sait pas ☐

6.1. Si oui, quels sont ces changements, leurs causes et leurs conséquences ?

7. Avez-vous remarqué des changements concernant les items suivants sur le territoire de votre communauté?	Augmen- tation	Diminu- tion	Augmentation et diminution	aucun change- ment	ne sait pas	commentaires
a. Largeur de la plage (<i>la</i>)						
b. Niveau de la mer / niveau des marées (<i>rsl</i>)						
c. Niveau d'eau de la rivière (<i>rl</i>)						
d. Couverture et étendue de la glace de mer (<i>gm</i>)						
e. Couverture et étendue de la glace de rivière (<i>gr</i>)						
f. Autres :						
g. Autres:						

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>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 :										

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

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

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

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

Saison	Relation	Fréquence	Pourcentage
	Présence	2	10,0
	Absence	18	90,0
	Total	20	100,0

Solutions d'adaptation	Relation	Fréquence	Pourcentage
	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 Uashat

Changements environnementaux	Changements observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Largeur de la plage	3.46	3	0.327	Non
	Niveau de la mer	3.91	3	0.272	Non
	Niveau de la rivière	3.21	4	0.524	Non
	Glace de mer	3.84	2	0.147	Non
	Glace de rivière	4.01	2	0.134	Non

Phénomènes naturels	Phénomènes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Érosion côtière	3.83	2	0.148	Non
	Érosion fluviale	3.94	3	0.268	Non
	Glissement de terrain	3.74	2	0.154	Non
	Vagues de tempête	2.21	2	0.330	Non
	Pluies diluviennes	0.74	2	0.690	Non
	Inondation fluviale	4.51	2	0.105	Non
	Inondation côtière	4.18	2	0.123	Non
	Redoux hivernaux	0.90	1	0.342	Non
	Embâcle	1.39	2	0.500	Non
	Séisme	0.18	1	0.668	Non
	Réchauffement climatique	1.34	1	0.248	Non

Causes de l'érosion	Causes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Côtier-Vagues de tempête	8.97	3	0.030	Oui
	Côtier-Augmentation du niveau marin	3.04	3	0.385	Non
	Côtier-Diminution de la glace	2.04	3	0.564	Non
	Côtier-Homme	3.54	3	0.316	Non
	Côtier-Pluies diluviennes	1.72	3	0.633	Non
	Côtier-Eau souterraine	2.87	3	0.413	Non
	Côtier-Cours d'eau	2.87	3	0.413	Non
	Côtier-Vent	3.30	3	0.348	Non
	Côtier-Redoux hivernaux	6.99	3	0.072	Non
	Côtier-Changements climatiques	2.28	3	0.516	Non

Saison à laquelle survient l'érosion	Saison	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Été	1.41	2	0.494	Non
	Automne	0.54	2	0.764	Non
	Hiver	1.21	2	0.546	Non
	Printemps	4.25	2	0.120	Non

	Types de solution	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Solutions d'adaptation	Déplacement	5.13	2	0.077	Non
	Enrochement	1.05	2	0.590	Non
	Brise-lame	2.96	2	0.228	Non
	Épis	0.66	2	0.719	Non
	Recharge en sable	5.22	2	0.074	Non
	Restauration des dunes	3.61	4	0.461	Non
	Muret	0.48	2	0.785	Non
	Plantation de végétaux	1.37	2	0.505	Non
	Modification des comportements	5.09	2	0.079	Non
	Sensibilisation	4.61	2	0.100	Non
	Réglementation	7.40	2	0.025	Oui
	Comité côtier	4.77	2	0.092	Non

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

	Changements observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Changements environnementaux	Largeur de la plage	5.30	4	0.258	Non
	Niveau de la mer	3.97	3	0.264	Non
	Niveau de la rivière	6.38	4	0.173	Non
	Glace de mer	4.94	2	0.085	Non
	Glace de rivière	3.96	3	0.266	Non

	Phénomènes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Phénomènes naturels	Érosion côtière	1.47	1	0.225	Non
	Érosion fluviale	2.65	2	0.266	Non
	Glissement de terrain	3.87	2	0.144	Non
	Vagues de tempête	3.97	2	0.137	Non
	Pluies diluviennes	1.02	1	0.313	Non
	Inondation fluviale	2.37	2	0.306	Non
	Inondation côtière	3.10	1	0.079	Non
	Redoux hivernaux	0.72	1	0.397	Non
	Embâcle	2.47	2	0.291	Non
	Séisme	2.26	2	0.323	Non
	Réchauffement climatique	3.97	2	0.137	Non

Causes de l'érosion	Causes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Côtier-Vagues de tempête	4.91	2	0.086	Non
	Côtier-Augmentation du niveau marin	2.26	2	0.323	Non
	Côtier-Diminution de la glace	2.61	3	0.456	Non
	Côtier-Homme	4.82	4	0.307	Non
	Côtier-Pluies diluviennes	5.47	4	0.242	Non
	Côtier-Eau souterraine	2.26	3	0.520	Non
	Côtier-Cours d'eau	1.69	3	0.639	Non
	Côtier-Vent	5.03	3	0.169	Non
	Côtier-Redoux hivernaux	2.74	3	0.433	Non
	Côtier-Changements climatiques	4.26	3	0.235	Non

Saison à laquelle survient l'érosion	Saison	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Été	1.47	3	0.688	Non
	Automne	3.94	3	0.268	Non
	Hiver	1.91	3	0.591	Non
	Printemps	5.89	3	0.117	Non

Solutions d'adaptation	Types de solution	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Déplacement	1.48	3	0.686	Non
	Enrochement	4.61	3	0.203	Non
	Brise-lame	1.98	3	0.577	Non
	Épis	5.48	3	0.140	Non
	Recharge en sable	1.48	3	0.687	Non
	Restauration des dunes	1.36	3	0.715	Non
	Muret	3.90	3	0.272	Non
	Plantation de végétaux	3.61	3	0.307	Non
	Modification des comportements	2.72	3	0.436	Non
	Sensibilisation	3.17	3	0.366	Non
	Réglementation	5.99	3	0.112	Non
	Comité côtier	2.11	3	0.550	Non

Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
Changements dans la zone côtière	5
Abaissement de la plage au niveau de la Pointe du Poste	1
Abaissement des dunes à Maliotenam	1
Rétrécissement de la batture à Maliotenam	1
Disparition de hauts-fonds à Maliotenam	1
Disparition de ruisseaux et d'étangs qui étaient sur l'arrière-plage et l'estan	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Moisie	6
Modification de la forme de la flèche de la Pointe de Moisie (allongement et rétrécissement)	2
Ensablement de l'estuaire (apparition de bancs alluviaux)	1
Disparition d'une île à l'embouchure de la rivière	1
Augmentation de la pente à l'extrémité de la batture (Hauteur du lit à 50 pieds à l'estuaire et à 150 pieds un peu plus loin sur le littoral)	1
Changement dans la morphologie de l'estuaire à cause de l'érosion	1
Changements dans la zone urbanisée	1
Augmentation du niveau de la nappe phréatique à cause de l'augmentation du niveau marin relatif (solage des maisons et des bâtiments communautaires se fissurent)	1

Annexe 5. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics

Impacts sur les infrastructures	Nbre d'observations
Rue Arnaud à risque d'érosion (borne fontaine et lampadaire)	5
Chalets de Mani-Utenam à risque de submersion	5
Émissaires pluviaux endommagés	3
Boulevard des Montagnais à risque d'érosion	2
Chemin sur la plage à l'est de Mani-Utenam a été érodé	2
Certains chalets de Mani-Utenam ont du être reculés (environ 15 chalets depuis 3 ans)	2
Maisons près de l'ancienne marina à risque	1
Salle communautaire Naneu à risque	1
Piste cyclable de Uashat à risque	1
Route Arnaud fermée en 2009 en raison de l'écoulement du drain pluvial qui était limité par les marées hautes	1
Chalets sur le bord de la rivière Moisie inondé	1
Les solages de certaines maisons de la rue Arnaud sont fendus	1
Impacts sur l'aménagement du territoire	Nbre d'observations
Interdiction de construire dans une zone à Mani-Utenam	1
Perte de territoire engendrée par l'érosion	2
Interdiction de se construire dans une marge de sécurité de 75 mètres alors qu'ils ont besoin de lots	3
Besoin de méthodes pour atténuer les impacts de l'érosion côtière	2
Impacts sur l'économie	Nbre d'observations
La mise en place de mesures d'adaptation va engendrer des dépenses	3
Des individus payent pour déplacer leur chalet à Mani-Utenam	1
Les dépenses associées à la gestion des géorisques côtiers pénalisent d'autres enveloppes budgétaires	1
Impacts sur les ressources biologiques	Nbre d'observations
Habitats côtiers affectés (pétoncle, bourgots, saumon, truite de mer)	2
Diminution de la population de saumon	2
Le capelan ne roule plus à Mani-Utenam	1
Disparition d'habitats (lacs et ruisseaux)	1
Diminution de l'abondance des petits fruits	1
Impacts sur les activités traditionnelles et culturelles	Nbre d'observations
Ne se baigne plus à Uashat	1
Ne pêche plus dans les lacs et les ruisseaux qui sont sur l'arrière-plage de Mani-Utenam	1
Doivent aller à la rivière Brochu pour le capelan	1
Diminution de la cueillette de petits fruits	1
Diminution de la pêche	1
Impacts sur la santé	Nbre d'observations
Stress pour ceux qui ont investi sur le bord de l'eau	4
Craint une inondation à Uashat	3
Inquiet par rapport à l'érosion	2
Dépression hivernale en raison de l'absence de neige	1

Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents de Uashat

Thèmes		Nbre d'observations
Changements observés		
Changements dans la zone côtière	7	
	Anthropisation du littoral (ancienne marina) a modifié le transit sédimentaire (formation de la flèche)	2
	Anthropisation du littoral (quai) a entraîné la diminution de la largeur de la plage	2
	Modification de la texture du bas estran, il est devenu plus vaseux et pollué	2
	Dégradation du paysage à cause des déchets	1
Changements dans l'estuaire de la rivière du Poste	1	
	Dégradation de l'habitat des poissons (augmentation des sédiments en suspension en raison des glissements de terrain fréquents)	1
Changements affectant le territoire	1	
	Modification du climat causé par les barrages hydro-électriques	1

Annexe 7. Changements environnementaux observés par les résidents de Mani-Utenam

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
Changements dans la zone côtière	11
Augmentation de la pente de la plage	3
Dégradation de la végétation herbacée sur l'arrière-plage	2
Abaissement des dunes sur la pointe de Moisie	1
Augmentation du niveau de la nappe phréatique	1
Création de dunes sur la pointe de Moisie	1
Diminution du niveau d'eau du lac Lambert	1
Disparition d'un étang	1
Pollution	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Moisie	4
Changement morphologique de la pointe de Moisie	4
Ensablement de l'estuaire	1
Changements dans la zone urbanisée	1
Augmentation du niveau de la nappe phréatique	1

Déroulement de la formation

En août 2010, nous avons effectué un atelier avec deux personnes des services techniques de Uashat ainsi que deux autres de Mani-Utenam. Ces dernières avaient été ciblées par le conseil de bande afin de mettre en place un réseau d'observateurs 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 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, en notre compagnie, effectuer l'implantation des stations de suivi d'érosion eux-mêmes. Au total, 20 stations de suivi d'érosion ont été implantées sur le territoire de Uashat et 19 ont été implantées sur les plages de Mani-Utenam (Figure 128 et Figure 129). Aussi, 3 infrastructures à risque, principalement des chalets, ont été intégrées dans la base de données (Figure 129). Il est de même avec une zone d'infrastructure concernant une portion du boulevard des Montagnais à Uashat qui a été incluse dans la base de données sur le suivi d'érosion côtière (Figure 128) de même que deux zones à risque concernant les chalets à Mani-Utenam (Figure 129).

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

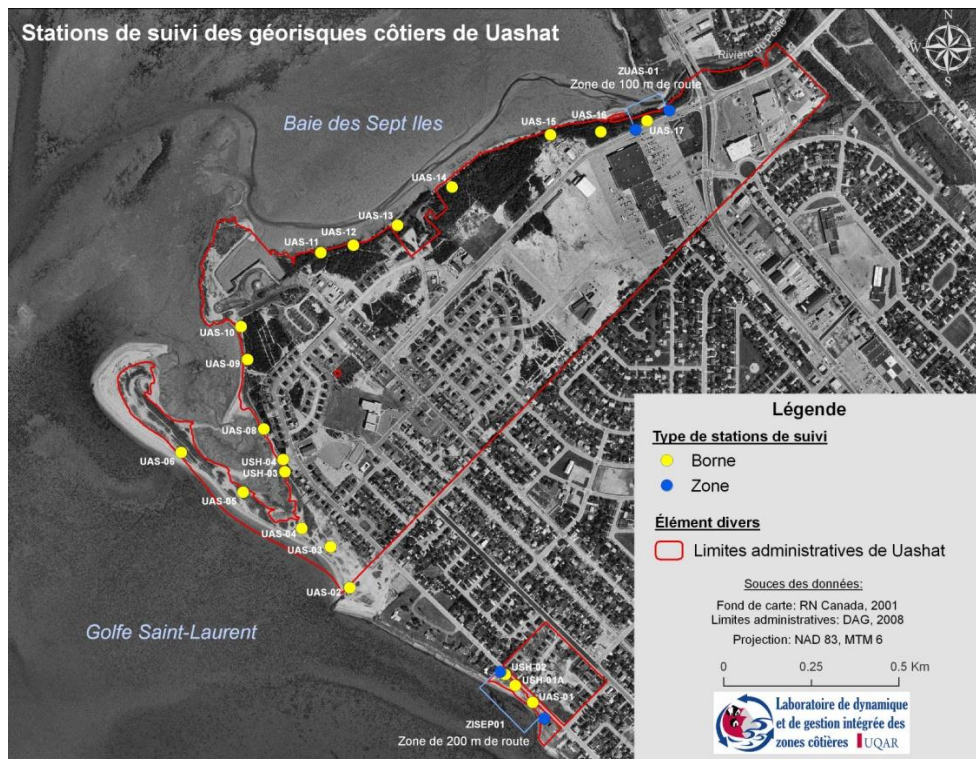


Figure 128. Stations de suivi des géorisques côtiers du secteur de Uashat

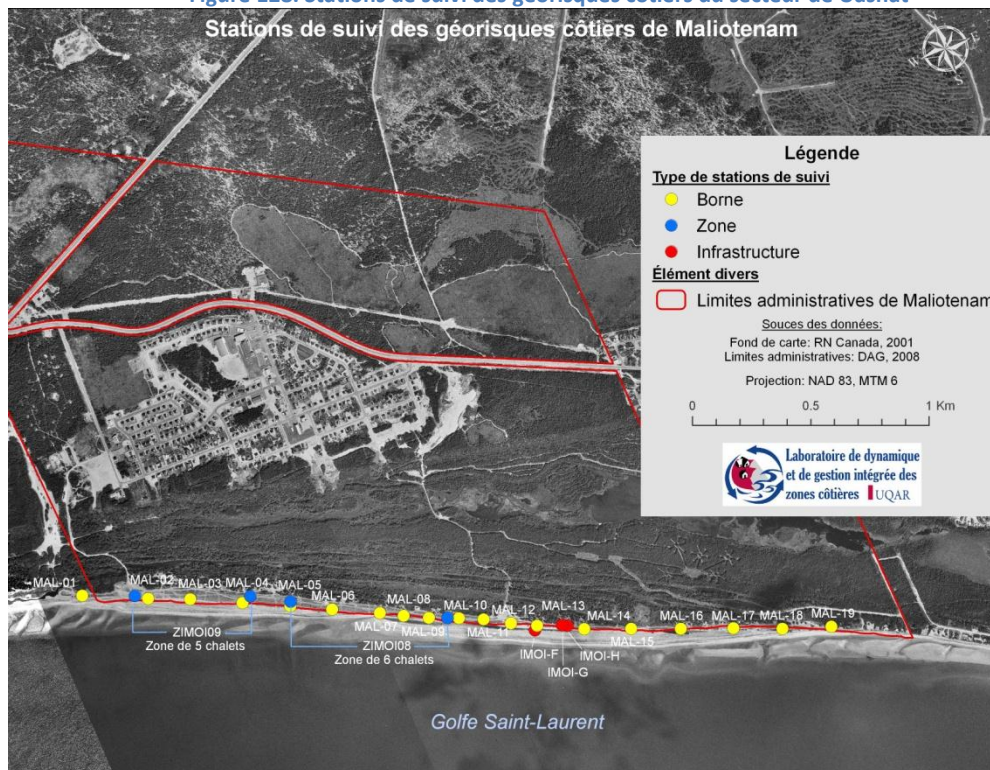


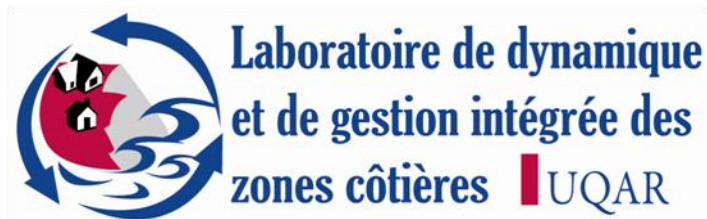
Figure 129. Stations de suivi des géorisques côtiers du secteur de Mani-Utenam

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) Planter 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		 Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR	
7 juillet 2010 Date		13h20 Heure	
CD Observateur			
Borne	PES-01 Numéro de borne		
	48.943552W, 68.634456N 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).

Exemple de prise de données pour le suivi des bornes

Fiche de suivi de l'érosion côtière		 Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR			
7 juillet 2010 Date		13h20 Heure			
		CD Observateur			
Borne	BET-37 Numéro de borne			48.943552W, 68.634456N Coordonnées géographiques	
	Sur la rue Laletaut, près de l'Église Détails sur la localisation et l'accès				
	Borne existante ☒				
	Borne repositionnée ☐ Borne perdue et réimplantée ☐ Ajout d'une borne de sureté ☒ (B4)				
	B1 : ND (ND) B2 : 2 m / piquet (15 m) Distance actuelle/type de borne (Distance initiale)				
	B3 : 7 m / piquet (20 m) B4 : 12 m / piquet (25 m)				
	Nouvelle implantation ☐				
	B1 : () B2 : () 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	Flèche littorale			a NA État de la côte Infrastructure et état	
	Type de côte				
	NA Largeur du débord organique				
	1.2 m sm Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise			Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise	
	15 m sm Largeur du haut estran			Substrat du haut estran	
	NA Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)			Largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75%)	
	vg, vtt, éol Aléas Processus actifs				
	BET-37 07 07 10A, BET-37 07 07 10B, BET-37 07 07 10C				
	No de photos				
	Commentaires :				

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 a 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 13h20 CD Date Heure Observateur		
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.

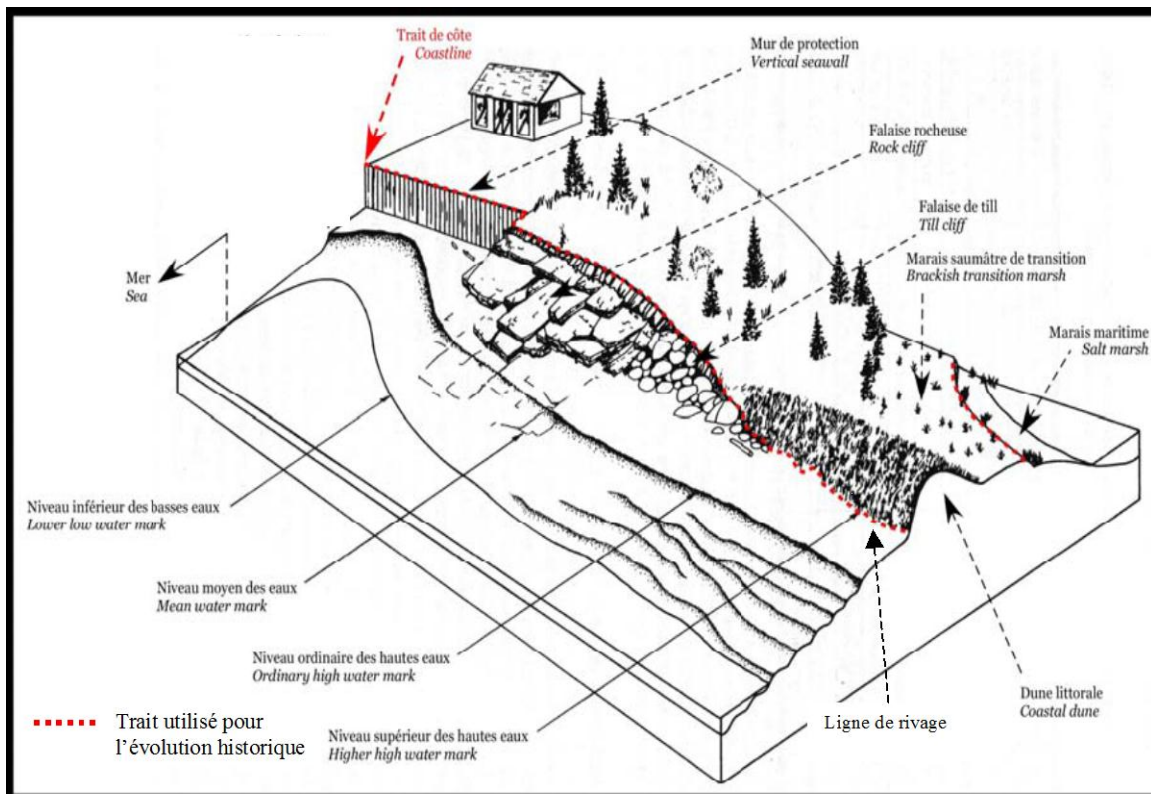
- 1) Prendre la position GPS au début de la zone, lui donner un nom commençant par « ZI » suivie des 3 premières lettres du nom de la communauté et d'un chiffre (Ex. ZIMEC-01). Prendre un deuxième point GPS à la fin de la zone en ajoutant un « F » à la fin (Ex. ZIMEC-01F).
- 2) Évaluer la distance des 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 et 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		 Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR	
7 juillet 2010 13h20 CD Date Heure Observateur			
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 : _____ (____)		
Infrastructure	Nouvelle implantation ☐		
	B1 : _____ (____) B2 : _____ (____) B3 : _____ (____) Distance actuelle Type de borne		
	Numéro d'infrastructure (I-) _____ ZPES-1 _____ ZPES-1f _____ 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.

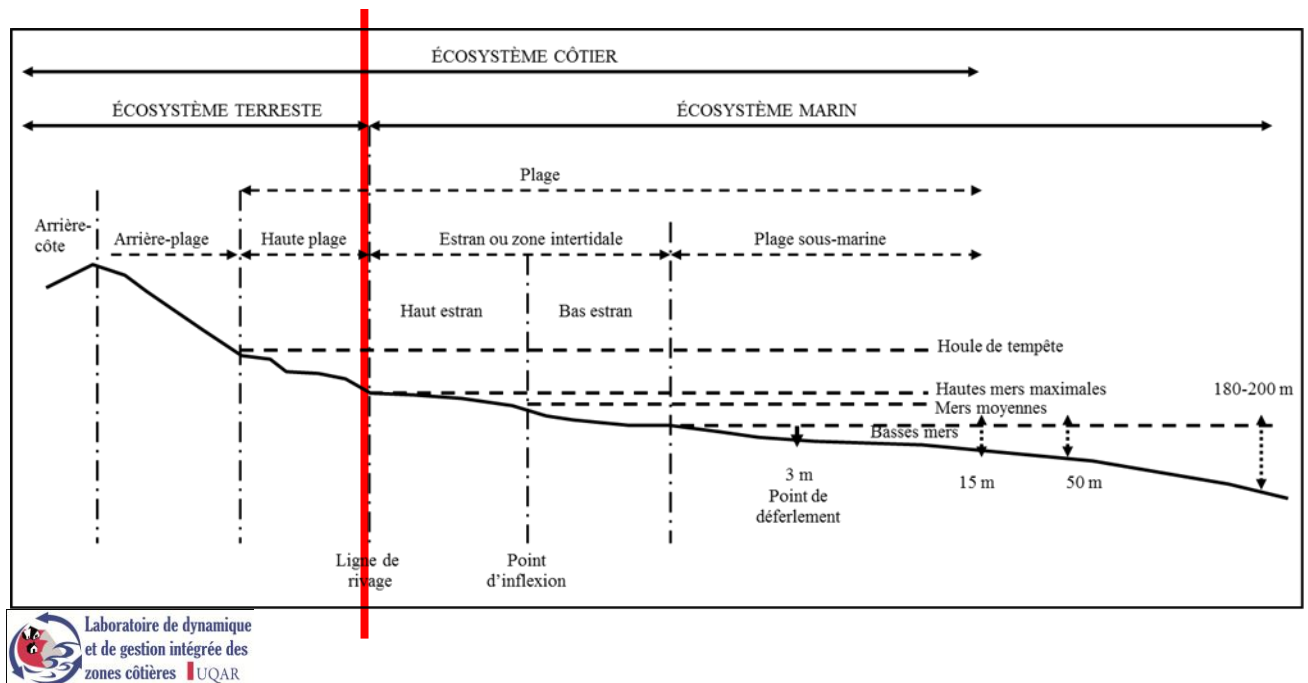


Modifié de Daigle et *al.*, 2006

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 laisses 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 bas estran).

Mesure de l'évolution côtière



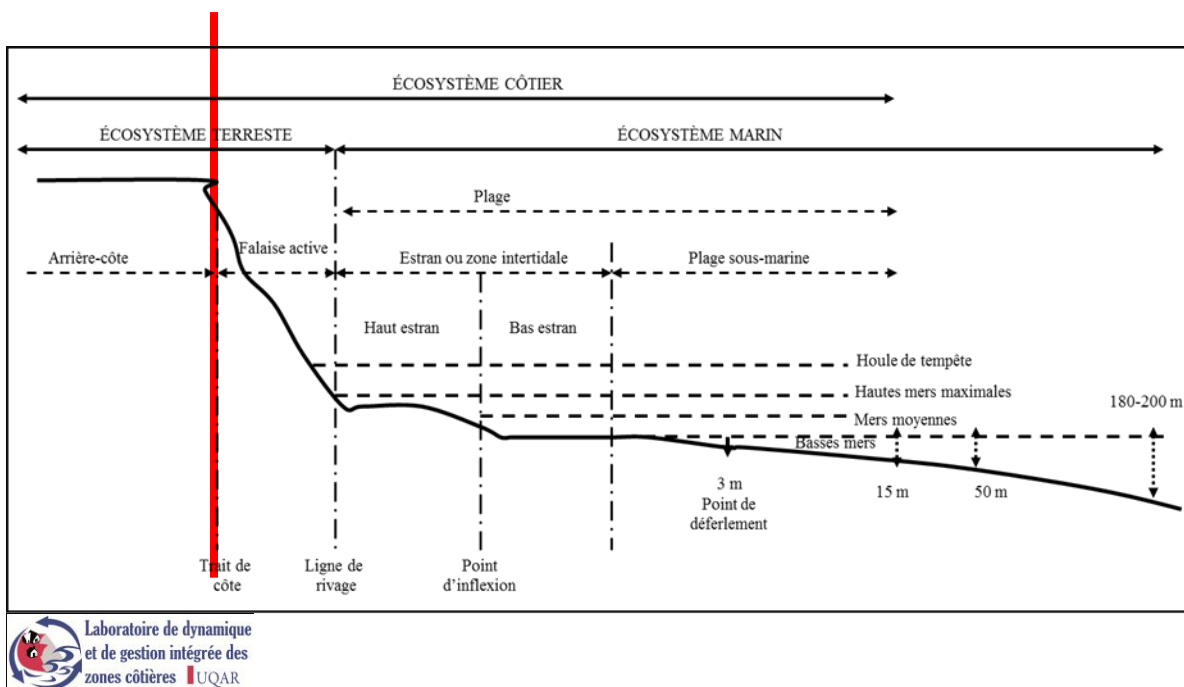
Terrasse de plage, flèche littorale, tombolo et dune avec microfalaie

Dans le cas des côtes basses sableuses avec une microfalaie, la mesure de l'évolution de la côte se prend au sommet de la microfalaie 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 microfalaie 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

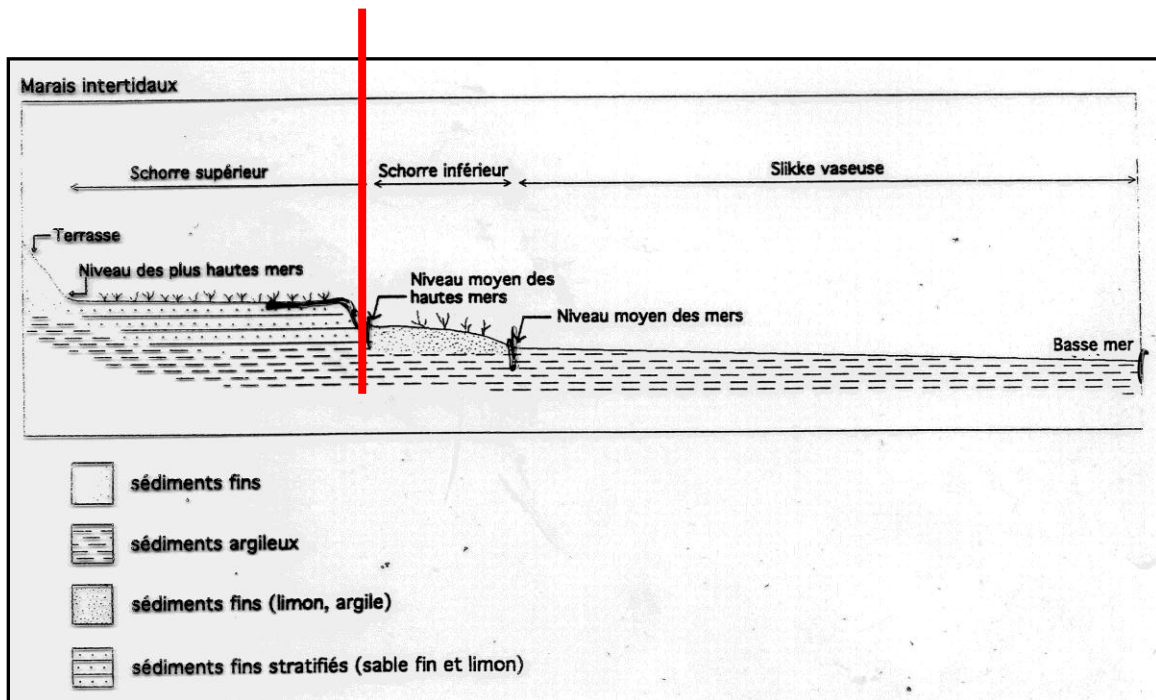


Marais maritime

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



Modifié de Dionne, 2004

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

