GÉORISQUES CÔTIERS, VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DE LA COMMUNAUTÉ DE NUTASHKUAN DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES

CONSEIL TRIBAL MAMUITUN

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

2012

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination, recherche et rédaction

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

Recherche, enquête, cartographie, analyse et rédaction

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

Cartographie

Steeve Dugas	géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQAR
Frankie Jean-Gagnon	géographe (B.Sc), étudiante à la maîtrise en gestion des ressources maritimes de l'UQAR
David Didier	géographe (B.Sc), étudiant à la maîtrise en géographie de l'UQAR
David Lacombe	géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'UQAR
Louis Cormier	géographe (B.Sc), professionnel de recherche au LDGIZC de l'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 Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam
Vincent Napish	conseiller politique du Conseil des Innus de Ekuanitshit
Denis Losier	agent de liaison pour Nutashkuan, Mammit Innuat

Crédits photographiques

Page couverture : Réserve de Nutashkuan, 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 Jolivet,Y. 2012. Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Nutashkuan 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 AADNC, 219 pages.

REMERCIEMENTS

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

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

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

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

Pour Nutashkuan :

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

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

Nous désirons aussi remercier Josée Bastien, du ministère des Ressources naturelles du Canada, pour les orthophotographies et les données numériques des zones à l'étude. Merci à 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 de Sept-Îles.

RÉSUMÉ

Ce rapport s'inscrit dans un projet de recherche portant sur la vulnérabilité des communautés innues aux aléas côtiers dans un contexte de changements climatiques. Réalisée en collaboration avec le Conseil tribal Mamuitun, cette étude devrait permettre d'augmenter la résilience côtière et la capacité d'adaptation des communautés de Nutashkuan, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Pessamit 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 Nutashkuan. L'analyse de la vulnérabilité et des aléas côtiers a été réalisée pour l'ensemble du territoire côtier utilisé par les Innus dans le cadre de leurs activités. La zone d'étude s'étend de la Petite rivière Natashquan jusqu'au site des anciens phares localisé à l'ouest de Kegaska et comprend également l'estuaire de la rivière Natashquan ainsi que l'île Sainte-Hélène.

Caractéristiques de la région de Nutashkuan

La réserve de Nutashkuan est établie sur le delta de la rivière Natashquan, au confluent de cette dernière avec le golfe du Saint-Laurent. Les marées de vives-eaux atteignent 2 m dans cette zone soumise à un fetch pratiquement illimité en provenance du sud-sud-est. L'estuaire de la rivière Natashquan, dont la largeur est de 2,5 km à l'embouchure, est encombré par une grande quantité de bancs sableux qui migrent au fil des ans. En période de crue, le débit moyen de cette rivière à saumon non harnachée est de 1 500 m^3/s et atteint des pics de 2 400 m^3/s. La réserve de Nutashkuan est donc localisée dans un environnement côtier et estuarien particulièrement sensible à l'érosion et à la submersion côtière. L'importante croissance démographique de la population de Nutashkuan et les imposants besoins en logements et en agrandissement des bassins d'épuration accentuent l'urgence d'identifier les zones vulnérables aux aléas côtiers afin de guider l'aménagement du territoire. Les enjeux socio-économiques en lien avec les aléas côtiers sont liés aux services publics, au développement résidentiel et de villégiature, aux voies de communication et aux activités récréatives.

Dans la zone à l'étude, le littoral est dominé par les terrasses de plage sablonneuses. On retrouve également une flèche littorale sur a rive sud de la rivière Natashquan et un îlot sableux à l'embouchure de la rivière Natashquan qui représente un vestige de l'extrémité d'une flèche littorale qui était rattachée à la pointe Parent il y a un peu plus d'un siècle. L'estuaire de la rivière Natashquan est pour sa part dominé par des falaises d'origine deltaïque et des terrasses alluviales. Sur les 60 km de territoire à l'étude, on remarque que 28 % a été caractérisé comme étant en érosion. Les principaux secteurs en érosion sont la moitié aval de la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan, la partie amont de l'île Sainte-Hélène, la flèche littorale de la pointe du Vieux Poste et les falaises meubles à proximité de la pointe de Natashquan, vers Kegaska. De plus, la falaise meuble située sur la rive sud de l'estuaire de la Petite rivière Natashquan est également en érosion, d'ailleurs ce littoral est en partie stabilisé par un enrochement et des gabions de bois endommagés.

Le territoire de la réserve de Nutashkuan est dominé par les terrasses de plage sablonneuses. La zone en érosion est concentrée du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan alors que la terrasse de plage face au golfe est en accumulation. Par le passé, un enrochement a été installé afin de stabiliser la terrasse de plage du côté de l'estuaire. Toutefois, l'enrochement se serait fait emporté par le courant de la rivière.

L'estuaire de la rivière Natashquan connait actuellement plusieurs changements. Les répondants rapportent une baisse du niveau de l'eau, un élargissement du lit de la rivière et un ensablement de l'estuaire. Ce dernier phénomène pourrait s'expliquer par l'augmentation des apports sédimentaires côtiers en hiver en raison de la réduction de la couverture de la glace côtière et par la baisse du régime hydrologique.

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

L'évolution côtière, en lien avec les conditions climatiques, glacielles et hydrologiques, a été analysée de 1930 à 2005 selon six intervalles de temps qui présentaient des profils climatiques distincts, soit au-dessus ou au-dessous de la normale.

L'analyse des données météorologiques de la station de Natashquan indique un réchauffement significatif de la température moyenne annuelle de 1,56°C entre 1915 et 2010. Le réchauffement est particulièrement important lors de la saison hivernale (déc., janv., févr.) qui a connu une hausse de la température moyenne de 3,70°C (1916-2010). La période récente (2006-2010) enregistre l'anomalie moyenne positive la plus élevée (+1,79°C). Cette élévation des températures moyennes hivernales entraîne une augmentation des jours de redoux. La baisse significative des degrés-jours de gel concorde aussi avec une réduction de la couverture de glace dans le golfe du Saint-Laurent. La période de déc. 2005 à nov. 2009 présente le plus grand nombre de tempête avec des vents de 50 km et plus par an. De plus, on constate que les tempêtes sont plus fréquentes en hiver. La réduction de la couverture de glace côtière (1996-2010) fait en sorte d'exposer la côte à un plus grand nombre de tempêtes.

L'analyse de l'évolution historique du littoral de la zone à l'étude démontre que la côte a un bilan positif pour la période de 1930 à 2005. Toutefois, on constate que la majorité des secteurs à l'étude était en recul de 1930 à 1965, à l'exception de la terrasse de plage de Natashquan. Au cours de la période récente de 1997 à 2005, qui fut une période chaude avec une faible superficie de couverture de glace, le littoral a considérablement progradé avec le taux d'accumulation moyen le plus élevé (1,04 m/an) pour tous les types de côte confondus. On remarque également que la région de Natashquan présente un patron cyclique dans le rythme de déplacement de la ligne de rivage alternant généralement d'une période de faible accumulation ou d'érosion à une période de forte accumulation. Cette dynamique sédimentaire est particulièrement évidente pour la longue façade maritime à terrasse de plage du village de Natashquan à la pointe Parent.

L'analyse de l'évolution historique de la côte démontre que les terrasses de plages sont globalement en accumulation entre 1930 et 2005 (0,98 m/an) alors que les falaises meubles, les flèches littorales et les terrasses alluviales sont en recul respectif de -0,38 m/an, -0,45 m/an et -0,22 m/an pour cette même période.

Lorsque l'on analyse l'évolution côtière par secteur, on remarque que la terrasse de plage de Natashquan a avancé à un rythme moyen de 1,53 m/an entre 1930 et 2005. Cette dernière évolue notamment grâce aux apports sédimentaires de la rivière Natashquan. Seule la période caractérisée par un faible débit et une importante couverture de glace (1989 à 1997) s'est traduite par un bilan négatif (-0,19 m/an) en raison des échanges sédimentaires qui étaient réduits dans ce contexte.

Du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan, on constate que la terrasse de plage adjacente à la réserve de Nutashkuan est en recul depuis 1949. Le taux de recul moyen le plus élevé a été de -1,66 m/an entre 1965 et 1979, soit lorsque le chenal principal longeait la berge. Cette terrasse de plage est sensible à une conjoncture de facteurs qui sont liés au régime hydrologique de la rivière, au régime des vagues de tempête et de l'étendue du couvert de glace.

La falaise meuble de la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan, sur laquelle se trouvent de nombreux chalets d'Innus, est également en recul depuis 1949, mais pour différentes raisons. Les reculs les plus élevés ont été enregistrés lors des périodes récentes (1989 à 1997 : -1,05 m/an et 1997 à 2005 : -0,54 m/an). Cette falaise meuble réagit à la présence d'un chenal à proximité de la berge ainsi qu'à un nombre élevé d'évènements de crue ponctuels.

À l'opposé de la rive nord, la rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan est en accumulation depuis 1989, soit lors du déplacement du chenal principal vers la rive nord. Sous l'effet de l'ensablement général de l'estuaire, des terrasses alluviales viennent stabiliser d'anciennes falaises meubles actives.

En ce qui concerne l'île Sainte-Hélène, son évolution depuis 1930 est typique de celle d'un obstacle dans le lit d'une rivière. Son côté amont connaît les taux d'érosion les plus élevés lorsque les périodes sont caractérisées par des débits très élevés de la rivière. Alors que son côté aval connaît un bilan généralement positif avec de forts taux d'accumulation lorsque les débits moyens annuels sont faibles. Elle est aussi sensible aux évènements de tempête.

Le secteur de la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan évolue quant à lui en fonction d'un fort transit sédimentaire allant du sud-est vers le nord-ouest. L'évolution des terrasses de plages et des falaises meubles est conditionnelle aux apports sédimentaires générés par l'érosion de la falaise meuble située à l'est de la pointe de Natashquan. La flèche littorale de la pointe du Vieux Poste évolue quant à elle en fonction des apports sédimentaires, du régime hydrologique de la rivière Natashquan, aux vents de tempête et à la couverture de glace.

Projection du littoral dans un contexte de changements climatiques

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

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

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

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

Dans le contexte des changements climatiques, la terrasse de plage de Natashquan devrait continuer à être alimentée en sédiment et progader de 84 m pour 2060.

Du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan, la diminution de la glace côtière et l'augmentation du nombre de tempête affectant la côte qui sont appréhendées vont contribuer à accélérer le recul de la terrasse de plage adjacente à la réserve de Nutashkuan qui devrait reculer de 91 m pour 2060.

Considérant que l'augmentation des précipitations devrait être faible d'ici 2060, la falaise meuble située sur la rive nord de l'estuaire devrait continuer de reculer au même rythme que par le passé pour atteindre 58 m d'ici 2060. Pour les mêmes raisons, la rive sud de l'estuaire devrait poursuivre son évolution au rythme qui a prévalu de 1930 à 2005.

Dans le contexte des changements climatiques, on peut penser que la tendance historique au déplacement de l'île Sainte-Hélène vers le large en raison de l'érosion du côté de l'estuaire et de l'accumulation du côté de la mer devrait se poursuivre pour les prochaines décennies.

Pour le secteur entre la pointe de Natashquan et la pointe du Vieux Poste, l'érosion des falaises meubles devrait se poursuivre, car la réduction du couvert de glace devrait favoriser un fort

transit sédimentaire. Ainsi, les apports sédimentaires devraient réduire les taux de recul de la côte dans ce secteur.

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

L'analyse du niveau de vulnérabilité des infrastructures et des activités a été réalisée par horizon de temps selon les projections de l'évolution de la ligne de rivage ou du trait de côte d'ici 2060.

Les infrastructures vulnérables à l'érosion côtière et fluviale sont 10 résidences principales, 11 bâtiments secondaires, 18 chalets, les bâtiments de la radio communautaire et de la caserne, un entrepôt et une petite chapelle ainsi que la rampe de mise à l'eau. Sur un total de 44 infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060, six chalets, les bâtiments de la radio communautaire et de la caserne ainsi que la descente de bateau le seront avant 2020.

Sur un total de 2 km de voie de communication vulnérables à l'érosion d'ici 2060, la majorité est située à l'extérieur des limites administratives de la communauté et représente des sentiers de véhicule tout-terrain (VTT). On retrouve à l'intérieur des limites administratives de Nutashkuan 281 m de voies de communication vulnérables et ces dernières le seront à partir de 2015.

Enfin, on constate que des lieux de rassemblement, des sites de cueillette de petits fruits, de trappe et de campement sont également vulnérables à l'érosion côtière. De façon générale, les activités qui se pratiquent sur la plage, face au golfe du Saint-Laurent, sont peu vulnérables puisque cette zone devrait subir de l'érosion uniquement lors des évènements de vagues de tempêtes exceptionnelles. Toutefois, les activités réalisées du côté de l'estuaire sont fortement affectées par l'érosion et les changements environnementaux. La navigation, la pêche ainsi que les rassemblements du côté de l'estuaire sont les plus vulnérables aux changements environnementaux puisqu'ils sont plus difficilement déplaçables. De plus, l'augmentation des températures hivernales et la réduction appréhendée du couvert de glace entraîneront des modifications importantes, voire la disparition d'activités hivernales pratiquées par la communauté innue, dont les déplacements en motoneige sur la rivière Natashquan.

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 Nutashkuan et de ses environs. Il en ressort que quatre secteurs nécessiteront une intervention à court et moyen terme : 1) la terrasse de plage adjacente à la réserve; 2) la zone de chalet située sur la falaise meuble dans l'estuaire de la rivière Natashquan; 3) l'île Sainte-Hélène et 4) la terrasse de plage au-devant des bassins d'épuration. Nous recommandons d'interdire de nouvelles constructions permanentes dans les marges de sécurité de ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. De plus, des projets de restauration des dunes sont recommandés sur la terrasse de plage adjacente à la réserve ainsi qu'au-devant des bassins d'épuration.

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 plusieurs modifications de l'estuaire de la rivière Natashquan, dont le recul des berges, l'augmentation des glissements de terrain, l'ensablement de l'estuaire et la diminution du niveau de l'eau. Ils témoignent également du transit sédimentaire de la rivière vers la terrasse de plage de Natashquan. De plus, ils observent plusieurs changements environnementaux, dont le réchauffement climatique, l'augmentation des redoux hivernaux et la diminution de la glace côtière. Ces observations concordent avec les données et les observations géoscientifiques. Selon les répondants, l'érosion fluviale est causée par les débits de crue de la rivière Natashquan, les processus éoliens, le frottement des glaces mobiles ainsi que par la circulation en VTT. Ils sont également d'avis que l'érosion côtière est associée au débit de la rivière Natashquan, aux vents de tempête et à la circulation en VTT.

Les répondants perçoivent que les aléas côtiers et fluviaux ont des impacts sur l'aménagement de leur territoire. Ils entraînent notamment une perte de territoire et ils les contraignent à effectuer leur développement dans une nouvelle zone. De plus, les répondants perçoivent les impacts des changements environnementaux sur la population de saumon qui est affectée par l'ensablement de l'estuaire. Selon des répondants, les impacts sur les ressources biologiques pourraient menacer à terme l'économie et le déroulement des activités traditionnelles. La navigation, la cueillette de petits fruits, la pêche, la chasse aux oiseaux migrateurs, les déplacements hivernaux et les voyages aux longs cours sont les activités affectées les plus souvent évoquées. Un niveau de stress et d'inquiétude assez élevé a été partagé par plusieurs répondants à l'égard des risques d'inondation de la communauté. Les répondants croient que les principales infrastructures menacées sont : la radio communautaire, la caserne, des résidences, des chalets et les bassins d'épuration.

La solution d'adaptation préconisée par la majorité des répondants est la sensibilisation. Selon ces derniers, l'information est la clé de l'adaptation. Par ailleurs, la majorité des acteurs publics qui observent de l'érosion sont pour la réglementation et la modification des comportements sur la circulation en VTT. De façon générale, les infrastructures rigides sont envisagées uniquement du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan. Par ailleurs, compte tenu du contexte d'ensablement actuel de l'estuaire, il est intéressant de noter que très peu de répondants sont favorables à la recharge en sable. La notion d'intervention était très mitigée au sein des répondants. Alors que certains répondants sont pour une intervention, plusieurs répondants préféraient « laisser la nature faire ce qu'elle doit faire ». Enfin, les répondants étaient également très divisés à l'idée de déplacer les infrastructures vulnérables.

Au niveau de la gouvernance, les deux groupes croient que les gouvernements, le conseil de bande, les experts et la population devraient identifier les solutions d'adaptation. Par ailleurs, les acteurs publics sont d'avis que la gestion des solutions d'adaptation devrait être dirigée par un comité formé du conseil de bande, alors que plusieurs résidents s'opposent vivement à une

gestion par le conseil de bande et proposent plutôt une gestion via un organisme externe. Pour le financement des solutions d'adaptation, les répondants sont unanimes, le financement devrait être assuré par les deux paliers de gouvernement. Enfin, il est essentiel que les aléas côtiers soient dorénavant intégrés au plan de mesure d'urgence et que les employés et les élus du conseil de bande soient informés de leurs responsabilités en cas d'urgence.

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

Transfert de connaissance

Un réseau de suivi de l'érosion côtière a été implanté grâce à une collaboration entre des chercheurs de l'UQAR et des responsables issus de la communauté de Nutashkuan. Ces derniers ont reçu une formation en août 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 Nutashkuan pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation à préconiser.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation ..... **II**
Remerciements ..... **III**
Résumé ..... **V**
Table des matières ..... **XII**
Liste des planches ..... **XVIII**
Liste des tableaux ..... **XIX**
Liste des annexes ..... **XX**
1 Introduction **1**
1.1 Mise en contexte 1
1.2 Objectifs 2
1.3 Localisation de la zone d'étude 2
2 Contexte socio-économique **4**
2.1 Démographie 4
2.2 Occupation du territoire côtier 6
2.2.1 Occupation du territoire côtier de la réserve de Nutashkuan 7
2.2.2 Occupation du territoire côtier hors-réserve de Nutashkuan 9
2.3 Activités côtières et maritimes 10
3 Analyse des perceptions des acteurs publics et des résidents sur les aléas côtiers et les changements environnementaux **11**
3.1 Mise en contexte et objectifs 11
3.2 Méthodologie 12
3.2.1 Stratégie d'échantillonnage et outils d'enquête 12
3.2.2 Déroulement de l'enquête 13
3.2.3 Traitement et analyse des données 13
3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions 14
3.3 Résultats de l'enquête sur les perceptions des acteurs publics 15
3.3.1 Profil des répondants 15
3.3.2 Préoccupations des acteurs publics 16
3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés 17
3.3.4 Causes des aléas 22
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 31
3.4.1 Profil des répondants 31
3.4.2 Préoccupations des résidents 32

3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés 33
3.4.4 Causes des aléas 39
3.4.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux 41
3.4.6 Solutions d'adaptation et gouvernance 45
3.5 Analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des aléas et des changements environnementaux 51
3.5.1 Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux 51
3.5.2 Perceptions des zones affectées par les phénomènes, les processus et les changements environnementaux 57
3.6 Faits saillants de l'enquête sur les perceptions 63
3.6.1 Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences 63
3.6.2 Solutions d'adaptation et gouvernance 64
4 Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques et projetées 66
4.1 Méthodologie 66
4.1.1 Les données climatiques 66
4.1.2 Les données glacielles 73
4.1.3 Les données hydrologiques 73
4.1.4 Les données sur les niveaux d'eau 73
4.2 Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques 74
4.3 Projections climatiques 83
4.3.1 Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières 85
5 Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers 87
5.1 Méthodologie 87
5.1.1 Caractérisation de la côte 87
5.1.2 Évolution historique 94
5.2 Contexte physique 96
5.2.1 Géologie et formations meubles 96
5.2.2 Conditions hydrodynamiques générales 97
5.3 Portrait actuel de la côte 98
5.3.1 Portrait actuel du secteur de Natashquan 100
5.3.2 Portrait actuel du secteur de la réserve de Nutashkuan 106
5.4 Évolution historique de la côte 109
5.4.1 Analyse globale des taux de déplacement 109
5.4.2 Analyse par secteur des taux de déplacement 110
5.4.3 Constats généraux 116

6 Projection de l'évolution côtière 120
6.1 Méthodologie 120
6.1.1 Identification des facteurs-clés d'évolution et couplage évolution côtière et climat historique 120
6.1.2 Définition des scénarios d'évolution 123
6.2 Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060 123
6.2.1 Secteur A – Estuaire de la Petite rivière Natashquan 123
6.2.2 Secteur B- Terrasse de plage de Natashquan 126
6.2.3 Secteurs C, D et F – Estuaire de la rivière Natashquan 129
6.2.4 Secteur E – De la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan 137
7 Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux 142
7.1 Méthodologie 142
7.1.1 Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures 142
7.1.2 Évaluation de la vulnérabilité des activités 143
7.2 Résultats de la vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux 144
7.2.1 Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles 144
7.2.2 Vulnérabilité des infrastructures linéaires 145
7.2.3 Vulnérabilité des activités 146
8 Cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière dans un contexte de changements climatiques 153
8.1 Méthodologie du zonage du risque d'érosion côtière 153
8.2 Résultats du zonage du risque d'érosion côtière 155
8.2.1 Terrasse de plage de Natashquan et rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan 155
8.2.2 Rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan et pointe du Vieux Poste 159
8.3 Secteurs d'intervention prioritaire 167
9 Conclusion 170
Références 174
Annexes 179

LISTE DES FIGURES

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

Figure 37. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents 42
Figure 38. Proportion de résidents qui perçoivent les impacts des changements climatiques 43
Figure 39. Actions entreprises selon les résidents 46
Figure 40. Appréciation des actions entreprises selon les résidents 46
Figure 41. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents 47
Figure 42. Solutions préconisées pour les aléas fluviaux par les résidents 48
Figure 43. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents 49
Figure 44. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les résidents 50
Figure 45. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les résidents 50
Figure 46. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux 53
Figure 47. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de la rivière Nabisipi à Kegaska 54
Figure 48. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de Natashquan 55
Figure 49. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de l'estuaire de la rivière Natashquan 56
Figure 50. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants 59
Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs 60
Figure 52. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la rivière Natashquan 61
Figure 53. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Natashquan 62
Figure 54. Localisation de la station météorologique de Natashquan et des stations de jaugeage de la rivière Natashquan 66
Figure 55. Recouvrement glaciel de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010 82
Figure 56. Moyennes des débits moyens de la rivière Natashquan par intervalle d'analyse de l'évolution côtière 83
Figure 57. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec 84
Figure 58. Côte à falaise meuble (estuaire de la rivière Natashquan) 89
Figure 59. Côte à falaise meuble à terrasse alluviale (estuaire de la rivière Natashquan) 89
Figure 60. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (secteur de Kegaska) 90
Figure 61. Côte à flèche littorale (pointe du Vieux Poste) 90
Figure 62. Côte à marais maritime (Nabisipi) 91
Figure 63. Côte à terrasse alluviale (estuaire de la rivière Natashquan) 91
Figure 64. Côte à terrasse de plage (secteur entre Natashquan et Nutashkuan) 92

Figure 65. Côte à tombolo (Natashquan) 92
Figure 66. Côte rocheuse (secteur à l'ouest de Natashquan) 93
Figure 67. Îlot sableux (île Sainte-Hélène) 93
Figure 68. Délimitation de la ligne de rivage 95
Figure 69. Série de paléolignes de rivages émergées 97
Figure 70. Localisation des secteurs de caractérisation côtière 99
Figure 71. Types de côte du secteur de Natashquan 101
Figure 72. État de la côte du secteur de Natashquan 102
Figure 73. Pointe du Vieux Poste à l'est de la rivière Natashquan, dunes paraboliques engendrées par l'action éolienne qui envahissent la forêt 104
Figure 74. Portrait actuel du secteur de Natashquan 105
Figure 75. Types de côte de la réserve de Nutashkuan 106
Figure 76. État de la côte de la réserve de Nutashkuan 107
Figure 77. Portrait actuel des berges de la réserve de Nutashkuan 108
Figure 78. Taux de déplacement de la région de Natashquan par type de côte et par période 110
Figure 79. Taux de déplacement du secteur A par unité et par période 111
Figure 80. Taux de déplacement du secteur B par unité et par période 111
Figure 81. Taux de déplacement du secteur C par unité et par période 112
Figure 82. Taux de déplacement du secteur D par unité et par période 113
Figure 83. Taux de déplacement du secteur E par unité et par période 114
Figure 84. Taux de déplacement du secteur F par unité et par période 115
Figure 85. Taux de déplacement des secteurs de la région de Natashquan par période 116
Figure 86. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-01, NAT-02 et NAT-03 125
Figure 87. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03 127
Figure 88. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03 128
Figure 89. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-03, NAT-04 et NAT-05 132
Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-05 133
Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-06 134
Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-06 et NAT-07 135
Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-13, NAT-14A, NAT-14B et NAT-14C 136
Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-10 et NAT-11A 139
Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-11A 140

Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-11A, NAT-11B et NAT-12 141
Figure 97. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux 148
Figure 98. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux 149
Figure 99. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, estuaire de la rivière Natashquan 150
Figure 100. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, réserve de Nutashkuan 151
Figure 101. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, région de Natashquan 152
Figure 102. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03 156
Figure 103. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-03, NAT-04 et NAT-05 157
Figure 104. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-05 158
Figure 106. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-06 161
Figure 107. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-06 et NAT-07 162
Figure 108. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-07, NAT-08, NAT-09, NAT-10 et NAT-11A 163
Figure 109. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-11A 164
Figure 110.Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-11A, NAT-11B et NAT-12 165
Figure 111. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-13, NAT-14 166
Figure 112. Stations de suivi des géorisques côtiers dans la région de Nutashkuan 200
Figure 113. Stations de suivi des géorisques côtiers dans la région de Nutashkuan, infrastructures et zone à risque 201

LISTE DES PLANCHES

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B de la région de Natashquan 117
Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C et F de la région de Natashquan 118
Planche 3. Évolution côtière historique des secteurs D et E de la région de Natashquan 119

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 à Nutashkuan 6
Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Nutashkuan 7
Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Nutashkuan 7
Tableau 5. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière à l'extérieur de la réserve de Nutashkuan 9
Tableau 6. Organismes et services représentés 15
Tableau 7. Préoccupations des acteurs publics 16
Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics 25
Tableau 9. Actions prévues selon les acteurs publics 26
Tableau 10. Préoccupations des résidents 33
Tableau 11. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers 40
Tableau 12. Liens entre les changements climatiques et les aléas fluviaux 41
Tableau 13. Impacts des changements climatiques selon les résidents 44
Tableau 14. Synthèse des perceptions des résidents et des gestionnaires de Pessamit à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux 65
Tableau 15. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification de la station Natashquan A 67
Tableau 16. Normales climatiques à la station Natashquan A. (1971-2000) 70
Tableau 17. Exemple de calcul d'anomalie des précipitations totales pour l'intervalle 1979-1986 71
Tableau 18. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés 72
Tableau 19. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques 75
Tableau 20. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec 85
Tableau 21. Définition des types de côtes 87
Tableau 22. Définition de l'état de la côte 88
Tableau 23. Intervalle d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes 94
Tableau 24. Stratigraphie de la côte du secteur de Natashquan 101
Tableau 25. Types d'infrastructures du secteur de Natashquan 102
Tableau 26. Stratigraphie de la côte de la réserve de Nutashkuan 106
Tableau 27. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Natashquan 121
Tableau 28. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures 143
Tableau 29. Niveau de vulnérabilité des infrastructures en fonction de l'horizon de temps 143
Tableau 30. Niveau de vulnérabilité des activités en fonction de leur état 144
Tableau 31. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière 145
Tableau 32. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière 146
Tableau 33. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière 147

Tableau 34. Taux de recul maximum enregistrés sur la Côte-Nord selon les types de côte 153
Tableau 35. Marges minimales de recul prévues selon les types de côte appliquées à la Côte-Nord 154
Tableau 36. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière (NAT-03 à NAT-05) 155
Tableau 37. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière (NAT-06 à NAT-14) 160

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics 180
Annexe 2. Questionnaire élaboré pour les informateurs clés et les résidents 187
Annexe 3. Résultats du test G.....194
Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics 197
Annexe 5. Impacts des géorisques selon les acteurs publics 198
Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents 199
Annexe 7. Formation sur le suivi de l'érosion côtière.....200
Annexe 8. Procédure des relevés de terrain pour le suivi de l'érosion des côtes du Québec maritime.....202

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 Nutashkuan, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Pessamit, sont généralement établies sur d'anciens complexes deltaïques formés au début de l'Holocène, il y a un peu plus de 10 000 ans (Bernatchez, 2003; Dubois, 1979). Or, ces environnements côtiers sont compris dans le 3 % du littoral canadien identifié comme le plus sensible à la hausse du niveau marin (Shaw *et al*., 1998). Ces systèmes côtiers sont aussi parmi les plus sensibles au réchauffement climatique (Bernatchez, 2003). Au Québec, les impacts de l'érosion se manifestent déjà sur le plan socio-économique par des dommages occasionnés aux cadres bâtis (résidentiels, commerciaux, patrimoniaux et infrastructures de service), aux réseaux routiers et ferroviaires, de même que par des perturbations aux activités économiques et par la hausse des coûts d'entretien des infrastructures côtières (Bernatchez *et al*., 2008). Ils se manifestent aussi, sur le plan écologique, par la perte ou la modification d'habitats dont les effets se feront bientôt sentir sur les activités traditionnelles des communautés littorales.

Actuellement, les communautés innues visées par ce projet n'ont pas d'outils de planification du développement de leur territoire qui prennent en compte les géorisques côtiers et les changements climatiques. Réalisé en collaboration avec le Conseil tribal Mamuitun et avec l'appui des conseils de bande de l'ensemble des communautés à l'étude, soit Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan, la réalisation de ce projet permet aux communautés autochtones de bénéficier des mêmes connaissances et des outils d'adaptation développés dans les municipalités du Québec à l'égard des risques naturels côtiers et des changements climatiques. Ce projet se veut aussi original puisqu'il intègre les savoirs traditionnels aux connaissances géoscientifiques. De plus, au lieu d'évaluer la vulnérabilité uniquement en fonction des infrastructures, comme c'est le cas actuellement dans les municipalités du Québec, elle sera aussi évaluée en fonction des activités pratiquées par les communautés et en tenant compte des lieux culturels et patrimoniaux jugés importants par les communautés. Les outils développés au cours de ce projet devraient permettre d'augmenter la résilience côtière et la capacité d'adaptation des communautés innues côtières en réduisant leur vulnérabilité aux changements climatiques. Ce présent volume fait partie intégrante d'une série de quatre rapports et vise la communauté de Nutashkuan 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 (1er 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 (1er 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, à l'embouchure de la rivière Natashquan, la réserve de Nutashkuan est à la limite est de la Minganie. Enclavée à l'intérieur de la municipalité de Natashquan, elle se trouve à 7 km à l'est du cœur du village du même nom et à 376 km à l'est de Sept-Îles. La réserve a été créée en 1953 pour être agrandie à trois reprises par la suite. Elle couvre aujourd'hui une superficie de 20,3 ha (AADNC, 2010).

Depuis 1996, Nutashkuan est accessible par la route 138. On retrouve dans la municipalité de Natashquan un aéroport et une aérogare qui permettent le transport des passagers et de marchandises. De plus, un port en eau profonde est opéré par Transport Canada. Ce dernier est généralement ouvert de mai à janvier et il sert de point d'approvisionnement en marchandises générales et en produits pétroliers, de port d'attache et de débarquement pour les bateaux de

pêches commerciales et d'escale pour le traversier *Nordik Express* qui assure le transport de marchandises et de passagers entre la Moyenne et la Basse-Côte-Nord. En période hivernale, lorsque le couvert de glace et de neige le permet, la réserve de Nutashkuan est reliée aux villages de la Basse-Côte-Nord grâce à la route blanche, une voie pour motoneige entretenue par le ministère des transports du Québec.

Le territoire de la réserve de Nutashkuan s'étend sur un peu moins de 100 m au niveau de la ligne de rivage. Toutefois, la zone d'étude correspond au territoire côtier utilisé par les Innus, tel que délimité lors de l'enquête qualitative (Chapitre 3.5.1). Ainsi, puisque les activités des personnes rencontrées couvrent un territoire plus vaste, la zone à l'étude dépasse les limites administratives de la réserve pour correspondre à l'occupation réelle du territoire côtier. La zone d'étude s'étend donc de la Petite rivière Natashquan jusqu'au site des anciens phares localisé à l'ouest de Kegaska (Figure 1). La zone à l'étude comprend également l'estuaire de la rivière Natashquan ainsi que l'île Sainte-Hélène.

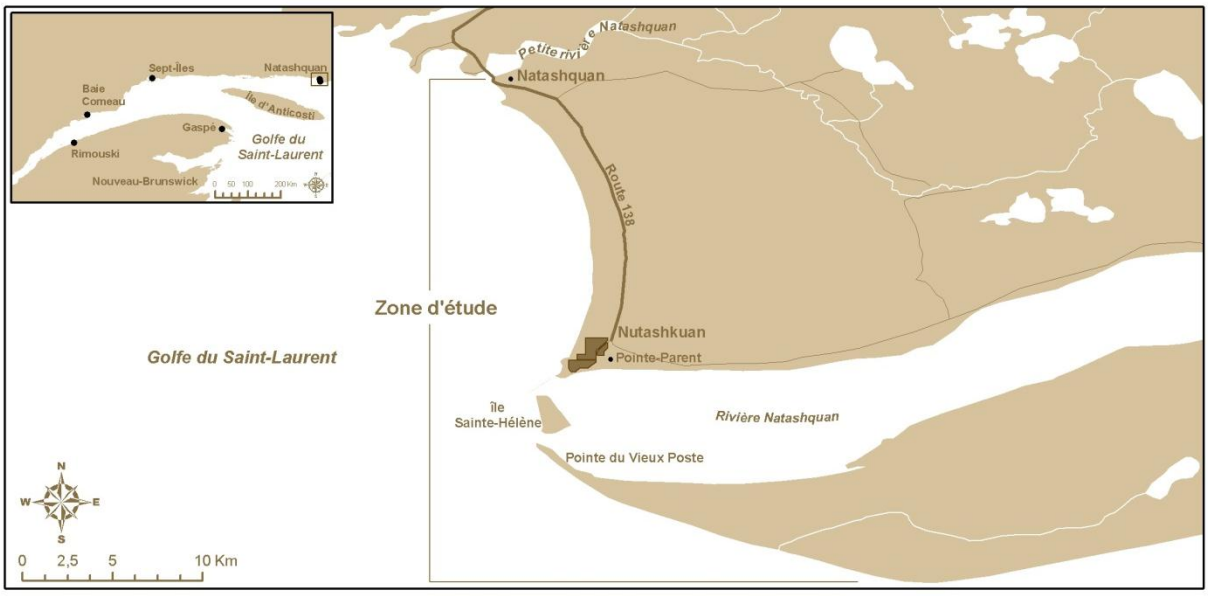


Figure 1. Localisation de Nutashkuan et de la zone d'étude

2 Contexte socio-économique

2.1 Démographie

La population de Nutashkuan est actuellement en très forte croissance démographique. En effet, selon les données démographiques des derniers recensements effectués par Statistique Canada, Nutashkuan comptait 810 individus en 2006, soit 49 de plus qu'en 2001 et 170 de plus qu'en 1996 (Tableau 1; Statistique Canada, 2007 et Statistique Canada, 1997). La population atteint donc une croissance démographique de l'ordre de 26,6% pour la période allant de 1996 à 2006, à l'opposé de la municipalité de Natashquan qui affiche une perte démographique du même ordre pour la même période (Tableau 1). 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).

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006

Communauté	2006[1]	2001[1]	1996[2]	Variation 1996-2006 (%)	Variation 2001-2006 (%)
Nutashkuan	810	761	640	26.6	6.4
Natashquan	264	366	355	-25.6	-27.9

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

La population de Nutashkuan est caractérisée par une très forte majorité de jeunes individus. En 2006, l'âge médian de la population de Nutashkuan était de 20,5 ans alors qu'il était de 49,2 ans pour Natashquan et de 41 ans pour l'ensemble du Québec (Statistique Canada, 2007). De plus, les gens de 0 à 19 ans comptaient pour 47,5 % de la population (Figure 2), ce qui correspond à plus du double de l'occupation de cette tranche d'âge dans le portrait démographique de Natashquan (20,8%) et de la province du Québec (23%) (Statistique Canada, 2007). Les moins de 35 ans représentent quant à eux 70% de la population (Figure 2). Lorsque l'on observe la variation de la population par groupe d'âge à Nutashkuan, on remarque que les strates de 0 à 19 ans et de 20 à 54 ans sont en croissance comparativement aux groupes de 55 à 74 ans et de 75 ans et plus qui sont respectivement en décroissance et en stagnation (Figure 3). Tout groupe d'âge confondu, on constate qu'il y a un rapport égal d'hommes et de femmes à Nutashkuan.

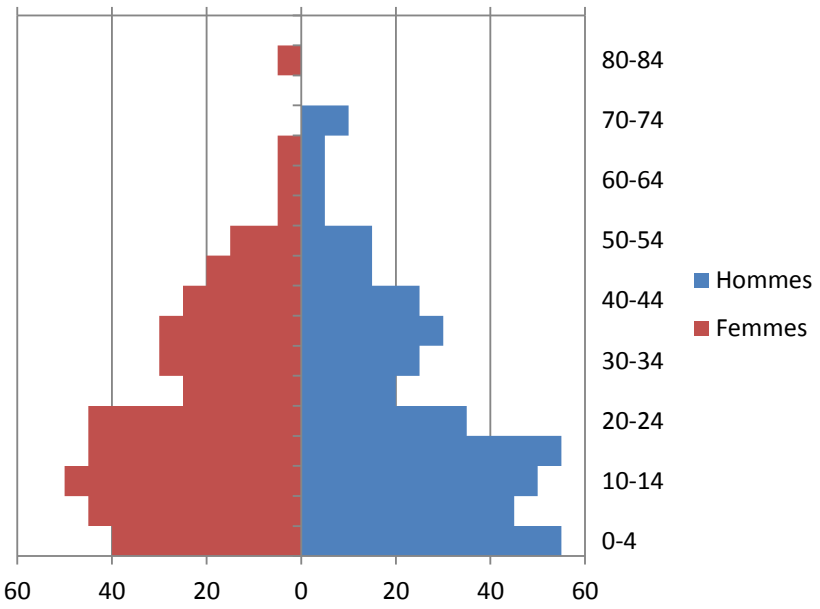


Figure 2. Répartition de la population de Nutashkuan en 2006 par groupe d'âge et par sexe

Source : Statistique Canada, 2007

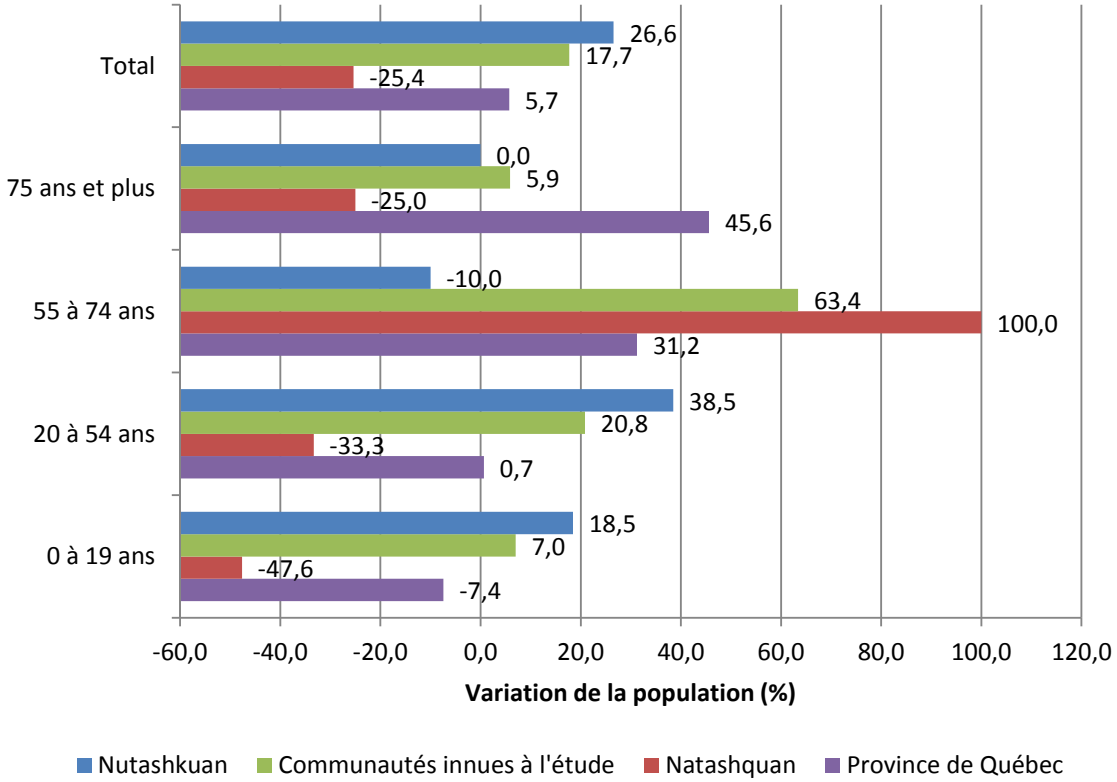


Figure 3. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge

Source : Statistique Canada, 2007

En 2006, on retrouve 177 logements privés occupés à Nutashkuan, soit 48% de plus qu'en 1996 (Tableau 2). La taille des ménages a pour sa part diminuée, passant de 5,3 personnes par logement en 1996 à 4,6 en 2006 (Statistique Canada, 2007 et Statistique Canada, 1997). On peut donc affirmer que, bien qu'un nombre important de logements privés ait été construit au cours de la période allant de 1996 à 2006, le nombre d'habitations ne suffit pas encore pour répondre à la très forte demande engendrée par la très forte croissance démographique de Nutashkuan.

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

Communauté	2006[1]	1996[2]	Variation 1996-2006 (%)
Nutashkuan	177	120	48

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

À Nutashkuan, la population active occupée de 15 ans et plus comptait 150 personnes en 2006, soit 18% (Statistique Canada, 2007). Une forte majorité de ces individus, soit 73%, ont un emploi dans la communauté et ce principalement auprès du conseil de bande qui constitue pratiquement le seul employeur de la communauté (Statistique Canada, 2007; Hydro-Québec, 2007). À Natashquan, 53% de la population active de 15 ans et plus occupent un emploi sur le marché du travail (Statistique Canada, 2007). Ces derniers font toutefois preuve d'une plus grande mobilité puisque seulement 57% d'entre eux travaillent directement sur le territoire de la municipalité de Natashquan (Statistique Canada, 2007).

Au regard des caractéristiques socio-démographiques de Nutashkuan, 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 deviendra très rapidement limitée pour combler ces besoins. Les services à la communauté tels que l'approvisionnement en eau potable et le traitement des eaux usées ont aussi atteint leur capacité maximum (Hydro-Québec, 2007). Ainsi, l'agrandissement du territoire de la réserve et des étangs aérés font partie des projets qui retiennent l'attention des dirigeants de la communauté (Hydro-Québec, 2007).

2.2 Occupation du territoire côtier

Une bande côtière couvrant 150 m entre la ligne de rivage et l'intérieur des terres a été utilisée pour réaliser l'inventaire de l'occupation du territoire côtier. La première occupation derrière la ligne de rivage a été retenue pour l'analyse. Il est toutefois important de noter que les limites administratives de la communauté de Nutashkuan, telles que définies par la direction de l'Arpenteur Général de Ressources Naturelles Canada, ne correspondent pas à l'espace actuellement occupé. Compte tenu de cette réalité, il s'avère pertinent de commenter l'occupation du territoire pour l'ensemble de la zone à l'étude (Figure 1). L'analyse est donc présentée en deux temps. L'occupation du territoire côtier à l'intérieur des limites de la réserve de Nutashkuan est d'abord présentée suivi de l'occupation du territoire côtier hors-réserve.

2.2.1 Occupation du territoire côtier de la réserve de Nutashkuan

Plus des trois-quarts (79%) du littoral de la réserve de Nutashkuan est utilisé à des fins récréatives (sentiers pédestres ou VTT) (Figure 4 et Figure 5). Seulement 9% du littoral est voué à l'occupation résidentielle et 11% est directement utilisé par des voies de communication (Figure 4 et Figure 5). Les principales infrastructures situées à moins de 150 m de la ligne de rivage, à l'intérieur des limites de la réserve, correspondent à la radio communautaire, au bâtiment servant à entreposer le matériel de prévention contre les incendies, à un entrepôt du conseil de bande ainsi qu'à la zone résidentielle comptant 22 bâtiments principaux, 22 bâtiments secondaires et un immeuble à logement (Tableau 3 et Figure 5). Deux sites de pratique de véhicule tout-terrain (VTT) et un site utilisé pour la mise à l'eau des embarcations nautiques se retrouvent aussi à moins de 150 m de la ligne de rivage (Tableau 3 et Figure 5). Par ailleurs, un peu plus de 400 m de route locale et 361 m de chemin non pavé sont aussi situés à moins de 150 m de la ligne de rivage au niveau de la réserve de Nutashkuan (Tableau 4).

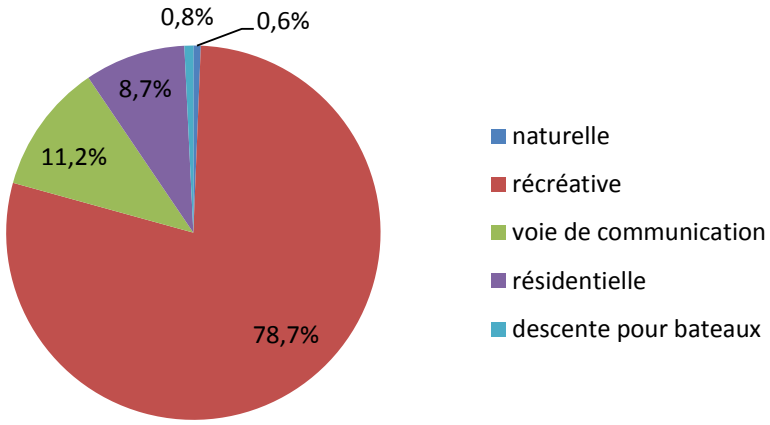


Figure 4. Occupation du territoire côtier de Nutashkuan

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

Type d'infrastructures et de sites	Nbre d'infrastructures/sites
Infrastructure résidentielle	45
Infrastructure de services publics	3
Site récréatif	3
Total	**58**

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

Voie de communication	Longueur (m)
Route pavée	406
Chemin non pavé	361
Total	**767**

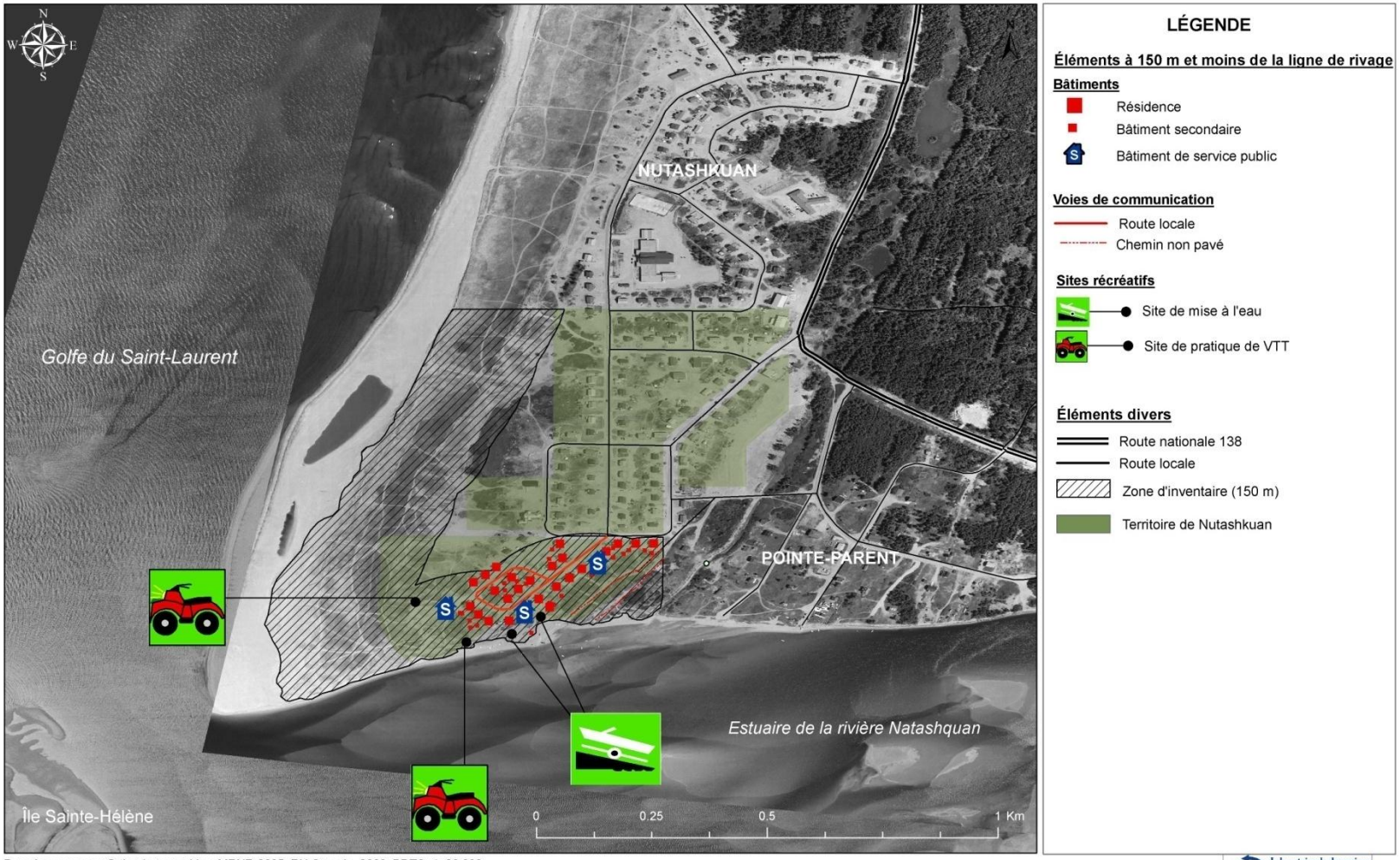


Figure 5. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier de Nutashkuan

2.2.2 Occupation du territoire côtier hors-réserve de Nutashkuan

En rappel, la zone à l'étude hors-réserve de Nutashkuan correspond à la zone utilisée par les Innus dans le cadre de leurs activités (Figure 1).

Lorsqu'on l'observe dans son ensemble, la zone à l'étude à l'extérieur des limites de la réserve est principalement une zone naturelle où l'on retrouve des infrastructures anthropiques implantées de manière éparse sur le territoire. Ainsi, de la Petite rivière Natashquan jusqu'à un peu plus d'un kilomètre au sud, on retrouve une zone résidentielle et de villégiature qui constitue la partie sud du village de Natashquan. À un peu plus d'un kilomètre au nord des limites administratives de la réserve, se retrouve les bassins d'épuration de la communauté de Nutashkuan. Les berges de la rivière Natashquan sont naturelles dans leur ensemble mis à part un secteur de villégiature, situé à 4 kilomètres de l'embouchure et quelques secteurs où des voies de communication sont à proximité. L'île Sainte-Hélène constitue aussi une zone naturelle dont une partie est occupée par des infrastructures patrimoniales. On retrouve donc des infrastructures utilisées par les Innus de Nutashkuan à l'extérieur des limites de la réserve à moins de 150 m de la ligne de rivage. Notamment, les bassins d'épuration de la communauté qui sont situés sur la terrasse de plage face au golfe du Saint-Laurent (Tableau 5). Par ailleurs, sur la rive ouest de la rivière Natashquan, près de deux kilomètres de route 138 et de sentiers de VTT, une antenne de communication ainsi que 54 chalets appartenant à des Innus sont à proximité des berges (Tableau 5). Enfin, la chapelle de l'île Sainte-Hélène se retrouve aussi à moins de 150 m de la ligne de rivage.

Tableau 5. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière à l'extérieur de la réserve de Nutashkuan

Type d'infrastructures et de sites	Nombre
Chalet	**54**
Site récréatif	**6**
Zone de VTT	2
Accès au littoral	2
Site de mise à l'eau	2
Service public	**6**
Station d'épuration	4
Antenne de communication	1
Bâtiment secondaire	1
Résidence	**4**
Bâtiment principal	2
Bâtiment secondaire	2
Activité traditionnelle	**2**
Lieu de rassemblement	1
Bâtiment principal	1
Total	**72**

2.3 Activités côtières et maritimes

L'ensemble des activités pratiquées par les Innus sur le littoral et aux abords de la rivière Natashquan, à l'intérieur et à l'extérieur des limites de la réserve, a fait l'objet d'un recensement lors de l'enquête auprès de la population de Nutashkuan. Ces résultats sont présentés à la section 3.5.1.

Il apparait que le littoral adjacent à la réserve de Nutashkuan est assidument utilisé par les Innus. La rampe de mise à l'eau située du côté de la rivière Natashquan est un site très fréquenté tant par ceux qui pratiquent la pêche sur la rivière Natashquan que par ceux qui effectuent des traversées de la rivière Natashquan ou encore par les adeptes de chasse aux oiseaux migrateurs. La berge de la rivière Natashquan adjacente à la réserve est aussi un lieu de détente, de promenade, de pique-nique et de circulation en VTT. Du côté du golfe du Saint-Laurent, c'est surtout le VTT qui est pratiqué sur la terrasse de plage ainsi que la détente, la promenade et les pique-niques. À proximité de la réserve, la chasse aux oiseaux migrateurs est effectuée à partir de la rive au niveau de la pointe Parent.

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 de Ekuanitshit lors de la semaine du 1er 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 1 et

Annexe 2). Les entrevues, d'une durée moyenne d'une heure, portaient sur l'identification des changements environnementaux et des phénomènes naturels ainsi que sur leurs causes et leurs impacts. Les répondants ont aussi été interrogés sur les solutions d'adaptation et sur les modes de gouvernance à privilégier. Un exercice de cartographie interactive a permis de localiser les 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 Nutashkuan 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 de deux annonces sur les ondes de la radio communautaire. L'enquête s'est déroulée entre le 9 et le 26 août 2010. Les acteurs publics ont été identifiés par l'agent de liaison, M. Denis Losier. 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. Seuls les informateurs-clés et les résidents parlant uniquement la langue innue ont été contactés par un traducteur. Suite au consentement des répondants, un rendez-vous était pris dans les jours suivants pour effectuer l'entretien. Les rencontres se sont déroulées soit dans une salle du conseil de bande, au lieu de travail des répondants ou à leur domicile. Un traducteur était aussi disponible au besoin. Un formulaire de consentement, permettant 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 Nutashkuan, 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 (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. 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 réunis. La compilation des zones d'activités et des zones exposées aux aléas illustre la densité d'observations dans une zone donnée ainsi que l'aire maximale de réalisation des activités ou encore l'aire maximale des zones affectées par les processus d'érosion observés. Ces regroupements permettent de développer une vision holistique de la situation. Cependant, étant donné la taille de l'échantillon de la population, on ne peut affirmer que ces données représentent la totalité des activités pratiquées ou des zones exposées aux aléas perçues par les membres de la communauté.

3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions

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

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

3.3.1 Profil des répondants

Sept acteurs publics ont été rencontrés à Nutashkuan. Sur ces sept acteurs publics, six travaillent pour le conseil de bande et un pour la *Pourvoirie Hipou* (Tableau 6). Considérant que le conseil de bande élu en 2010 compte un chef et quatre conseillers, les rencontres avec le chef ainsi que deux conseillers permettent d'affirmer que plus de la moitié des élus ont été rencontrés. Les acteurs publics de Nutashkuan étant uniquement de la gent masculine, seuls des hommes ont été rencontrés. Cinq des personnes rencontrées sont âgées de 40 à 59 ans et deux sont âgées entre 18 et 39 ans (Figure 6). L'ensemble des acteurs publics rencontrés habite sur le territoire de Nutashkuan et a une propriété (résidence, chalet et/ou campement) à proximité du littoral (Figure 7).

Tableau 6. Organismes et services représentés

Organisme	
Service	**Nbre**
Conseil des Innus de Nutashkuan	**6**
Chef	1
Conseiller politique	2
Secteur des négociations	2
Services techniques	1
Pourvoirie Hipou	**1**
Total	**7**

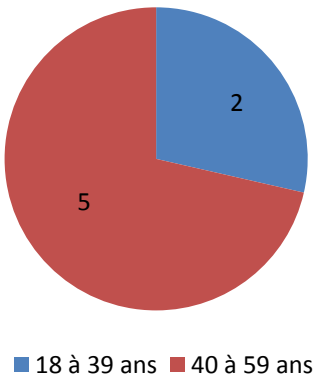


Figure 6. Âge des acteurs publics rencontrés

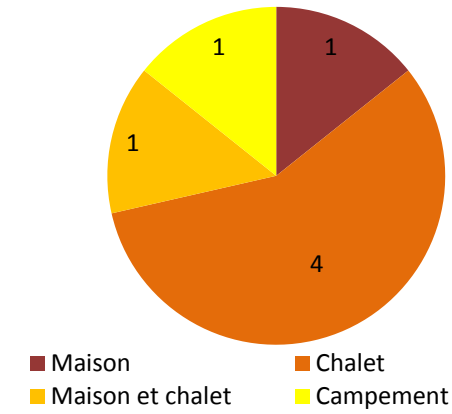


Figure 7. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière

3.3.2 Préoccupations des acteurs publics

À la question ouverte portant sur les préoccupations des acteurs publics, les problématiques d'ordre socio-économiques sont celles qui inquiétaient le plus les répondants (Tableau 7). Ainsi, les dépendances aux drogues et à l'alcool, le manque de développement économique, le manque de ressources financières ainsi que le manque d'activités communautaires au profit d'activités individualistes ont été relevés. Un acteur public est inquiet face à la perte de l'identité autochtone, notamment au niveau de la perte de valeurs telles que l'importance d'écouter les enseignements des aînés. Un acteur public a aussi mentionné être inquiet des transformations de la rivière Natashquan et de la faune ichtyenne (poissons) (Tableau 7). Au niveau politique, les acteurs sont préoccupés par leur absence d'autonomie. Un acteur affirme qu'il est important que la communauté puisse se prendre en main (S69). De plus, un acteur déplore la division de la communauté du point de vue politique en raison de la présence de « clans » (S70).

Tableau 7. Préoccupations des acteurs publics

Thèmes Préoccupations	Nbre d'observations
Préoccupations socio-économiques	**5**
Dépendances aux drogues et à l'alcool	1
Perte de l'identité autochtone (valeurs et spiritualité)	1
Manque de développement économique	1
Manque de ressources financières	1
Manque d'activités communautaires au profit d'activités individualistes	1
Préoccupations environnementales	**1**
Changements de la rivière Natashquan et de la faune ichtyenne associés aux changements climatiques	1
Préoccupations politiques	**2**
Division de la communauté du point de vue politique	1
Absence d'autonomie politique	1

3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.3.3.1 Érosion et inondation

L'ensemble des acteurs publics rencontrés est d'avis que l'érosion affecte les berges de la rivière Natashquan (Figure 8). Selon la majorité des acteurs qui observent de l'érosion sur les berges de la rivière Natashquan, ce phénomène serait en accélération (Figure 9). Par ailleurs, quatre acteurs croient que l'érosion affecte aussi la côte (Figure 8). Sur les quatre acteurs publics qui remarquent de l'érosion sur la côte, trois pensent que l'érosion côtière s'est accélérée au cours des dernières années (Figure 9). Au niveau de la période où se manifeste l'érosion, les acteurs publics sont d'avis que l'été et l'hiver sont des périodes de relative stabilité et que les processus se déroulent principalement au printemps, lors de la crue, mais aussi à l'automne, lors des grandes marées et des vagues de tempête (Figure 10).

Du côté des inondations, seul un répondant indique qu'il a déjà observé des inondations dues à une augmentation du niveau de la mer. D'un autre côté, cinq acteurs sur sept sont d'avis que des inondations se produisent au niveau de la rivière Natashquan (Figure 8). Un acteur public a relaté qu'il y aurait déjà eu des relèvements de la nappe phréatique qui auraient engendré l'inondation des sous-sols de 42 maisons (C83). Le conseil de bande aurait réglé le problème en installant un système de drainage pluvial. Selon les acteurs publics, il n'y aurait pas eu de changement dans la fréquence des inondations fluviales (Figure 9).

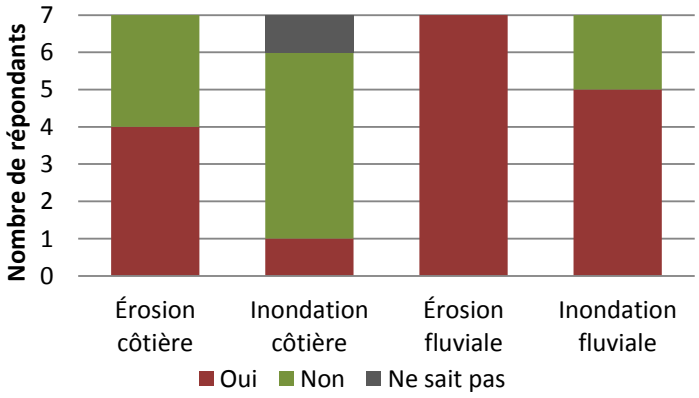


Figure 8. Aléas observés par les acteurs publics

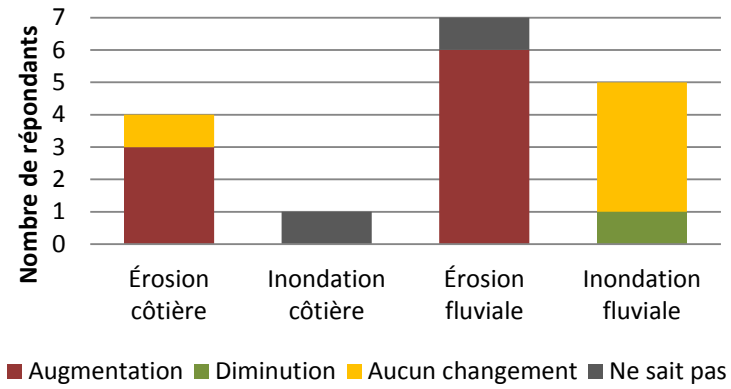


Figure 9. Tendance des aléas observés par les acteurs publics

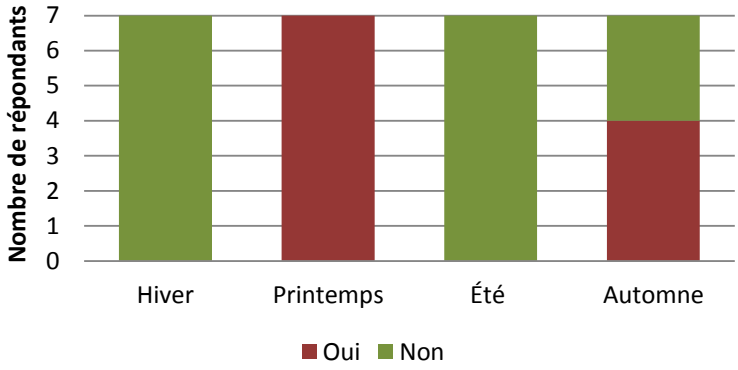


Figure 10. Saisons où se manifestent l'érosion et les inondations selon les acteurs publics

3.3.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Selon les acteurs publics, plusieurs processus et phénomènes naturels surviennent sur le territoire de Nutashkuan. En effet, à la question fermée portant sur les processus et les phénomènes naturels observés, les acteurs publics évoquent des glissements des terrains (7 répondants), des pluies diluviennes (6 répondants), des vagues de tempêtes (5 répondants) ainsi que des embâcles (4 répondants) (Figure 11). Pour l'ensemble des phénomènes observés, la majorité des répondants n'a pas observé d'accélération ou de diminution de leurs manifestations (Figure 12). Les glissements de terrain affectent les berges de la rivière Natashquan. Un acteur public mentionne qu'il aurait perdu deux mètres en cinq ans en raison de glissements de terrain (C75). Au niveau des pluies diluviennes, les commentaires des acteurs publics portent plutôt sur leurs difficultés à les prédire. Ils disent qu'auparavant, les grandes pluies étaient surtout en mai et juin, mais qu'aujourd'hui, ce n'est plus pareil (C83). Selon les acteurs publics, les vagues de tempête ont lieu en automne, lors des grandes marées ou encore lors des grands vents (S69, C77, C83). Au niveau des embâcles, les répondants indiquent que ces derniers se déroulent fréquemment au printemps et que les glaces bloquent surtout au niveau de l'île Sainte-Hélène (C74, C77).

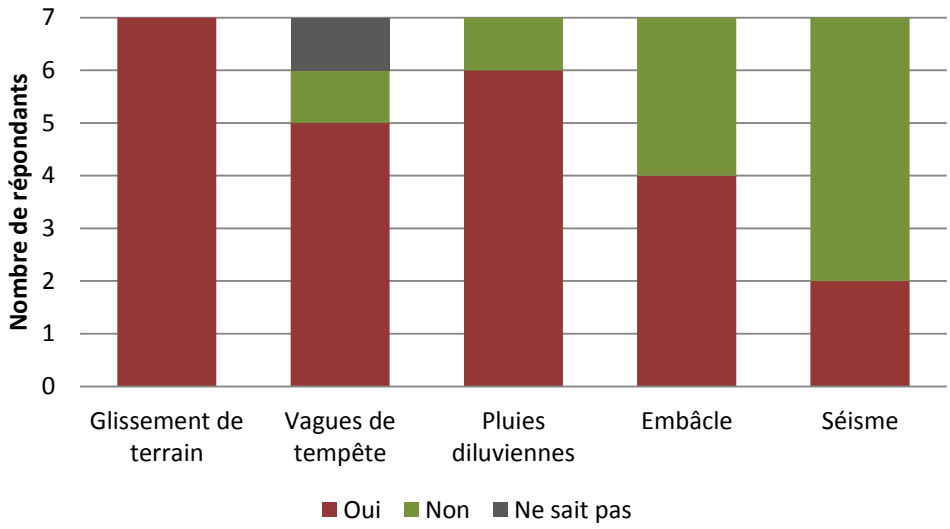


Figure 11. Processus et phénomènes naturels observés par les acteurs publics

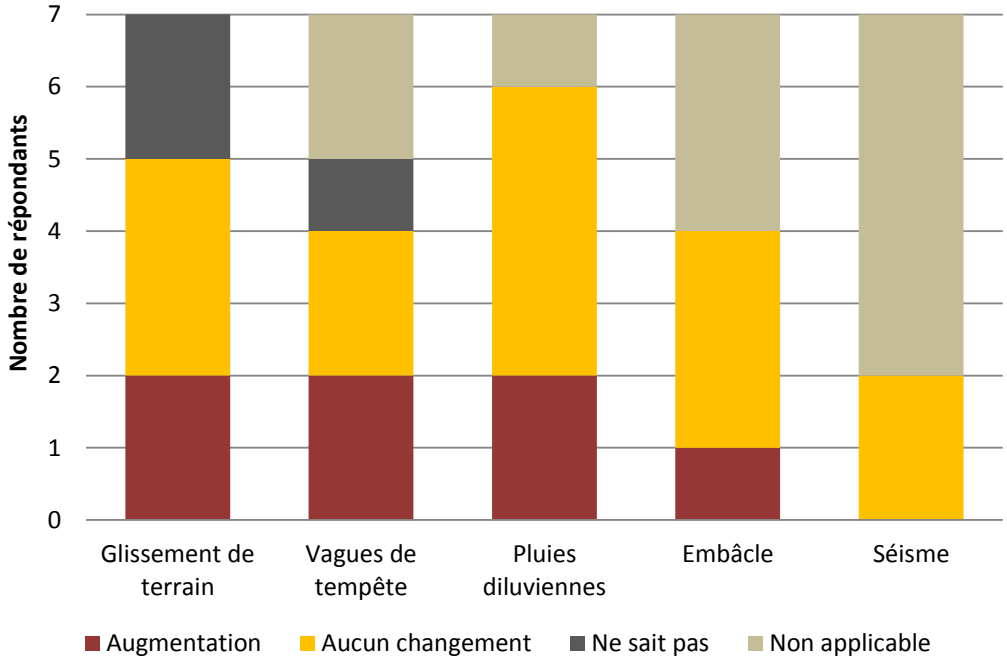


Figure 12. Tendance des processus et des phénomènes naturels observés par les acteurs publics

3.3.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

La majorité des acteurs publics ont observé un réchauffement du climat ainsi qu'une augmentation des redoux hivernaux (Figure 13). Par ailleurs, les répondants remarquent à l'unanimité une diminution de l'étendue et de l'épaisseur du couvert de glace sur le golfe du Saint-Laurent (Figure 14). Six des sept acteurs rencontrés observent le même phénomène sur les rivières (Figure 14). Par ailleurs, une majorité de répondants jugent que le niveau des rivières aurait diminué (Figure 14). Selon les commentaires recueillis, l'élargissement de la rivière Natashquan, associé à l'érosion des berges, expliquerait pour certains la baisse du niveau de la rivière (C83). Selon quatre des sept acteurs publics rencontrés, la largeur de la plage aurait augmenté (Figure 14). Ces répondants indiquent que la plage change rapidement au fil des saisons et qu'elle s'est particulièrement élargie au cours des dernières années. Enfin, à la question portant sur une modification du niveau de la mer, les réponses sont demeurées ambigües (Figure 14). Les acteurs publics qui sont d'avis que le niveau de la mer augmente font référence à l'élévation du niveau de l'eau lors des grandes marées d'automne (C75, C77).

Les observations émises par les répondants en réponse à la question ouverte portant sur les changements environnementaux évoquent des transformations majeures de l'estuaire de la rivière Natashquan et de la zone côtière (Annexe 3). Au niveau de l'estuaire de la rivière Natashquan, les acteurs publics décrivent que la rivière s'élargie, jusqu'à 10 km en amont, et qu'elle s'ensable. Les répondants sont perturbés par l'augmentation du volume de sable dans l'estuaire. Un acteur fait remarquer que le chenal principal change de lit d'année en année et que les bancs alluviaux se déplacent vers l'aval. Selon les témoignages recueillis, la formation et l'évolution des flèches littorales est très dynamique à l'embouchure de la rivière Natashquan. L'île Sainte-Hélène, qui aurait autrefois été rattachée à la pointe Parent, serait à nouveau en train de s'approcher de la pointe Parent. Par ailleurs, une autre flèche, qui se dirigeait vers le nord et qui était rattachée à la pointe Parent se serait rabattue sur la plage devant la communauté. De plus, la pointe du Vieux Poste aurait été sectionnée il y a plus ou moins cinq ans par le courant de la rivière Natashquan. Par ailleurs, plusieurs acteurs publics témoignent de l'apport sédimentaire de la rivière à la plage située devant la communauté. Selon ces derniers, le sable sortirait de la rivière avec les glaces lors de la crue printanière. Ils observaient par la suite la formation d'îles au large. Ces îles se transformeraient par le vent en des cordons transversaux. Puis, ces cordons se déplaceraient vers la côte jusqu'à s'accoler à la plage avec les grandes marées et les vents d'automne. Par ailleurs, les acteurs publics ont remarqué un élargissement de la batture (bas estran). De plus, selon ces derniers, les processus éoliens participeraient à combler le sillon qui se trouve actuellement sur l'estran. En ce qui concerne la zone urbanisée, le seul changement environnemental recensé à cet effet concerne le relèvement du niveau de la nappe phréatique.

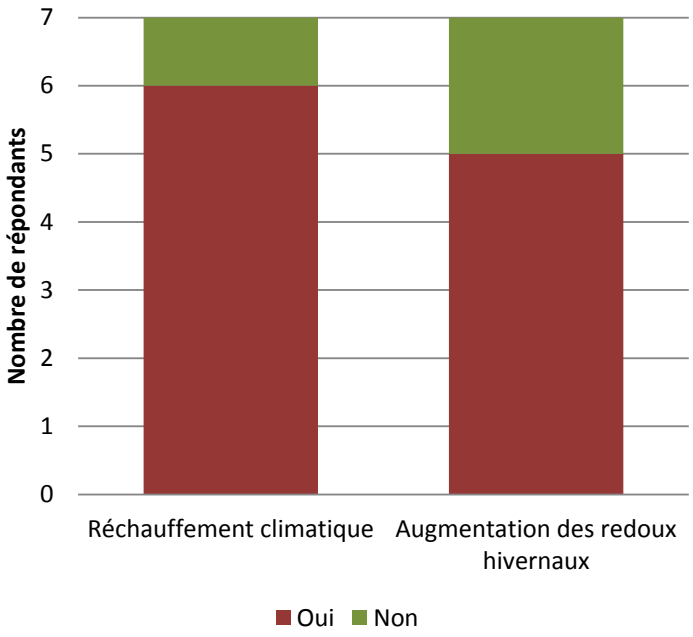


Figure 13. Changements climatiques observés par les acteurs publics

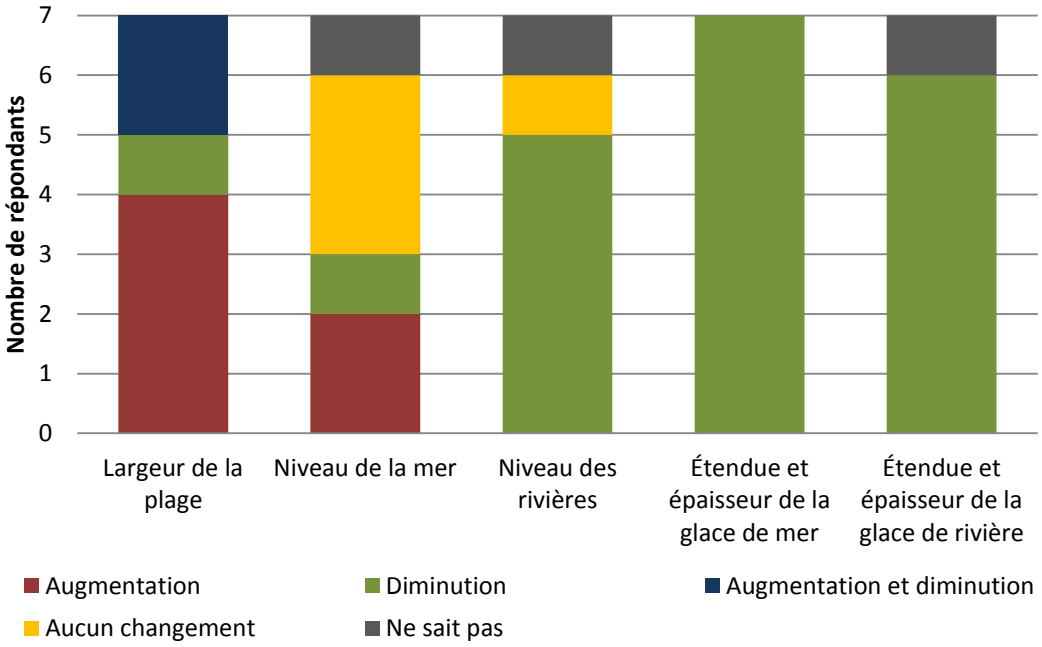


Figure 14. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

3.3.4 Causes des aléas

3.3.4.1 Causes des aléas côtiers

À la question fermée portant sur les causes de l'érosion et de l'inondation côtières, pour les quatre acteurs publics remarquant des aléas côtiers (Figure 8), les causes évoquées à l'unanimité sont : les interventions humaines, la rivière Natashquan et le vent (Figure 15). Lorsque les répondants indiquent que des interventions humaines sont en partie responsables des aléas côtiers, ces derniers font référence à la circulation de VTT et de véhicules sur la plage et sur l'arrière-plage. La rivière Natashquan est considérée comme étant une des causes des aléas côtiers en raison de son débit très élevé en période de crue. Selon les répondants, les basses terrasses de plage dunifiées sont très sensibles aux forts vents qui sévissent parfois. Les vagues de tempête, les pluies diluviennes et les redoux hivernaux sont aussi considérés comme responsables des aléas côtiers selon une majorité d'acteurs publics (Figure 15). L'augmentation du niveau marin, la diminution de la glace ou encore les changements climatiques ne sont pas considérés par la majorité des acteurs publics comme étant des processus favorisant les aléas côtiers (Figure 15).

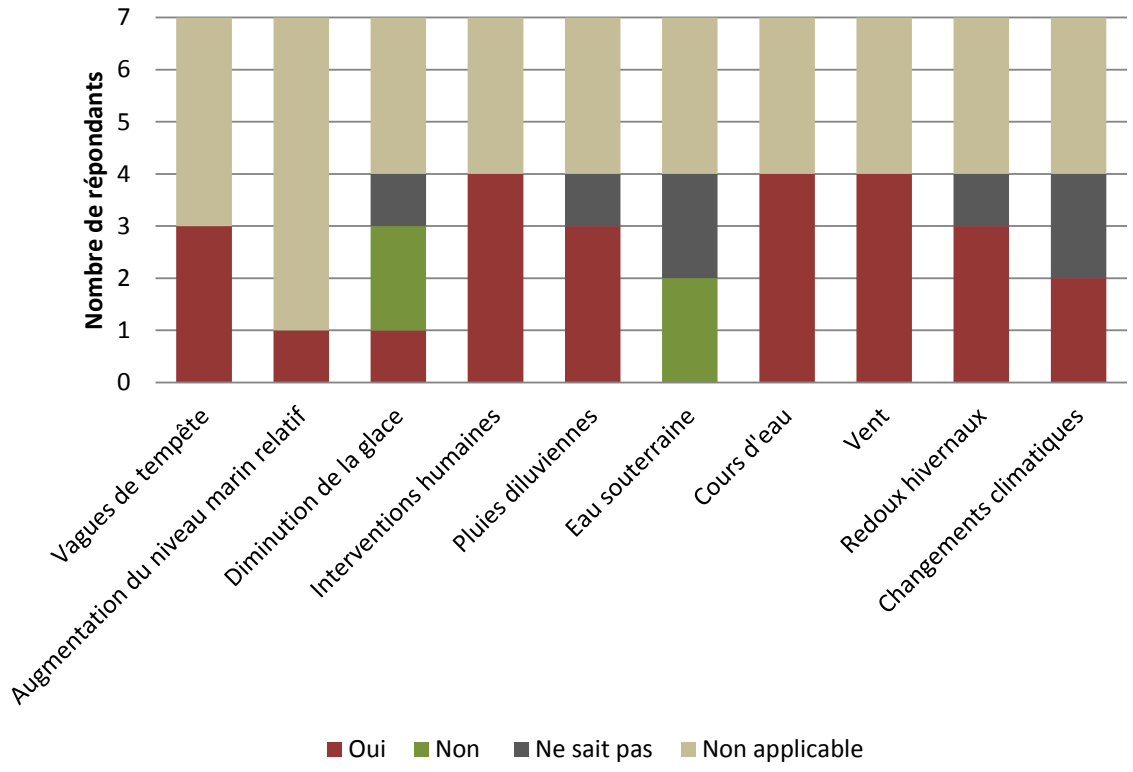


Figure 15. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics

3.3.4.2 Causes des aléas fluviaux

En ce qui concerne les causes de l'érosion et de l'inondation fluviale, outre l'important débit de la rivière Natashquan en période de crue, les causes les plus évoquées sont : le vent (7 répondants), les interventions humaines (6 répondants), les vagues de tempêtes (5 répondants), les redoux hivernaux (5 répondants) ainsi que les pluies diluviennes (4 répondants) (Figure 16). Les répondants considèrent que la circulation en VTT sur les berges est l'intervention humaine en partie responsable de la dégradation des berges. Trois acteurs publics considèrent que les changements climatiques engendrent les aléas fluviaux. Pour ces derniers, la relation entre les changements climatiques et les aléas fluviaux s'explique soit par l'augmentation du niveau marin, par la diminution des glaces ou encore par l'augmentation des températures hivernales qui se traduisent par une augmentation de la mobilité des glaces. La diminution de la glace ne fait pas partie des causes envisagées par la majorité des répondants, car selon ces derniers, c'est plutôt la présence de glace et leur frottement sur les falaises sableuses qui jouent un rôle important dans l'érosion des berges (S70, C83).

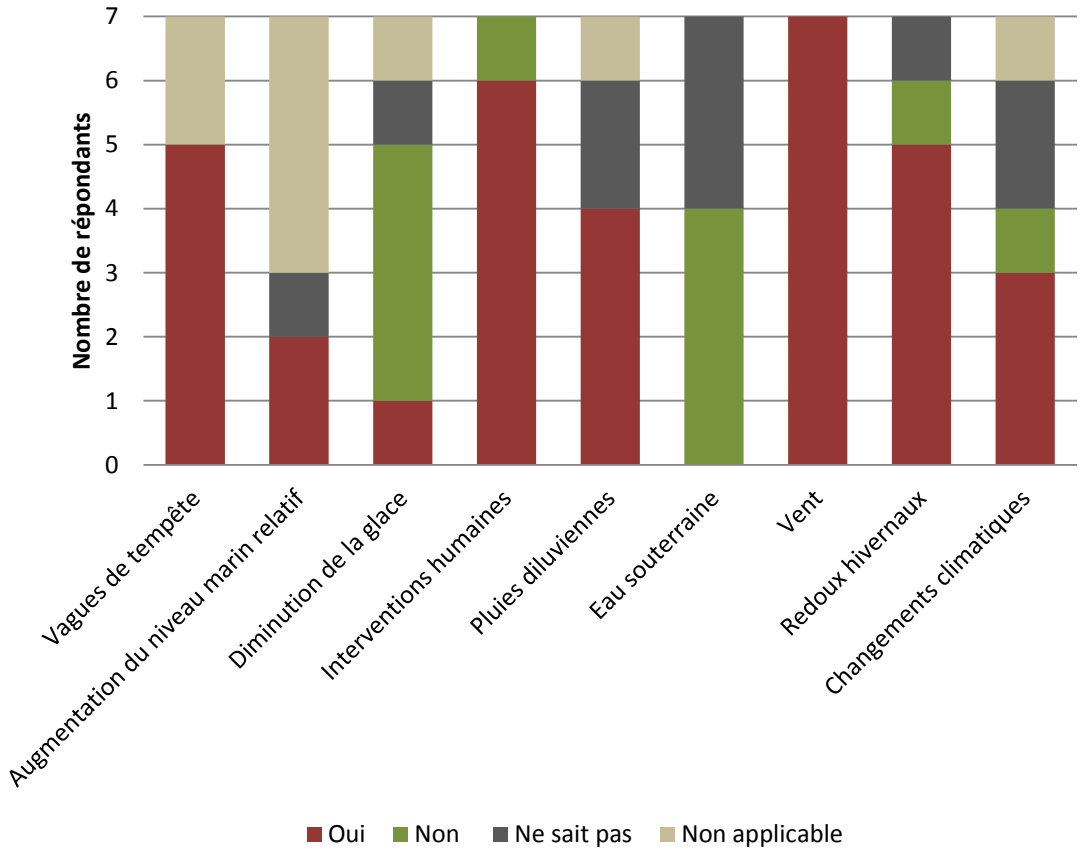


Figure 16. Causes des aléas fluviaux selon les acteurs publics

3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

À la question fermée portant sur les impacts des aléas et des changements environnementaux, les acteurs publics indiquent que l'aménagement du territoire, les ressources biologiques et la santé des résidents sont les principaux domaines affectés par l'érosion et les inondations (Figure 17). Les commentaires des répondants illustrent concrètement ces impacts (Annexe 4). Les impacts sur l'aménagement du territoire évoqués concernent la perte de territoire et la nécessité de poursuivre le développement de la communauté dans un lot situé de l'autre côté de la route 138. Par ailleurs, un acteur public mentionne que l'érosion côtière pourrait affecter le projet d'agrandissement des bassins d'épuration qui est à l'étude actuellement. Du côté des ressources biologiques, le saumon, les oiseaux migrateurs et les petits fruits seraient affectés par l'érosion et l'inondation. Cette situation perturbe les activités traditionnelles associées à ces ressources et inquiète certains acteurs publics qui craignent que l'économie associée à la pêche au saumon subisse les contrecoups des changements environnementaux. Les impacts des aléas et des changements environnementaux sur la santé des membres de la communauté concernent le stress et l'inquiétude par rapport à l'érosion et aux dépenses qui pourraient être engendrées par cette dernière. Il est aussi important de noter que plusieurs infrastructures ont déjà été endommagées par l'érosion notamment des tuyaux d'égouts et la descente de bateau qui se trouvent du côté de la rivière. La chapelle qui se trouve sur l'île Sainte-Hélène a été déplacée, la route de la pointe du Vieux Poste a été ensablée et les phares entre la pointe du Vieux Poste et Kegaska seraient tombés. Par ailleurs, les acteurs publics mentionnent que le bâtiment de la radio communautaire, la caserne, les bassins d'épuration et certaines maisons sont vulnérables à l'érosion.

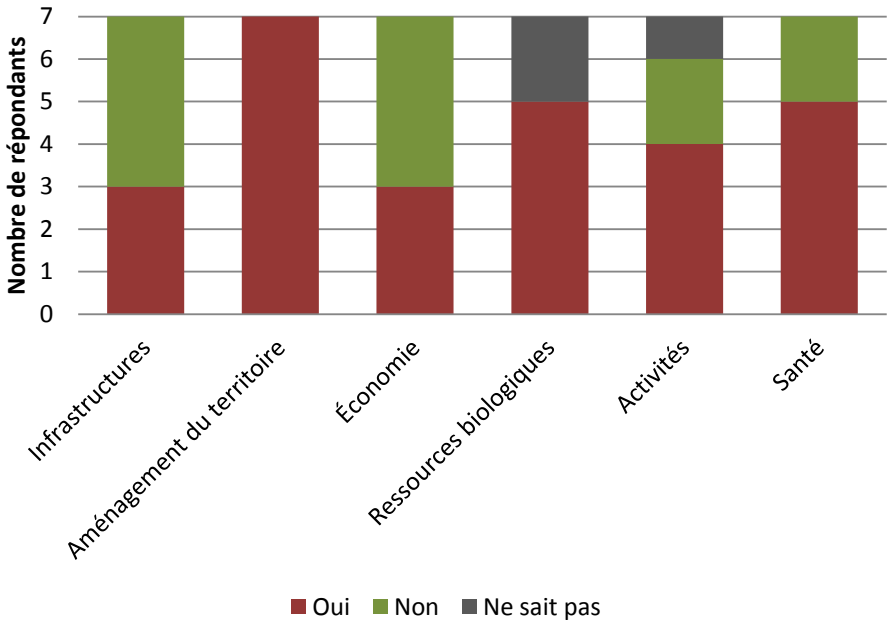


Figure 17. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics

L'ensemble des acteurs publics rencontrés est d'avis que les changements climatiques ont des impacts sur leur communauté (Tableau 8). Les principaux changements sur le milieu naturel observés concernent la période hivernale. Les acteurs publics constatent une diminution des précipitations nivales, la quasi-absence de neige à l'hiver 2009-2010 ayant marqué la population. De plus, des acteurs publics mentionnent que les températures hivernales ont tendance à augmenter et que la glace a tendance à diminuer. Ces changements ont des impacts sur le comportement des saumons et des caribous ainsi que sur la disponibilité des petits fruits. Ils ont aussi des répercussions sur les activités traditionnelles de chasse, de cueillette et sur le déroulement des « voyages au long cours[1] ». Les méthodes de conservation de la viande sauvage doivent être adaptées. L'absence de neige et la diminution du couvert de glace limitent par ailleurs les déplacements hivernaux et par conséquent, l'accès des gens à leur territoire. Ces modifications récentes du climat perturbent la capacité des aînés à prévoir le temps lors de la planification des voyages au long cours. Auparavant, certains aînés étaient en mesure de prévoir le temps en fonction d'indices du climat sur une période de trois jours. Aujourd'hui, ils ne trouvent plus leurs repères. Selon un acteur public, les changements du climat, notamment l'absence de neige en hiver, ont aussi des impacts sur le moral des membres de la communauté.

Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics

Thèmes Impacts observés	Nbre d'observations
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	**9**
Diminution des précipitations nivales	4
Augmentation des températures hivernales	2
Faune et flore affectées (les petits fruits, le saumon et le caribou)	2
Diminution de la glace	1
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	**10**
Activités affectées (chasse, cueillette de petits fruits et « voyage au long cours »)	4
Déplacements hivernaux limités	3
Capacité de prévoir le temps et les activités affectée	1
Moral affecté	1
Changements au niveau des méthodes de conservation de la viande sauvage	1

[1] Les voyages au long cours sont des voyages de longues durées (2 semaines à quelques mois) sur leur territoire pour chasser, pêcher et/ou enseigner les différents aspects de la culture innue (Innu Aitun).

3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.3.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

Seulement trois des sept acteurs publics rencontrés considèrent que des actions ont été entreprises dans le but de s'adapter aux géorisques côtiers (Figure 18). La seule action mentionnée à cet effet correspond à l'enrochement (appelé localement brise-lame ou muret), qui aurait été érigé sur les berges de l'embouchure de la rivière Natashquan de la descente de bateau jusqu'à la croix. Cet enrochement aurait été réalisé à l'aide de bois et de pierres par des gens de la communauté employés dans le cadre d'un projet de travaux divers. Aucune trace de cet enrochement n'est visible aujourd'hui. Sur les trois acteurs publics se rappelant cet enrochement, un seul l'a trouvé efficace, mais deux répondants le referaient (Figure 19).

Les acteurs publics rencontrés ont affirmé que des discussions étaient en cours au conseil de bande afin de réaliser un projet de protection des berges et un projet de règlement pour limiter l'utilisation de VTT sur les dunes (Tableau 9).

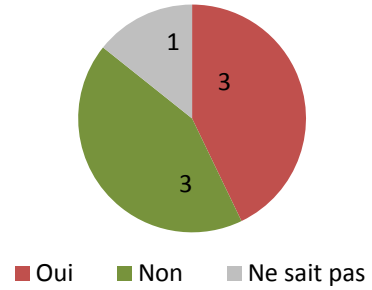


Figure 18. Actions entreprises selon les acteurs publics

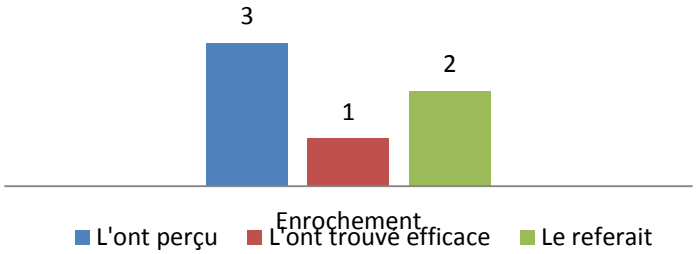


Figure 19. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics

Tableau 9. Actions prévues selon les acteurs publics

Actions prévues	Nbre d'observations
Projet de protection des berges en discussion au conseil de bande	1
Projet de règlement pour limiter l'utilisation des VTT sur les dunes en discussion au conseil de bande	1

3.3.6.2 Solutions préconisées pour les aléas côtiers

Sur les cinq acteurs publics observant de l'érosion et/ou des inondations côtières, la majorité des acteurs publics croient que la sensibilisation, la modification des comportements (notamment de l'utilisation des VTT) et la règlementation (restriction sur l'utilisation des VTT) sont les solutions à préconiser (Figure 20). Par ailleurs, trois des cinq acteurs publics observant des aléas côtiers sont d'avis qu'il serait préférable de déplacer les infrastructures à risques dans des zones moins vulnérables (Figure 20). Enfin, il est intéressant de remarquer que les structures rigides (brise-lame, enrochement, muret, épis) ainsi que la recharge en sable ne sont pas des solutions populaires auprès des acteurs publics (Figure 20). Les deux acteurs publics qui n'observent aucune érosion au niveau du littoral ne savent pas quelles solutions d'adaptation envisager vis-à-vis les aléas côtiers.

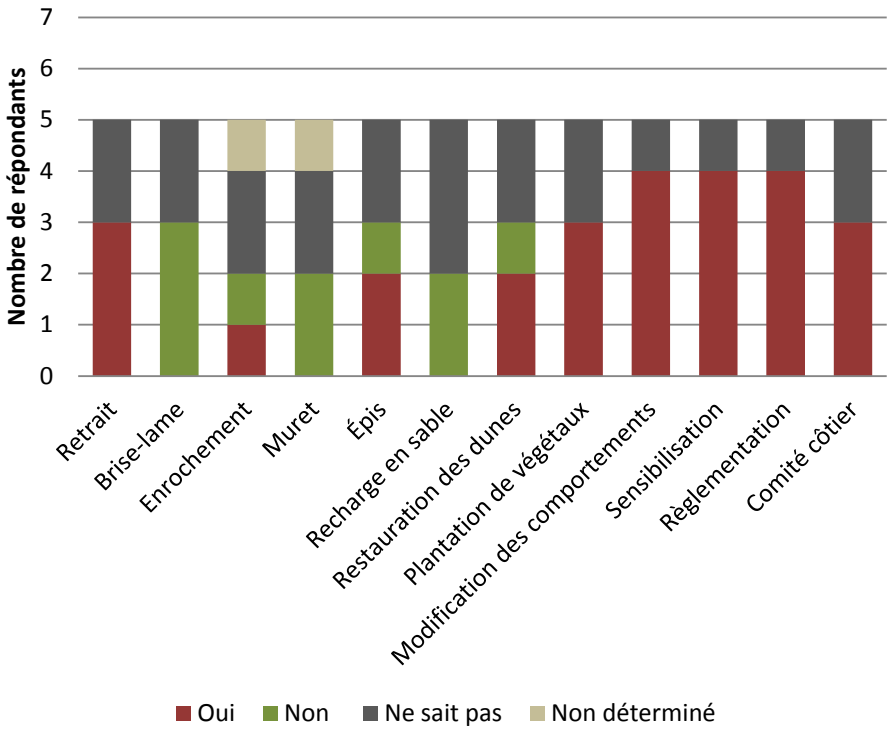


Figure 20. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas côtiers

3.3.6.4 *Solutions préconisées pour les aléas fluviaux*

Selon la majorité des acteurs publics préoccupés par l'érosion et/ou l'inondation aux abords de la rivière Natashquan, la sensibilisation, la règlementation et la modification des comportements en vue d'une meilleure gestion de la circulation des VTT et de la formation d'un comité responsable de la protection des berges de la rivière Natashquan sont les solutions à privilégier pour limiter les impacts de ces aléas (Figure 21). Seulement trois des sept acteurs rencontrés croient que le déplacement des infrastructures à risque ou encore la mise en place d'un enrochement ou d'épis sont des solutions à préconiser (Figure 21). Selon un répondant, la mise en place d'un épi rocheux en amont de la communauté permettrait de dévier le courant et de protéger les embarcations (C83). Enfin, il est intéressant de remarquer qu'aucun acteur public ne considère la recharge en sable comme une solution à envisager (Figure 21).

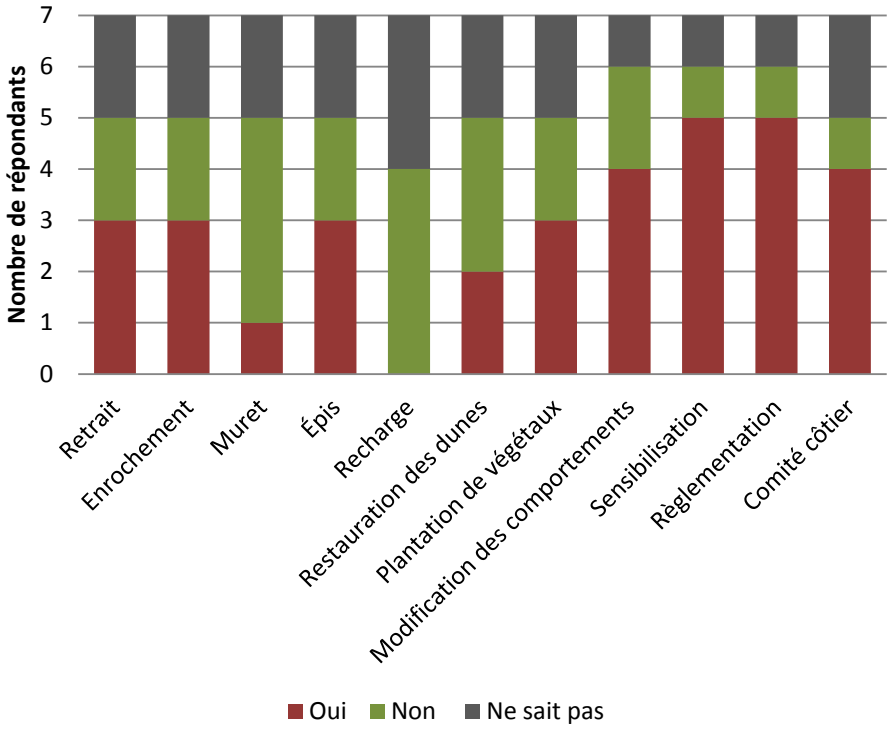


Figure 21. Solutions préconisées par les acteurs publics pour s'adapter aux aléas fluviaux

3.3.6.5 *Mode de gouvernance préconisé*

À la question ouverte portant sur le mode de gestion des risques naturels au sein de la communauté, on constate qu'il existe une certaine confusion au sein du conseil de bande sur la présence et la validité d'un plan de mesures d'urgence. En effet, deux acteurs ont indiqué qu'il existait bel et bien un plan de mesures d'urgence, mais que ce dernier était plutôt axé sur les risques d'incendie ou encore au niveau de la santé publique. Par ailleurs, deux autres acteurs sont d'avis qu'il n'existe pas de plan de mesures d'urgence actuellement valide au sein du

conseil de bande et trois personnes ne sont pas au courant de la présence d'un tel document. Certains expliquaient cette situation par leur nouvelle présence au sein du conseil de bande. Par ailleurs, aucun comité ou responsable chargé de réaliser ou de mettre à jour un tel plan n'a pu être identifié par les acteurs rencontrés. L'ensemble des personnes rencontrées était d'avis qu'elles n'étaient pas impliquées dans un tel plan. Il est toutefois intéressant de noter qu'un acteur a mentionné être vaguement au courant d'un zonage règlementaire pour la zone côtière sans toutefois en connaître les détails. De plus, un répondant croit que la perte de territoire engendrée par l'érosion est revendiquée par le conseil de bande auprès du gouvernement fédéral.

À la question fermée portant sur les acteurs à impliquer dans l'identification, la gestion et le financement des solutions d'adaptation aux géorisques côtiers dans un contexte de changements climatiques, il est ressorti que la majorité des acteurs publics sont d'avis que les résidents, le conseil de bande, le gouvernement fédéral et provincial ainsi que la communauté scientifique doivent travailler de concert pour identifier les solutions d'adaptation (Figure 22). Toutefois, selon la majorité des répondants, seul le conseil de bande devrait gérer les solutions d'adaptation (Figure 23). Enfin, les gouvernements fédéraux et provinciaux ont été identifiés comme étant ceux qui devraient financer les solutions d'adaptation (Figure 24).

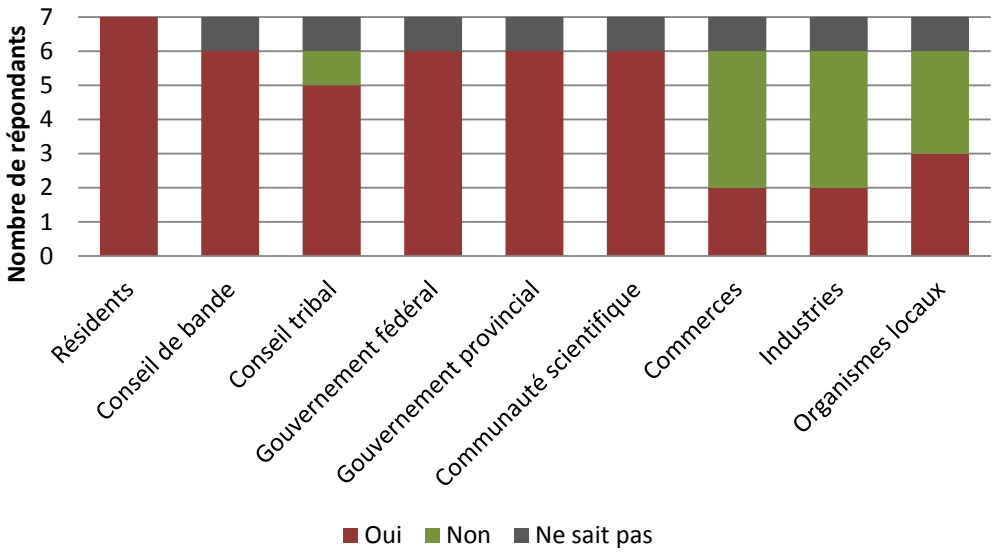


Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

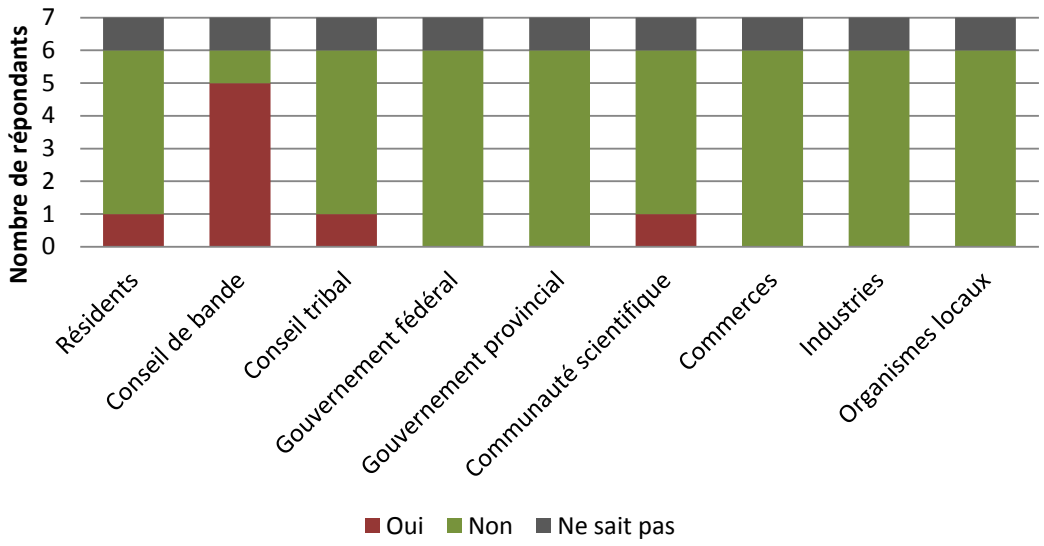


Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

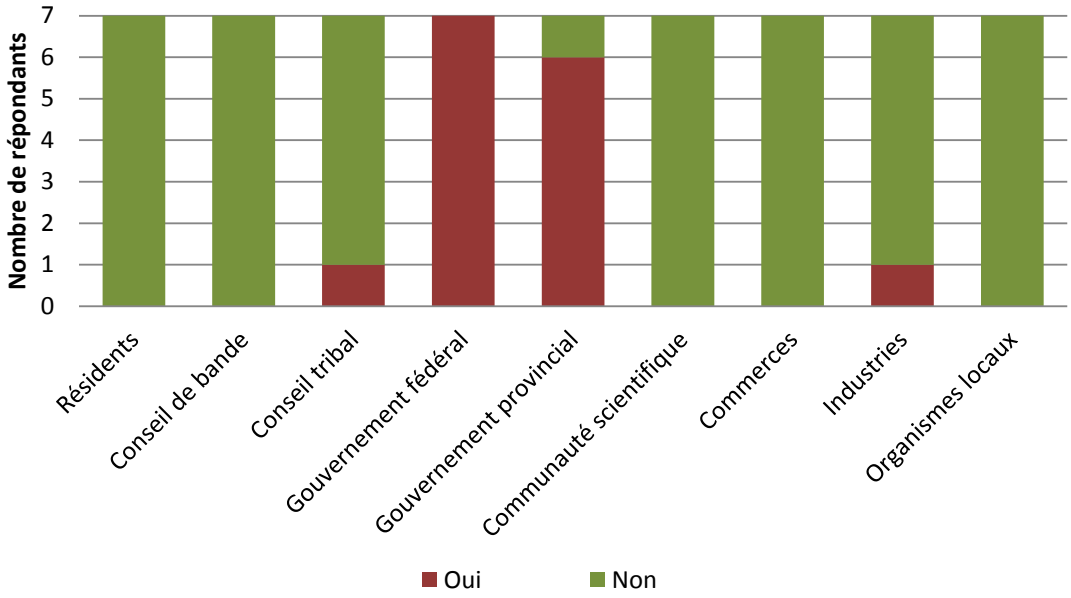


Figure 24. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les acteurs publics

3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents

3.4.1 Profil des répondants

À Nutashkuan, 21 hommes et neuf femmes ont accepté de participer à l'étude (Figure 25). Les répondants étaient répartis de façon relativement égale entre les différentes générations. Ainsi, huit répondants étaient âgés entre 18 et 39 ans, 11 répondants avaient entre 40 et 59 ans et 11 participants représentaient la génération aînée (60 ans et plus) (Figure 25). Par ailleurs, on remarque qu'une majorité des résidents rencontrés, soit 77%, ont déjà eu ou ont actuellement une maison et/ou un chalet et/ou un campement à proximité du littoral (Figure 26). Non moins de 50% des participants ont actuellement un chalet en bordure de la rivière (Figure 26). Il en résulte que seule une faible proportion des résidents rencontrés n'a jamais habité ou eu de chalet et/ou de campement à proximité de l'eau. Par ailleurs, 90% des répondants pratiquent des activités dans la zone côtière (Figure 27). Ainsi, on remarque que la majorité des répondants fréquente, soit dans le cadre de sa vie quotidienne ou encore dans le cadre de ses loisirs, le milieu côtier.

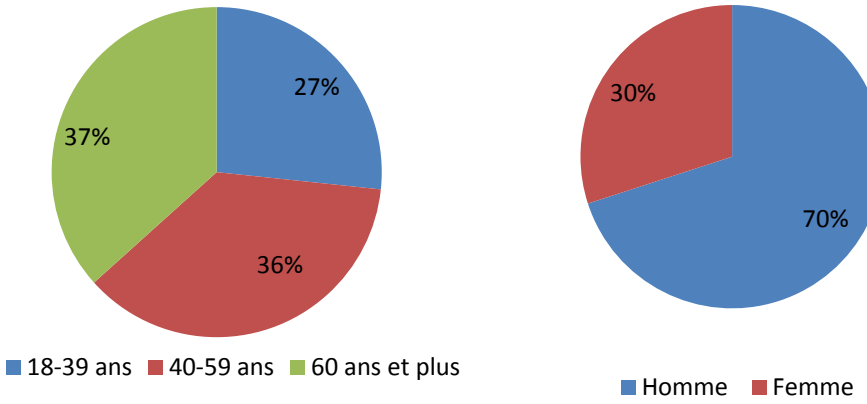


Figure 25. Profil des résidents

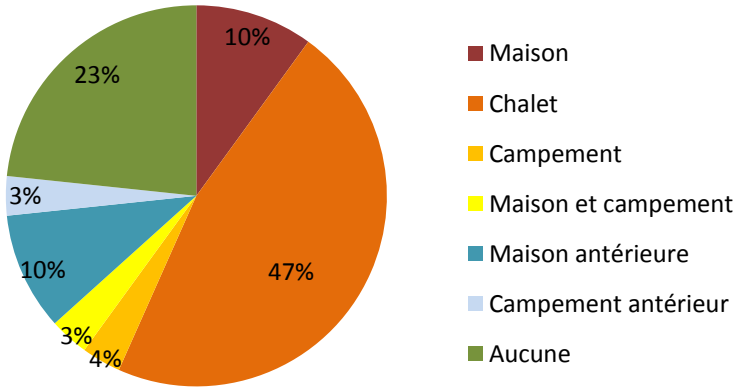


Figure 26. Résidents ayant une propriété en zone côtière

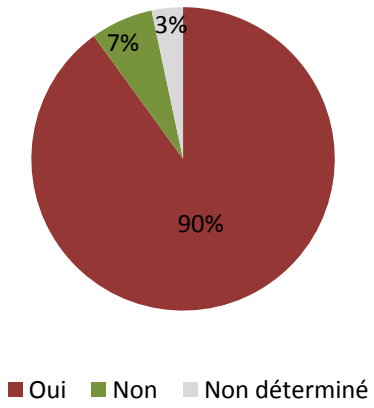


Figure 27. Répondants qui pratiquent une activité en zone côtière

3.4.2 Préoccupations des résidents

Les préoccupations des résidents de Nutashkuan sont à la fois d'ordre socio-économique, environnemental et politique (Tableau 10). Au niveau socio-économique, les participants sont préoccupés par les problèmes de délinquance et de dépendances aux drogues et à l'alcool. Des résidents sont aussi angoissés par l'abandon progressif des activités et des valeurs traditionnelles. D'autres déplorent le manque d'emploi dans la communauté et l'impact que cette réalité a sur le comportement des jeunes qui sont en majorité démographique. Selon certains résidents, le manque d'emploi couplé à la faible offre d'éducation contribue à l'exode des jeunes. Du côté environnemental, les préoccupations des participants concernent l'augmentation de l'érosion. Plusieurs répondants souhaitent que des solutions soient mises de l'avant pour protéger la communauté et que plus d'informations soient diffusées à ce sujet dans les médias locaux. Quatre répondants sont aussi préoccupés par le manque de conscience environnementale autour de l'utilisation des VTT et sur ses impacts sur la végétation et l'érosion. Enfin, un répondant juge qu'il y a trop de déchets dans la rivière Natashquan et que des règlements devraient limiter cette pratique. Au niveau politique, l'absence de sécurité publique locale et de règlementation (en particulier au niveau de l'utilisation des VTT) insécurise deux répondants. D'autres résidents sont préoccupés par le manque de volonté politique pour répondre concrètement aux problèmes socio-économiques de la communauté ainsi que par l'absence d'autonomie politique et de financement de la communauté (Tableau 10).

Tableau 10. Préoccupations des résidents

Thèmes	Préoccupations	Nbre d'observations
Préoccupations socio-économiques		**12**
	Délinquance, dépendances aux drogues et à l'alcool	3
	Manque de développement économique et de possibilité d'emploi	3
	Perte de l'identité autochtone	2
	Exode des jeunes	2
	Faible offre d'éducation	1
	Déséquilibre démographique	1
Préoccupations environnementales		**12**
	Augmentation de l'érosion	7
	Manque de conscience environnementale	4
	Problèmes de gestion des déchets	1
Préoccupations politiques		**8**
	Absence de sécurité publique locale et de réglementation	2
	Manque de volonté politique	2
	Problèmes de gestion des affaires publiques	1
	Instabilité politique	1
	Absence d'autonomie politique	1
	Sous-financement par les gouvernements	1

3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.4.3.1 Érosion et inondation

Les résidents de Nutashkuan perçoivent plus l'érosion des berges de la rivière que l'érosion côtière. En effet, 97% des personnes interrogées perçoivent de l'érosion fluviale comparativement à 63% qui observent de l'érosion côtière (Figure 28). La majorité des répondants qui observent soit de l'érosion côtière ou fluviale sont d'avis que ces phénomènes sont en accélération sur leur territoire (Figure 29). Selon la majorité des personnes interrogées, l'érosion se déroulerait principalement au printemps, lors du dégel et des grandes marées, mais aussi à l'automne, pendant les marées de vives-eaux (Figure 30). L'érosion fluviale se produirait des deux côtés de la rivière, et ce, jusqu'à la première chute alors que l'érosion côtière serait remarquée principalement de la pointe Parent jusqu'aux bassins d'épuration et sur l'île Sainte-Hélène.

Seule une faible proportion des répondants remarque des inondations sur leur territoire. En effet, neuf personnes ont remarqué des inondations dues à la montée des eaux de la rivière Natashquan (30%) et six résidents ont observé des inondations dues à la montée des eaux du golfe du Saint-Laurent (20%) (Figure 28). Sur les six répondants qui ont perçu des inondations côtières, quatre sont d'avis que ce processus est de plus en plus fréquent (Figure 29).

L'inondation côtière aurait tendance à inonder la dépression topographique qui est située entre la réserve de Nutashkuan et le village de Pointe-Parent (Figure 53). Selon les répondants, les inondations dues à la crue de la rivière Natashquan seraient moins fréquentes qu'auparavant et lorsqu'elles se produisent, cela est principalement dû aux pluies qui surviennent plus au Nord ainsi qu'au dégel (Figure 29).

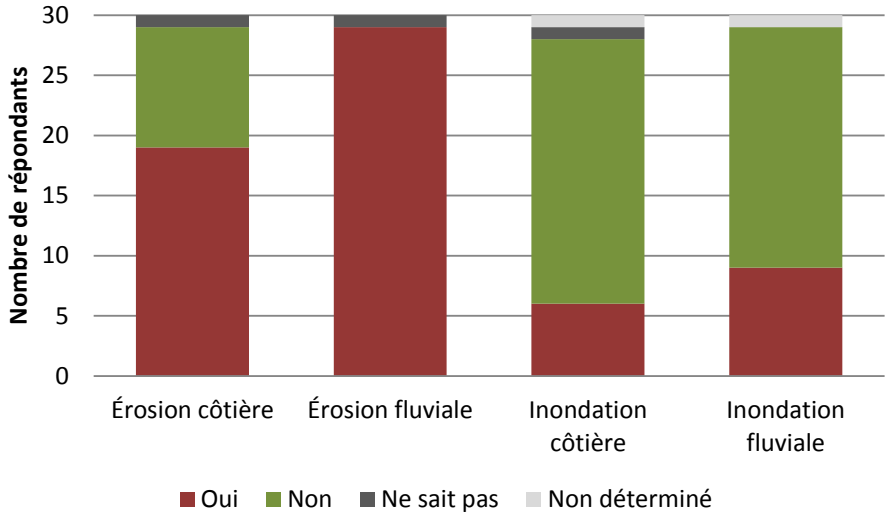


Figure 28. Aléas observés par les résidents

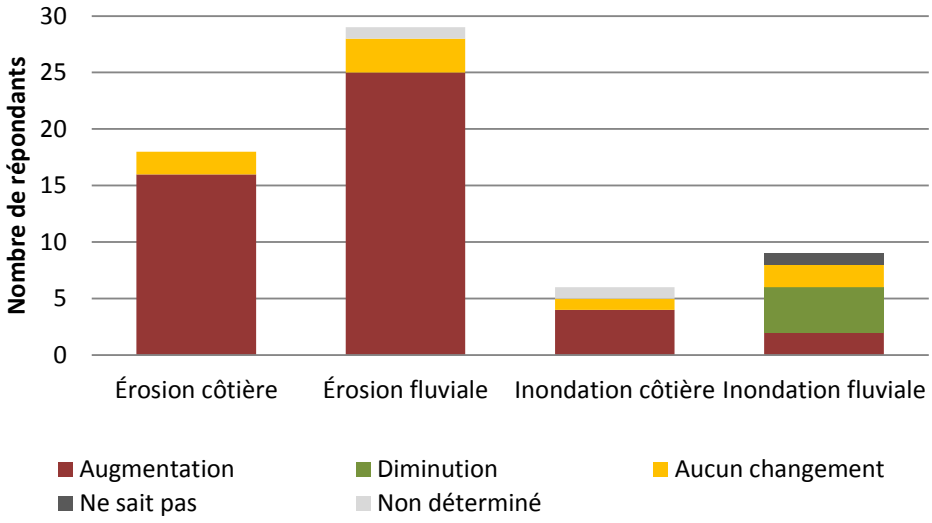


Figure 29. Tendance des aléas observés par les résidents

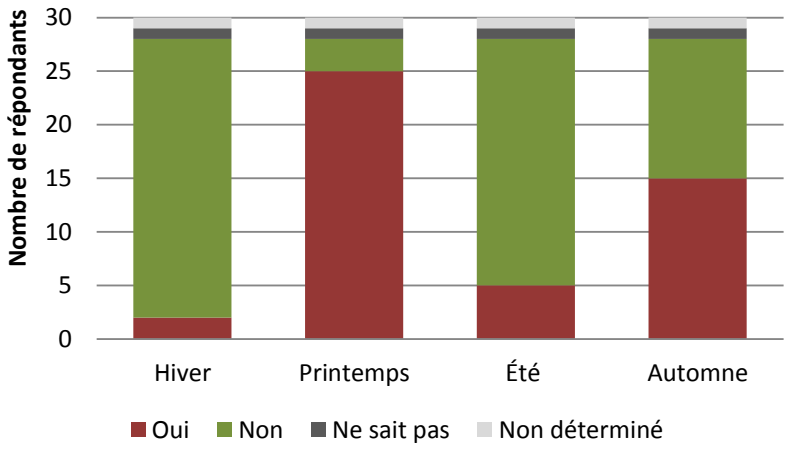


Figure 30. Saisons où se manifestent l'érosion et les inondations selon les résidents

3.4.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Parmi les processus et phénomènes naturels pouvant se dérouler sur le territoire de Nutashkuan, ceux qui ont été remarqués par la majorité des personnes interrogées sont les pluies diluviennes (73%), les glissements de terrain (67%) et les vagues de tempêtes (63%) (Figure 31). Un faible nombre de personnes ont remarqué des embâcles (40%) et des séismes (30%). Seuls les glissements de terrain apparaissent comme étant plus fréquents (Figure 32). Des résidents interrogés mentionnent que certains glissements de terrain sont suffisamment importants pour charrier des troncs d'arbres dans leur course (C89). Selon les participants à l'étude, les vagues de tempête coïncideraient avec les grands vents. Un résident raconte qu'il y a quelques années, une queue d'ouragan s'est abattue sur la communauté. Les vents étaient tellement forts qu'il fût obligé de fermer les portes de sa résidence à l'aide d'un tournevis électrique. À la mémoire de ce répondant, la durée de cet épisode de forts vents, impliquant des vagues de tempête, fut d'une journée et demie (C88). Il ne semble pas y avoir de consensus sur la direction des vents de tempête. Deux répondants précisent que ce sont les vents d'ouest qui sont les plus dommageables l'automne (C89, C91) et un autre indique que les vents d'est sont aujourd'hui plus forts qu'auparavant surtout au printemps, à l'été et à l'automne (S76). Un répondant précise qu'il y a maintenant des orages en hiver (C82). Au sujet des embâcles, un résident indique que les glaces bloquent parfois entre l'île Sainte-Hélène et la pointe Parent (S82), alors que d'autres croient que les glaces bloquent au niveau des chutes (C79, C82, C90). Des résidents évoquent aussi la force des glaces qui passent parfois au-dessus de la pointe du Vieux Poste (C80).

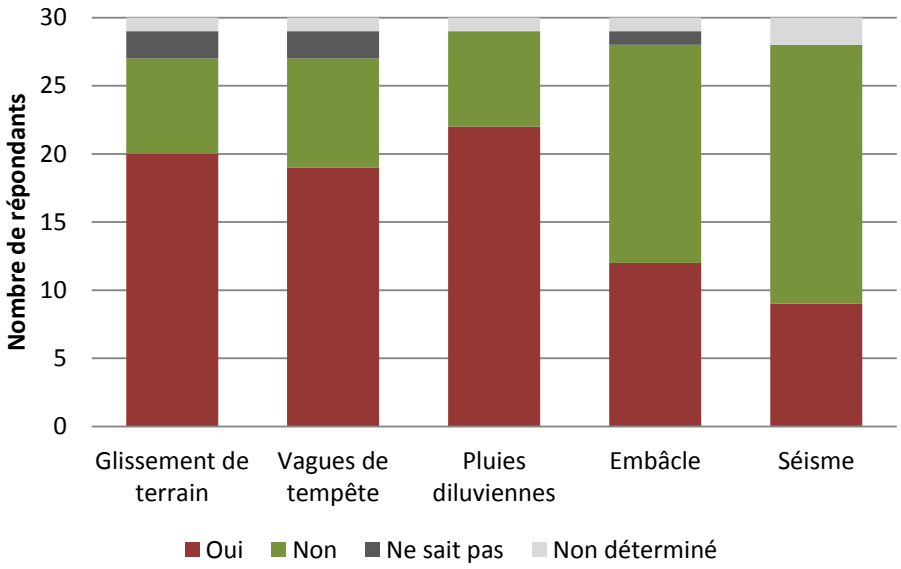


Figure 31. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents

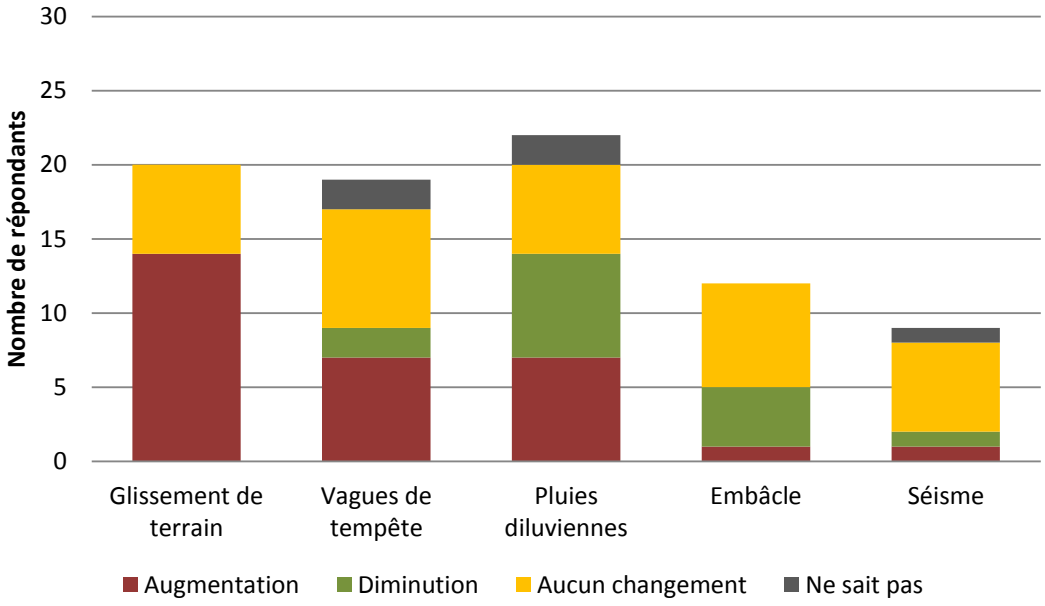


Figure 32. Tendances des processus et phénomènes naturels observés par les résidents

3.4.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

À Nutashkuan, 83% des personnes rencontrées ressentent un réchauffement climatique et 73% observent des redoux hivernaux (Figure 33). Sur les 22 personnes qui remarquent des redoux hivernaux, 17 sont d'avis qu'ils sont plus fréquents qu'auparavant. Les principaux changements environnementaux observés par les résidents concernent la diminution de la glace ainsi que la diminution du niveau des rivières, plus particulièrement celui de la rivière Natashquan (Figure 34). En effet, 67% des répondants croient que la glace côtière a diminué, 63% sont d'avis que la glace sur la rivière Natashquan est plus mince et/ou moins étendue qu'auparavant et 60% des résidents jugent que le niveau des rivières a diminué dernièrement (Figure 34). La diminution du niveau de l'eau de la rivière Natashquan, ainsi que son ensablement, interpellent plusieurs répondants qui sont inquiets face à ce changement. Plusieurs insistent sur le fait que la rivière était exceptionnellement basse au printemps et à l'été 2010 et qu'ils ont de la difficulté à se déplacer en embarcation (C76, C82, C84). Par ailleurs, 47% des personnes interrogées ont observé que la largeur de la plage aurait augmenté face à la communauté (Figure 34). Enfin, une faible proportion des personnes interrogées croient que le niveau de la mer aurait augmenté (33%). Selon les commentaires recueillis, ces répondants ont l'impression que la mer est plus proche ou encore que les marées hautes sont plus hautes qu'avant.

Les observations émises par les résidents en réponse à la question ouverte portant sur les changements environnementaux indiquent que des transformations majeures de l'estuaire de la rivière et de la zone côtière ont retenu l'attention des répondants (Annexe 5). Près de la moitié des personnes rencontrées évoquent l'ensablement de l'estuaire ainsi que l'élargissement de la rivière Natashquan. Le déplacement du chenal principal ainsi que l'engraissement et le déplacement des bancs alluviaux ont aussi été observés dans une moindre mesure. Les changements des formes littorales à l'embouchure de la rivière ont aussi retenu l'attention des résidents. Plusieurs personnes racontent que l'île Sainte-Hélène était autrefois rattachée à la pointe Parent. De plus, un grand nombre de répondants constate que l'île Sainte-Hélène s'allonge présentement vers le nord. Au large, au nord de la communauté, des résidents ont observé la formation de barres d'avant côte. L'abaissement des dunes à proximité du village a aussi été évoqué ainsi que la disparition d'un petit étang qui était autrefois sur l'arrière-plage. Le seul changement évoqué au niveau de la zone urbanisée concerne l'affaissement du sol au printemps.

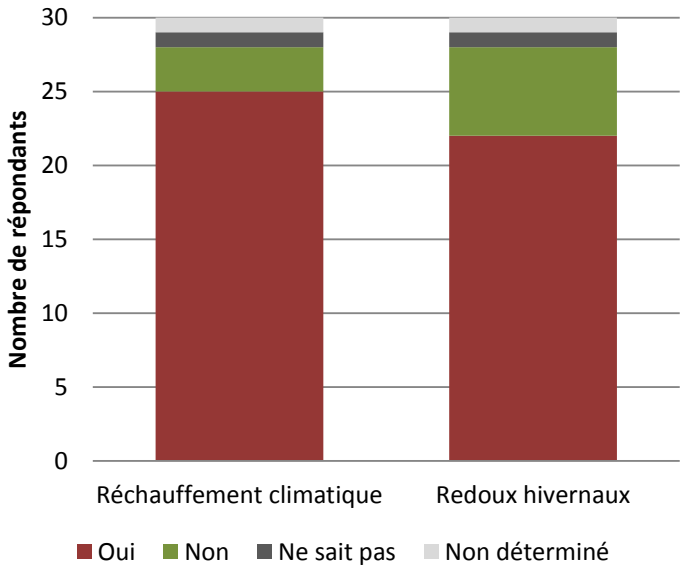


Figure 33. Changements climatiques observés par les résidents

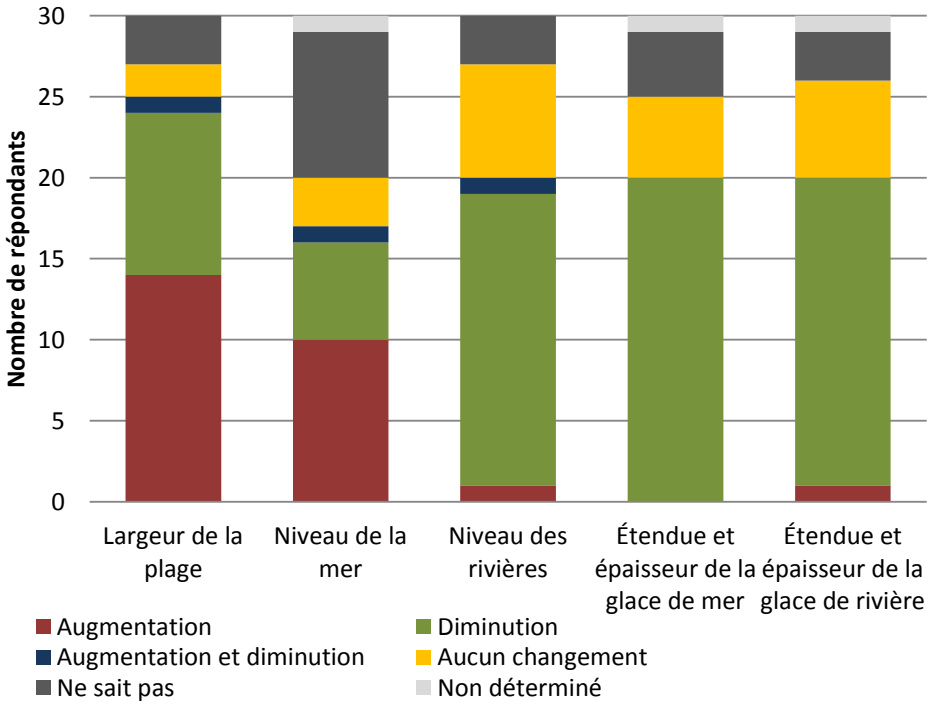


Figure 34. Changements environnementaux observés par les résidents

3.4.4 Causes des aléas

3.4.4.1 Causes des aléas côtiers

À la question fermée portant sur les causes des aléas côtiers, selon les 22 répondants ayant témoigné de la présence de l'érosion et/ou de l'inondation côtières (Figure 28), la rivière Natashquan (82%), le vent (73%), les vagues de tempête (64%), les pluies diluviennes (50%) et les changements climatiques (50%) sont responsables des aléas côtiers (Figure 35). Seule une faible proportion des répondants sont d'avis que l'augmentation du niveau marin relatif (27%), la diminution de la glace (23%), l'eau souterraine (27%) ou encore les redoux hivernaux (32%) participent à générer des aléas côtiers (Figure 35). Parmi les commentaires recueillis sur les causes des aléas côtiers, deux résidents croient que l'action régulière des marées prélève le sable sur la plage et contribue à diminuer la largeur de la plage (S74, S78). Les résidents qui sont d'avis que les changements climatiques sont en partie responsables des aléas côtiers croient que l'augmentation des températures, des pluies, des vagues de tempêtes, du niveau de la crue printanière ainsi que la diminution de la glace, toutes induites par les changements climatiques, sont responsables des aléas côtiers (Tableau 11).

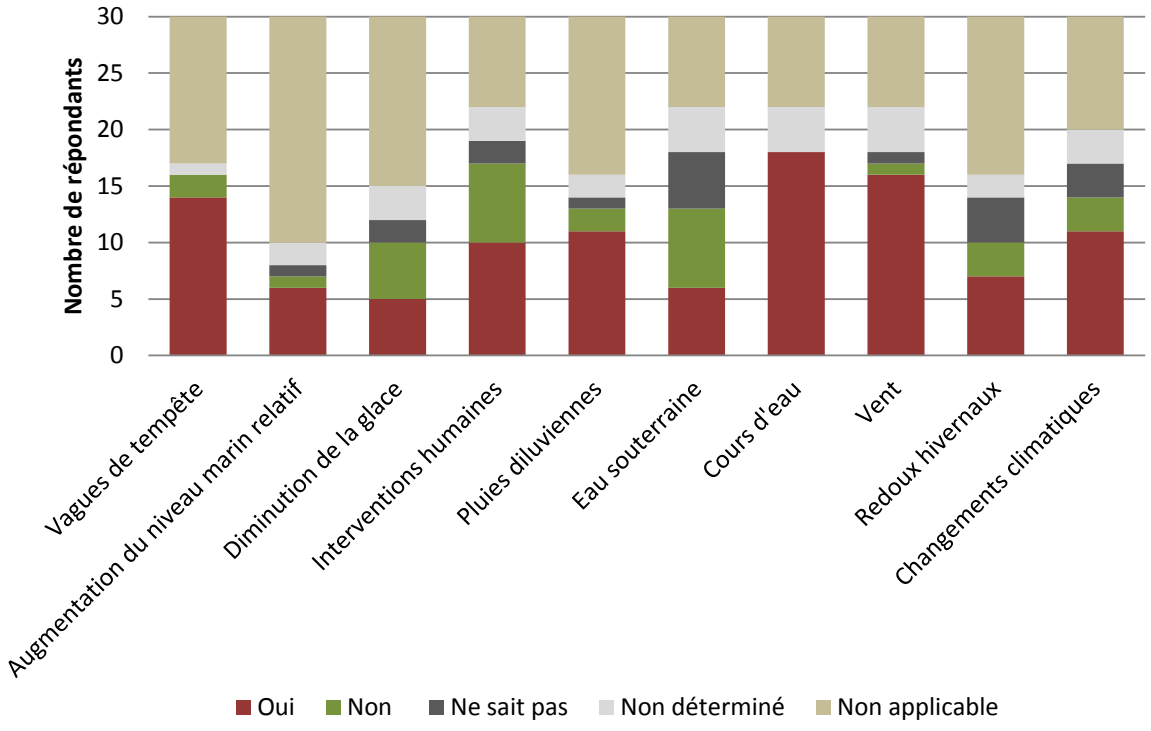


Figure 35. Causes des aléas côtiers selon les résidents

Tableau 11. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers

Explication	Nbre d'observations
Augmentation des pluies	3
Augmentation des vagues de tempête	1
Augmentation des températures	2
Augmentation des niveaux de crues printanières	1
Diminution de la neige/glace	1
Augmentation des températures hivernales	1

3.4.4.2 Causes des aléas fluviaux

À la question fermée portant sur les causes des aléas fluviaux, sur les 29 répondants qui ont observé de l'érosion et/ou des inondations sur les berges de la rivière Natashquan (Figure 28), outre la rivière qui était unanimement mise en cause, seul le vent a été identifié par une majorité de personnes (79%) comme étant responsable de la situation (Figure 36). Les changements climatiques (59%), les pluies diluviennes (52%), les interventions humaines (48%), les vagues de tempête (45%) et les redoux hivernaux (45%) ont aussi été identifiés, dans une moindre mesure, comme étant en partie responsables des aléas fluviaux (Figure 36). Par ailleurs, selon les commentaires recueillis, les glaces seraient identifiées comme une cause majeure de l'érosion des berges par un grand nombre de répondants. En effet, selon neuf répondants, l'action des glaces mobiles sur les falaises de sable participerait en grande partie au recul des berges. De plus, selon des personnes interrogées, l'effet des marées hautes se fait sentir sur près d'une dizaine de kilomètres à l'amont et participerait ainsi à dégrader les berges de la rivière. Les répondants qui croient que les changements climatiques sont responsables des aléas fluviaux qui affectent leur territoire associent principalement les changements climatiques à l'augmentation des températures, des pluies, des cycles de gel et de dégel ainsi qu'à la diminution de la glace (Tableau 12).

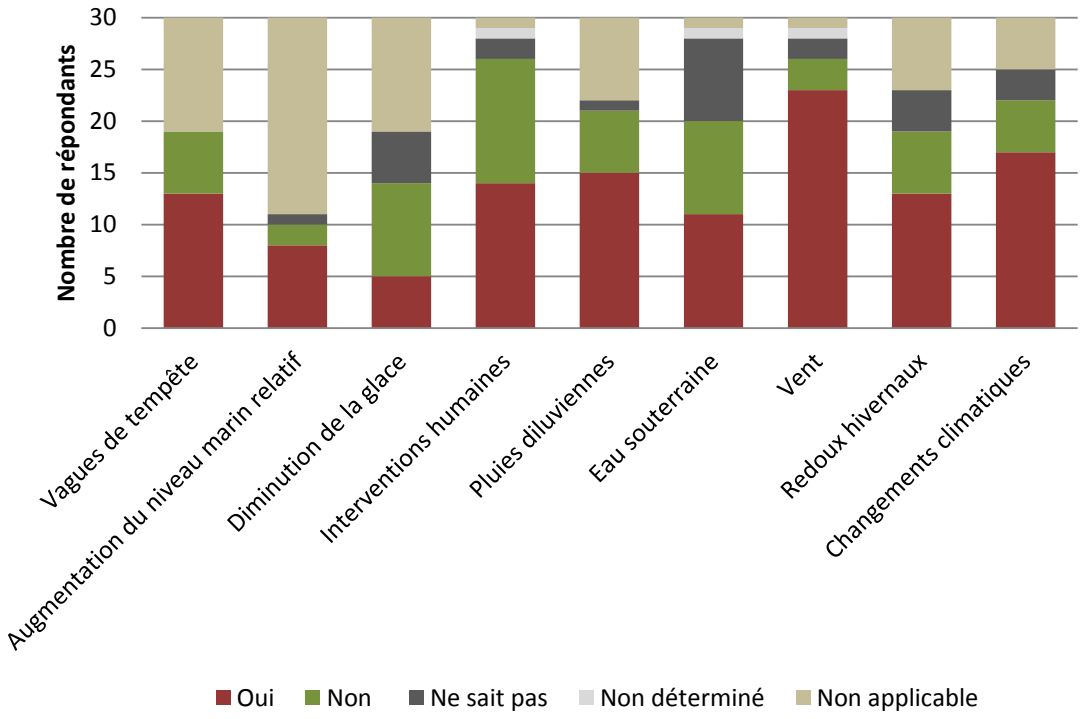


Figure 36. Causes des aléas fluviaux selon les résidents

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

Explication	Nbre d'observations
Augmentation des températures	4
Augmentation des pluies	4
Augmentation des cycles gel-dégel	2
Diminution de la glace	2
Augmentation des niveaux de crues printanières	1
Augmentation des températures hivernales	1
Augmentation de vagues de tempête	1
Diminution de la neige	1

3.4.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

À la question fermée portant sur les impacts des aléas et des changements environnementaux, une majorité de résidents rencontrés ont indiqué que les impacts se font sentir au niveau de la santé (77%), des ressources biologiques (67%), de l'aménagement du territoire (57%) et des services publics (50%) (Figure 37).

Selon les commentaires recueillis, la santé des gens de la communauté est affectée par l'érosion et l'inondation dans le sens où ils sont inquiets et anxieux par rapport à la force de la mer.

Plusieurs résidents disent avoir déjà rêvé que la mer inondait leur village alors que d'autres mentionnent qu'ils prient pour limiter les impacts. Des résidents sont particulièrement inquiets par la proximité de la croix avec la mer. Un résident explique que pour plusieurs personnes, cette croix a pour rôle de protéger le village de l'eau. De plus, des répondants se disent inquiets par la perte graduelle de territoire et par les maisons qui sont de plus en plus proches de la mer.

Selon les témoignages de ceux qui constatent que les ressources biologiques sont affectées par des changements environnementaux, la population de saumon, ainsi que d'autres espèces de poissons, seraient tout particulièrement affectées par l'ensablement de la rivière et par la diminution du niveau d'eau. De plus, l'abondance de petits fruits, tout particulièrement la chicoutai, aurait été affectée par l'absence de neige à l'hiver 2010 qui a eu pour impact de permettre au gel de pénétrer en profondeur et de geler certains plants. Par ailleurs, les résidents ont observé une population de phoques jamais vue sur la plage au printemps.

Les gens concernés par l'aménagement du territoire croient que l'érosion forcera la communauté à s'établir plus loin de la rivière et de la mer. À cet effet, certains évoquent l'agrandissement de la communauté qui est prévu de l'autre côté de la route 138. De plus, des résidents mentionnent qu'il faudra obtenir de nouveaux territoires pour se développer à l'écart des zones à risques.

Enfin, du côté des infrastructures publiques, on remarque que les infrastructures ayant été affectées sont situées du côté de la rivière Natashquan (tuyaux d'égouts, débarcadère, pont, maisons du village de Pointe-Parent et chemin). Par ailleurs, un participant a mentionné que le chemin de la pointe du Vieux Poste a été ensablé. Enfin, des résidents ont aussi mentionné que le bâtiment de la radio communautaire, la route 138 ainsi que plusieurs chalets allaient rapidement être menacés par l'érosion. D'ailleurs, sur les 17 personnes rencontrées ayant un campement, 10 ont perdu du terrain en raison de l'érosion fluviale (Figure 37).

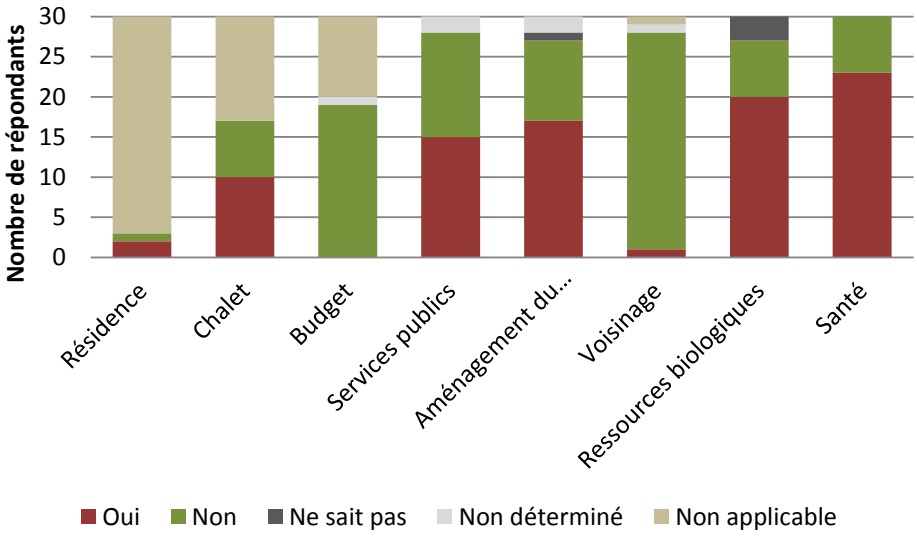


Figure 37. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents

Près du trois quarts des résidents rencontrés sont d'avis que les changements climatiques ont des impacts sur leur communauté (Figure 38). Les impacts des changements climatiques remarqués par le plus grand nombre de résidents concernent la diminution des précipitations nivales et de la glace (Tableau 13). Un grand nombre de répondants ont aussi fait remarquer que la faune et la flore étaient affectées par les manifestations des changements climatiques (Tableau 13). Il en résulte que les activités de chasse, de pêche et de cueillette, pour ne nommer que les principales, sont perturbées. Par ailleurs, selon 14 répondants, les déplacements hivernaux à proximité de la réserve ainsi que sur le Nitassinan sont limités en raison du manque de neige et de la diminution de la glace.

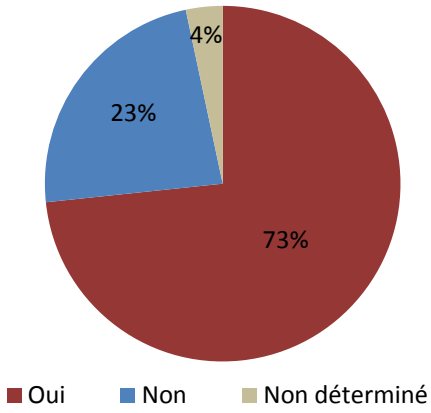


Figure 38. Proportion de résidents qui perçoivent les impacts des changements climatiques

Tableau 13. Impacts des changements climatiques selon les résidents

Thèmes Impacts observés	Nbre d'observations
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	**29**
Diminution des précipitations nivales	8
Diminution de la glace	6
Faune et flore affectées (saumon, truite, caribou, oiseaux migrateurs, petits fruits)	6
Augmentation des températures	4
Températures varient des normales saisonnières	3
Augmentation des pluies hivernales	1
Augmentation de l'érosion côtière	1
Augmentation des vents violents	1
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	**26**
Déplacements hivernaux limités	14
Activités affectées (circulation en bateau, pêche, chasse, pêche sur glace, trappe, cueillette de petits fruits, jeux hivernaux, voyage « au long cours »)	12

3.4.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.4.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

Près des trois quarts des répondants considèrent que des actions ont été entreprises pour s'adapter aux aléas et aux changements environnementaux (Figure 39). La mesure de protection la plus observée concerne l'enrochement qui était autrefois sur les berges de la rivière Natashquan entre le débarcadère et la croix (Figure 40). Selon les commentaires des résidents, cet enrochement, financé par le MAINC et entretenu annuellement par des gens de la communauté dans le cadre de travaux divers, consistait en des pierres qui étaient insérées à l'intérieur de caissons en bois (C76, C88, C91). Aux dires des résidents, l'enrochement se serait fait graduellement emporté par les glaces lors de la crue printanière (C79, C89, C90). En moins de cinq ans, l'enrochement aurait été complètement emporté (C79). De plus, un résident mentionne que cette infrastructure brisait les bateaux des gens de la communauté (C82). À la lecture de ces commentaires, il n'est donc pas étonnant de constater que seule une minorité de répondants l'ont perçu comme étant efficace (10%) (Figure 40). Il n'en demeure pas moins que, malgré la faible efficacité perçue par les résidents, 30% des répondants seraient prêts à retenter l'expérience (Figure 40). Une seconde mesure d'adaptation a été relevée par cinq répondants qui ont remarqué que des infrastructures avaient été retirées des zones à risques (Figure 40). Trois de ces répondants ont observé cette pratique pour des maisons du village de Pointe-Parent (S76, S82, S85). Un répondant a indiqué qu'il a reculé l'emplacement de son campement (S72) et un autre a indiqué que des bâtiments de pêche ont été déplacés (C76). Le retrait des zones à risque a été perçu comme une mesure d'adaptation efficace pour l'ensemble des répondants qui l'avait observé (Figure 40). De plus, quatre de ces cinq personnes réutiliseraient cette mesure d'adaptation (Figure 40). Des résidents ont aussi eu connaissance que des études scientifiques avaient été effectuées pour améliorer l'adaptation à l'érosion. L'implantation d'épis de bois a également été tentée afin de favoriser l'adaptation aux géorisques côtiers (Figure 40). Cependant, les résidents croient que ces solutions n'ont pas été efficaces et ils ne les referaient plus (Figure 40). Enfin, lors de pluies diluviennes et d'évènements d'inondation, les services techniques ont mis en place une mesure d'urgence qui vise à limiter les dommages liés à l'inondation. Ils pompent alors l'eau pour éviter qu'elle ne refoule dans les sous-sols comme il est déjà arrivé à plusieurs reprises. Le répondant ayant observé cette mesure d'adaptation croit qu'elle est efficace, mais ne sait pas s'il la referait (Figure 40).

À la question ouverte portant sur les actions prévues pour s'adapter aux géorisques côtiers, un grand nombre de répondants sont d'avis que personne ne se préoccupe de trouver une solution à ce phénomène dans la communauté. Par ailleurs, un répondant indique qu'il ne faut pas tenter d'arrêter la nature, qu'elle va faire son chemin tout de même. Pour ce répondant, la mise en place d'infrastructure est un effort en vain (C80).

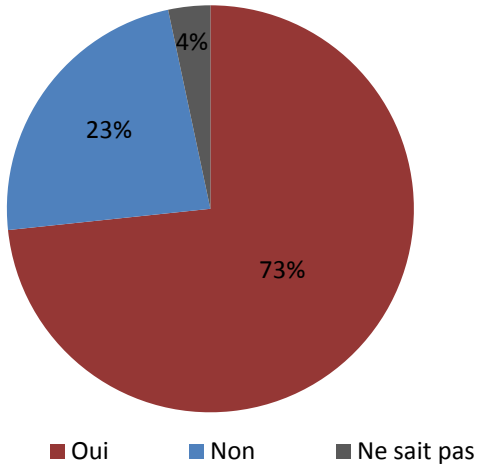


Figure 39. Actions entreprises selon les résidents

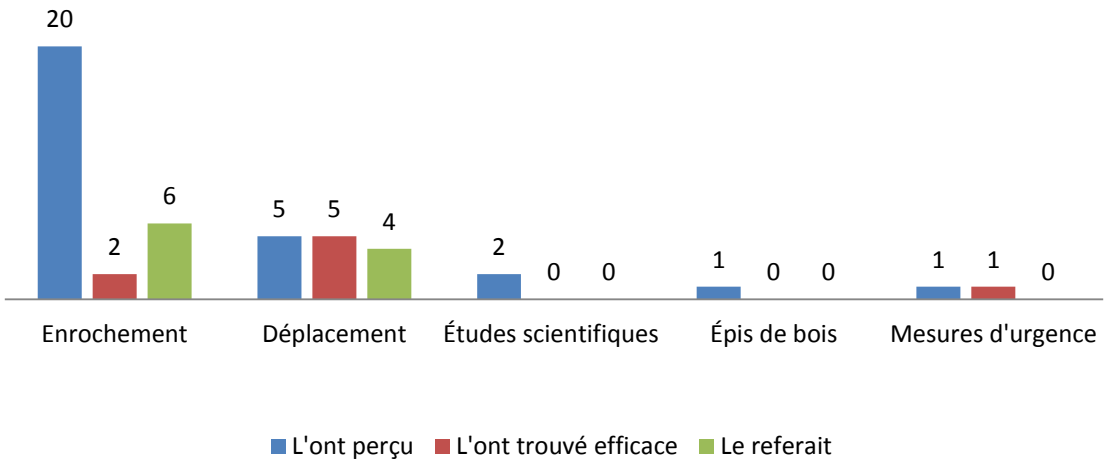


Figure 40. Appréciation des actions entreprises selon les résidents

3.4.6.2 Solutions préconisées pour les aléas côtiers

La solution préconisée par le plus grand nombre de résidents observant des aléas côtiers est la sensibilisation (71%) (Figure 41). Les résidents sont d'avis qu'ils ont besoin d'informations sur les processus qui affectent leur territoire, et ce, avant la mise en place de règlementation. Un résident propose qu'il y ait des spécialistes, accompagnés d'une personne de la communauté, qui parlent du phénomène à travers les lignes téléphoniques de la radio communautaire (C76). De plus, 12 des 21 personnes percevant des aléas côtiers (57%) croient qu'il serait intéressant de

mettre en place un organisme qui s'occuperait de la protection du milieu côtier (Figure 41). Le déplacement est aussi perçu favorablement par un peu plus de la moitié des résidents interrogés (52%). Toutefois, les réactions face à cette solution demeurent très mitigées. D'un côté, certains proposent de déplacer la communauté soit de l'autre côté de la route 138 ou encore à la montagne bleue (un site de rassemblement à l'ouest de Natashquan, dans les terres; S77, C87). D'un autre côté, certains résidents indiquent clairement leur opposition à un éventuel déplacement et croient qu'il s'agit de la solution à adopter en dernier recours (S74, S76, C80). Les répondants sont aussi divisés dans leur perception des infrastructures rigides (brise-lame, enrochement, muret et épis) (Figure 41). Des résidents précisent que si de telles mesures sont adoptées, il serait important de s'assurer qu'elles n'affectent pas les activités traditionnelles (circulation en bateau, pêche et chasse) (S74, C87). La recharge en sable est quant à elle l'option qui retient le moins la faveur des résidents (Figure 41). Les résidents indiquent qu'il y a déjà beaucoup de sable, voir même trop, au niveau de l'embouchure de la rivière (C87). Les répondants qui n'observent pas d'érosion côtière n'ont pas émis d'avis sur les solutions d'adaptation à envisager face aux aléas côtiers.

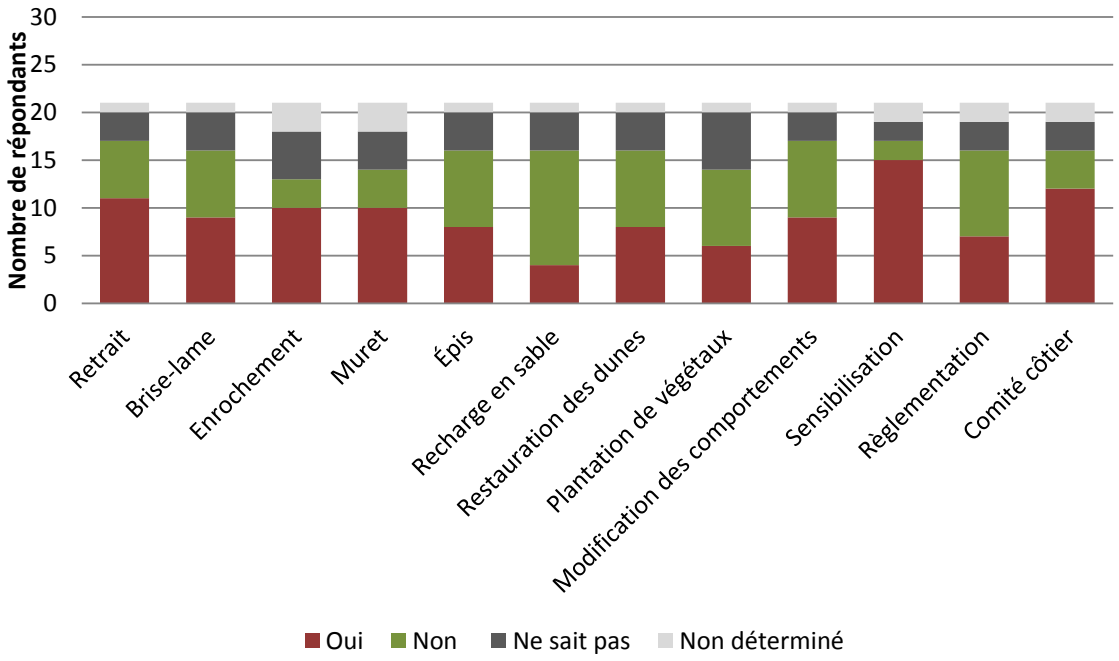


Figure 41. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents

3.4.6.3 Solutions préconisées pour les aléas fluviaux

Tout comme pour les aléas côtiers, une majorité de résidents sont d'avis que les solutions à préconiser pour s'adapter aux aléas fluviaux sont la sensibilisation et la création d'un comité côtier (Figure 42). Les gens croient que l'information est une des principales clés de l'adaptation. Ils disent qu'ils ont besoin d'être informés et que le meilleur média pour ce faire est la radio communautaire. Un résident explique qu'il est propre à la culture innue de ne pas chercher à arrêter les forces de la nature. Ceci permet d'expliquer la difficulté qu'éprouvent certains

répondants lorsqu'il est question d'identifier une solution d'adaptation aux aléas. Ce répondant indique toutefois qu'il demeure pertinent de donner de l'information aux membres de la communauté afin qu'ils comprennent les transformations de leur environnement (C80). Bien que le retrait des zones à risque soit favorablement envisagé par 62% des répondants, il n'en demeure pas moins que les commentaires recueillis à ce sujet sont encore une fois très mitigés. Plusieurs personnes sont d'avis qu'il serait pertinent de déplacer les infrastructures situées directement aux abords de la rivière (C76, C86, C89, C90). Cependant, certaines personnes proposent aussi de déplacer la communauté (montagne bleue, en forêt, sur un site situé à 12 km en amont, etc.)(S77, C85, C87, C91), alors que d'autres indiquent qu'ils ne se déplaceraient jamais de leur communauté. De façon globale, les résidents sont plus ouverts à des infrastructures rigides pour limiter les impacts des aléas fluviaux que pour limiter les impacts des aléas côtiers. Il est étonnant de constater que malgré la faible popularité de l'enrochement à la question portant sur l'appréciation des activités entreprises (3.3.6.1), 62% des répondants croient tout de même qu'il s'agit d'une solution à préconiser (Figure 42). Par ailleurs, 62% des résidents sont aussi en faveur d'un muret sur les berges de la rivière Natashquan. Des résidents indiquent qu'ils aimeraient que le muret soit en béton ou encore en ciment afin qu'il soit plus solide (S85, S86, C82, C85). D'autres solutions ont aussi été proposées par les personnes interrogées. Ainsi, deux résidents sont d'avis qu'il est urgent d'effectuer des études afin d'identifier des solutions d'adaptation (S76, C87). D'un autre côté, deux autres résidents croient qu'il faut laisser la nature et Dieu faire les choses (S78, C81).

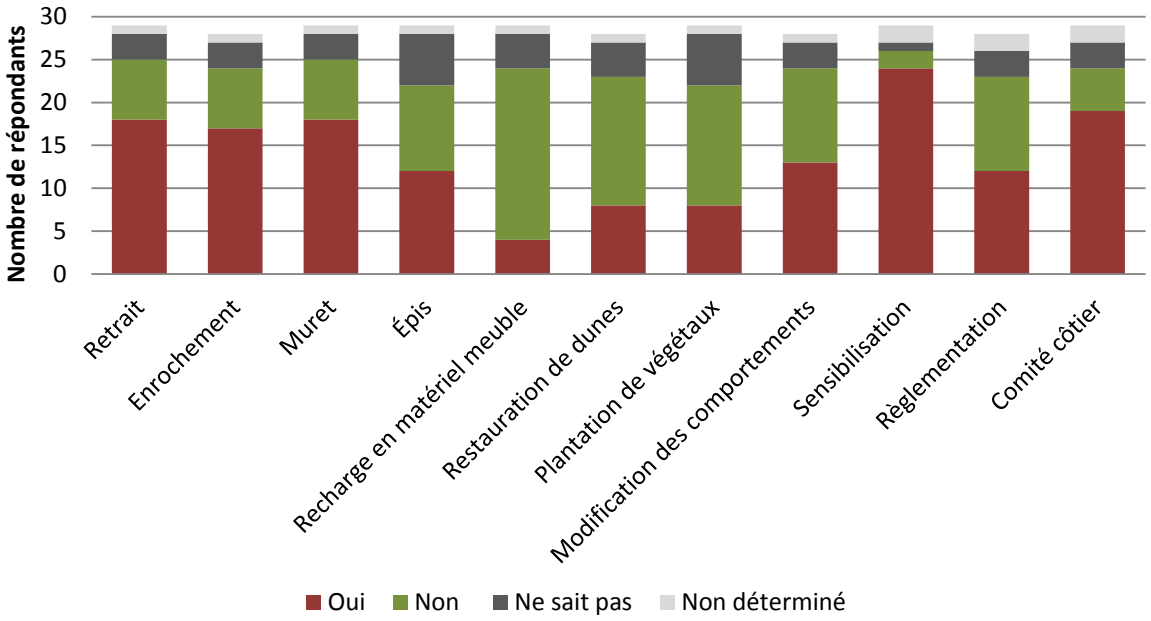


Figure 42. Solutions préconisées pour les aléas fluviaux par les résidents

3.4.6.4 Mode de gouvernance préconisé

Selon les résidents rencontrés, les acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptations aux aléas dans un contexte de changements climatiques sont, par ordre d'importance : la communauté scientifique (86%), le conseil de bande (83%), les résidents (76%), ainsi que les deux paliers de gouvernements (76%) (Figure 43). Alors qu'une majorité de gens croient qu'il faudrait que l'identification des solutions soit réalisée par un groupe composé de plusieurs acteurs, certaines personnes répondent que le pouvoir de prendre des décisions et d'effectuer des changements revient au Chef de la communauté ou encore au grand Manitou (S72, C79). Au niveau de la gestion des solutions d'adaptation, 66% des répondants croient que ce devraient être le conseil de bande qui s'en occupe (Figure 44). Toutefois, certaines personnes s'opposent vivement à ce que le conseil de bande gère ce projet. Certains proposent que ce soit plutôt une firme ou un représentant gouvernemental de l'extérieur de la communauté qui gère le projet en collaboration avec un comité formé de membres de la communauté (C76, C86). En ce qui concerne le financement des solutions d'adaptation, la majorité des résidents s'accorde pour identifier les deux paliers gouvernementaux comme étant les principaux bailleurs de fonds des solutions d'adaptations (Figure 45). Des résidents expliquent leur décision par le fait que ce sont les gouvernements qui ont décidé de leur emplacement, alors, selon eux, il serait logique que ce soit les gouvernements qui paient pour des mesures d'adaptation aux risques côtiers associés à cet endroit (C86, C87).

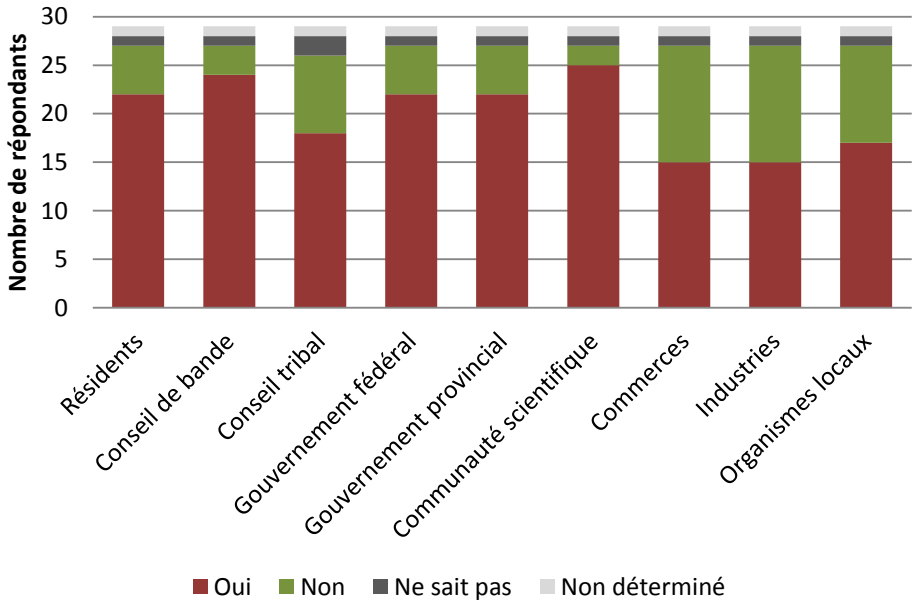


Figure 43. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents

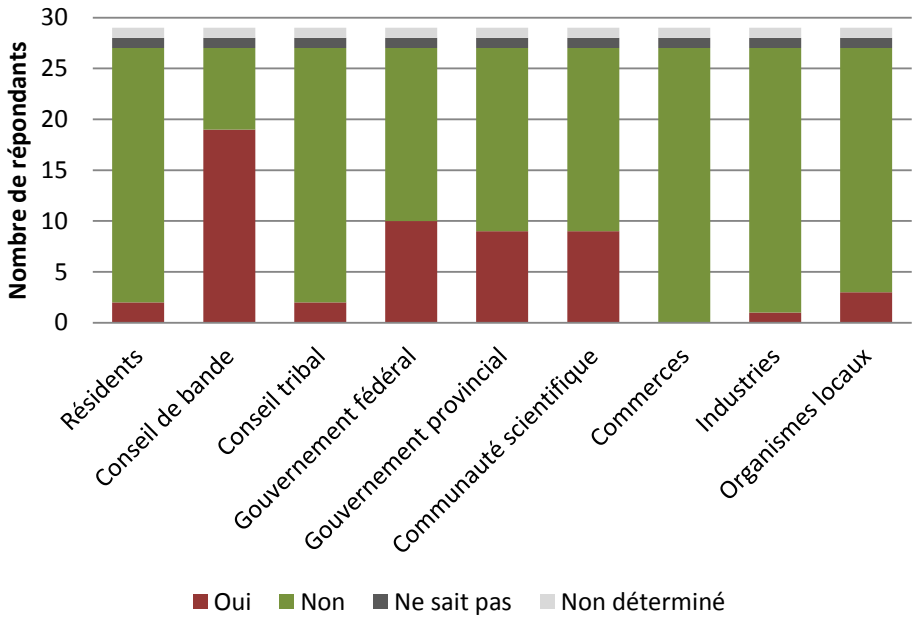


Figure 44. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les résidents

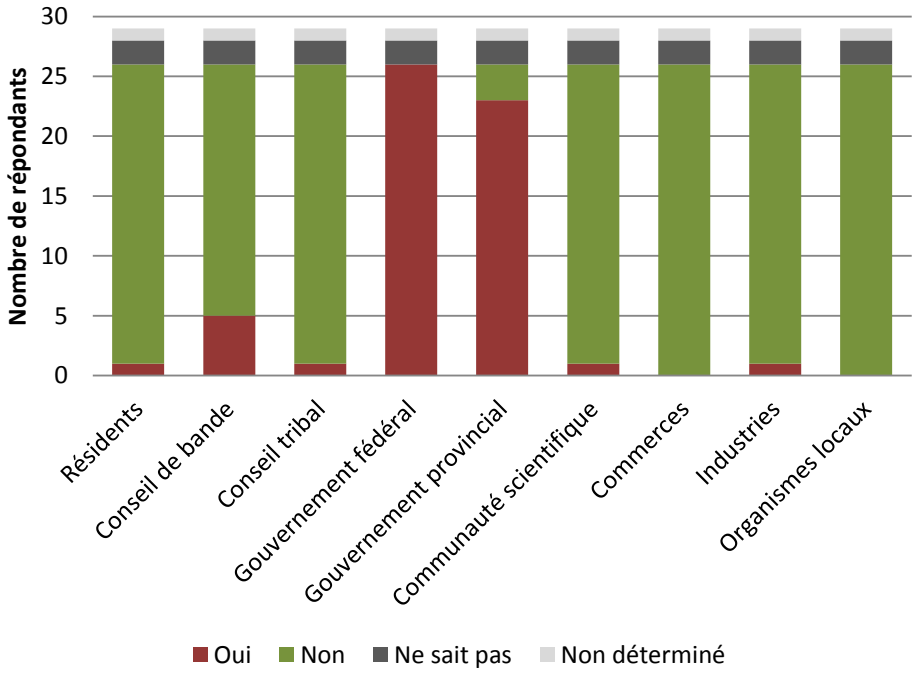


Figure 45. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les résidents

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

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

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

Les 37 personnes rencontrées à Nutashkuan habitent sur le territoire de la réserve (Figure 49). Au total, 30 des répondants ont une propriété à proximité du littoral. Deux résidences à risque ainsi que la zone de chalets située en bordure de l'estuaire de la rivière Natashquan ont pu être localisées (Figure 47 et Figure 48). La zone de chalet a été tracée dans son ensemble puisqu'il était difficile pour les répondants d'indiquer avec assurance le lieu de leur chalet (Figure 47).

3.5.1.2 Description des zones utilisées

La question ouverte portant sur les zones utilisées dans le cadre d'activités visait uniquement les milieux maritimes. Ainsi, les zones d'activités désignées par les répondants couvrent le littoral allant de la Petite rivière Natashquan aux phares situés au sud de la rivière Natashquan, en incluant l'île Sainte-Hélène (Figure 47). Les estuaires des rivières Nabisipi, Aguanish et Natashquan ont aussi été désignés comme des zones importantes pour les activités de la population de Nutashkuan (Figure 47). Les zones les plus densément utilisées correspondent au littoral entre le village de Natashquan et la rivière Natashquan, à l'estuaire de la rivière Natashquan ainsi qu'à l'île Sainte-Hélène (Figure 47).

3.5.1.2.1 Littoral entre le village de Natashquan et l'estuaire de la rivière Natashquan

Le littoral entre Natashquan et Nutashkuan est utilisé extensivement pour la pratique de VTT ainsi que pour la récolte du capelan (Figure 48). Les répondants ont toutefois indiqué que la circulation en VTT est affectée dans cette zone en raison de l'augmentation du niveau marin et de la diminution de la largeur de la plage. De plus, des participants relatent qu'ils avaient autrefois l'habitude de faire l'aller-retour entre Nutashkuan et Natashquan l'hiver en circulant en motoneige sur la banquise. Cette activité a été cessée en raison de la diminution de la glace (Figure 48). On remarque que des participants pratiquent la pêche sur glace à l'embouchure de la Petite rivière Natashquan (Figure 48). Cette activité est aussi affectée par la diminution de la glace (Figure 48). Sur le site de l'Échouerie, des répondants pratiquent la pêche, la baignade et le pique-nique ainsi que la cueillette de myes (Figure 48). Selon les participants, la cueillette de myes dans ce secteur serait affectée par l'érosion (Figure 48). Il y aurait déjà eu de la cueillette de petits fruits dans cette zone, toutefois cette activité a dû être cessée à cause des impacts de l'érosion (Figure 48). Par ailleurs, on remarque que les résidents de Nutashkuan pratiquent la marche, la baignade et la cueillette de petits fruits jusqu'à mi-chemin entre Nutashkuan et Natashquan (Figure 48). Cependant, l'ensemble de ces activités est affecté par l'érosion (Figure 48). Enfin, plus près de la zone urbanisée, des femmes font cuire la banique sur la plage ou prélèvent le sable sur la plage pour effectuer la cuisson de la banique alors que d'autres ont

arrêté cette pratique, car elles expliquent que l'importante circulation en VTT dans cette zone donne une odeur d'essence au sable (Figure 49). Des aînés racontent que des bateaux avaient autrefois l'habitude d'accoster dans une lagune située sur le littoral, toutefois cette dernière se serait ensablée au fil des années (Figure 49).

3.5.1.2.2 Estuaire de la rivière Natashquan

L'estuaire de la rivière Natashquan est fortement utilisé par la population de Nutashkuan, et ce, principalement pour la pêche, mais aussi pour les déplacements en canot ou en motoneige afin de rejoindre l'autre rive et d'avoir ainsi accès à d'autres territoires de trappe ou encore pour rejoindre les villages de la Basse-Côte-Nord (Figure 47 et Figure 48). Toutefois, la pêche et les déplacements en bateau sont affectés de manière importante par l'érosion, l'ensablement de l'estuaire, la diminution du débit de la rivière et les vents parfois violents (Figure 47 et Figure 48). D'ailleurs, plusieurs répondants indiquent avoir été contraints de cesser leurs activités de pêche et de déplacement en bateau pour ces raisons (Figure 48). De plus, des participants ont dû cesser leurs déplacements en motoneige en raison de l'absence de glace sur la rivière (Figure 48).

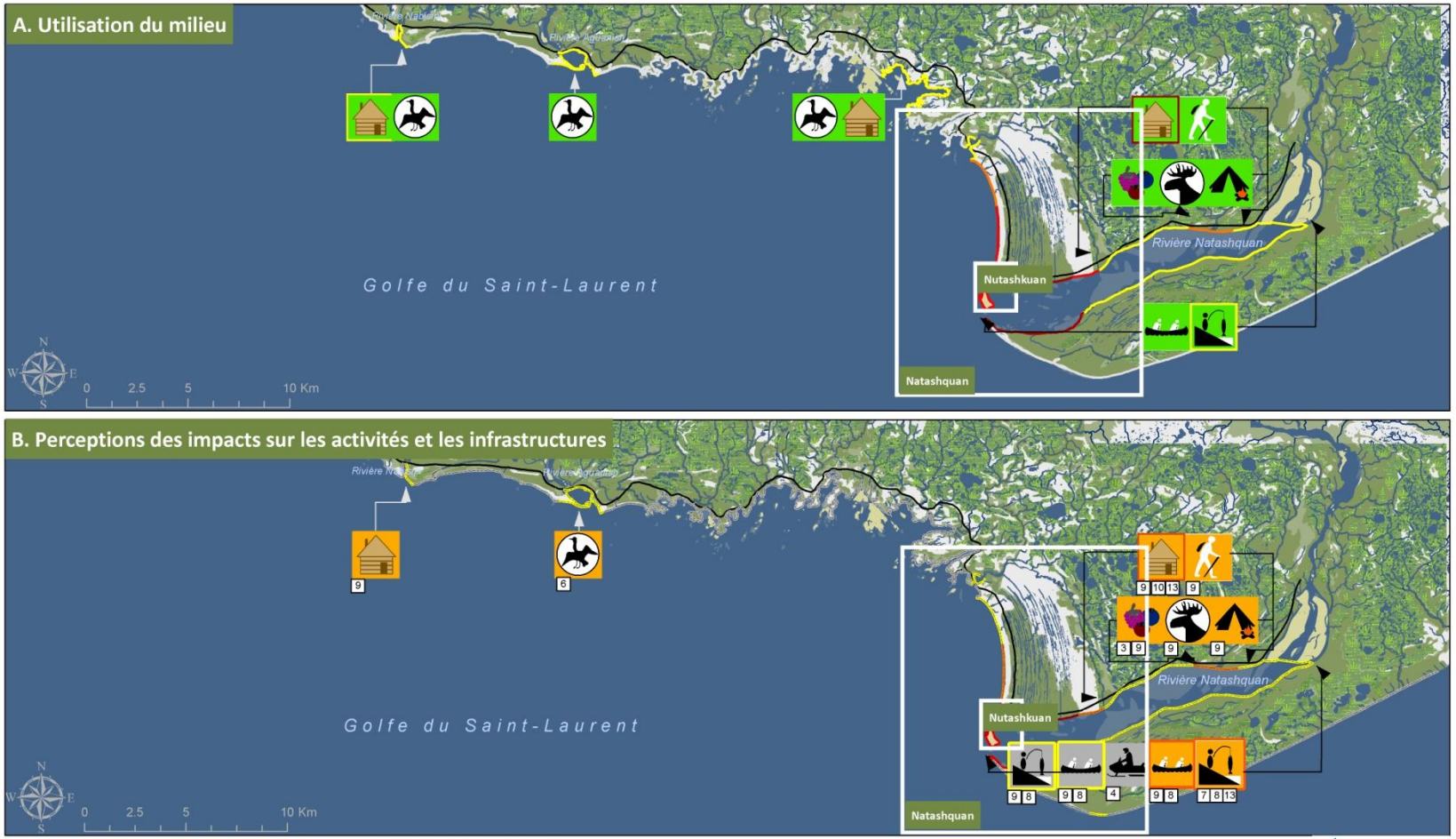
3.5.1.2.3 Rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan

La rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan est fortement utilisée par la population de Nutashkuan. Une zone de chalets et de campement y a été établit et non moins de 10 propriétaires affirment avoir perdu du terrain et être affectés par l'érosion des berges (Figure 47). Les sites de cueillette de fruits situés à proximité de la rivière, en plus d'être affectés par l'érosion, sont perturbés par les changements climatiques qui modifient les conditions végétatives et la fructification des plants (Figure 47 et Figure 48). Des participants indiquent même avoir cessé cette activité pour ces raisons (Figure 48). La marche, la baignade et les pique-niques sont des activités pratiquées par plusieurs répondants sur les berges de la rivière Natashquan. Cependant, ces dernières apparaissent comme étant encore une fois perturbées par l'érosion (Figure 48). Enfin, on retrouve des sites de rassemblement importants pour la communauté au niveau de la rampe de mise à l'eau ainsi que sur la pointe Parent, au niveau de la croix. Toutefois, c'est avec inquiétude que les répondants constatent que ces sites sont affectés par l'érosion, par l'ensablement et par les changements dans leur mode de vie (Figure 48).

3.5.1.2.4 Île Sainte-Hélène

L'île Sainte-Hélène est utilisée comme site de rassemblement lors de la fête du saumon qui a lieu annuellement. C'est aussi un lieu utilisé pour établir des campements temporaires, cueillir des petits fruits et récolter du capelan (Figure 49). Les chasseurs d'oiseaux migrateurs y traquent le gibier au niveau des pointes ainsi qu'à ses abords (Figure 49). On remarque cependant que l'érosion affecte l'ensemble des activités terrestres et que l'ensablement, en rendant la navigation plus difficile, limite la pratique du campement et de la chasse aux oiseaux migrateurs (Figure 49). Certaines personnes ont d'ailleurs cessé de camper, de faire cuire la banique et de chasser dans cette zone (Figure 49).

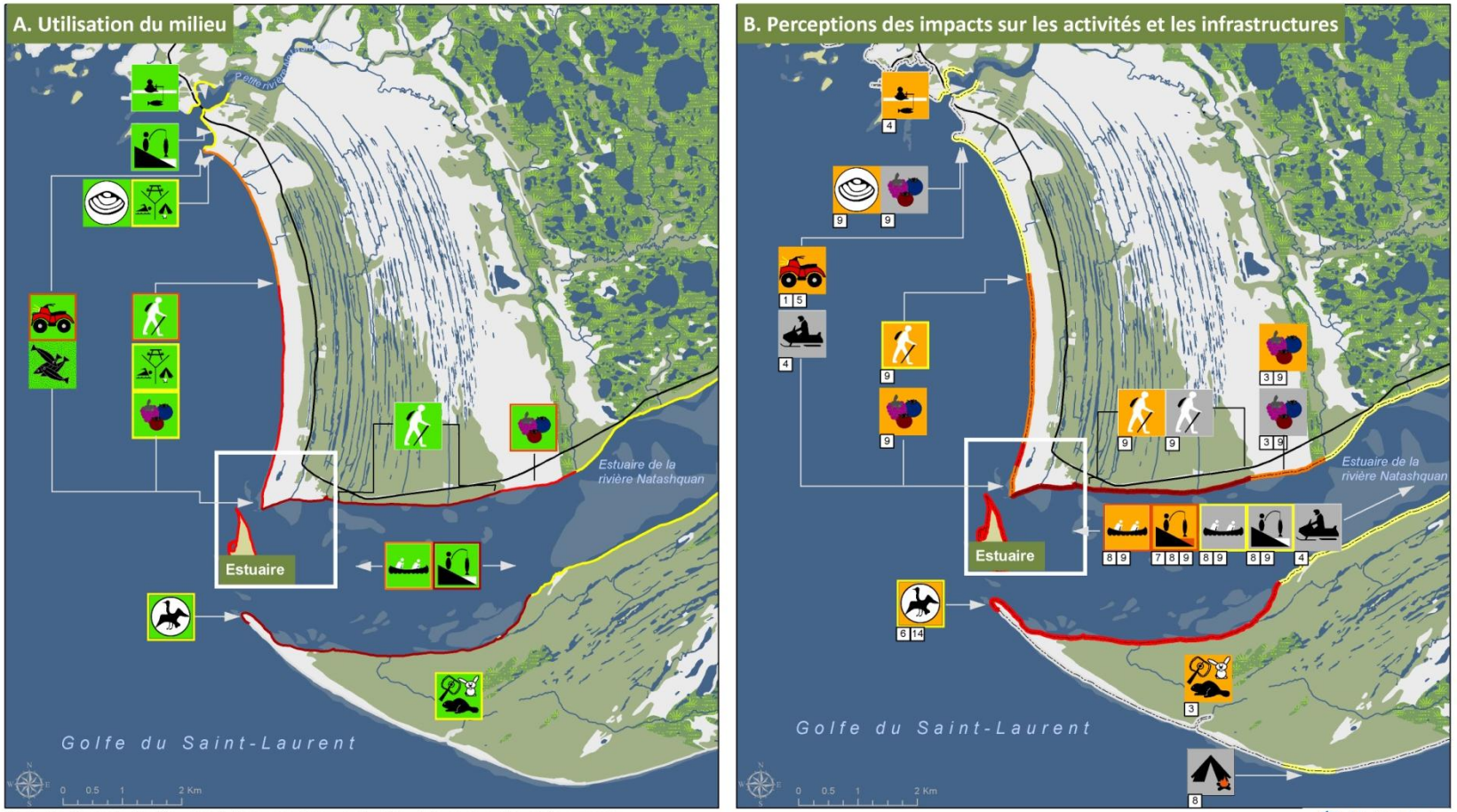
Figure 46. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux



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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Figure 47. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de la rivière Nabisipi à Kegaska



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 Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

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

Figure 48. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de Natashquan

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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Orthophotographie: RN Canada, 2006; Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

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

Figure 49. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux, secteur de l'estuaire de la rivière Natashquan

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

3.5.2.1 Description des zones affectées

Les répondants de Nutashkuan observent que la zone située entre la Petite rivière Natashquan et les phares situés à l'est de la rivière Natashquan est affectée par les phénomènes naturels et les changements environnementaux (Figure 51). Les secteurs où un plus grand nombre de participants observe des phénomènes naturels et des changements environnementaux correspondent aux zones les plus densément utilisées, soit le littoral entre Natashquan et Nutashkuan, les berges de l'estuaire de la rivière Natashquan ainsi que les rives de l'île Sainte-Hélène (Figure 52 et Figure 53).

3.5.2.1.1 Littoral entre le village de Natashquan et l'estuaire de la rivière Natashquan

Selon les répondants, l'ensemble du littoral entre la Petite rivière Natashquan et l'estuaire de la rivière Natashquan serait affecté par l'érosion (Figure 52). Toutefois, l'érosion est remarquée par un plus grand nombre de personnes à l'aval du pont de la Petite rivière Natashquan, là où des glissements de terrain affecteraient aussi les versants, ainsi que plus près de Nutashkuan, là où les VTT et le vent participent à affaiblir les berges (Figure 52 et Figure 53). Dans la zone à mi-chemin entre Nutashkuan et Natashquan, les participants observent l'augmentation et la diminution de la largeur de la plage ainsi que la formation de barres d'avant côte (Figure 53). Enfin, plus près de la communauté, les gens observent une diminution de la végétation sur les dunes, des abaissements dunaires ainsi que la disparition progressive de la lagune (Figure 53).

3.5.2.1.2 Les berges de l'estuaire de la rivière Natashquan

L'estuaire de la rivière Natashquan est la zone où la plus grande diversité de processus et de changements environnementaux est observée (Figure 52 et Figure 53). On remarque que l'érosion et les glissements de terrain affectent les deux rives sur toute la longueur de l'estuaire, mais qu'un plus grand nombre de répondants l'observe sur la rive nord, à la hauteur des chalets et de la communauté (Figure 52). Les participants relatent que le lit de la rivière s'ensable et que le chenal a tendance à changer fréquemment de lit (Figure 53). Des embâcles affectent aussi l'embouchure de la rivière au niveau de l'île Sainte-Hélène. Selon les répondants, des inondations par la mer et par la rivière augmenteraient le niveau de l'eau à l'aval de l'estuaire et plus particulièrement à la sortie du réseau pluvial et sur la pointe du Vieux Poste (Figure 53). Des brèches de tempêtes ont été signalées par les répondants sur la pointe du Vieux Poste ainsi que sur l'île Sainte-Hélène (Figure 53).

3.5.2.1.3 L'île Sainte-Hélène

Un plus grand nombre de répondants remarquent des phénomènes naturels et des changements environnementaux du côté amont de l'île Sainte-Hélène (Figure 53). Bien que l'ensemble des berges de l'île apparaisse être affecté par l'érosion et l'action des VTT, la façade amont serait aussi perturbée par des embâcles et des glissements de terrain (Figure 53).

3.5.2.2 Analyse des zones affectées

Il ressort de la cartographie des zones actives que les zones les plus densément utilisées sont les zones où les participants observent le plus grand nombre de processus. Ainsi, dans les zones plus fortement utilisées, les répondants sont en mesure de localiser précisément les lieux affectés par les phénomènes naturels et les changements environnementaux. Il est aussi intéressant de noter que les phénomènes naturels, les processus et les changements environnementaux sont répertoriés moins exhaustivement lorsqu'ils ne sont pas rattachés à une activité pratiquée par les répondants. Ainsi, malgré que la diminution de la glace soit apparue comme un changement environnemental qui affecte de façon majeure la pratique des activités, cette dernière n'a pas été répertoriée au niveau des zones actives. Il est aussi intéressant de noter que l'inventaire des activités affectées permet de faire ressortir des phénomènes naturels qui n'étaient pas ressortis avec les questions fermées. En effet, aux questions fermées portant sur les phénomènes naturels observés, peu de répondants avaient indiqué que l'augmentation du niveau marin et la diminution de la largeur de la plage affectaient le littoral. Toutefois, lorsqu'on les associe à des activités, les répondants relatent que la circulation en VTT est affectée par ces processus.

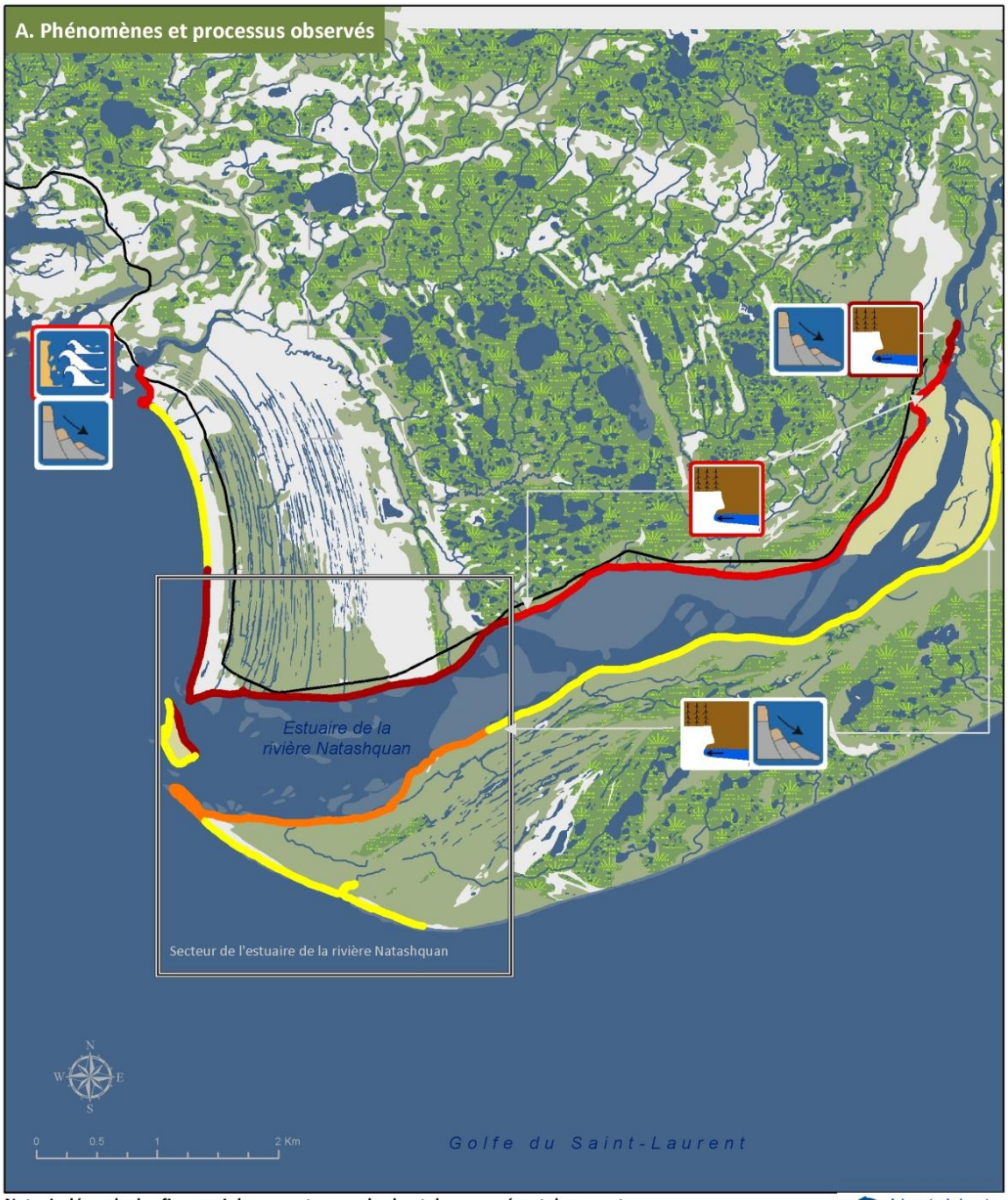
Figure 50. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants

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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs

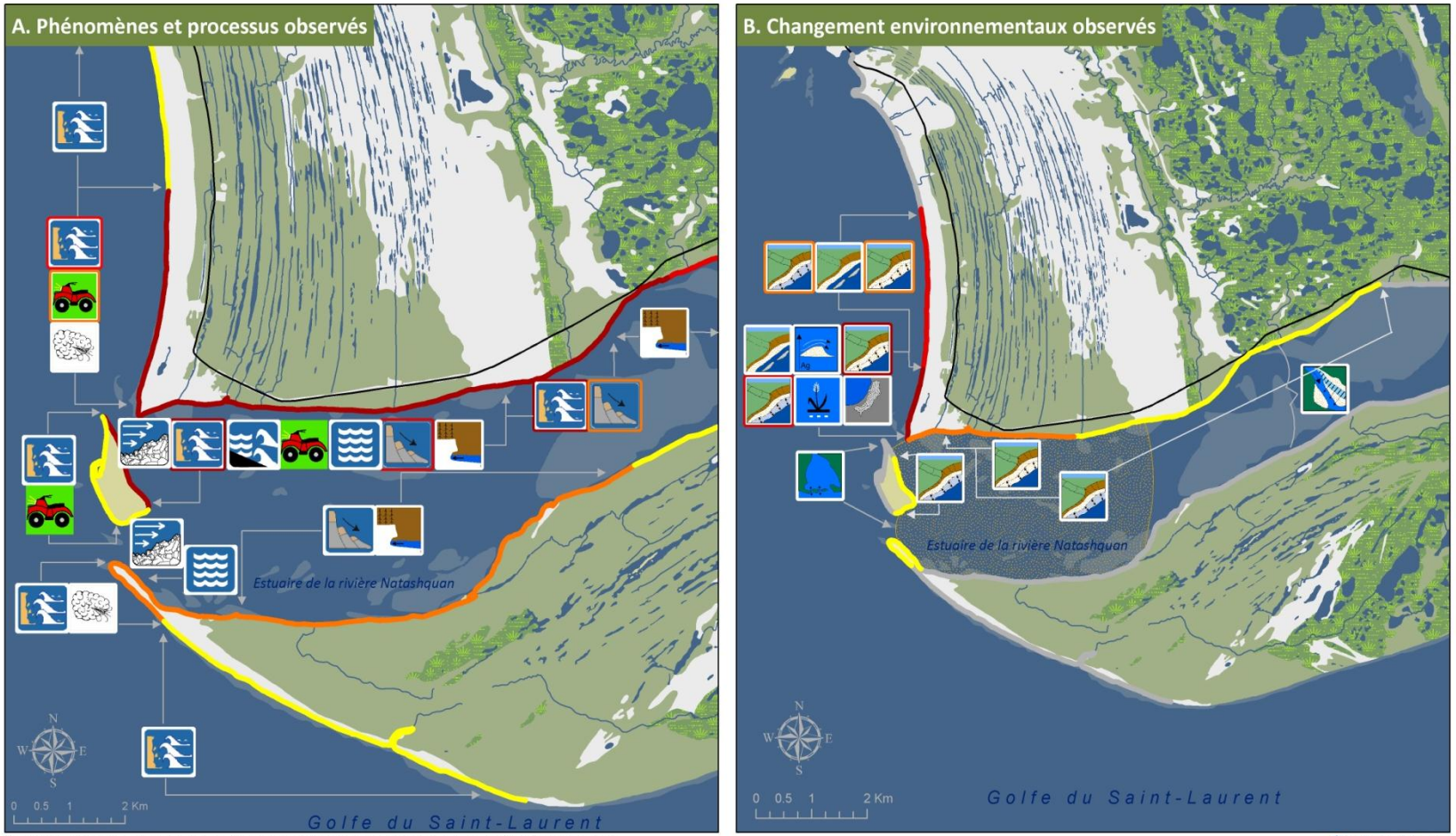


Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 52. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la rivière Natashquan



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 Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 53. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Natashquan

3.6 Faits saillants de l'enquête sur les perceptions

À Nutashkuan, 37 personnes ont été rencontrées dans le cadre de cette enquête et seuls sept de ces répondants n'avaient aucune propriété (résidence, chalet ou site de campement permanent) en zone côtière.

3.6.1 Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences

3.6.1.1 Secteur du littoral

Sur l'ensemble des répondants, un peu plus de 60% sont d'avis que l'érosion côtière et les vagues de tempête affectent leur territoire côtier. La submersion n'apparait pas comme une préoccupation pour les participants. La majorité des répondants observent toutefois une diminution de la glace côtière et une augmentation de la largeur de la plage située au nord de la communauté. Selon les commentaires recueillis, les flèches littorales de ce secteur seraient très dynamiques et l'île Sainte-Hélène serait actuellement en voie de se rattacher au littoral. Cette dernière serait alimentée en sable par la rivière Natashquan, ce qui expliquerait pour certains l'accumulation de sable devant le village de Nutashkuan. Les gens observent par ailleurs que la végétation sur les dunes diminue et que les dunes diminuent de hauteur et se déplacent vers la zone urbaine. Il n'y a pas de différence visible entre l'opinion des acteurs publics et celle des résidents en ce qui concerne les aléas et les changements environnementaux. Cependant, les causes diffèrent quelque peu. La majorité des résidents qui sont d'avis que l'érosion affecte leur littoral croient que le débit de la rivière Natashquan, les vents violents, la circulation en VTT ainsi que l'action des vagues sont les principaux responsables du recul des berges. Ainsi, bien que la majorité des résidents observent un réchauffement climatique et la diminution de la glace côtière, ces derniers n'associent pas ces phénomènes au recul des berges. Toutefois, la réduction du couvert de glace affecte leur déplacement en motoneige et la pêche sur la glace. Les acteurs publics sont d'avis, quant à eux, que les interventions humaines sont également responsables de l'érosion sur leur territoire. Pour l'instant, l'érosion des berges n'a pas directement affecté d'infrastructure. Néanmoins, certains redoutent qu'elle nuise au projet d'agrandissement des bassins d'épuration des eaux usées. Des utilisateurs de VTT, des marcheurs et des cueilleurs de petits fruits sont pour leur part affectés par l'érosion, la diminution de la largeur de la plage et l'augmentation du niveau marin. Malgré qu'un plus grand nombre de répondants observe une augmentation de la largeur de la plage, certains indiquent que la pratique de VTT est affectée par la diminution de la largeur de la plage. Par ailleurs, plusieurs répondants indiquent être inquiets et anxieux par rapport aux évènements de grande marée qui pourrait inonder la communauté.

3.6.1.2 Secteur de l'estuaire de la rivière Natashquan

Une grande proportion des répondants observe de l'érosion sur les berges de l'estuaire de la rivière Natashquan que sur le littoral. Encore une fois, les inondations sont peu observées par les répondants. Un consensus sur l'accélération de l'érosion fluviale, sur la présence de glissements de terrain, sur la diminution du débit de la rivière et de la présence de glace dans l'estuaire de la rivière Natashquan ressort toutefois des entretiens. Il apparait que l'estuaire se serait transformé de façon majeure au cours des dernières années. Ces transformations se traduisent par un élargissement et un ensablement du lit de la rivière ainsi que les changements fréquents de lit de son chenal principal. Selon les répondants, les causes de ces changements environnementaux sont nombreuses. Outre la variation du débit de la rivière, les vents violents, la circulation en VTT, l'augmentation des redoux hivernaux, les pluies diluviennes et les manifestations des changements climatiques (augmentation des cycles gel-dégel et diminution de la glace) sont identifiés par les répondants. Ainsi, bien que la majorité des répondants observe une diminution de la glace, ces derniers n'associent pas ce phénomène au recul des berges. Au contraire, plusieurs répondants ont affirmé que l'action des glaces mobiles sur les falaises au printemps participe à fragiliser les versants et à générer des glissements de terrain. Un répondant a aussi mentionné que les grandes marées, lorsqu'elles concordent avec des périodes de débit élevé, participent à accélérer l'érosion de la section aval de l'estuaire et à son ensablement. Plusieurs infrastructures publiques et propriétés privées ont été affectées par les

processus qui participent au recul des berges de la rivière Natashquan. Parmi les principaux, mentionnons les dix chalets qui ont perdu du terrain, ainsi que le débarcadère et les tuyaux d'égout pluvial qui ont été endommagés par l'érosion. Selon les répondants, des bâtiments communautaires (radio et caserne), des résidences principales et la route 138 sont menacées par l'accélération de l'érosion des berges de l'estuaire de la rivière Natashquan. L'érosion des berges fait perdre du territoire à la réserve de Nutashkuan alors que les besoins d'agrandissement se font de plus en plus criants. Le développement de la communauté apparait donc comme un enjeu majeur sur ce site contraint par l'érosion fluviale. En plus des infrastructures affectées, les activités et le mode de vie des gens de la communauté sont perturbés par l'érosion, les transformations majeures de l'estuaire et la diminution de la glace. Parmi les principales activités affectées, mentionnons la pêche ainsi que les déplacements en bateau ou en motoneige vers la rive sud de la rivière Natashquan. Cette situation peut engendrer des impacts économiques pour la communauté, en plus de renforcer le sentiment d'isolement.

3.6.2 Solutions d'adaptation et gouvernance

Face aux aléas qui menacent Nutashkuan, les répondants croient que la principale solution d'adaptation consiste à sensibiliser les gens sur les phénomènes qui contribuent à modifier leur environnement. Plusieurs acteurs publics croient qu'il serait pertinent d'adopter une règlementation afin de limiter la circulation en VTT sur les dunes. L'option du retrait progressif des infrastructures à risque est mitigée. Quelques rares répondants suggèrent de déménager le village dans les terres. Au niveau des infrastructures de protection, ces dernières ne sont pas préconisées pour le littoral, mais le sont pour les berges de l'estuaire. Malgré l'inefficacité de l'enrochement qui avait été installé sur les berges de l'estuaire, plusieurs croient qu'il serait toujours pertinent de refaire ce type d'infrastructure, mais avec des matériaux plus lourds, tout en s'assurant de préserver les activités qui se déroulent dans cette zone. La différence entre les acteurs publics et les résidents se voit surtout au niveau des modifications des comportements face aux différentes activités survenant sur le littoral et les berges de la rivière. Les acteurs voudraient prendre des mesures pour restreindre l'utilisation des VTT sur la côte et les berges, alors que les résidents, eux, en voient moins l'intérêt.

Au niveau de la gouvernance, selon la majorité des répondants, les résidents, le conseil de bande, les deux paliers de gouvernement ainsi que la communauté scientifique devraient participer à identifier les solutions d'adaptation. Au niveau de la gestion des solutions d'adaptation, les acteurs publics sont d'avis que ce devrait être le conseil de bande qui soit chargé de ce dossier alors que plusieurs résidents croient qu'il serait préférable de choisir un organisme externe. Enfin, les répondants s'accordent à l'unanimité pour dire que les gouvernements fédéraux et provinciaux devraient financer les solutions d'adaptation.

Pour conclure, il apparait urgent de s'assurer de la mise à jour du plan de mesures d'urgence afin de s'assurer que les risques côtiers y soient pris en compte. De plus, compte tenu de la confusion qui existe au sein du conseil de bande face à ce document, il apparaît essentiel de s'assurer que tous les employés et les élus concernés soient tenus informés du contenu plan de mesures d'urgence.

Tableau 14. Synthèse des perceptions des résidents et des gestionnaires de Pessamit à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux

Processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Présence d'un réchauffement climatique, d'une augmentation des redoux hivernaux et d'une diminution de la glace; - Présence de pluies diluviennes, de vagues de tempêtes et d'embâcles; - Une majorité observe une augmentation de l'érosion fluviale et des glissements de terrain sur les berges de la rivière Natashquan; - Changements majeurs de la rivière Natashquan : ensablement de l'estuaire, élargissement du lit de la rivière, diminution du niveau de la rivière; - Transit sédimentaire de la rivière vers la plage; - Un peu plus de la moitié des répondants observent une augmentation de l'érosion côtière; - L'évolution des flèches littorales est très dynamique : rapprochement de l'île Sainte-Hélène vers la pointe Parent; - Relèvement de la nappe phréatique et affaissement du sol dans la zone urbanisée.
Causes des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Causes de l'érosion fluviale : débit élevé, processus éoliens, présence de glaces mobiles qui frottent sur les berges. Les acteurs publics croient également que la circulation en VTT est en cause alors que cet élément ne ressort pas chez les résidents; - Causes de l'érosion côtière : débit élevé de la rivière Natashquan, processus éoliens. Les acteurs publics croient également que la circulation en VTT est en cause alors que cet élément ne ressort pas chez les résidents.
Conséquences des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés	- Impacts sur l'aménagement du territoire : perte de territoire et obligation de se développer de l'autre côté de la route 138; - Impacts sur les ressources biologiques : population de saumon affectée par les modifications au niveau de la rivière; fructification des petits fruits et population d'oiseaux migrateurs affectées par les changements environnementaux; - Les impacts sur les ressources biologiques pourraient menacer à terme l'économie et le déroulement des activités traditionnelles; - Stress et inquiétudes relevés chez les répondants liés à l'appréhension d'éventuels évènements d'inondation; - Infrastructures affectées : tuyaux d'égout pluvial, descente de bateau, déplacement de la chapelle. Les résidents mentionnent des pertes de terrain au niveau des chalets; - Infrastructures menacées : radio communautaire, caserne, résidences, chalets, bassins d'épuration; - Activités traditionnelles affectées : Déplacements hivernaux et voyages aux long cours, navigation, chasse aux oiseaux migrateurs, cueillette de petits fruits et pêche.
Solutions d'adaptation préconisées	- Pour les deux groupes de répondants, la sensibilisation est la clé de l'adaptation. Ils sont également pour la création d'un comité de protection; - Les acteurs publics sont pour une modification des comportements (VTT) et une règlementation alors que les résidents évoquent très peu ces solutions; - Opinions très divisées sur le déplacement des infrastructures et sur la notion d'intervention; - Les infrastructures rigides sont envisagées uniquement sur les berges de la rivière Natashquan; - Peu de répondants sont favorables à la recharge en sable.
Mode de gouvernance préconisé	- Le conseil de bande, les gouvernements, les scientifiques et la population devraient œuvrer à identifier les solutions d'adaptation; - Les acteurs publics croient que seul le conseil de bande devrait gérer les solutions alors que plusieurs résidents s'opposent vivement à une gestion par le conseil de bande et proposent plutôt une gestion via un organisme externe; - Pour le financement des solutions d'adaptation, les répondants sont unanimes : les gouvernements devraient en défrayer les coûts.

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

La région de Nutashkuan 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 1930 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 climatiques historiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent de la station Natashquan A., située à l'aéroport de Natashquan (Figure 54). Ces données ont été recueillies sur le site Internet des archives nationales d'information et de données climatologiques d'Environnement Canada (2010).

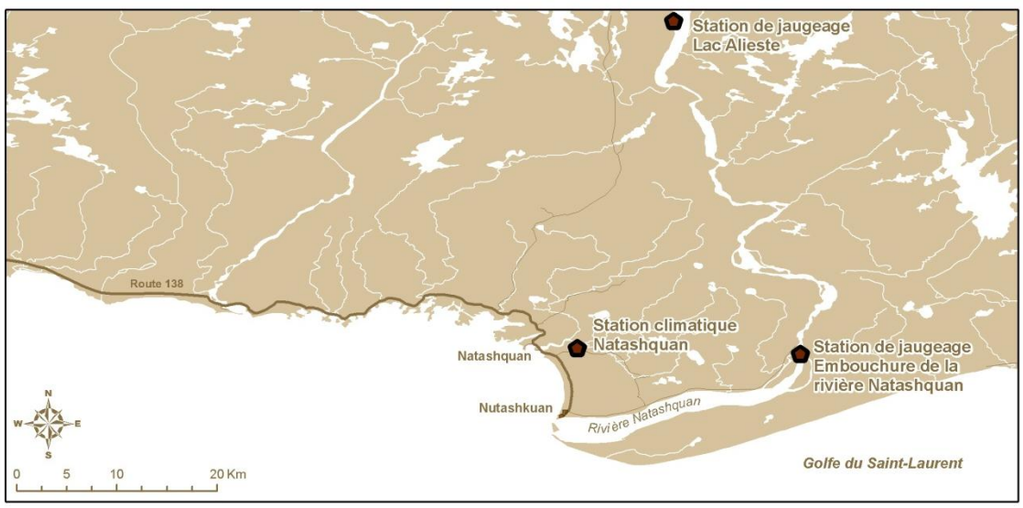


Figure 54. Localisation de la station météorologique de Natashquan et des stations de jaugeage de la rivière Natashquan

4.1.1.2 Période d'enregistrement des données météorologiques

La station météorologique de Natashquan A. bénéficie d'une base de données historiques très importante puisque celle-ci s'échelonne de l'année 1915 à 2010 (96 ans d'enregistrement; Tableau 15). Cette dernière est essentiellement composée de 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 1970 à 2010 (41 ans d'enregistrement). Bien que des données horaires soient enregistrées depuis l'année 1957, ces dernières ne comportent que sept mesures d'enregistrement par jour (1957-1969) et, de ce fait, ces années incomplètes ont été ignorées dans la présente analyse. 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 usuelles d'Environnement Canada. Lorsque les résultats des analyses comportent un tel chevauchement de données (usuelles et homogénéisées), une annotation indique la période concernée.

Tableau 15. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification de la station Natashquan A

Données climatiques quotidiennes		
Station Natashquan A. (1915-2008)		
Latitude: 50° 10'00,000" N	Longitude: 61° 49'00,000" O	Altitude: 10,70 m
Identification Climat: 7045400	Identification OMM : 71813	Identification TC: YNA
Station Natashquan A. (2008-2010)		
Latitude: 50° 10'00,000" N	Longitude: 61° 49'00,000" O	Altitude: 10,70 m
Identification Climat: 7045401	Identification OMM : 71813	Identification TC: YNA
Données climatiques horaires		
Station Natashquan A. (1970-2010)		
Latitude: 50° 10'00,000" N	Longitude: 61° 49'00,000" O	Altitude: 10,70m
Identification Climat: 7045400	Identification OMM : 71813	Identification TC: YNA

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 annuel

Les degrés-jours de gel sont l'accumulation, au cours de l'hiver, des températures moyennes journalières sous 0°C (Pêches et Océans Canada, 2004). Elles représentent le total, en valeur absolue, des températures moyennes journalières négatives. Par exemple : si le maximum est 1,0°C et le minimum de –3,4°C la moyenne est de {1 +(-3,4)} / 2 = -1,2°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 débutant le premier décembre jusqu'au 28 ou 29 février de l'année suivante. Un jour de redoux devient effectif lorsque, sur une plage de 24h (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 les températures sont supérieures 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 ou en grain) 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) avec une précision 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 annuelle des précipitations reçues au sol sous forme liquide (bruine, pluie verglaçante et grêle) et sont totalisées sur une période de 24h. Les résultats des mesures sont identiques aux précipitations totales.

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 24h. La mesure de hauteur 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 Jours 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 sur 24h (00h00 à 23h00) pour définir un événement de tempête.

Les données horaires de vitesse de vent enregistrées à la station Natashquan A. comportent plusieurs plages horaires manquantes pendant la période de janvier 1970 à mai 1981 (00h00 et 01h00 ; 03h00 et 04h00 ; 18h00 et 19h00 et 21h00 et 22h00). D'autres données horaires manquantes s'étalant sur la même plage de temps (00h00 et 01h00; 03h00 et 04h00; 18h00 et 19h00 et 21h00 et 22h00) sont aussi à signaler en septembre 1993 et de janvier à mars 1998. Il faut toutefois prendre en compte que ces périodes ne comportent qu'un maximum de 16 heures d'enregistrement par période de 24 heures.

Aussi, quelques mois comportent des jours où l'ensemble de la grille de 24 heures est manquante soit mai 2005 (1 jour) ; juillet 2006 (1 jour) ; juillet 2008 (8 jours); novembre 2008 (2 jours) et février 2009 (4 jours).

Toutes ces périodes ont tout de même été retenues pour l'analyse des évènements de tempête puisqu'un lot appréciable de données aurait dû être ignoré.

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 16 présente les normales climatiques pour la période 1971-2000. Selon l'Organisation météorologique mondiale, une période de trente ans s'avère suffisamment longue pour atténuer les variations interannuelles (Environnement Canada, 2011[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 Natashquan signifie qu'il ne manque pas de données climatiques (température ou précipitation) pendant plus de trois années consécutives ou plus de 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 valeurs seuils établis à partir des données homogénéisées.

Tableau 16. Normales climatiques à la station Natashquan A. (1971-2000)

Paramètre climatique	Normales climatiques 1971-2000
Température moyenne annuelle (°C)	1,1[1] 1,06[2]
Température moyenne hivernale (°C) (déc., janv., févr.)	-11,9[1] -12,03[2]
Température moyenne printanière (°C) (mars-avril)	-3,8[1]
Nombre de jours de redoux hivernaux (déc., janv. et févr.)	9,9[3]
Nombre de jours comportant un cycle de gel et de dégel (nov., déc., janv., févr. et mars)	27,3[3]
Degrés-jours de gel annuel (°C)	1458,9[1]
Précipitation totale annuelle (mm)	1129,8[1] 1287,0[2]
Précipitation de pluie annuelle (mm)	774,5[1] 813,2[2]
Précipitation de pluie hivernale (mm) (déc., janv., févr.)	60,7[1] 65,6[2]
Précipitation neigeuse annuelle (cm)	356,3[1] 473,8[2]
Précipitation de neige hivernale (cm)	211,7[1] 278,5[2]
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 50 km/h)	13,4[3]
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 70 km/h)	0,73[3]

[1]Normale calculée par Environnement Canada avec les données de la station Natashquan A., normale classée A
[2]Normale calculée par le LDGIZC avec les données homogénéisées de la station Natashquan A.
[3] Normale calculée par le LDGIZC avec les données de la station Natashquan 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 17). 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 17. Exemple de calcul d'anomalie des précipitations totales pour l'intervalle 1979-1986

Années	Précipitations totales (mm) Normale : 1287,0 mm	Anomalies (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 (Tableau 18).

Tableau 18. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés

	(Période d'enregistrement) Données annuelles manquantes
Température moyenne annuelle (données homogénéisées jusqu'à 2007)	**(1915-2010)** Aucune année manquante
Température moyenne hivernale **(déc., jan., févr.)** (données homogénéisées jusqu'à 2008)	**(1916-2010)** Aucune année manquante
Degrés-jours de gel (données non homogénéisées)	**(1915-2010)** 1924, 1928, 1932, 1935, 1936, 1937, 1938, 1941,1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1956, 1959, 1968, 1969
Précipitation totale (données homogénéisées jusqu'à 2002)	**(1915-2010)** 1924,1927, 1928, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1959, 1968, 1969, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie (données homogénéisées jusqu'à 2002)	**(1915-2010)** 1924,1927, 1928, 1942, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1959, 1968, 1969, 1984, 1988, 1996, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie hivernale (données homogénéisées jusqu'à 2003)	**(1916-2010)** 1915, 1924, 1928, 1951, 1969, 1984, 1988, 1996, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de neige (données homogénéisées jusqu'à 2002)	**(1915-2010)** 1924,1927, 1928, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1959, 1968, 1969, 1984, 1988, 1996, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010
Précipitation de neige hivernale (données homogénéisées jusqu'à 2003)	**(1916-2010)** 1925,1928, 1928, 1951, 1969, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010
Jours de redoux hivernaux (données non homogénéisées)	**(1971-2010)** Aucune année manquante *Note: les données de températures sont manquantes durant la période de 1970 à 1996 pour les heures suivantes : 00h, 01h, 03h, 04h, 18h, 19h, 21h, 22h
Jours de tempête (données non homogénéisées)	**(1971-2009)** Aucune année manquante *Note: les données horaire de vitesse de vent sont manquantes durant la période de 1970 à mai 1981, ainsi que pour septembre 1993 et de janvier à mars 1998, pour les heures suivantes : 00h, 01h, 03h, 04h, 18h, 19h, 21h, 22h

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 km^2. 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 de la période 1971-2000 (23,98%).

4.1.3 Les données hydrologiques

Malgré que la station de jaugeage se situe à 0,6 km en aval de la décharge du lac Alieste, soit à environ 60 km de l'embouchure (Figure 54), et qu'elle ne couvre que la période de 1982 à 2010, nous avons décidé d'effectuer une analyse des débits moyens de la rivière Natashquan. La période plus ancienn, soit de 1962 à 1971, a été couverte par une autre station de jaugeage qui était située à 20 km de l'embouchure de la rivière Natashquan. Le niveau d'eau et les débits sont 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. Un maximum, une moyenne et un minimum sont ressortis grâce à ces données. Le maximum des débits journaliers dans une année a été ressorti 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

Malgré que la station marégraphique soit située à Sept-Îles, à 376 kilomètres à l'ouest de Nutashkuan, les données historiques sur les niveaux d'eau atteint ont été utilisées afin de faire ressortir le nombre de jour avec des niveaux au-dessus de 3,5 m (soit 0,1 m au-dessus du niveau des pleines mers supérieures de grandes marées) et de 3,7 m (marnage de grande marée). Ces données sont récoltées par le Service hydrographique du Canada (2011a). Les données sont présentées pour la période couvrant globalement de 1976 à 2005.

4.2 Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques

L'analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles est présentée sous forme de tableau synthèse (Tableau 19). À la lumière des résultats d'anomalies des précipitations et des températures, il a été possible de distinguer des intervalles temporels ayant des profils climatiques distincts, au-dessus ou sous la normale. Afin de réaliser un couplage entre l'évolution côtière et le climat, l'identification de ces intervalles a déterminé les périodes propices à l'analyse de l'évolution côtière historique. Ainsi, le climat historique est analysé en fonction des sept intervalles retenus, soit: 1930 à 1948 ; 1949 à 1964 ; 1965 à 1978 ; 1979 à 1988 ; 1989 à 1996 ; 1997 à 2005; 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 19). 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 19. Synthèse des conditions climatiques, glacielles et hydrologiques

TEMPÉRATURE		Intervalle d'analyse de l'évolution côtière						
		1930-1948	**1949-1964**	**1965-1978**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2005**	**2006-2010***
Température moyenne annuelle (°C) *Normale 1971-2000: 1,06 °C* *Normale 2006-2010: 1,10 °C*	**Anomalie moyenne**	-0,25 °C	-0,02	-0,27	+ 0,38	-0,48	+ 0,87	+ 1,41
	Anomalie maximum	+ 1,64 (1931)	+ 1,14 (1955)	+ 0,94 (1966)	+ 2,14 (1981)	+ 1,14 (1996)	+ 2,14 (1999)	+ 3,41 (2010)
	Tendance	1915-2010 : + 1,56 ºC (+ 0,0163 ºC /an) ANOVA : 0,000 (significatif)						
	Constats	- La période récente (2006-2010) est la séquence la plus chaude enregistrée ainsi que la température moyenne annuelle maximum la plus élevée (+3,41°C en 2010); - Séquence annuelle la plus froide de 1989 à 1996; - Tendance forte et significative à l'augmentation des températures moyennes annuelles.						
Température moyenne hivernale (°C) *Normale 1971-2000: -12,03°C* *Normale 2006-2010: -11,90 °C*	**Anomalie moyenne**	-0,35	+ 0,83	+ 0,32	+ 1,08	-1,64	+ 1,51	+ 1,79
	Anomalie maximum	+ 2,43 (1940)	+ 5,43 (1958)	+ 3,83 (1969)	+ 2,23 (1981)	+ 1,33 (1996)	+ 2,63 (1998)	+ 6,20 (2010)
	Tendance	1916-2010 : + 3,70 ºC (0,0389 ºC /an) ANOVA : 0,000 (significatif)						
	Constats	- La période récente (2006-2010) présente la séquence hivernale la plus chaude enregistrée; - Anomalie de la température moyenne élevée à l'hiver 2009-2010 (+1,79°C); - Anomalie maximum très élevée atteinte à l'hiver 2009-2010 (+6,20 °C); - Séquence annuelle la plus froide est 1989 à 1996; - Tendance très forte et significative à l'augmentation de la température moyenne hivernale.						
*2006 à 2010: Données non homogénéisées								

TEMPÉRATURE (SUITE)		Intervalles d'analyse de l'évolution côtière						
		1930-1948	**1949-1964**	**1965-1978**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2005**	**2006-2010**
Degrés-jours de gel (°C) ***Normale : 1458,9 D-j de gel*** *(Données non homogénéisées)*	**Anomalie moyenne**	-5,71	-245	-1,9	-140,7	180,5	-183,6	-123,9
	Anomalie minimum	-363,7 (1931)	-520,6 (1958)	-446,4 (1966)	-404,0 (1981)	-172,3 (1996)	-383,1 (1999)	-749,1 (2010)
	Tendance	1915-2010 : -295,5 D-j de gel (-3,0779 D-j de gel/an) ANOVA : 0,002 (significatif)						
	Constats	- La séquence du cumulatif des degrés-jours de gel est la plus faible durant la période de 1949 à 1964 (-245 d-j de gel); - La séquence cumulative la plus forte est 1989 à 1996 (180,5 d-j de gel); - L'anomalie minimum très fortement sous la normale (-749,1 D-j) correspond à l'année 2010; - Tendance fortement négative et significative.						
Jours de redoux hivernaux ***Normale : 9,9 jours*** *(Données non homogénéisées)*	**Anomalie moyenne**	Nil	Nil	-1 (1971-1978)	1	-4	3	5
	Anomalie maximum	Nil	Nil	5 (1974)	14 (1979)	9 (1996)	11 (1997)	25 (2010)
	Tendance	1971-2010 : + 4,6 jours de redoux hivernaux (+ 0,12 jour de redoux hivernaux/an) ANOVA : 0,206 (non significatif)						
	Constats	- Anomalie la plus forte à l'intérieur de la séquence récente (5); - Anomalie la plus faible durant la séquence 1989-1996 (-4); - Tendance non significative à l'augmentation du nombre de jours de redoux.						

Constats globaux du paramètre température

Concordance générale des séquences chaude et froide entre la majorité des paramètres reliés à la température.
L'intervalle de 2006 à 2010 correspond à la période la plus chaude avec une température hivernale largement au-dessus de la normale et un nombre de degrés-jours de gel fortement en dessous de la normale.
L'intervalle de 1989 à 1996, qui représente la séquence la plus froide, comporte aussi un nombre de jours de redoux hivernaux inférieur à la normale (-4 jours de redoux).

		Intervalles d'analyse de l'évolution côtière						
PRÉCIPITATIONS ANNUELLES		**1930-1948**	**1949-1964**	**1965-1978**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2002**	**2006-2010**
Précipitation totale annuelle (mm) *Normale : 1287,0 mm*	**Anomalie moyenne**	-93,1	0,3	-55,6	-2,2	33,5	-33,2	NIL
	Anomalie maximum	187,6 (1944)	194,4 (1958)	208,6 (1976)	252,0 (1983)	320,9 (1994)	157,8 (1999)	NIL
	Tendance	1915-2002 : + 203,0 mm (+ 2,31 mm/an) ANOVA: 0,003 (significatif)						
	Constats	- La séquence 1989-1996 est la seule séquence présentant une anomalie positive ainsi que la plus forte anomalie maximum; - La séquence 1930-1948 présente la plus faible anomalie de tous les intervalles; - Tendance forte et significative à l'augmentation des précipitations.						
Précipitation de pluie annuelle (mm) *Normale : 813,2 mm*	**Anomalie moyenne**	-64,4	49,5	-12,2	11,8	16,7	-19,7	NIL
	Anomalie maximum	147,1 (1932)	233,3 (1958)	231,9 (1966)	277,2 (1981)	206,4 (1994)	81,6 (1999)	NIL
	Tendance	1915-2002 : + 88,3 mm (+ 0,94 mm/an) ANOVA: 0,101 (non significatif)						
	Constats	- Alternance de séquence à anomalies positives et négatives; - Anomalie la plus élevée pour la séquence 1949-1964; - Anomalie la plus faible pour la séquence 1930-1948; - Anomalie maximum enregistrée en 1981; - Tendance non significative à l'augmentation des précipitations de pluie.						
Précipitation neigeuse annuelle (cm) *Normale : 473,8 cm*	**Anomalie moyenne**	-28,7	-49,6	-43,4	-14	16,7	-13,4	NIL
	Anomalie maximum	188,5 (1933)	54,1 (1960)	99,2 (1976)	189,6 (1983)	114,5 (1994)	103,8 (2000)	NIL
	Tendance	1915-2002 : +120,7 cm (+1,37 cm/an) ANOVA: 0,003 (significatif)						
	Constats	- Une seule séquence à anomalie positive; - Anomalie la plus faible présente à la séquence 1949-1964; - Anomalie maximum obtenue en 1983; - Tendance des précipitations neigeuses à la hausse et significative.						

		Intervalles d'analyse de l'évolution côtière						
PRÉCIPITATIONS HIVERNALES		**1930-1948**	**1949-1964**	**1965-1978**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2003**	**2006-2010**
Précipitation de pluie hivernale (mm) *Normale : 65,6 mm*	**Anomalie moyenne**	-24,8	23,7	14,6	-10,6	-18,5	22,6	NIL
	Anomalie maximum	48,1 (1947)	102,3 (1958)	147,7 (1970)	18,5 (1983)	77,1 (1996)	102,7 (1997)	NIL
	Tendance	1916-2003 : + 21,7 mm (+ 0,25 mm/an) ANOVA: 0,219 (non significatif)						
	Constats	- La séquence 1997-2003 représente la période où l'anomalie moyenne la plus élevée est enregistrée (22,6 mm); - L'anomalie maximum la plus élevée a été enregistrée durant la période 1965-1978 (147,7mm en 1970); - Tendance non significative à l'augmentation des précipitations de pluie hivernale.						
Précipitation neigeuse hivernale (cm) *Normale : 278,5 cm*	**Anomalie moyenne**	4,3	-13,6	-37,5	7,1	17,5	-19,7	NIL
	Anomalie maximum	149,1 (1945)	56,9 (1950)	39,4 (1973)	87,4 (1984)	95,4 (1991)	38,2 (1999)	NIL
	Tendance	1916-2002 : + 48,7 cm (+ 0.56 cm/an) ANOVA: 0,045 (significatif)						
	Constats	- Anomalie moyenne la plus élevée présente durant la séquence 1989-1996 (17,5 cm); - Anomalie maximum très élevée en 1945 (149,1 cm); - Anomalie moyenne la plus basse durant la séquence 1965-1978 (-37,5 cm); - Tendance significative des précipitations neigeuses à la hausse.						

Constats globaux du paramètre précipitation

De façon générale, les résultats des précipitations annuelles illustrent une longue série de séquences plus ou moins sous les normales de 1930 à 1988 (59 ans). Seules les précipitations de pluie montrent des résultats intercalés (positif-négatif) durant cette période. Il est à noter que, même si les résultats sont basés sur des données homogénéisées, les normales établies pour les précipitations totales et les précipitations neigeuses sur les séries annuelles de 1971 à 2000 semblent être particulièrement élevées et, de ce fait, peuvent faire apparaître une longue série de séquences sous les normales. En fait, seule la période de 1989 à 1996 montre des anomalies moyennes positives sur presque l'ensemble de tous les types de précipitations. Enfin, tous les résultats affichent des tendances positives assez élevées. Il est à noter que la tendance à l'augmentation des précipitations neigeuses est plus importante et significative que celle des précipitations de pluies hivernales. Ce résultat peut être à nuancer compte tenu de l'absence de données pour la période 2006-2010, une période qui a été marquée par de faibles précipitations neigeuses.

		Intervalle d'analyse de l'érosion côtière						
PRÉCIPITATIONS DILUVIENNES		1930-1948	1949-1964	1965-1978	1979-1988	1989-1996	1997-2005	2006-2010
Évènements de 30 mm et +	**Somme**	63	58	45	34	30	35	11
	Nbre/an	3,3	3,6	3,2	3,4	3,8	3,9	2,2
Évènements de 50 mm et +	**Somme**	8	9	8	7	5	5	2
	Nbre/an	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4
	Maximum atteint en 24 h	86,4 mm (juil. 1936)	90,9 mm (août 1949)	71,2 mm (oct. 1978)	80,0 mm (nov. 1981)	66,8 mm (oct. 1995)	61,2 mm (sept. 1999)	52,0 mm (oct. 2007)
Évènements printanniers de 30 mm et +	**Somme**	12	7	0	5	7	9	1
	Nbre/an	0,6	0,4	0	0,5	0,9	1	0,2
	Maximum atteint en 24 h	66,3 mm (mars 1940)	55,6 mm (mai 1958)	NIL	51,8 mm (mai 1980)	46,8 mm (mars 1992)	54,2 mm (mai 1997)	44,0 mm (mai 2010)
Évènements hivernaux de 25 mm et +	**Somme**	7	13	7	2	2	9	1
	Nbre/an	0,4	0,8	0,5	0,2	0,3	1	0,2
	Maximum atteint en 24 h	40,6 mm (févr. 1931)	47,2 mm (déc. 1950)	53,3 mm (déc. 1973)	34,4 mm (déc. 1987)	36,0 mm (févr. 1996)	52,4 mm (déc. 2002)	25,0 mm (déc. 2005)
Tendance		Tendance non représentative pour l'ensemble des précipitations diluviennes						
Constats		- La séquence 1949-1964 présente le nombre d'événements de pluie diluvienne de 50 mm et 25 mm (hiver) les plus élevés; - Le maximum absolu a été atteint en août 1949 (90,9 mm); - Les pluies diluviennes printanières ont été atteintes en nombre et pour le maximum durant la séquence 1930-1948.						

JOURS DE TEMPÊTE			Intervalle d'analyse de l'érosion côtière						
			1930 à 1947	1948 à 1971	Déc. 1971 à nov. 1978	Déc. 1978 à nov. 1988	Déc. 1988 à nov. 1996	Déc. 1997 à nov. 2005	Déc. 2005 à nov. 2009
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 50 km/h et plus	**Annuel (Décembre à novembre)**	**Somme**	NIL	NIL	**117**	**133**	**56**	**166**	**110**
		Nbre/an	NIL	NIL	16,7	13,3	7	20,8	27,5
	Décembre à février	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**64**	**75**	**32**	**73**	**50**
		Nbre/an	NIL	NIL	9,1	7,5	4	9,1	12,5
	Mars à mai	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**16**	**27**	**12**	**40**	**35**
		Nbre/an	NIL	NIL	2,3	2,7	1,5	5	8,8
	Juin à août	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**3**	**0**	**1**	**1**	**3**
		Nbre/an	NIL	NIL	0,4	0	0,1	0,1	0,8
	Septembre à novembre	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**34**	**31**	**11**	**52**	**22**
		Nbre/an	NIL	NIL	4,9	3,1	1,4	6,5	5,5
Évène-ments de tempête avec vitesse du vent de 70 km/h et plus	**Annuel (Décembre à novembre)**	**Somme**	NIL	NIL	**12**	**7**	**1**	**4**	**7**
		Nbre/an	NIL	NIL	1,7	0,7	0,1	0,5	1,8
	Décembre à février	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**11**	**5**	**1**	**2**	**3**
		Nbre/an	NIL	NIL	1,6	0,5	0,1	0,3	0,8
	Mars à mai	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**1**	**0**	**0**	**0**	**3**
		Nbre/an	NIL	NIL	0,2	0	0	0	0,8
	Juin à août	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
		Nbre/an	NIL	NIL	0	0	0	0	0
	Septembre à novembre	**Somme**	**NIL**	**NIL**	**0**	**2**	**0**	**2**	**1**
		Nbre/an	NIL	NIL	0	0,2	0	0,3	0,3
Tendance	Tendance non représentative pour l'ensemble des jours de tempête								
Constats	- La séquence de déc. 1997 à nov. 2005 présente le nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/heure le plus élevé (166); - L'intervalle de déc. 2005 à nov. 2009 présente le nombre de jours de tempête par année avec des vents horaires de 50 km/h et plus le plus élevé (27,5/an); - La période hivernale (déc., janv. et févr.) représente la période la plus active en jours de tempête dénombrés suivie de la période automnale; - La période estivale (juin, juill. et août) demeure la période où on retrouve un minimum de jours de tempête avec des vents horaires de 50 km/h et plus et aucun jour de tempête avec des vents horaires de 70 km/h et plus.								

	Intervalle d'analyse de l'érosion côtière				
Niveaux d'eau	**1961-1975**	**1976-1978**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2005**
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,5 m	NIL	14	**54**	50	38
Nbre/an	NIL	**8**	5.4	6	4
Nbre de jours où le niveau d'eau atteint est >3,7 m	NIL	4	**8**	4	7
Nbre/an	NIL	**1.3**	0.8	0.5	0.8
Constats	- L'intervalle de 1979 à 1988 comprend le nombre de jours avec des niveaux d'eau > à 3,5 m et > à 3,7 m le plus élevé (54).				

COUVERTURE DE GLACE SUR LE GOLFE DU SAINT-LAURENT	**1930-1947**	**1948-1964**	**1965-1978 (1969-1978*)**	**1979-1988**	**1989-1996**	**1997-2005**	**2006-2010**
Anomalie moyenne *Normale: 23,98 %*	NIL	NIL	-1.20	-1,75	4,20	-6,44	-10,30
Anomalie minimum *Normale: 23,98 %*	NIL	NIL	-17,2 (1969)	-7,47 (1981)	-3,60 (1996)	-10,24 (2001)	-20,44 (2010)
Tendance	1969-2010: -7,14 % (0,17 %/an) ANOVA: 0,061 (non significatif)						
Constats	- L'anomalie moyenne et minimum de la couverture de glace sur le golfe la plus basse se retrouve durant la période récente de 2006 à 2010 et correspond à la période la plus chaude au niveau de la température moyenne; - La séquence d'englacement dont l'anomalie est positive (1989-1996) correspond aux anomalies négatives (froide) des températures moyennes annuelles, des températures moyennes hivernales ainsi qu'à l'anomalie positive du cumulatif des degrés-jours de gel; - La tendance révèle une diminution non significative de la couverture de l'englacement du golfe du Saint-Laurent de l'ordre de 7,14 % pour une séquence de 42 années d'enregistrement.						
* Les données de couverture de glace débutent en 1969, donc l'anomalie moyenne pour la période 1965-1978 a été calculée entre 1969 et 1978							

La figure 55 montre les variations de la couverture de glace pour la période de 1969 à 2010. On constate qu'à l'exception de 2003, la période entre 1995 et 2010 enregistre des valeurs généralement sous la normale, cette dernière étant de 23,98%. La période de 1980 à 1983 inclusivement est aussi une période avec une faible couverture de glace tout comme la période de 1969 à 1971.

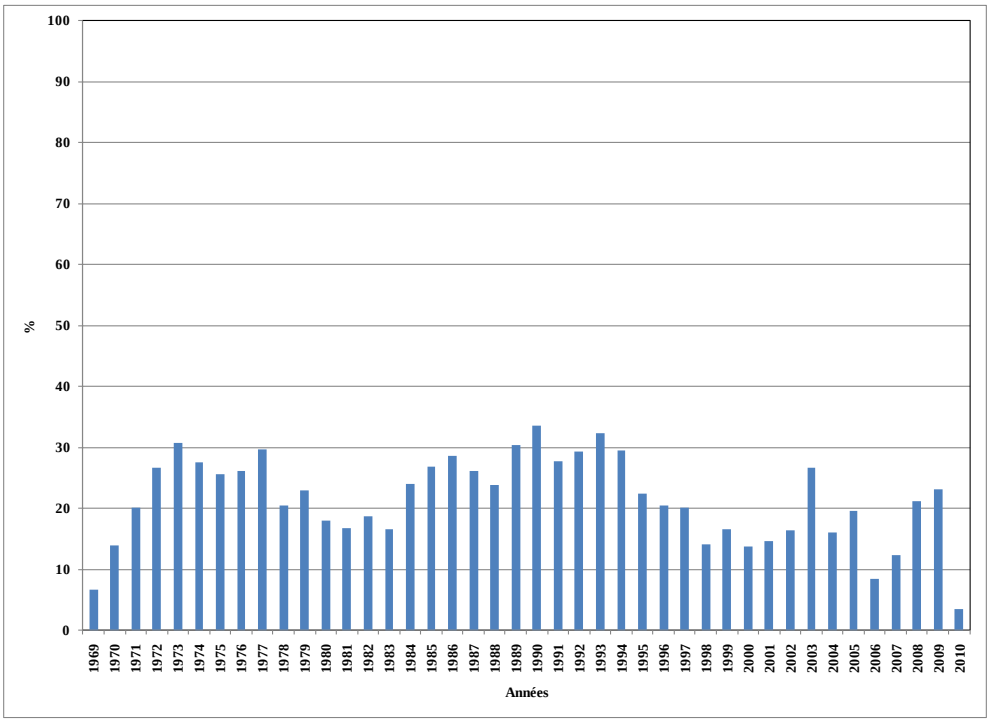


Figure 55. Recouvrement glaciel de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010

	Embouchure de la rivière Natashquan		Décharge du lac Alieste			
DÉBITS MOYENS DE LA RIVIÈRE NATASHQUAN	**1962-1964**	**1965-1971**	**1982-1988**	**1989-1996**	**1997-2005**	**2006-2010**
Anomalie moyenne (m³/s) *Normale de 408,2 m³/s pour 1962-1971 Normale de 342,8 m³/s pour 1982-2010*	-30,5	11,8	3,0	-15,8	0,8	16,4
Anomalie maximum (m³/s) *Normale de 408,2 m³/s Normale de 342,8 m³/s*	159,6	315,4	241,3	187,9	229,5	167,5
Constats	- La période 1989-1996 correspond aux débits moyens annuels les plus faibles; - Les maximums de débits moyens ont diminué et les plus faibles se trouvent dans la période récente. - La tendance entre 1982 et 2010 révèle une diminution non significative des débits maximums					

Au sujet des débits moyens de la rivière Natashquan, il est intéressant de préciser que l'on remarque une légère baisse des moyennes des débits maximums obtenus selon les différentes périodes d'analyse (Figure 56). Pour ce qui est de la moyenne des débits moyens, elle semble connaître une tendance légèrement vers la hausse, tout en nuançant que ce résultat n'est pas significatif. La moyenne des débits minimums connaît également une hausse non significative.

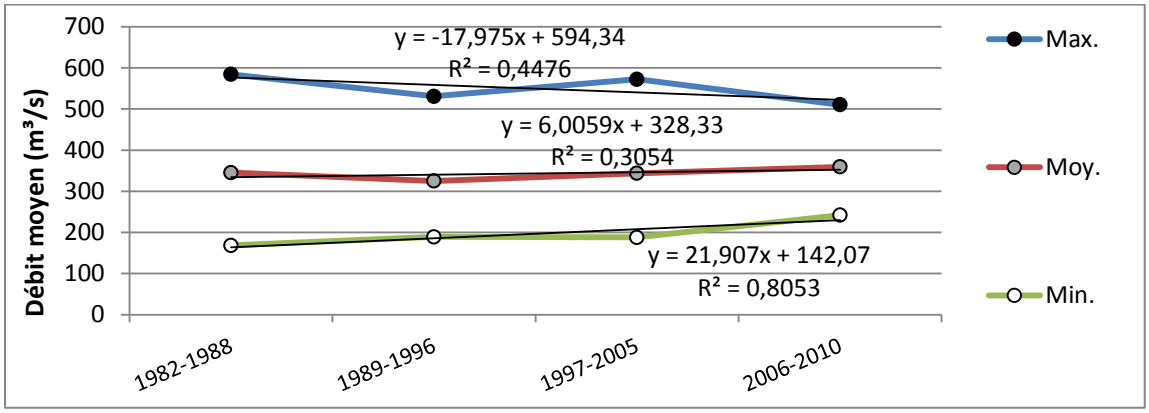


Figure 56. Moyennes des débits moyens de la rivière Natashquan par intervalle d'analyse de l'évolution côtière

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 57 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 apparait pertinent de présenter les résultats des projections des zones maritimes et centre du Québec (Tableau 20).

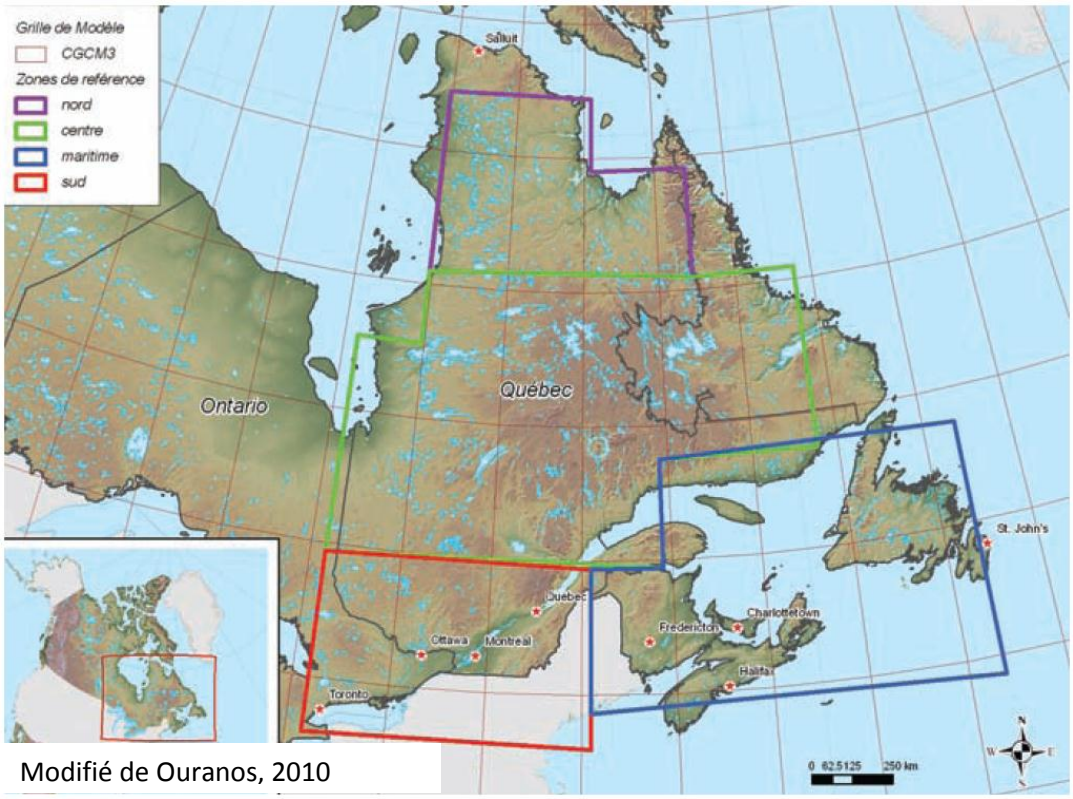


Figure 57. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec

Au tableau 20, 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 20. 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
	Précipitations	1,5 à 7,6 %	4,5 à 13,1 %	9,7 à 18,5 %

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 %

Modifié de Ouranos, 2010

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'évènements de vagues de tempête atteignant la côte serait en recrudescence et pourrait engendrer une intensification des processus d'érosion.

- **Augmentation des précipitations hivernales**

Les modèles climatiques du Québec maritime (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

5.1 Méthodologie

5.1.1 Caractérisation de la côte

La caractérisation de l'ensemble des systèmes côtiers de la zone à l'étude, à l'exception de la rive nord de l'estuaire en amont du village de Pointe-Parent et de l'ensemble de la rive sud, 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 du survol héliporté de la côte réalisé en septembre 2010 par la Chaire de recherche en géoscience côtière de l'Université du Québec à Rimouski. Les berges de l'estuaire de la rivière Natashquan, qui n'avaient pas fait l'objet d'une caractérisation sur le terrain en 2008, ont été caractérisées uniquement à l'aide des photographies numériques obliques à haute résolution.

La nomenclature des types de côtes est basée sur la nature géomorphologique et stratigraphique du milieu (Tableau 21 et Figure 58 à Figure 67). 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 22). 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 21. Définition des types de côtes

Côte à falaise meuble (Figure 58)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur.
Côte à falaise meuble à terrasse alluviale (Figure 59)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur au pied duquel s'est formée une terrasse alluviale de moins de 10 m de largeur.
Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Figure 60)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur au pied duquel s'est formée une terrasse de plage de moins de 10 m de largeur.
Côte à flèche littorale (Figure 61)	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 62)	Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.
Côte à terrasse alluviale (Figure 63)	Accumulation d'alluvions formée d'un replat généralement végétalisé qui est parfois inondé par le cours d'eau lors des crues.

Côte à terrasse de plage (Figure 64)	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.
Côte à tombolo (Figure 65)	Accumulation de sable et/ou de gravier qui relie la côte à un îlot souvent rocheux.
Côte rocheuse (Figure 66)	Côte basse de formation rocheuse (granitique sur la Côte-Nord) qui est généralement stable.
Îlot sableux (Figure 67)	Portion de terre entourée d'eau formée de sable.

Tableau 22. Définition de l'état de la côte

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

Figure 58. Côte à falaise meuble (estuaire de la rivière Natashquan)

Figure 59. Côte à falaise meuble à terrasse alluviale (estuaire de la rivière Natashquan)

Figure 60. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (secteur de Kegaska)

Figure 61. Côte à flèche littorale (pointe du Vieux Poste)

Figure 62. Côte à marais maritime (Nabisipi)

Figure 63. Côte à terrasse alluviale (estuaire de la rivière Natashquan)

Figure 64. Côte à terrasse de plage (secteur entre Natashquan et Nutashkuan)

Figure 65. Côte à tombolo (Natashquan)

Figure 66. Côte rocheuse (secteur à l'ouest de Natashquan)

Figure 67. Îlot sableux (île Sainte-Hélène)

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 23). Les couvertures de photographies aériennes comprises entre 1930 et 1997 ont été numérisées à 600 dpi et ensuite géoréférencées à l'aide d'un système d'information géographique (ArcGIS 9.3X). Afin d'assurer une grande précision, seulement le tiers central de chaque photographie a été utilisé pour le géoréférencement. Les erreurs de déformation en bordure des photographies ont ainsi été évitées. Les orthophotographies numériques de 2005 ont servi de base pour le géoréférencement des photographies aériennes de 1997. Pour les années antérieures à 1997, chaque jeu de photographies aériennes a été géoréférencé relativement à la couverture plus récente.

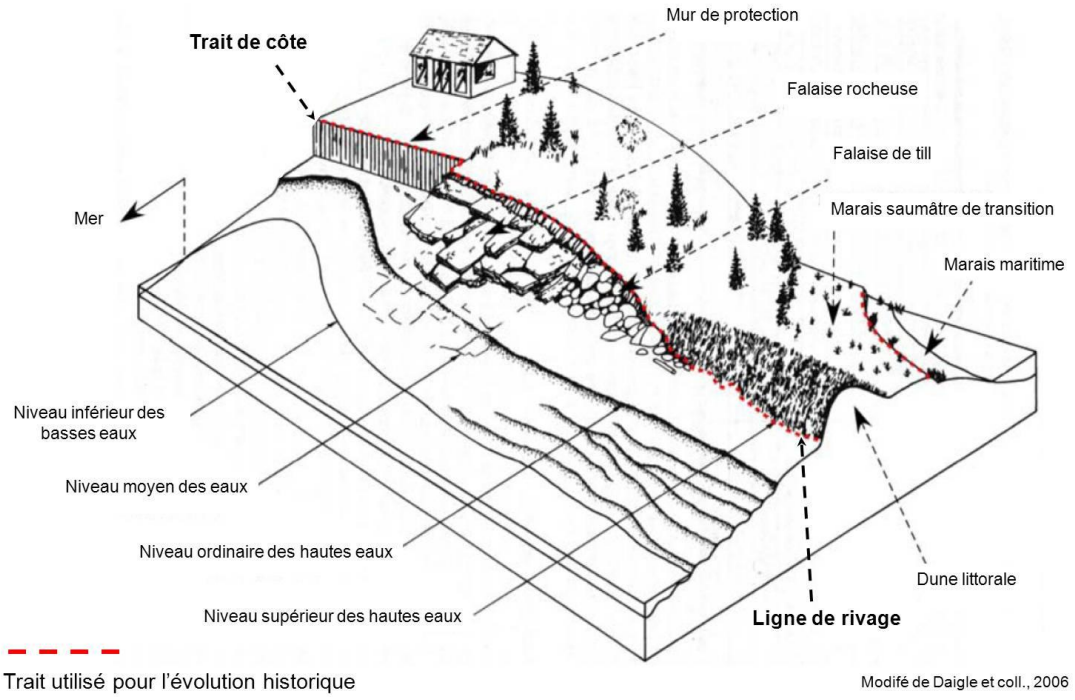
Tableau 23. Intervalle d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes

Intervalle d'analyse de l'évolution côtière	Année de prise de vue des photographies aériennes	Échelle
1930-1949	1930	1 : 15 000
1949-1965	1949	1 : 40 000
1965-1979	1965	1 : 15 840
1979-1989	1979	1 : 40 000
1989-1997	1989	1 : 15 000
1997-2005	1997	1 : 40 000
	2005	1 : 40 000

La ligne de rivage a été tracée sur chaque couverture de photographie. 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 68). 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 23). 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 : 600, 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 68. Délimitation de la ligne de rivage

5.2 Contexte physique

5.2.1 Géologie et formations meubles

5.2.1.1 Formations géologiques

Le socle rocheux de la zone à l'étude est composé de roches cristallines de la province de Grenville du Bouclier Canadien (Stockwell *et al.*, 1970). Les affleurements rocheux situés en bordure de la Petite rivière Natashquan sont en prédominance granitique et possèdent les caractéristiques des roches ignées, c'est-à-dire qu'elles sont très résistantes à l'érosion (Ministère des Travaux publics du Canada, 1972).

5.2.1.2 Dépôts meubles

La région de Natashquan est formée d'une imposante plaine côtière à prédominance sableuse qui s'avance dans le golfe du Saint-Laurent (Welsted, 1960). Les sédiments meubles ont été mis en place à la suite de la déglaciation du bassin versant de la rivière Natashquan (Dubois, 1979). La régression de la mer de Goldthwait, combinée au réajustement glacio-isostatique, a permis l'édification du delta de Natashquan, qui est encore aujourd'hui partiellement submergé (Sala et Long, 1989). Ce dernier, de 30 à 50 m d'épaisseur, est façonné en terrasses sablonneuses qui constituent le littoral actuel de la région de Natashquan (Sala et Long, 1989). On retrouve sur ce qui était autrefois le cône submergé de la rivière Natashquan une série de paléolignes de rivages émergées qui témoignent de l'abaissement progressif du niveau marin relatif (Figure 69) (Welsted, 1960; Sala et Long, 1989). L'édification du delta de la rivière Natashquan s'est réalisée en trois phases sous la dominance des processus fluviaux, fluvio-marin puis marin (Sala et Long, 1989). La structure des dépôts présente une séquence stratigraphique concordante avec ces différentes phases d'édification : particules fines à la base (argile, silt, sable fin) et particules plus grossières vers le haut (sable moyen) (Fraser *et al.*, 2005). On remarque sur la partie supérieure des dépôts des terrasses deltaïques, notamment sur les berges de la rivière Natashquan, une couche indurée de 1 à 1,5 m d'épaisseur composée de sable moyen (Fraser et *al.*, 2005).

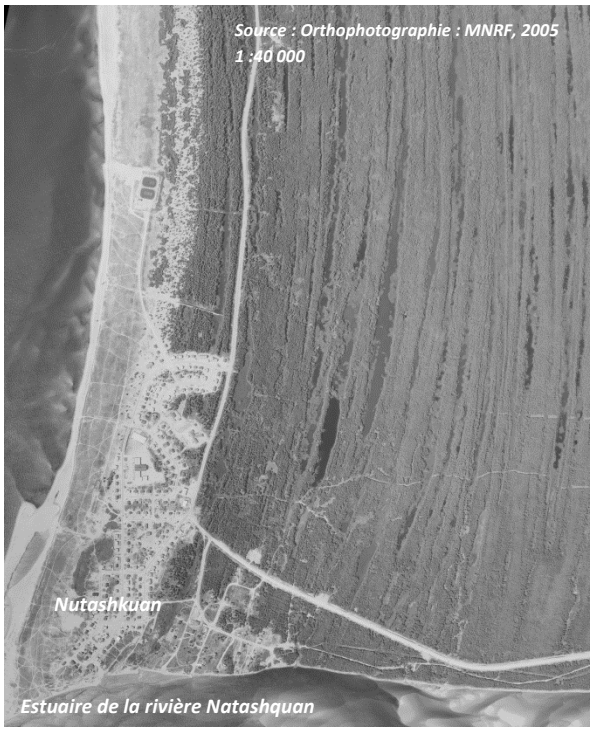


Figure 69. Série de paléolignes de rivages émergées

5.2.2 Conditions hydrodynamiques générales

5.2.2.1 Hydrographie

Le territoire drainé par la rivière Natashquan couvre une superficie de 16 110 km^2 (CEHQ, 2011). D'une longueur de 378 km, elle prend sa source au niveau d'un plateau rocheux à une altitude de 630 m et s'écoule vers le sud pour se jeter dans le golfe du Saint-Laurent où elle recoupe elle-même son ancien cône sédimentaire (Sala et Long, 1989). L'estuaire de la rivière Natashquan, d'une longueur de 22 kilomètres et dont la largeur varie de 1,2 à 2,5 km à l'embouchure, présente les caractéristiques d'une rivière anabranche (Nanson et Knighton, 1996). L'estuaire est en effet encombré par une grande quantité de bancs sableux qui migrent au fil des ans. Le chenal principal aurait tendance à changer de cours, dans l'estuaire, au gré des années. Son débit moyen est de 342,8 m^3/s; en crue, il est de 1500 m^3/s (avec des pics de 2400 m^3/s) et en étiage, il est de 90 m^3/s (avec des minima de 47 m^3/s) (CEHQ, 2011).

5.2.2.2 Océanographie

Les courants de marée jouent un rôle important dans l'érosion, le transport et la sédimentation des sédiments marins récents (Sala et Long, 1989). Dans la zone d'étude, la marée est de type mixte semi-diurne. Le niveau moyen des marées est de 1,3 m alors que les marées de vives-eaux atteignent 2,0 m (SHC, 2011b). La propagation de l'onde de marée se traduit à grande échelle par un flot portant à l'ouest-nord-ouest et un jusant à l'est-sud-est (Sala et Long, 1989). La circulation de surface se fait d'est en ouest pendant la période estivale (Trites, 1971). Ce

mouvement en sens antihoraire dans le golfe est le même que celui de la propagation des marées et ceci semble influencer plusieurs courants de dérive littorale (Dubois, 1980).

La région de Natashquan est soumise à l'action directe de la houle en provenance de l'Atlantique par le détroit de Cabot (SSE) (Sala et Long, 1989). Un fetch pratiquement illimité dans cette direction (Welsted, 1960) peut donc induire un transport sédimentaire important vers le NNO lors des tempêtes. La provenance des vents dominants en hiver est du nord-ouest et en été de l'ouest (Environnement Canada, 2010). Les rafales de vent extrême sont généralement du sud-ouest (Environnement Canada, 2010). La hauteur moyenne annuelle des vagues se situe entre 0,6 et 1,6 m le long de la Côte-Nord (Ploeg, 1971). En concordance avec la provenance des vents extrêmes et des tempêtes, l'analyse de l'évolution historique indique que le transit sédimentaire dominant le long du littoral va vers le nord et le nord-ouest.

5.3 Portrait actuel de la côte

Afin d'étudier la dynamique du littoral utilisé par les Innus de Nutashkuan, la zone d'étude s'étend au-delà des limites administratives de la réserve de Nutashkuan. Cette dernière a été définie grâce aux données portant sur les activités pratiquées recueillies lors de l'enquête sur les perceptions des changements environnementaux affectant le milieu côtier (section 3.5.1) et grâce à des indices géomorphologiques qui délimitent l'unité hydrosédimentaire complète. On distingue donc une zone d'activité continue qui s'étend de la Petite rivière Natashquan à la pointe de Natashquan, au niveau du site des anciens phares à l'ouest de Kegaska. La zone d'activité continue comprend également l'île Sainte-Hélène et l'estuaire de la rivière Natashquan jusqu'aux premières chutes. Les résultats de la caractérisation sont présentés selon deux secteurs : 1) la zone continue, de la Petite rivière Natashquan à la pointe de Natashquan, en incluant l'île Sainte-Hélène et l'estuaire de la rivière Natashquan; 2) le littoral adjacent à la réserve de Nutashkuan (Figure 70).

Figure 70. Localisation des secteurs de caractérisation côtière

5.3.1 Portrait actuel du secteur de Natashquan

5.3.1.1 Types de côte et stratigraphie

Le littoral du secteur de Natashquan, qui s'étend de la Petite rivière Natashquan à la pointe de Natashquan en incluant l'île Sainte-Hélène et l'estuaire de la rivière Natashquan, est dominé par la dynamique estuarienne et côtière. Cette situation s'explique par le fait que les berges de l'estuaire occupent 72,4 % des 60,2 km du littoral à l'étude. Les côtes à terrasse alluviale (36 %) et les côtes à falaise meuble (28,2 %) représentent la proportion la plus importante des types de côte (Figure 71). On observe les terrasses alluviales uniquement dans l'estuaire de la rivière Natashquan alors que les falaises meubles, d'origine deltaïque, sont aussi présentes dans l'estuaire de la Petite rivière Natashquan ainsi qu'au niveau de la pointe de Natashquan (Figure 74). Les côtes à falaises meubles à terrasse alluviale occupent quant à elle une plus petite partie du paysage de l'estuaire de la Natashquan (4,5 %). L'unique flèche littorale qu'on observe aujourd'hui sur le territoire borde la rive sud de l'embouchure de la rivière Natashquan (3,5 %) (Figure 74). L'île Sainte-Hélène, qui est ici caractérisée comme un îlot sableux (4,1 %), formait autrefois la partie distale d'une flèche littorale qui était rattachée à la rive nord de l'embouchure de l'estuaire (Figure 74). Du côté du golfe, les côtes à terrasse de plage dominent le paysage côtier de Natashquan (19,7 %) (Figure 71). La terrasse de plage située au nord de la rivière Natashquan est une vaste étendue de sable dunifié où alternent plages soulevées et sillons respectivement peuplés de pessières et de tourbières drainées vers la côte par de nombreux exutoires (Figure 74). Un segment de petite dimension (0,8 %) de côte à tombolo est situé à proximité du village de Natashquan alors qu'un segment de falaise meuble à terrasse de plage (0,7 %) a été observé au niveau de la pointe de Natashquan (Figure 74). Enfin, seulement 2,3 % du littoral à l'étude est constitué de côte rocheuse. Ces segments sont concentrés à l'aval de l'estuaire de la Petite rivière Natashquan ainsi qu'à l'amont de l'estuaire de la Natashquan (Figure 74).

Les données relatives aux sédiments composant le littoral étudié indiquent clairement la prédominance de côte sableuse. En effet, sur les 16,5 km du littoral caractérisé sur le terrain, non moins de 99,9 % de la côte est composée de sable (Tableau 24). En rappel, la rive nord en amont de Pointe-Parent ainsi que la rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan n'ont pu être caractérisées sur le terrain. Toutefois, sans en permettre la quantification, les observations sur les photographies obliques indiquent la prédominance de côte sableuse ou composée de sédiments fins (falaise meuble deltaïque et terrasse alluviale) pour ce secteur.

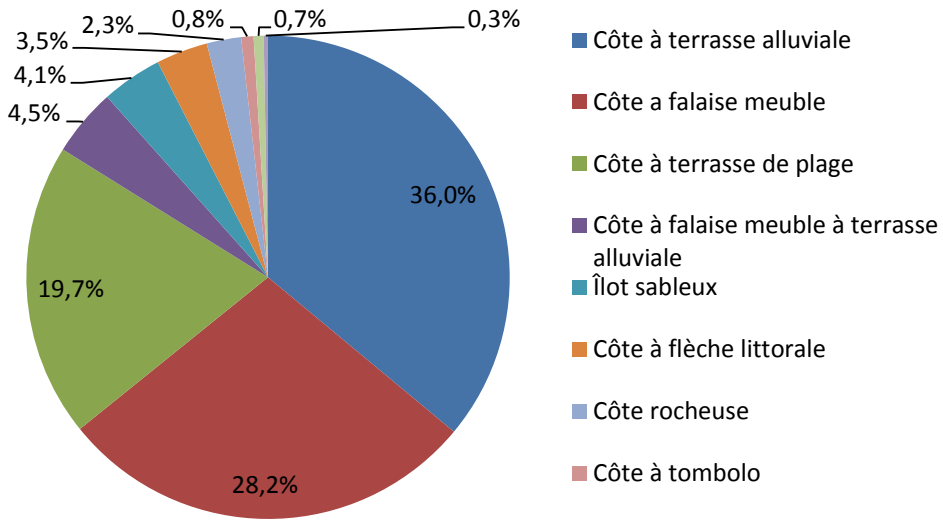


Figure 71. Types de côte du secteur de Natashquan

Tableau 24. Stratigraphie de la côte du secteur de Natashquan

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	16 548,57	99,9
Roc	17,74	0,1
Total	16 566,32	100,0

Note : 43 660.24 m n'ont pas fait l'objet de la caractérisation

5.3.1.2 État de la côte et des infrastructures

Selon la campagne de terrain de 2008, la majorité (65,5 %) du littoral à l'étude est soit stable ou en progradation (Figure 72). Les segments de côtes actives représentent 28 % du territoire à l'étude, soit 16,9 km (Figure 74). L'estuaire de la rivière Natashquan est stable en amont et la rive sud devient active dans la partie médiane alors que la rive nord devient active dans la partie aval adjacente au village de Pointe-Parent et de Nutashkuan (Figure 74). L'île Sainte-Hélène est pour sa part active dans sa partie amont et en progradation dans sa partie aval. De la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan, les terrasses de plage sont majoritairement stables ou végétalisées alors que la flèche littorale, les falaises meubles et les falaises meubles à terrasse de plage sont actives ou tendent vers un état actif (semi-végétalisé) (Figure 74). La terrasse de plage qui relie l'embouchure de la rivière Natashquan au tombolo situé à proximité du village est principalement en accumulation. Par contre, la zone entre l'estuaire de la Petite rivière Natashquan et le tombolo est active ou semi-végétalisée par endroits (Figure 74).

On retrouve très peu d'infrastructures anthropiques sur le littoral. Un segment (385 m) de falaise meuble a été artificialisé en aval du pont de la Petite rivière Natashquan (0,7 % du littoral

à l'étude) (Figure 74 et Tableau 25). La moitié la plus près du pont a été stabilisée par un enrochement alors que l'autre moitié a été artificialisée par des gabions de bois (Figure 74). En 2008, les gabions ont été évalués comme étant très endommagés alors que l'enrochement l'était partiellement (Figure 74).

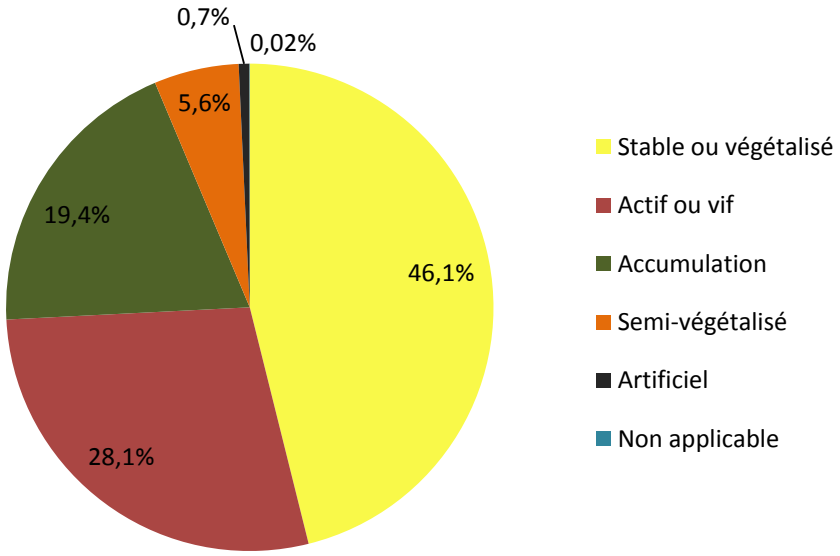


Figure 72. État de la côte du secteur de Natashquan

Tableau 25. Types d'infrastructures du secteur de Natashquan

Types d'infrastructures	Longueur (m)	%
Gabions	195,2	50,7
Enrochement	189,6	49,3
Total	384,8	100,0

5.3.1.3 Processus actifs

L'estuaire de la rivière Natashquan présente de nombreux bancs d'accumulation alimentés en sédiments par l'érosion des falaises sableuses en amont. L'érosion des falaises meubles est conditionnée par deux principaux groupes de processus : ceux qui contribuent au recul de la falaise à partir de la base, par sapement basal, et ceux qui favorisent l'évolution des falaises par des processus gravitaires et hydrogéologiques. Le sapement basal peut survenir en raison de l'augmentation du débit fluvial et du niveau d'eau de la rivière (suite à de fortes précipitations, une fonte rapide du couvert nival ou un déplacement du chenal), de l'augmentation du niveau de l'eau associée aux marées de vives-eaux et aux tempêtes ou encore de l'attaque des vagues

induites par les marées de vives-eaux et les vents de tempêtes. L'action des glaces sur les falaises lors de la débâcle printanière participe aussi à fragiliser ces dernières. L'affouillement basal accentue la pente de la falaise favorisant ainsi le déclenchement de glissements superficiels, d'effondrements de débord organique ou de sol induré (ortstein) ou encore de coulées de sable sec. Les falaises meubles sont aussi affectées par des processus hydrogéologiques tels que le ruissellement concentré, les glissements superficiels, les ravinements et la suffosion qui surviennent suite aux fortes précipitations. Lorsque la falaise est mise à nue, l'activité éolienne est importante. Les forts vents de tempête peuvent éroder et transporter une quantité non négligeable de sable (Bernatchez et Dubois, 2004), mais aussi participer à générer des coulées de sable sec ou des cuvettes de déflation. Les activités humaines, notamment la circulation en VTT et en 4X4 contribuent pour leur part à la dégradation de la végétation, ce qui favorise la prise en charge du sable par le vent (Bernatchez et Dubois, 2004).

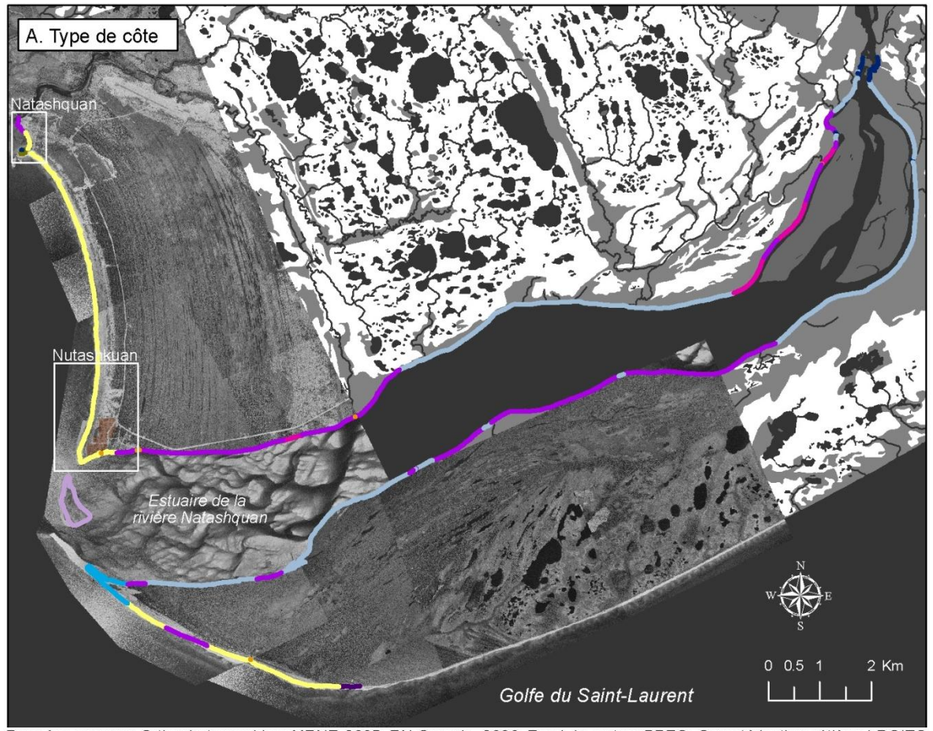
La falaise meuble en amont de l'île Sainte-Hélène est pour sa part érodée par les courants de la rivière et des marées, et par les vagues associées aux vents de tempête. La falaise mise à nue est aussi sensible aux processus éoliens qui prennent en charge d'importantes quantités de sable (Figure 74).

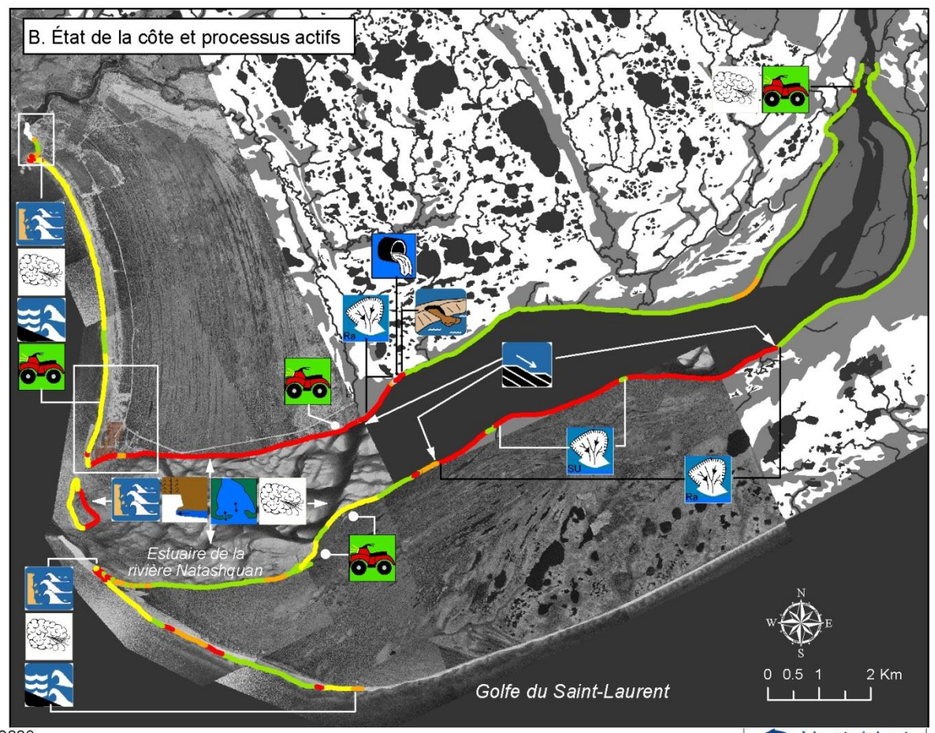
Du côté du golfe, la dérive littorale et la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire jouent toutes deux un rôle déterminant dans l'évolution des systèmes côtiers. Les côtes basses sablonneuses situées au sud de l'estuaire ainsi que la berge aval de l'île Sainte-Hélène sont alimentés en sable par la dérive littorale qui entraîne les sédiments érodés de la falaise deltaïque située à l'est des phares vers la pointe du Vieux Poste. La rivière Natashquan alimente pour sa part la partie aval de l'île Sainte-Hélène et la terrasse de plage au nord de l'estuaire. En effet, on observe la migration des sédiments de l'estuaire vers la terrasse de plage située au nord suite aux crues printanières et lors de la saison estivale. Les sédiments accumulés sur les hauts fonds suite aux crues printanières forment des barres d'avant-côte qui migrent vers la côte tout au long de la saison estivale, en raison des vents dominants d'ouest et des vagues. La présence d'un lobe deltaïque à l'embouchure de la rivière Natashquan constitue aussi une réserve sédimentaire importante pour alimenter la terrasse de plage située au nord de l'estuaire.

Les vents de tempêtes sont responsables d'un large éventail de processus qui participent au recul du trait de côte pour l'ensemble des côtes basses sablonneuses du secteur. Les forts vents sont notamment responsables de l'activité éolienne qui prend en charge les sédiments secs de la haute plage pour les transporter vers l'arrière-plage où ils contribuent à l'aggradation des dunes. Ce phénomène est particulièrement visible au niveau de la pointe du Vieux Poste (Figure 73) où des dunes paraboliques se forment sur l'arrière-côte. Les vents de tempêtes génèrent aussi des vagues qui arrachent les sédiments à la haute plage et à l'arrière-plage pour les redistribuer sur le bas estran et l'avant-plage. Par ailleurs, les vents de tempête et les basses pressions combinés à des hauts niveaux marins provoquent des surcotes qui peuvent inonder les côtes basses sablonneuses. La présence ou l'absence du pied de glace influence aussi

l'évolution de la côte. La présence continue d'un couvert de glace sur le littoral limite le transport sédimentaire en saison hivernale et protège la côte de l'attaque des vagues. Toutefois, au printemps, la présence d'un important pied de glace participe à l'abaissement de l'estran par réflexion des vagues. L'absence de pied de glace en saison hivernale permet un transport sédimentaire continu le long de la côte mais augmente la sensibilité de la côte aux évènements de tempête. Les exutoires participent aussi à l'évolution de la côte. Lors de fortes pluies, les sédiments sont transportés par les exutoires vers le bas estran. Ces derniers sont par la suite repris en charge par les vagues et la dérive littorale. La circulation en VTT et en 4X4 contribue notamment à la dégradation de la végétation favorisant ainsi la prise en charge du sable par le vent (Bernatchez et Dubois, 2004). Le secteur au nord de l'estuaire est affecté de manière plus significative par la circulation en VTT et en 4X4.

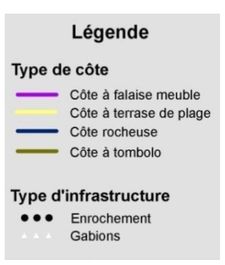
Figure 73. Pointe du Vieux Poste à l'est de la rivière Natashquan, dunes paraboliques engendrées par l'action éolienne qui envahissent la forêt





Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. RN Canada, 2006. Fond de cartes: BDTQ. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 4.

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR



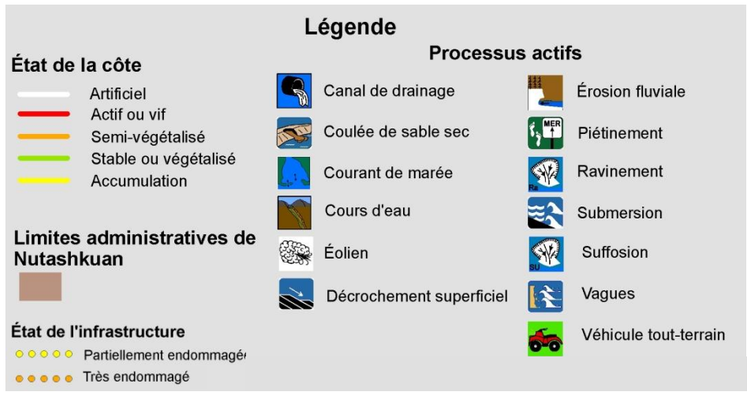


Figure 74. Portrait actuel du secteur de Natashquan

5.3.2 Portrait actuel du secteur de la réserve de Nutashkuan

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

5.3.2.1 Types de côte et stratigraphie

Le littoral adjacent à la réserve de Nutashkuan compte un peu moins de 1 500 m de longueur. Il apparait très peu diversifié : il est composé à 99 % de terrasse de plage. Le 1 % correspond à l'exutoire de cours d'eau (Figure 75 et Figure 77). L'ensemble de la terrasse est composé de sable alors que la stratigraphie de l'exutoire n'a pas été déterminée (Tableau 26).

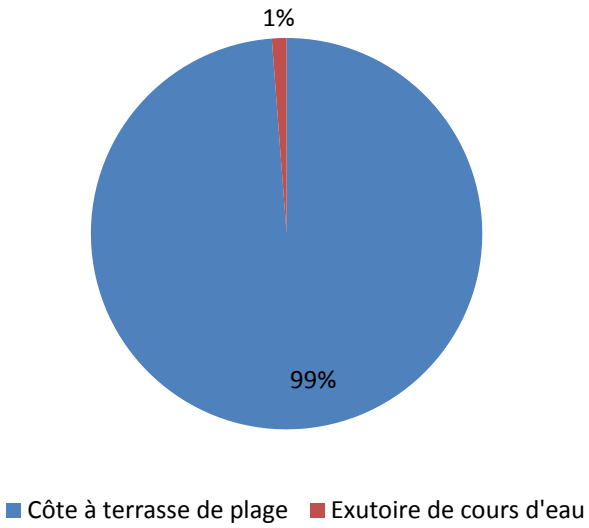


Figure 75. Types de côte de la réserve de Nutashkuan

Tableau 26. Stratigraphie de la côte de la réserve de Nutashkuan

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	1464,33	99%
Non déterminé	17,85	1%
Total	1 482,18	100.0

5.3.2.2 État de la côte

Selon la campagne de terrain datant de 2008, 59 % du littoral adjacent à la réserve était en accumulation alors que 41 % était actif (Figure 76). Cette réalité est nettement divisée dans l'espace. La zone active est concentrée du côté de l'estuaire alors que la zone en accumulation se trouve du côté du golfe (Figure 77). Bien qu'il y en ait déjà eu par le passé, on ne retrouve actuellement aucune infrastructure de protection sur le littoral adjacent à la réserve.

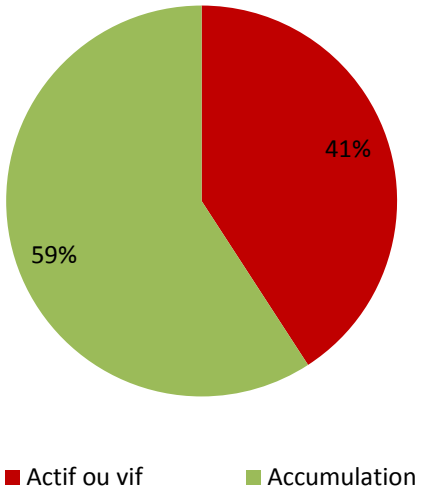
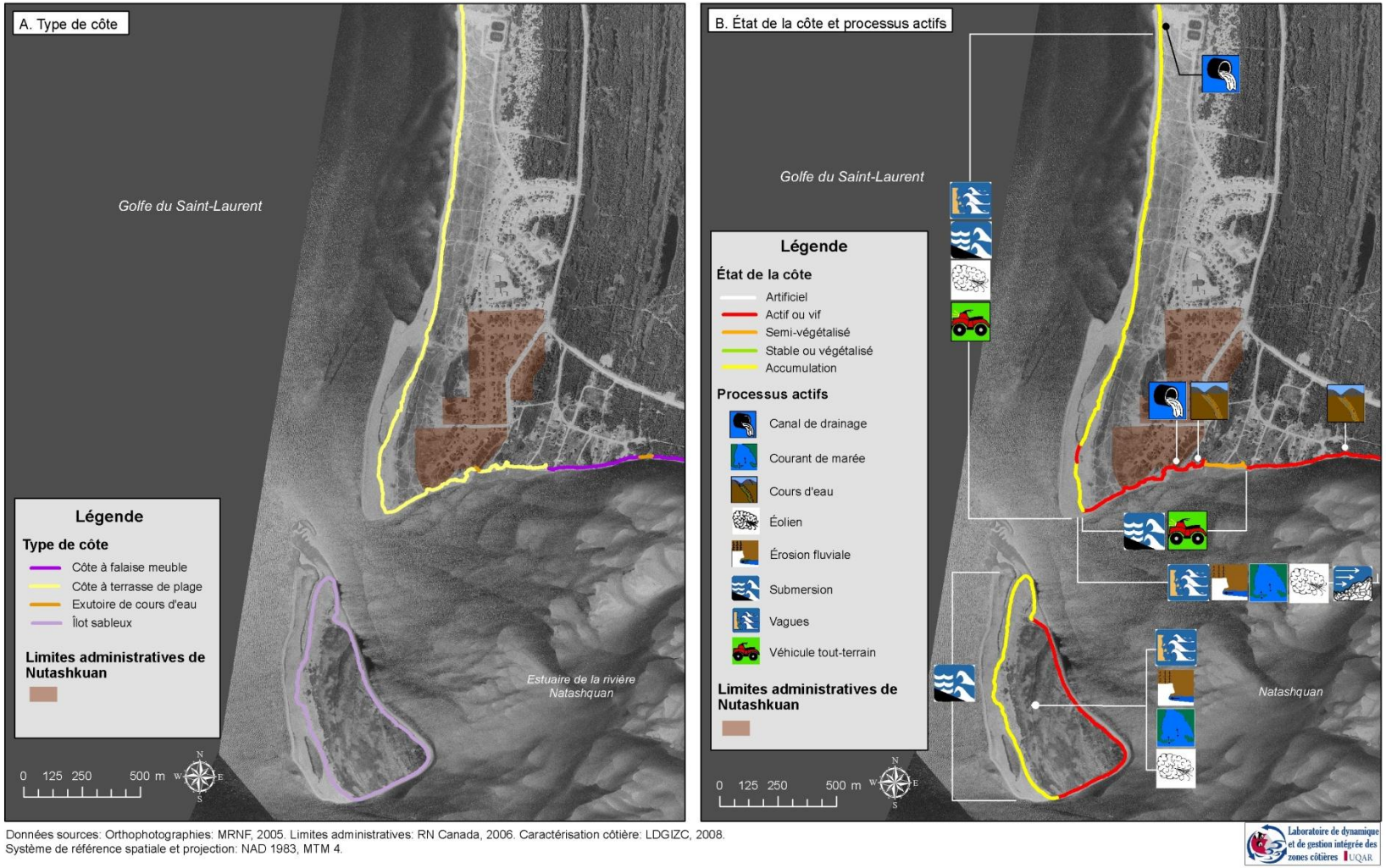


Figure 76. État de la côte de la réserve de Nutashkuan

5.3.2.3 Processus actifs

Situé au confluent de l'estuaire de la rivière Natashquan avec le golfe du Saint-Laurent l'évolution du littoral adjacent à la réserve de Nutashkuan est fortement influencée par la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire et par la dérive littorale. Du côté de l'estuaire, la terrasse de plage est érodée par les courants fluviaux (suite à de fortes précipitations, une fonte rapide du couvert nival ou un déplacement du chenal), les courants de marée et les vagues associées aux vents de tempête. L'action des glaces sur la falaise lors de la débâcle printanière participe aussi à fragiliser cette dernière. La falaise ainsi mise à nue est sensible aux processus éoliens qui prennent en charge d'importantes quantités de sable. La circulation en VTT et en 4X4 est intensive sur ces berges et cela contribue à la dégradation de la végétation, ce qui favorise la prise en charge du sable par le vent. Les vents de tempêtes et les basses pressions, en conjoncture avec des grandes marées, peuvent aussi participer à inonder le secteur, tout particulièrement au niveau du canal de drainage (Figure 77). Du côté du golfe, la côte est alimentée par la dérive littorale qui fait transiter le sable de l'estuaire vers la terrasse de plage. Bien que ce secteur soit globalement en accumulation, les processus pouvant contribuer à son recul sont les vagues de tempêtes, qui peuvent aussi parfois submerger certains secteurs. La circulation intensive en VTT et en 4X4 limite aussi l'établissement de la végétation du haut de plage et participe à dénuder la terrasse de plage. Ces surfaces mises à nues sont par la suite sensibles aux processus éoliens.



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005. Limites administratives: RN Canada, 2006. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 4.

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 77. Portrait actuel des berges de la réserve de Nutashkuan

5.4 Évolution historique de la côte

5.4.1 Analyse globale des taux de déplacement

L'analyse de l'évolution historique de la côte entre 1930 et 2005 se fait directement en lien avec les planches 1 à 3 qui rassemblent les données nécessaires à la compréhension.

La figure 82 présente le bilan des taux de déplacement par type de côte et par période pour l'ensemble de la zone à l'étude. Au regard de cette figure, on constate que malgré les différentes fluctuations de la ligne de rivage dans l'espace et dans le temps, le littoral de la région est globalement en accumulation depuis 1930 (0,47 m/an) et tout particulièrement au niveau des côtes à terrasse de plage (0,98 m/an entre 1930 et 2005). Les côtes à falaise meuble, à flèche littorale et à terrasse alluviale présentent toutefois un bilan négatif avec des taux moyens de recul respectifs de -0,38 m/an, -0,45 m/an et -0,22 m/an. La région utilisée par les résidents de Nutashkuan présente des taux globaux négatifs seulement entre 1930 et 1949 (-0,30 m/an). Il s'agit par ailleurs de la seule période où les côtes à terrasses de plage enregistrent un bilan négatif (-0,22 m/an). Les intervalles de 1949 à 1965 et de 1979 à 1989 sont caractérisés par une accumulation respective de 0,93 m/an et de 0,82 m/an et sont séparés par une période de stabilité entre 1965 et 1979 (0,01 m/an). L'accumulation la plus importante apparait lors de la période la plus récente soit entre 1997 et 2005 (1,04 m/an). Encore une fois, on remarque que cette accumulation est particulièrement marquée au niveau des terrasses de plage pour la même période (2,29 m/an). Cette accumulation récente s'apparente aux données recueillies dans la région d'Ekuanitshit pour la même période (taux d'accumulation de 1,09 m/an). On constate aussi qu'il semble y avoir un cycle de 10-15 ans dans le patron d'accumulation et d'érosion. Les périodes de forte accumulation ou d'érosion sont séparées par des périodes de faible accumulation ou de faible érosion (Figure 78).

Cette analyse globale de l'évolution du littoral ne rend pas compte des disparités dans la vitesse de déplacement de la ligne de rivage à plus grande échelle et ces dernières peuvent avoir des répercussions importantes sur l'aménagement du territoire. Ainsi, afin de caractériser plus finement la dynamique sédimentaire du milieu, le territoire a été divisé en six secteurs (A à F) comprenant différentes unités homogènes (1 à 14c). Tel qu'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.

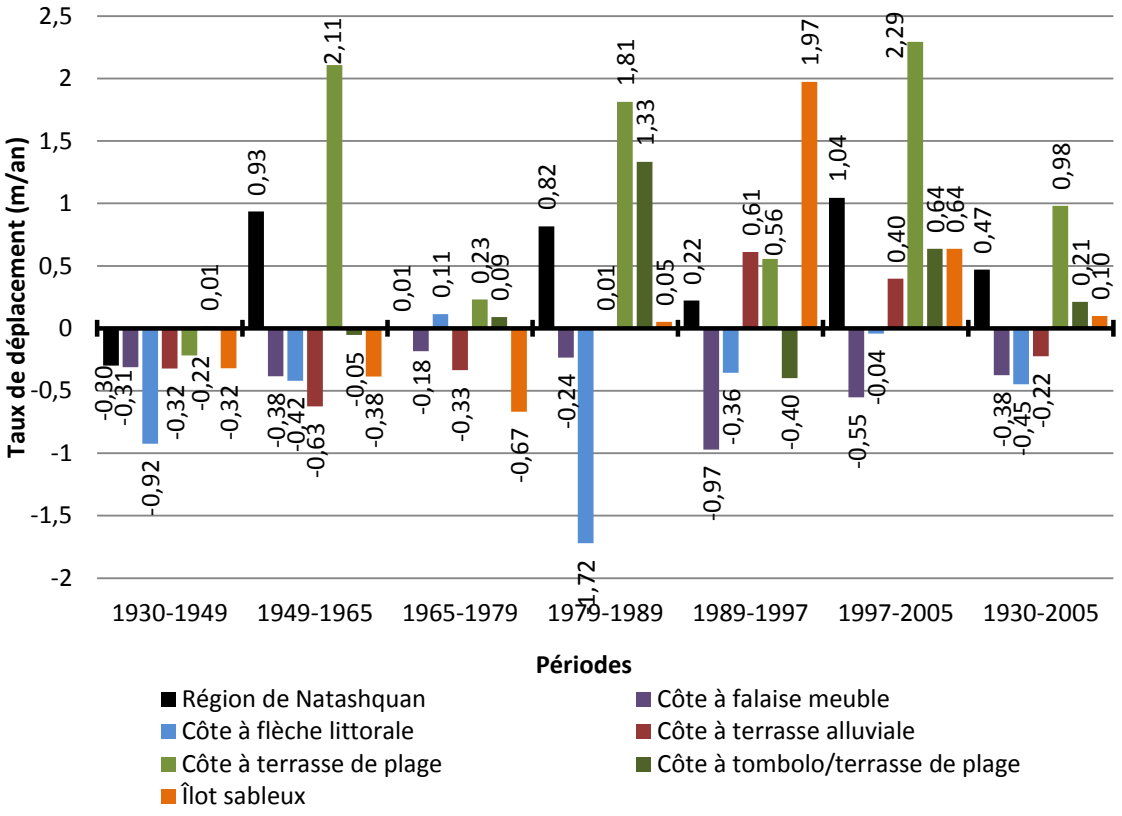


Figure 78. Taux de déplacement de la région de Natashquan par type de côte et par période

5.4.2 Analyse par secteur des taux de déplacement

5.4.2.1 Secteur A – Estuaire de la Petite rivière Natashquan

Le secteur de l'estuaire de la Petite rivière Natashquan (A) est situé à l'extrémité nord de la zone d'étude et est délimité par la Petite rivière Natashquan au nord et par la partie la plus avancée du tombolo au sud (Planche 1). Ce secteur comprend une falaise meuble, une terrasse de plage et un tombolo. La falaise meuble située à l'aval de la Petite rivière Natashquan a enregistré son recul moyen le plus important entre 1949 et 1965 (-0,19 m/an) alors que la terrasse de plage et la côte à tombolo ont pour leur part enregistré des reculs importants entre 1930 et 1949 (-0,61 m/an) ainsi qu'entre 1979 et 1989 (-0,48 m/an) (Figure 79). La valeur maximale de recul mesurée pour la falaise a été de -0,45 m/an lors de la période de 1949 à 1965 (Planche 1). Il faut aussi souligner que certains segments de la falaise sont artificialisés depuis au moins 1965. La valeur maximale de recul mesurée pour la côte à terrasse de plage a été de -0,97 m/an lors de la période de 1979 à 1989 (Planche 1).

Ce secteur affiche un déficit sédimentaire sur l'ensemble des intervalles entre 1930 et 1997 alors que le bilan est stable pour la période de 1997 à 2005 (0,00 m/an). Le bilan global pour la période de 1930 à 2005 demeure toutefois négatif (-0,21 m/an) (Figure 79).

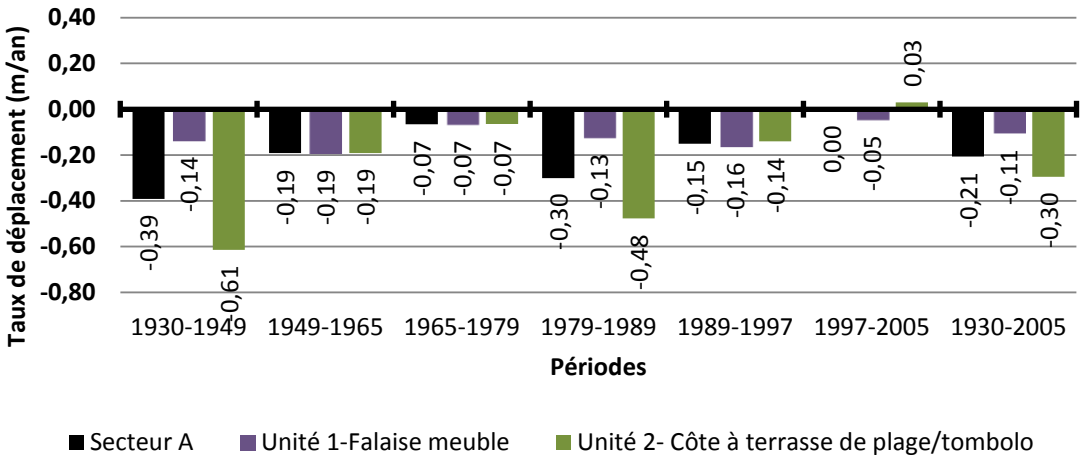


Figure 79. Taux de déplacement du secteur A par unité et par période

5.4.2.2 Secteur B – Terrasse de plage de Natashquan

Le secteur de la terrasse de plage de Natashquan (B) est compris entre la partie la plus avancée du tombolo au nord de la zone d'étude et l'extrémité sud de la terrasse de plage, au confluent de la rivière Natashquan (Planche 1). Il s'agit du secteur avec le plus important bilan historique positif de l'ensemble de la zone d'étude (1,53 m/an entre 1930 et 2005) (Figure 80). Les périodes les plus intenses d'accumulation se sont produites entre 1949 et 1965 (3,90 m/an) ainsi qu'entre 1997 et 2005 (3,37 m/an). Seule la période entre 1989 et 1997 a enregistré un bilan négatif avec un taux moyen de recul de -0,19 m/an. Les valeurs maximales d'érosion et d'accumulation ont été respectivement de -3,12 m/an (1989-1997) et de 7,32 m/an (1997-2005) (Planche 1). Encore une fois, on observe un cycle dans la vitesse de déplacement de la ligne de rivage, soit des périodes de fort déplacement qui alternent avec des périodes de faible déplacement.

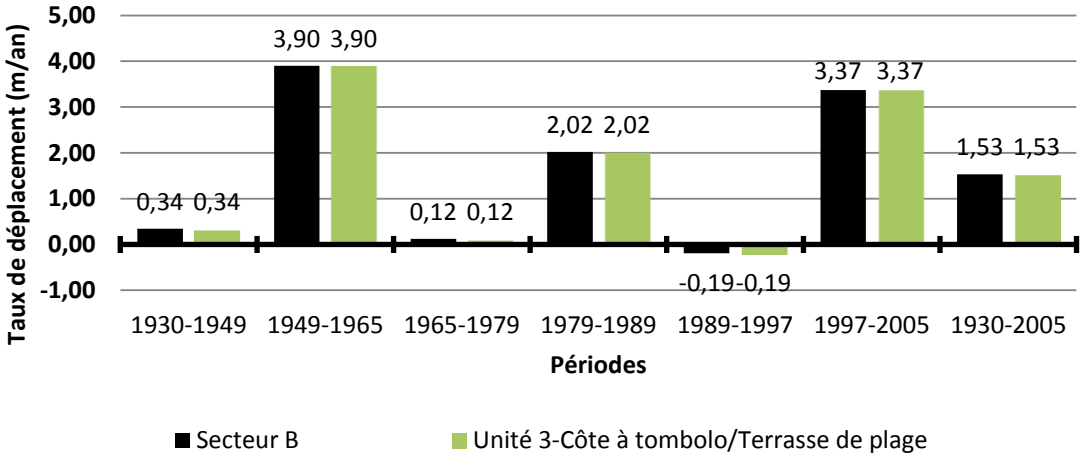


Figure 80. Taux de déplacement du secteur B par unité et par période

5.4.2.3 Secteur C- Rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan

Le secteur C comprend la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan qui a pu faire l'objet de l'évolution historique (Planche 2). Il est composé d'une terrasse de plage en aval et d'une falaise meuble en amont (Planche 2). Il s'agit du secteur avec le plus important bilan historique négatif de la zone d'étude (-0,60 m/an entre 1930 et 2005) (Figure 81). Ce secteur est en recul continu depuis 1949. La période la plus intense de recul étant de 1989 à 1997 (-1,06 m/an). Seule la période entre 1930 et 1949 a été relativement stable (0,06 m/an) au niveau de la terrasse de plage.

Il est intéressant de spécifier que pour la terrasse de plage, située en aval, le taux de recul moyen le plus élevé a été de -1,66 m/an lors de la période de 1965 à 1979 avec une valeur maximale mesurée de -3,93 m/an (Figure 81 et Planche 2). Pour la falaise et la terrasse alluviale, le taux de recul moyen le plus important a été de -1,05 m/an entre 1989 et 1997 et avec une valeur maximale mesurée de -3,71 m/an.

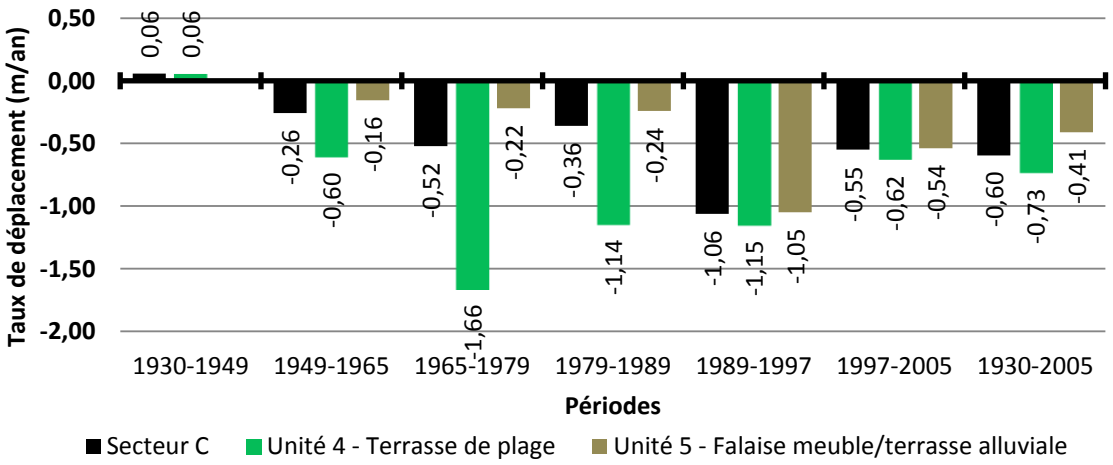


Figure 81. Taux de déplacement du secteur C par unité et par période

5.4.2.4 Secteur D- Rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan

Le secteur D englobe l'ensemble de la rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan où on retrouve une majorité de falaises meubles et de terrasses alluviales ainsi qu'une flèche littorale en aval (Planche 3). Ce secteur accuse aussi un bilan historique négatif (-0,24 m/an) (Figure 82). Le recul de la rive sud de l'estuaire a été continu entre 1930 et 1979, avec la période la plus intense de recul entre 1949 et 1965 (-0,62 m/an). Lors de cette dernière période, des reculs de plus de 1 m/an ont été mesurés à quelques endroits au niveau de la falaise et de la terrasse alluviale (Planche 2). La période de 1979 à 1989 a été relativement stable (0,00 m/an) et depuis on observe de l'accumulation dans ce secteur (0,31 m/an entre 1989 et 1997 et 0,21 m/an entre 1997 et 2005), tout particulièrement en aval, par la formation d'une terrasse alluviale (Planche 3).

Il est intéressant de spécifier que la flèche littorale, en aval, a subi son plus important recul entre 1930 et 1949 (-0,94 m/an) avec une valeur maximale de -3,15 m/an (Figure 82 et Planche 2).

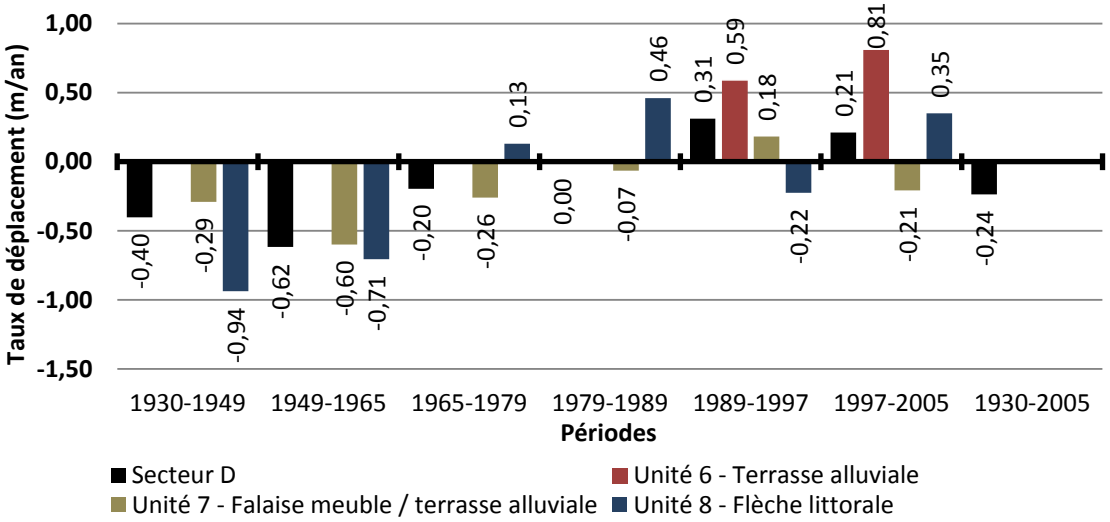


Figure 82. Taux de déplacement du secteur D par unité et par période

5.4.2.5 Secteur E- De la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan

Ce secteur s'étend de la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan, à l'extrémité est de la zone d'étude (Planche 3). Le bilan historique de ce secteur composé d'une flèche littorale, de terrasses de plage et d'une falaise meuble est légèrement positif, près de l'équilibre (0,16 m/an entre 1930 et 2005) (Figure 83). Ce bilan cache toutefois une très grande variabilité spatiale et temporelle dans la vitesse de déplacement de la ligne de rivage. Des valeurs extrêmes de 6,54 m/an et de -3,92 m/an ont été mesurées (Planche 3). Entre 1930 et 1965, ce secteur était globalement en recul, avec le taux moyen le plus intense enregistré entre 1930 et 1949, tout type de côte confondu (-0,98 m/an) (Figure 83). Depuis 1965, la zone est en aggradation continue. Deux périodes ont enregistré des taux d'accumulation similaires élevés soit 1979-1989 (1,22 m/an) et 1989-1997 (1,19 m/an).

Entre 1965 et 1979, le secteur s'était globalement stabilisé pour entrer dans une dynamique de déplacements des sédiments du sud-est vers le nord-ouest de 1979 à 2005 (Figure 83). Durant ces périodes, on observe d'importants reculs au niveau de la falaise meuble au sud-est et une accumulation des terrasses de plage au nord-ouest (Planche 3). En effet, le recul de la falaise a enregistré les taux les plus élevés pour les périodes récentes avec un taux de -3,04 m/an entre 1989 et 1997 et de -1,56 m/an entre 1997 et 2005. La flèche littorale est, quant à elle, demeurée en érosion pour l'ensemble de cette période avec le taux le plus intense de recul durant la période de 1979 à 1989 (-3,36 m/an), recul qui s'est tout de même estompé entre 1989 et 2005.

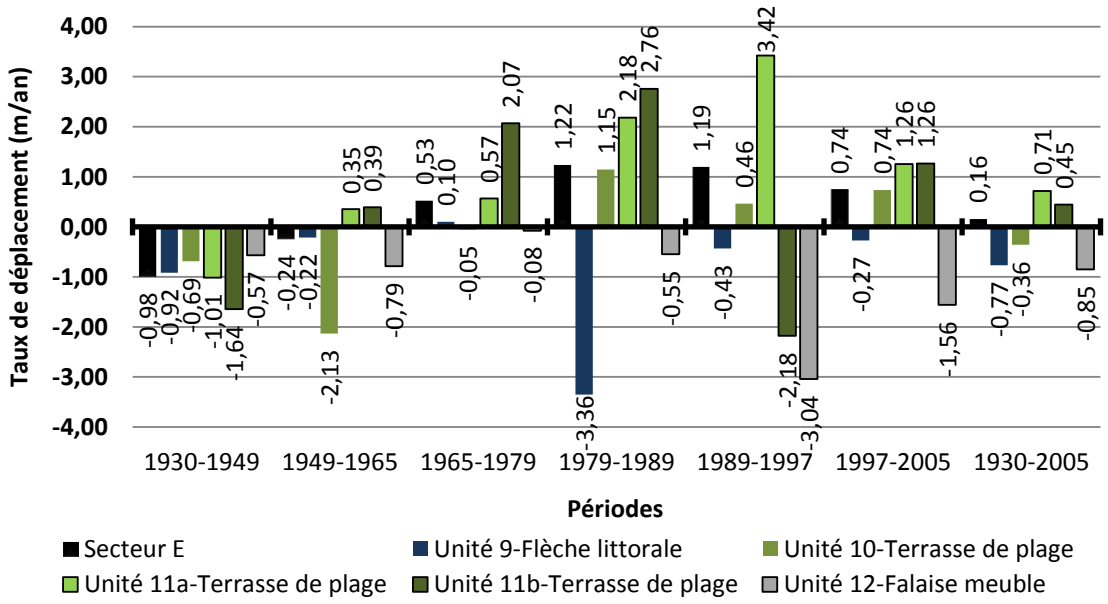


Figure 83. Taux de déplacement du secteur E par unité et par période

5.4.2.6 Secteur F – L'île Sainte-Hélène

Ce secteur comprend l'ensemble du littoral de l'île Sainte-Hélène, tant en amont qu'en aval de la rivière Natashquan (Planche 2). Le bilan historique de l'île Sainte-Hélène montre une faible accumulation qui s'apparente à un équilibre sédimentaire (0,0 m/an) (Figure 84). Dans son ensemble, le littoral de l'île avait diminué entre 1930 et 1979, avec le taux de recul le plus intense enregistré entre 1965 et 1979 (-0,67 m/an). Depuis 1979, le littoral de l'île est plutôt en accumulation avec le taux moyen le plus intense de progradation enregistré entre 1989 et 1997 (1,97 m/an).

Il est intéressant de remarquer qu'à l'exception de la période de 1930 à 1949, où l'ensemble de l'île était en érosion, le sens du déplacement du littoral (érosion vs accumulation) de la partie aval versus la partie amont est généralement en opposition. Exceptionnellement, lors de la période de 1949 à 1965, la partie aval de l'île accusait un recul (-1,53 m/an) alors que sa partie amont sud était en accumulation (1,12 m/an). Depuis 1965, la façade aval, tournée vers le golfe

du Saint-Laurent, est en accumulation alors que la façade amont, exposée vers l'estuaire, est en érosion. La période la plus intense de recul de la partie amont s'est déroulée de 1979 à 1989 (-3,21 m/an) dans la partie sud (unité 14c) alors que la période la plus intense d'accumulation de la partie aval s'est déroulée entre 1989 et 1997 (5,77 m/an) (Figure 84). Ainsi, on remarque que, globalement, l'île Sainte-Hélène tend à se déplacer vers le large. De plus, depuis 1979 la pointe nord de l'île s'engraisse et se déplace vers le nord (Planche 2).

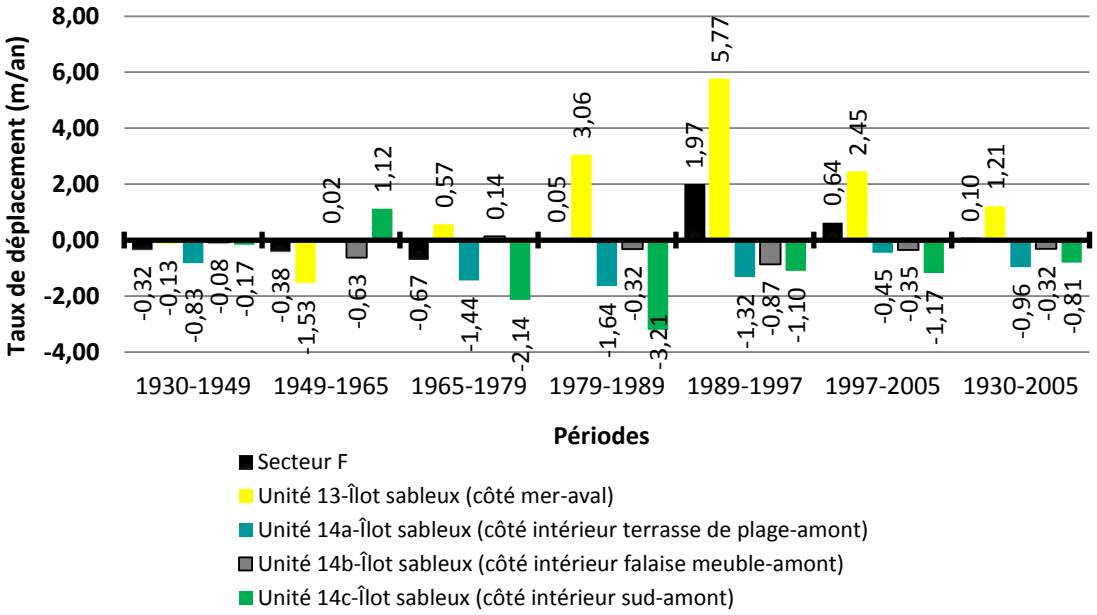


Figure 84. Taux de déplacement du secteur F par unité et par période

5.4.3 Constats généraux

Au regard des données sur l'évolution historique du littoral de la région de Natashquan, on constate que seule la période de 1930 à 1949 enregistre un bilan négatif avec un taux de recul moyen de -0,30 m/an. Cependant, la période de 1949 à 1965, malgré qu'elle enregistre un bilan global positif (0,93 m/an), est celle qui présente le plus grand nombre de secteurs avec un bilan négatif. Le bilan positif de 1949 à 1965 est nettement influencé par le secteur B qui est le seul à présenter un bilan positif avec une valeur très élevée de 3,90 m/an. Toujours, à l'échelle historique et globale, la période récente (1997-2005) enregistre le plus fort taux d'accumulation avec une valeur de 1,04 m/an et est aussi la période qui présente le plus grand nombre de secteurs avec un bilan positif.

La région de Natashquan présente un patron cyclique dans le rythme de déplacement de la ligne de rivage alternant généralement d'une période de faible accumulation ou d'érosion à une période de forte accumulation. Cette dynamique sédimentaire est particulièrement évidente pour la longue façade maritime à terrasse de plage du village de Natashquan à la pointe Parent (secteur B).

Au niveau de l'estuaire de la rivière Natashquan, on remarque qu'à l'exception de la période de 1930 à 1949, la rive nord a toujours été en érosion alors que pour la rive sud, elle a été en érosion entre 1930 et 1979 et depuis, elle enregistre un bilan positif. On constate aussi que l'île Sainte-Hélène présente les mêmes tendances d'évolution que la rive sud de l'estuaire.

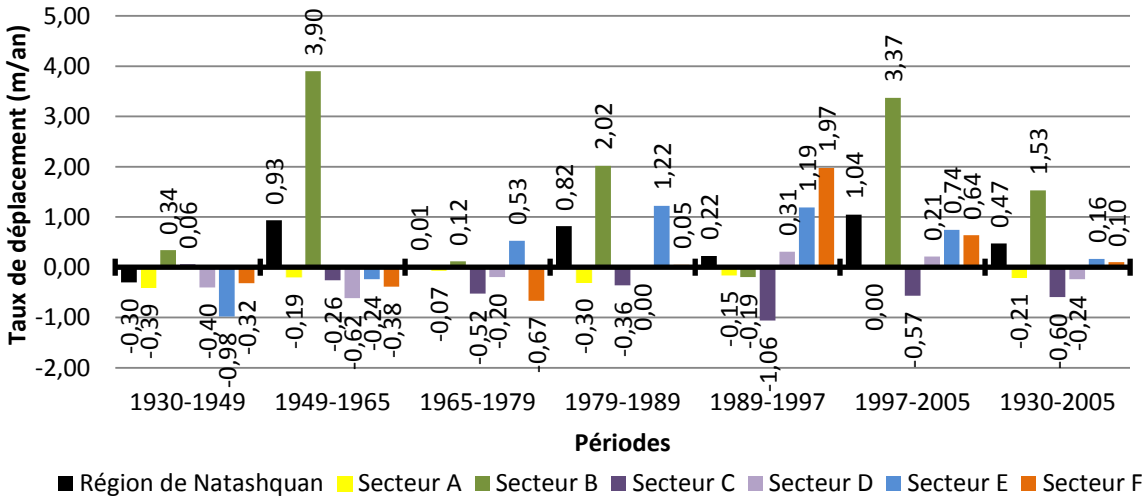
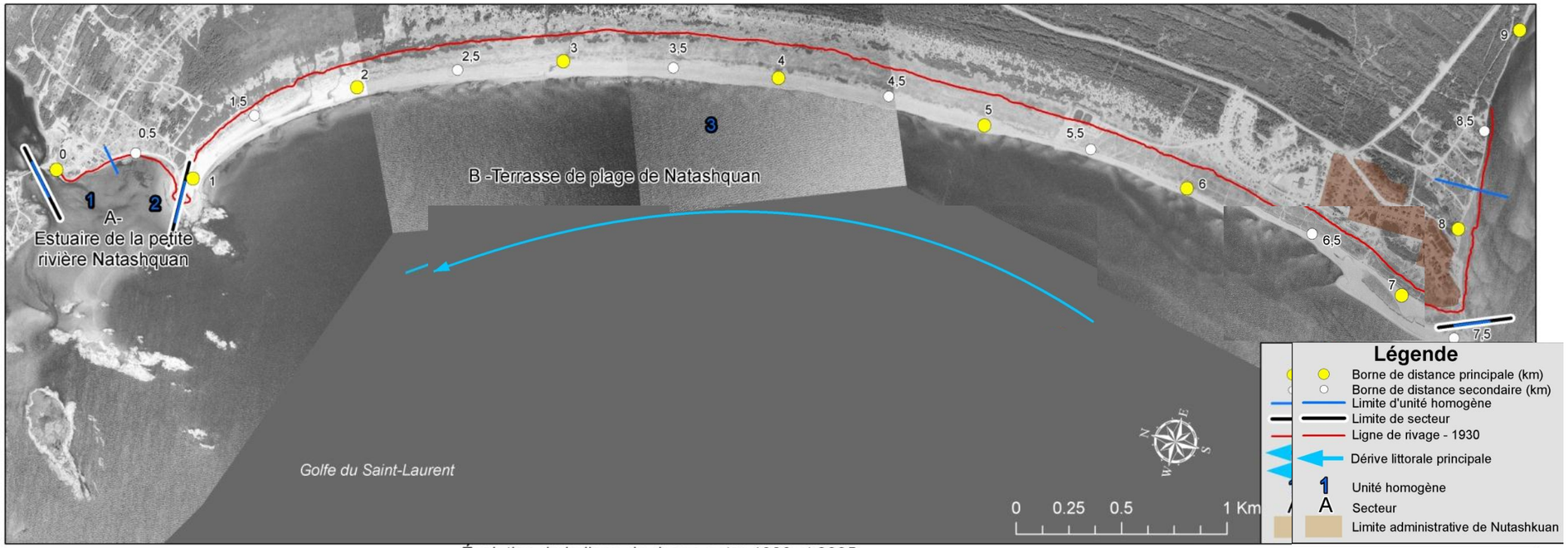
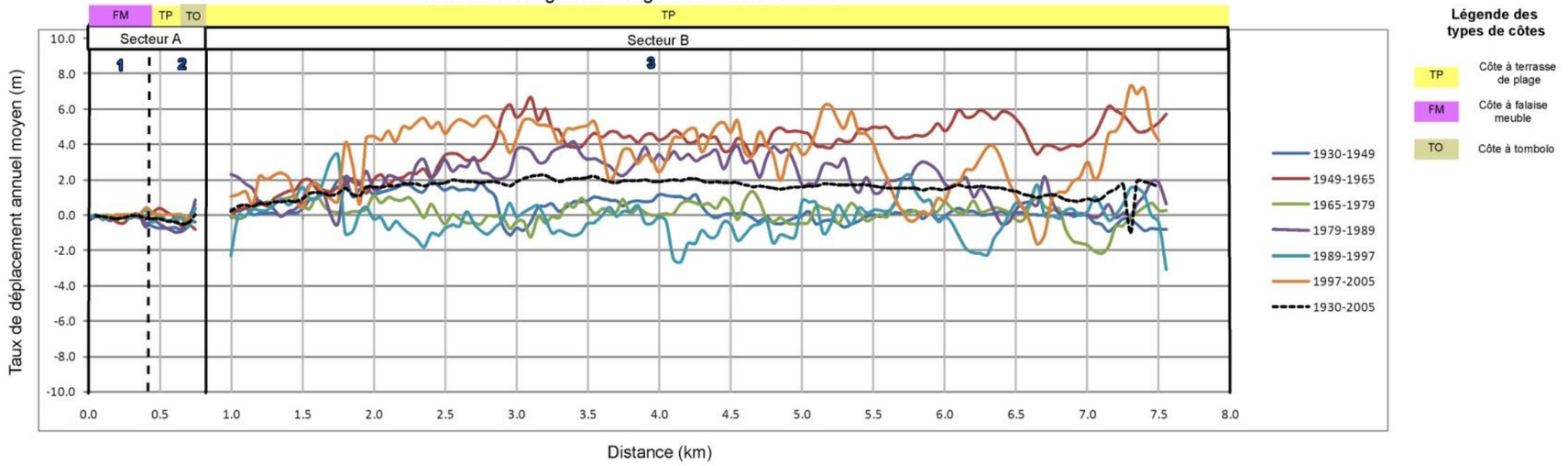


Figure 85. Taux de déplacement des secteurs de la région de Natashquan par période

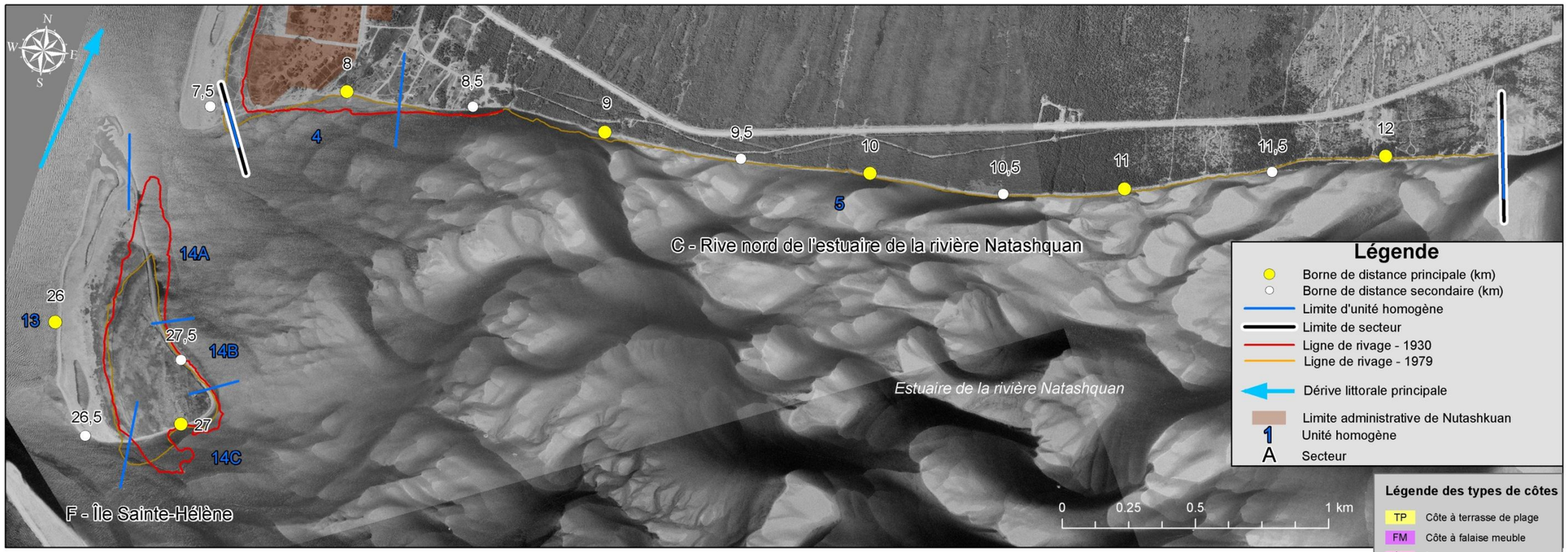


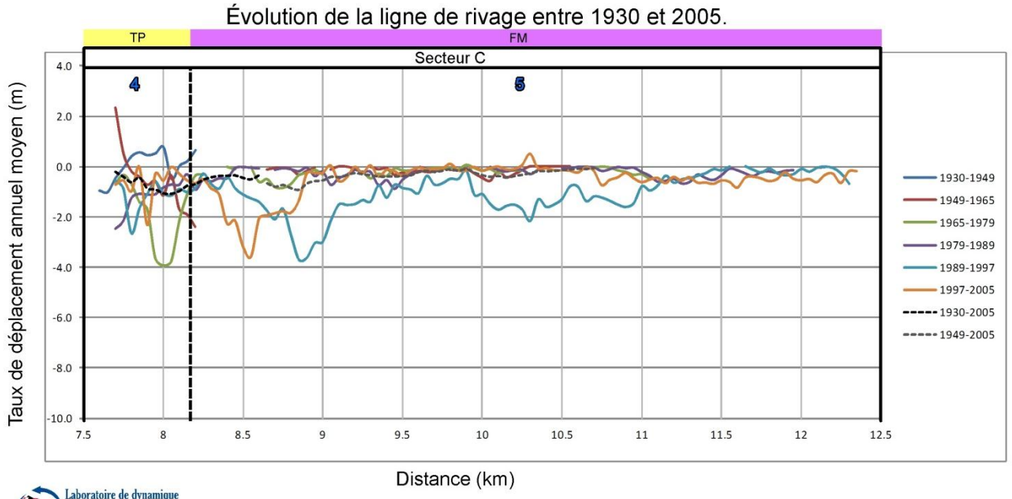
Évolution de la ligne de rivage entre 1930 et 2005.

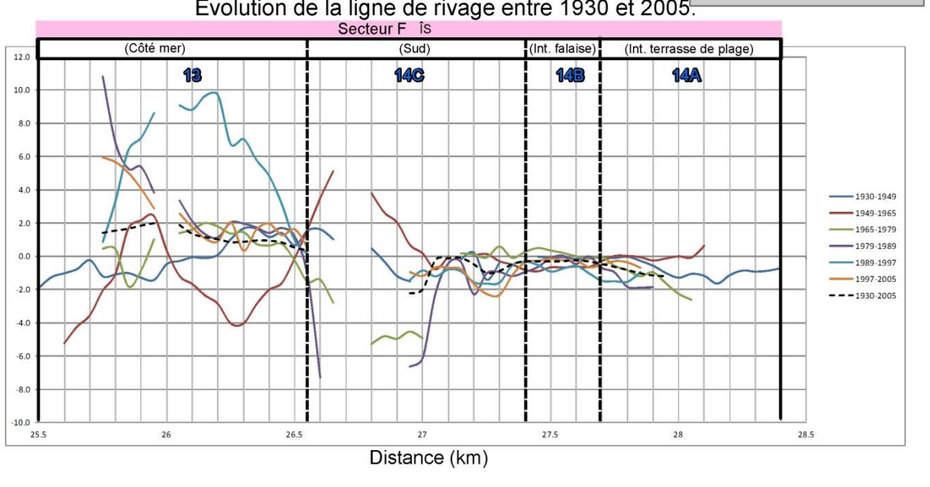


Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B de la région de Natashquan





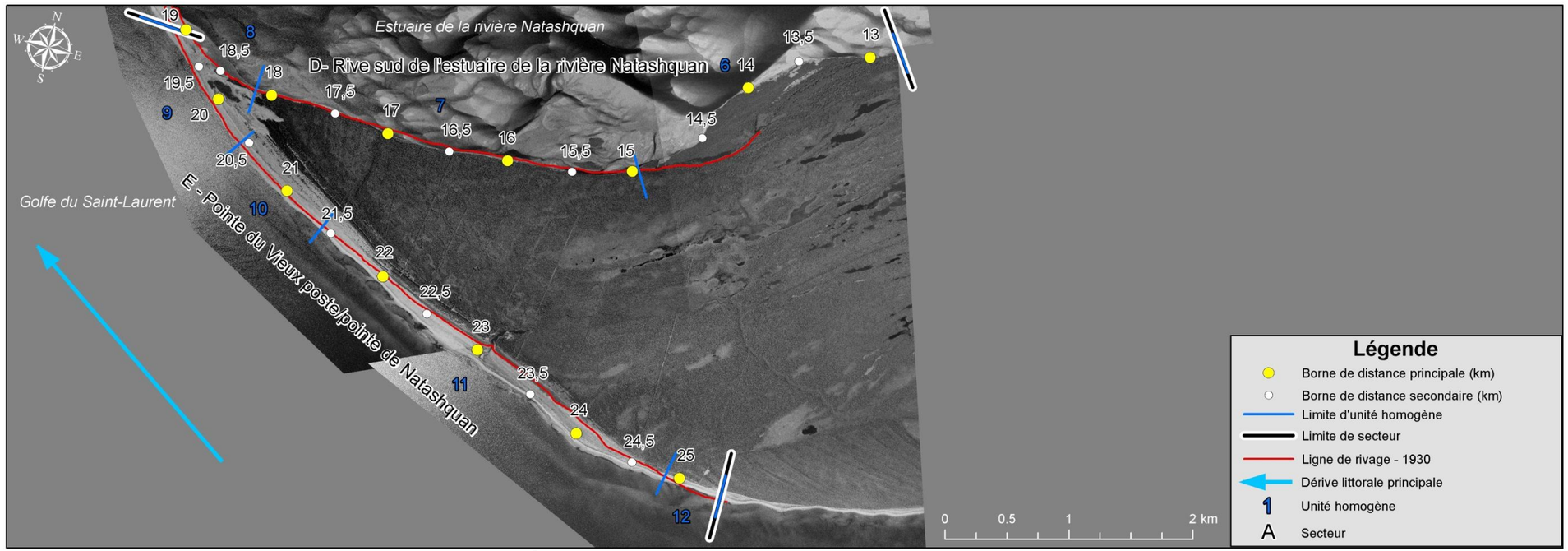


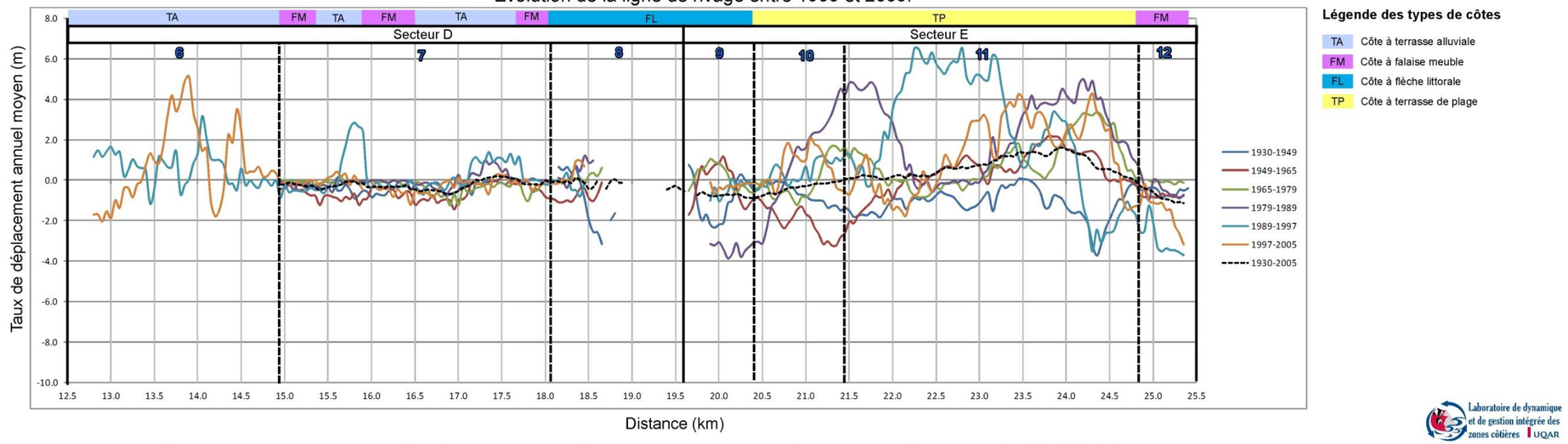
Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Note : l'abscisse des graphiques doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000.
Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4.

Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C et F de la région de Natashquan





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. Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 4.

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Planche 3. Évolution côtière historique des secteurs D et E de la région de Natashquan

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 littoral à l'horizon 2060, il importe d'identifier les facteurs-clés de l'évolution des différents types de côte. Cet exercice a été réalisé à l'aide des connaissances fondamentales et empiriques de la dynamique des différents types de côte 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 19), 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 27). Le comportement de ces facteurs-clés d'évolution, dans le contexte des changements climatiques appréhendés (Chapitre 0), permet de déterminer le scénario d'évolution à préconiser.

Tableau 27. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Natashquan

Type de côte	Falaise meuble côtière	Terrasse de plage/tombolo	Terrasse de plage (estuaire de la rivière)	Flèche littorale	Terrasse alluviale (estuaire)	Falaise meuble estuaire	Îlot sableux (côté exposé au golfe du Saint-Laurent et côté vers la rivière)
Processus	-Décrochement superficiel -Vagues -Écoulement fluvial -Actions anthropiques	-Vagues -Transit sédimentaire	-Écoulement fluvial -Vagues -Vent	-Vagues -Écoulement fluvial -Transit sédimentaire	-Écoulement fluvial	-Écoulement fluvial	-Vagues -Transit sédimentaire -Écoulement fluvial
Constats sur l'évolution	La période de plus fort recul a été de 1949 à 1965.	Les terrasses de plage présentent généralement un bilan positif, elles sont donc des zones d'accumulation et leur évolution dépend des apports sédimentaires des zones en amont. La période de 1930 à 1949 demeure toutefois une période déficitaire.	La période de plus fort recul a été de 1965 à 1979 en raison d'une conjoncture de facteurs, soit le fort régime hydrologique, le grand nombre de tempêtes et une faible étendue de glace.	Les périodes de 1930 à 1949 et de 1979 à 1989 ont enregistré des forts taux de recul en raison du régime hydrosédimentaire de l'estuaire et du transit sédimentaire assuré par la dérive littorale.	La période de fort recul a été de 1949 à 1965 alors que la période 1989 à 2005 est en accumulation.	Les périodes de 1989 à 1997 et de 1997à 2005 sont les plus actives sur la rive droite et la période de 1949 à 1965 est la plus active sur la rive gauche.	La période de forte érosion est de 1949 à 1965 du côté du golfe et de 1965 à 1989 du côté de l'estuaire. L'île a tendance à migrer vers le large. L'évolution de l'île est fortement conditionnée par le régime hydrologique de la rivière.

Facteurs-clés	**Température** La période de 1949 à 1965 est caractérisée par des températures moyennes hivernales plus chaudes que la normale et enregistre, en 1958, l'anomalie maximum la plus élevée mesurée entre 1930 et 2005. L'anomalie moyenne des degrés-jour de gel a été la plus faible au cours de cette période. **Précipitations** Les précipitations de pluie annuelle ont aussi été les plus importantes lors de la période de 1949 à 1965. Cette période a aussi enregistré le plus grand nombre annuel d'événements de pluies diluviennes, peu importe les seuils et le plus grand nombre d'événements hivernaux. En août 1949, la station a enregistré le record du maximum de mm de pluie atteint en 24 h (90,9 mm). Ces événements ont favorisé l'érosion fluviale à la base de la falaise. **Couverture glacielle** Cette période hivernale a été chaude et la couverture de glace devait être faible et la côte davantage exposée aux vagues de tempête. **Action anthropique** L'évolution naturelle de la falaise a été limitée par l'implantation d'une structure de protection présente en 1965.	**Transit sédimentaire** Les reculs les plus importants des terrasses de plage correspondent aux périodes où il y a une réduction des apports sédimentaires, soit par une diminution des apports de la rivière (débit plus faible) ou encore par la réduction du recul des falaises en amont.	**Débit fluvial** Les anomalies des débits moyens et maximums de la rivière Natashquan ont été nettement plus élevées lors de la période de 1965 à 1979. **Tempêtes et couverture de glace** La période de 1965 à 1979 est celle qui a connu la plus grande fréquence de jours de tempêtes de 70 km/h et plus entre 1971 et 2005. Des hivers plus chauds que la normale et une faible couverture de glace lors de cette période ont sans doute été des facteurs déterminants puisque 79 % des tempêtes se sont produites en hiver.	**Débit fluvial** La flèche littorale a été sectionnée lors des fortes crues survenues entre 1979 et 1989. La période de 1930 à 1949 a aussi connu de l'érosion importante de la flèche littorale du côté de la rivière Natashquan. Le grand nombre d'événements de pluies diluviennes a augmenté le débit de la rivière et la présence d'un chenal actif a favorisé l'érosion de la flèche. **Tempêtes et glace côtière** Entre 1979 et 1989, les températures moyennes hivernales ont été beaucoup plus chaudes que la normale avec une réduction importante du nombre de degrés-jours de gel et une diminution de la couverture de glace, et ce dans une période avec un nombre assez élevé de tempêtes. Présence de lobes de débordements de tempête sur la flèche lors de cette période. **Transit sédimentaire** La période de 1930 à 1949 correspond à une réduction des apports sédimentaires en raison de la diminution de l'érosion des falaises côtières au sud-est.	**Débit fluvial** La période de 1949 à 1965 a connu le plus grand nombre d'événements de pluies diluviennes, ce qui a favorisé l'érosion par sapement basal. Les fortes pluies de 1958 ont occasionné de fortes crues et engendré des reculs importants des berges de la rivière. À l'opposé, la période de 1989 à 2005 enregistre de faibles débits moyens favorisant l'ensablement du lit majeur de l'estuaire et la formation de terrasses alluviales sur sa rive gauche.	**Débit fluvial et transit sédimentaire** La période de 1989 à 2005 enregistre de faibles débits moyens favorisant l'ensablement du lit majeur de l'estuaire, ce qui favorise la migration d'un chenal actif vers la falaise de la rive droite, et par conséquent le sapement de sa base. Il en résulte le comblement de chenaux qui bordaient la falaise de la rive gauche, ce qui réduit les taux de recul de la falaise. La période 1989 à 1997 a connu plus de dix événements de débits atteignant des niveaux historiques. La période de 1949 à 1965 a connu le plus grand nombre d'événements de pluies diluviennes, ce qui a favorisé l'érosion de la falaise de la rive gauche en raison d'un chenal actif au pied de la falaise.	**Tempête et couverture de glace** Selon la station de Sept-Îles, la période de 1953 à 1964 présente le nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/h et de 70 km/h le plus élevé. Toujours pour cette même séquence, les périodes printanières (mars-avril-mai) et hivernales (déc.-janv.-févr.) représentent les saisons les plus actives en nombre de jours de tempête dénombrés. Cette période a été une période hivernale chaude avec une couverture de glace réduite, ce qui a permis une exposition plus grande aux vagues de tempête. **Débit fluvial** La période de forte érosion du côté amont de l'île correspond à une période où les anomalies des débits maximums sont les plus élevées. Du côté aval, les forts taux d'accumulation sont enregistrés lorsque les débits moyens annuels sont faibles. Lors de ces périodes, l'île tend aussi à s'engraisser et se déplacer vers le nord.

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 1930 à 2005. Ce scénario implique donc que l'évolution future de la côte va s'effectuer selon des conditions semblables à celles du passé, considérant autant les reculs que les avancées de la côte pour établir l'évolution future. Le scénario 1 considère donc que l'effet des changements climatiques ne modifiera pas le taux de déplacement de la ligne de rivage d'ici 2060. Le scénario 2, modifié de Bernatchez *et al.* (2008), considère comme plausible que l'intensité de l'érosion côtière, pour un même type de côte, soit comparable à la moyenne des taux d'évolution mesurés sur la période de 8 à 19 ans la plus intense comprise entre 1930 et 2005. Ce scénario implique donc une accélération de l'érosion côtière par rapport à la moyenne historique en raison des changements climatiques.

Le choix du scénario nécessite une bonne compréhension des facteurs et des processus qui conditionnent l'évolution côtière et de la manière dont ils seront affectés par les changements climatiques appréhendés. Nous avons choisi un des deux scénarios pour chacune des 17 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.

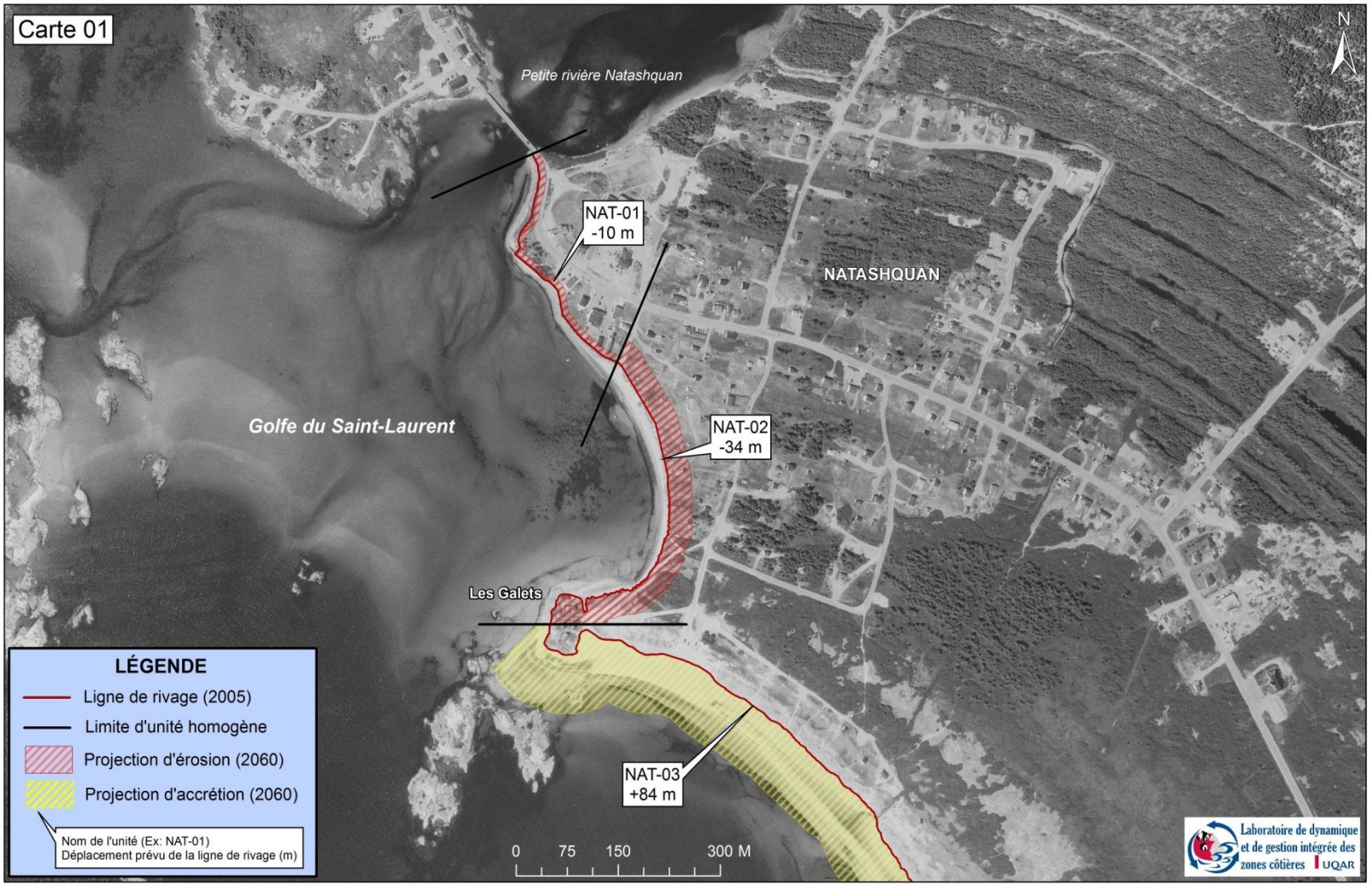
6.2 Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060

6.2.1 Secteur A – Estuaire de la Petite rivière Natashquan

Le secteur A est localisé en bordure du delta de la Petite rivière Natashquan. La côte est bordée d'un estran assez large (de près de 400 m) avec des bancs d'accumulation sableux ainsi que des chenaux de marée et des chenaux secondaires fluviatiles. La côte est partiellement protégée par des îlots et des écueils rocheux. Ce secteur est divisé en deux unités homogènes. La première unité (NAT-01) est constituée d'une falaise meuble. Cette falaise présente à l'échelle historique des valeurs de recul assez faibles avec un taux moyen de recul de -0,11 m/an entre 1930 et 2005. Elle connaît son recul le plus important dans la période de 1949 à 1965. Cette période est caractérisée par des températures moyennes hivernales plus chaudes que la normale et enregistre, en 1958, l'anomalie maximum la plus élevée mesurée entre 1930 et 2005. L'anomalie moyenne des degrés-jour de gel a aussi été la plus faible au cours de cette période

sur l'ensemble de la période d'analyse de 1930 à 2010. Les précipitations de pluie annuelle ont aussi été les plus importantes lors de la période de 1949 à 1964. Cette période a aussi enregistré la plus grande fréquence de pluies diluviennes hivernales alors qu'en août 1949 la station a enregistré le record pour le maximum de mm de pluie atteint en 24 h (90,9 mm). Les caractéristiques météorologiques ont donc favorisé des débits importants pour les rivières de cette région. En raison de la position de la falaise en bordure de l'embouchure de la rivière, les forts débits ont constitué un facteur-clé en favorisant le sapement de la base de la falaise par les courants fluviaux. Les conditions chaudes et de précipitations ont pu favoriser des décrochements superficiels dans la falaise. La présence de structures de protection a aussi tendance à réduire le recul de la falaise. Dans le contexte des changements climatiques, nous prévoyons une légère augmentation du recul de la falaise, qui devrait reculer d'environ 10 m d'ici 2060 (Figure 86).

La seconde unité (NAT-02) présente dans le secteur est caractérisée par une terrasse de plage ainsi qu'un tombolo. La période de recul la plus intense pour cette unité est de 1930 à 1949. Malheureusement, il manque plusieurs paramètres climatiques et hydrologiques pour cette période, de sorte qu'il est difficile de faire la relation entre l'évolution historique et les conditions climatiques et océanographiques. En raison de sa localisation, cette terrasse de plage peut être influencée par les courants fluviaux ainsi que par les vagues de tempête. Dans le contexte de la réduction du couvert de glace et de la provenance du nord-ouest des vents dominants et des tempêtes en hiver, la côte de l'unité NAT-02 sera davantage exposée aux vagues de tempête. Nous prévoyons donc un recul de près de 34 m pour 2060 (Figure 86).

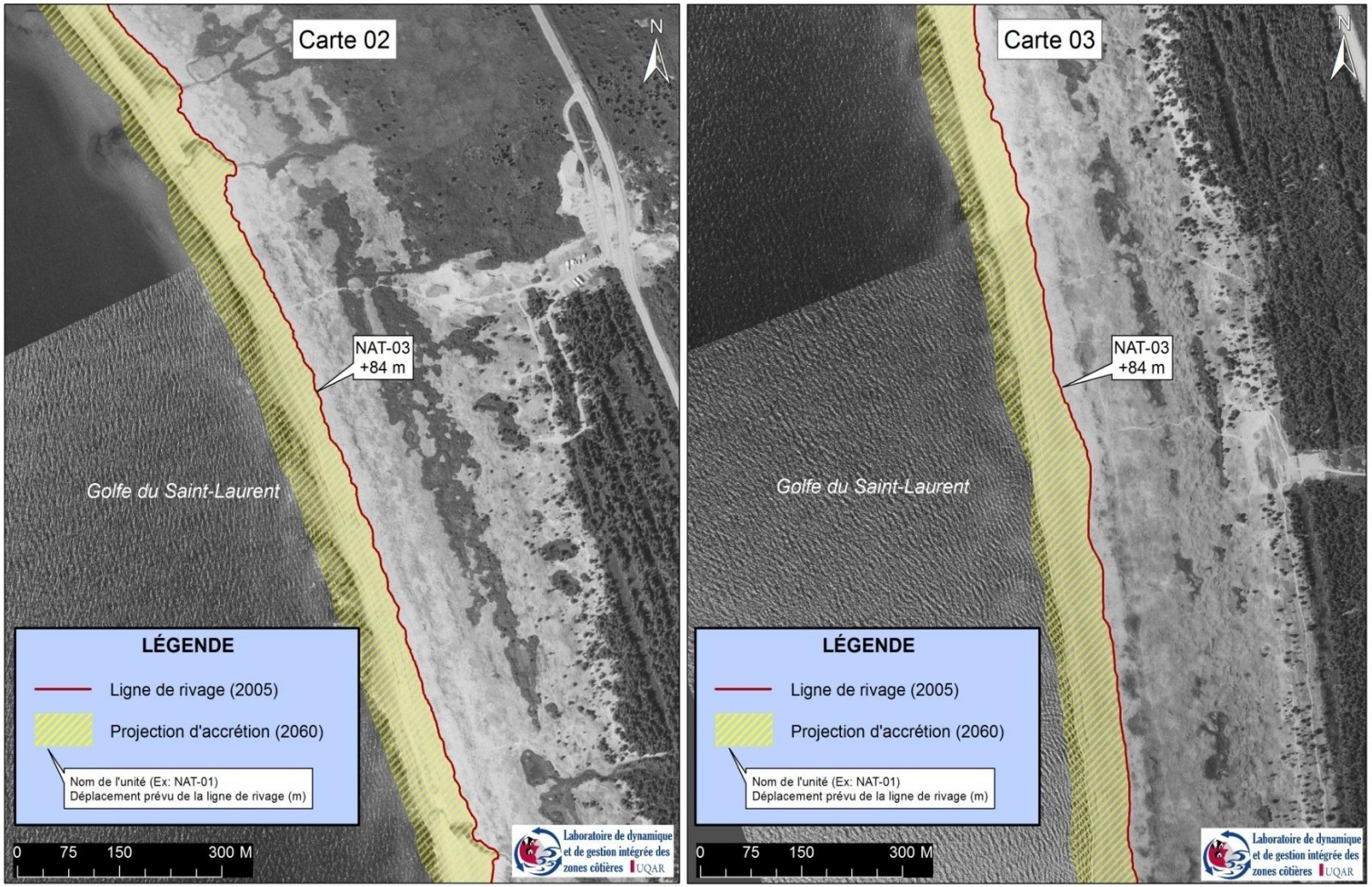


Sources : Fond de carte : Orthophotos 1 : 40 000 du MRNF, 2005. Ligne de rivage LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 86. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-01, NAT-02 et NAT-03

6.2.2 Secteur B- Terrasse de plage de Natashquan

Le secteur B fait partie d'un important système de plages et de sillons émergés qui semble avoir évolué de manière assez constante depuis plusieurs millénaires (Welsted, 1960; Sala et Long, 1989). La côte présente donc un bilan positif depuis longtemps. Entre 1930 et 2005, la côte a avancé à un rythme moyen de 1,53 m/an. Ce système de terrasse de plage est alimenté pas les apports sédimentaires de la rivière Natashquan qui présente une réserve en sable assez remarquable. Le lit majeur de la rivière est caractérisé par un nombre élevé de bancs alluviaux et les berges de l'estuaire à prédominance sableuse constituent une source sédimentaire non négligeable. Le paléodelta de la rivière Natashquan constitue aussi une réserve importante de sédiments qui sont particulièrement importants en épaisseur dans l'embouchure de l'estuaire et au sud de la pointe du Vieux Poste (Sala et Long, 1989). Lors des tempêtes du sud-est, les sédiments de surface du lobe deltaïque peuvent être remobilisés et venir ainsi alimenter la côte au nord. Seule la période de 1989 à 1997 a enregistré un bilan négatif avec un taux de recul moyen de -0,19 m/an. Les deux principaux facteurs qui ont pu réduire les apports sédimentaires et limiter l'engraissement en sable des plages sont le débit de la rivière Natashquan et la couverture de glace. Tout d'abord, selon l'analyse du régime hydrologique de la rivière, de 1982 à 2010, le débit moyen annuel et le débit moyen maximum ont été faibles lors de la période de 1989 à 1996, ce qui peut se traduire par une plus faible récurrence des évènements hydrologiques pouvant transporter des sédiments. Cette période est aussi caractérisée par des températures moyennes annuelle et hivernale les plus froides, par le plus grand nombre de degrés-jours de gel et par le plus faible nombre de jours de redoux hivernaux, ce qui s'est traduit par l'anomalie moyenne positive la plus élevée pour la couverture de glace sur le golfe du Saint-Laurent. En période d'un important couvert de glace côtière, les échanges sédimentaires entre la plage et le bas estran sont faibles, ce qui s'est traduit par un bilan négatif. Dans le contexte des changements climatiques, le secteur B devrait donc continuer à être alimenté en sédiments sableux. D'ailleurs, la période récente (1997-2005) qui a enregistré les températures hivernales les plus chaudes, la plus faible étendue de glace côtière et la fréquence de tempête avec des vents supérieurs à 50 km/h la plus élevée a été caractérisée par un bilan fortement positif avec un taux moyen de déplacement de la ligne de rivage de 3,37 m/an. La période de 1949 à 1965 qui est aussi caractérisée par des conditions hivernales chaudes et l'anomalie moyenne la plus faible pour les degrés-jours de gel a été caractérisée par le plus important taux de déplacement moyen de la ligne de rivage avec une valeur de 3,90 m/an. D'ailleurs, certains résidents ont mentionné que les températures au-dessus de la normale avaient aussi engendré un faible couvert de glace à l'hiver 1958. Cet hiver a enregistré pour la température moyenne hivernale, l'anomalie maximum la plus élevée entre 1930 et 2005. Ainsi, la côte devrait donc continuer d'avancer d'environ 84 m pour 2060 (Figure 87 et Figure 88).



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

Figure 87. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03

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

Figure 88. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03

6.2.3 Secteurs C, D et F – Estuaire de la rivière Natashquan

Les secteurs C, D et F doivent être analysés ensemble car ils font partie du même système hydrosédimentaire fortement influencé par le régime hydrologique de la rivière Natashquan et par sa dynamique estuarienne.

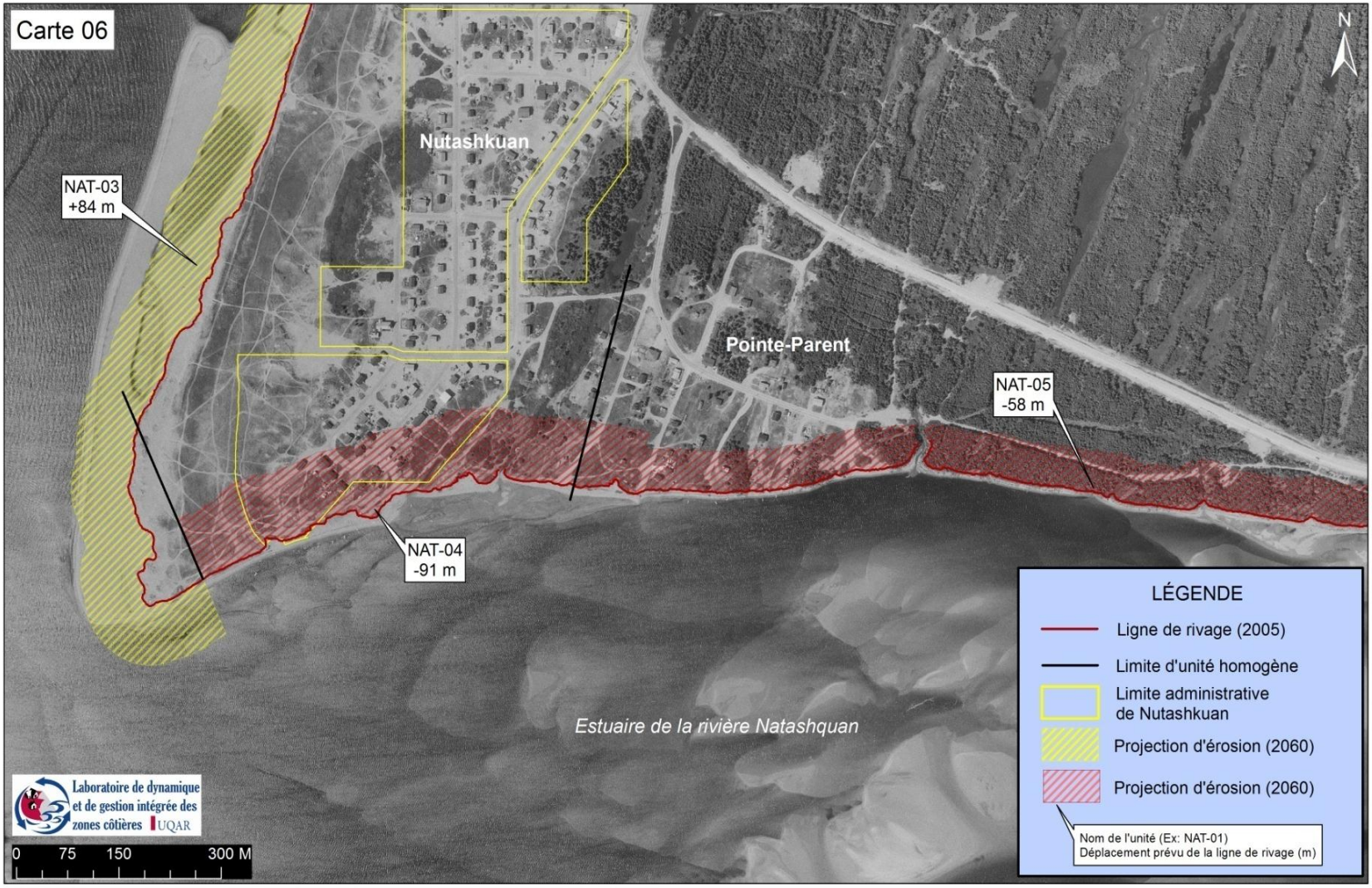
Le secteur C est situé sur la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan. Il comprend deux unités homogènes. La première est constituée d'une terrasse de plage (NAT-04) et la seconde d'une falaise meuble (NAT-05). L'évolution de ce secteur est principalement liée au régime hydrologique de la rivière qui conditionne l'érosion fluviale des berges. Le régime hydrologique détermine aussi le déplacement et la configuration des bancs d'accumulation, qui eux déterminent la localisation de chenaux secondaires en bordure de la rive dont les courants viennent saper la base de la berge. Depuis 1949, la tendance est au recul de la berge dans ce secteur. La terrasse de plage (unité NAT-04) a connu sa période la plus intense de recul entre 1965 et 1979 (-1,66 m/an). On peut voir sur les photographies aériennes de cette période qu'il y a un chenal qui longe la berge et qui a provoqué un surcreusement pour donner une forme concave à la berge. Les anomalies des débits moyens et maximums de la rivière Natashquan entre 1962 et 2010 ont par ailleurs été élevées lors de la période de 1965 à 1971. Entre 1965 et 1979, la configuration des bancs d'accumulation s'est nettement modifiée et ils se sont déplacés vers l'aval indiquant une forte compétence de la rivière à l'érosion et au transport sédimentaire. Par ailleurs, la partie amont de l'île Sainte-Hélène (NAT-14a) s'est fortement érodée au cours de cette période avec un taux de recul moyen de -1,44 m alors que sa partie aval (NAT-13) s'est engraissée à un rythme de 0,57 m/an. De plus, au cours du même intervalle de temps, la partie nord de l'île Sainte-Hélène et l'extrémité de la flèche littorale de la pointe Parent se sont déplacées et orientées vers le large, ce qui indique une dominance des processus fluviaux sur les agents marins. Cependant, les surcotes associées aux tempêtes ont pu aussi favoriser le gonflement du niveau des eaux de l'estuaire de la rivière Natashquan, car la période de 1965 à 1979 est celle qui a connu la plus grande fréquence de jours de tempêtes de 70 km/h et plus entre 1971 et 2005. Des hivers plus chauds que la normale (notamment en 1966, 1969 et 1970) et une faible couverture de glace lors de cette période ont sans doute été des facteurs déterminants puisque 79 % des tempêtes se sont produites en hiver. Ainsi, comme l'unité NAT-04 est localisée dans la partie aval de l'estuaire, elle est très sensible à une conjugaison de facteurs (un fort régime hydrologique, un grand nombre de tempêtes et une faible étendue de glace), une condition qui rend propice l'érosion tout au long de l'année. Dans le contexte des changements climatiques, la terrasse de plage (NAT-04) devrait donc reculer d'environ 91 m d'ici l'horizon 2060 (Figure 89). Le secteur de falaise meuble (NAT-05) en amont de la terrasse de plage (NAT-04) réagit différemment à la dynamique fluviale. Les deux périodes récentes connaissent les taux de recul les plus élevés, soit de -1,05 m/an (1989-1997) et de -0,54 m/an (1997-2005). Or, la période de 1989 à 1996 présente de faibles débits moyens annuels et maximums. À cet égard, il importe de différencier deux types d'évènements hydrologiques pouvant expliquer le taux de recul survenu entre 1989-1997. D'abord, l'analyse hydrologique permet d'identifier les évènements de crue ponctuels associés à une hausse subite du débit en automne et en été. Il est observé qu'entre 1989-1996, le nombre d'évènements de crue

ponctuels caractérisés par une augmentation de 100 m³/s par jour (Q/J) est le double des autres périodes à l'étude, soit 10 évènements. Ensuite, l'analyse hydrologique a aussi permis de cibler les évènements de crue définis par des débits différentiels, c'est-à-dire selon la différence entre le débit initial de la crue et le maximum de débit atteint lors de la crue. Cette analyse montre que la période de 1989 à 1996 englobe huit évènements de crue ayant un débit différentiel de 800 m³/s. La période suivante (1997-2005) a connu 11 évènements ayant une différence de débit de plus de 800 m³/s entre le début de la crue et la fin. Ces analyses peuvent, en partie, expliquer les forts taux de recul survenus entre 1989 et 1996 et entre 1997 et 2005. La tendance historique révèle, globalement, une diminution des débits maximums, cependant non significative. Or, on constate une tendance à l'ensablement du lit majeur de la rivière Natashquan qui fait en sorte de pousser et de maintenir des chenaux en bordure de la berge droite de la rivière, ce qui favorise l'érosion de la falaise de l'unité NAT-05. De plus, ponctuellement, le déplacement d'un méandre du chenal provoque une érosion prononcée de la berge, ce qui est le cas notamment de la partie aval de l'unité NAT-05 en bordure du village de Pointe-Parent. Dans ce contexte, le recul de l'unité NAT-05 devrait se poursuivre dans le futur sur environ 58 m d'ici 2060 (Figure 89 et Figure 90).

À l'opposé du secteur C, on observe sur le secteur D, qui est situé sur la rive sud de l'estuaire, une accumulation de sédiments qui tend à combler certains chenaux qui bordaient la falaise et qui contribuent par conséquent à réduire les taux de recul de la falaise (NAT-07). Dans une zone, il se forme même une terrasse alluviale qui vient complètement stabiliser la falaise (NAT-06). À l'instar de la falaise meuble (NAT-07), l'intérieur de la flèche littorale (NAT-08) recule de manière beaucoup plus importante lors de la période de 1930 à 1965. Ce recul est lié à la présence d'un chenal actif qui longe la berge devant ces deux unités lors de cette période. Ensuite, avec le comblement total ou partiel du chenal, son pouvoir d'érosion est atténué, ce qui réduit les taux de recul et provoque même pour certaines périodes un bilan positif. Le comblement de certains segments du chenal a pour conséquence de le faire dévier en direction du centre du lit de la rivière, de sorte qu'il n'a plus d'effet sur la berge, ce qui se traduit par un bilan positif pour certaines périodes. D'ailleurs, plusieurs résidents ont mentionné la tendance à l'ensablement de la rivière. Dans le contexte des changements climatiques, l'augmentation des précipitations devrait être plutôt faible d'ici 2060, de sorte que le scénario 1 semble plus approprié pour le secteur D. Ainsi, pour l'horizon 2060, l'unité NAT-06 devrait progader d'environ 39 m, l'unité NAT-07 devrait connaître un recul de -14 m et l'unité NAT-08 devrait reculer de -11 m (Figure 91, Figure 92 et Figure 93).

Malgré que l'île Sainte-Hélène soit le vestige de l'extrémité d'une ancienne flèche littorale qui était rattachée au nord à la pointe Parent il y a plus d'un siècle (Dubois *et al.*, 2006), sa dynamique depuis 1930 est principalement conditionnée par les agents fluviaux et le régime hydrologique de la rivière Natashquan. Son évolution est typique de celle d'un obstacle dans le lit d'une rivière. C'est-à-dire que son côté amont est généralement en érosion avec les taux les plus élevés lorsque l'anomalie des maximums des débits moyens est la plus élevée. Alors que son côté aval, soit celui qui est abrité par rapport aux agents fluviaux, connaît quant à lui un

bilan généralement positif avec des forts taux d'accumulation lorsque les débits moyens annuels sont faibles. D'ailleurs, lorsque les débits sont faibles, l'île tend à s'engraisser et à se déplacer vers le nord en comblant une partie du chenal d'embouchure de la rivière. La seule véritable période de recul s'est produite entre 1949 et 1965 avec un taux assez élevé de -1,53 m/an. Cette période est aussi la seule où l'ensemble des secteurs a connu un bilan négatif, à l'exception du secteur B qui a bénéficié des apports sédimentaires en raison du transfert latéral des sédiments par la dérive littorale. En l'absence de données sur les vents de la station de Natashquan pour cette période, nous avons analysé les vents de la station de Sept-Îles disponibles pour la période de 1953 à 2010. On constate que la période de 1953 à 1964 présente de loin le nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/h et de 70 km/h le plus élevé. Toujours pour cette même séquence, les périodes printanières (mars-avril-mai) et hivernales (déc.-janv.-févr.) représentent les saisons les plus actives en nombre de jours de tempête dénombrés. Comme mentionné auparavant, cette période a été une période hivernale chaude avec une couverture de glace réduite, ce qui a permis une exposition plus grande aux vagues de tempête. Au moins quatre évènements importants de tempêtes ressortent dans les archives lors de cette période (1955, 1960, 1962, 1964) et ont eu un impact sur la côte, dont une tempête qui était orientée SSO (Friesinger, 2009). D'ailleurs, c'est la seule période où les extrémités de l'île Sainte-Hélène prennent une forme recourbée vers l'intérieur de l'estuaire indiquant une dominance des processus hydrodynamiques côtiers. Dans le contexte des changements climatiques, on peut penser que la tendance historique au déplacement de l'île vers le large en raison de l'érosion du côté de l'estuaire et de l'accumulation du côté de la mer devrait se poursuivre pour les prochaines décennies. Du côté du golfe, au front de l'île, il y a une réserve assez importante en sédiments (Sala et Long, 1989). Le lobe deltaïque et les barres de sable provoquent le déferlement des vagues dans la zone prélittorale et peuvent ainsi assurer une alimentation en sable. Le scénario 1 est donc envisagé. L'unité NAT-13 (du côté du golfe) devrait continuer de s'engraisser d'environ 67 m alors que le côté face à l'estuaire devrait reculer de 53 m pour l'unité NAT-14A, de 18 m pour NAT-14B et de 45 m pour NAT-14C (Figure 93).



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

Figure 89. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-03, NAT-04 et NAT-05

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

Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-05

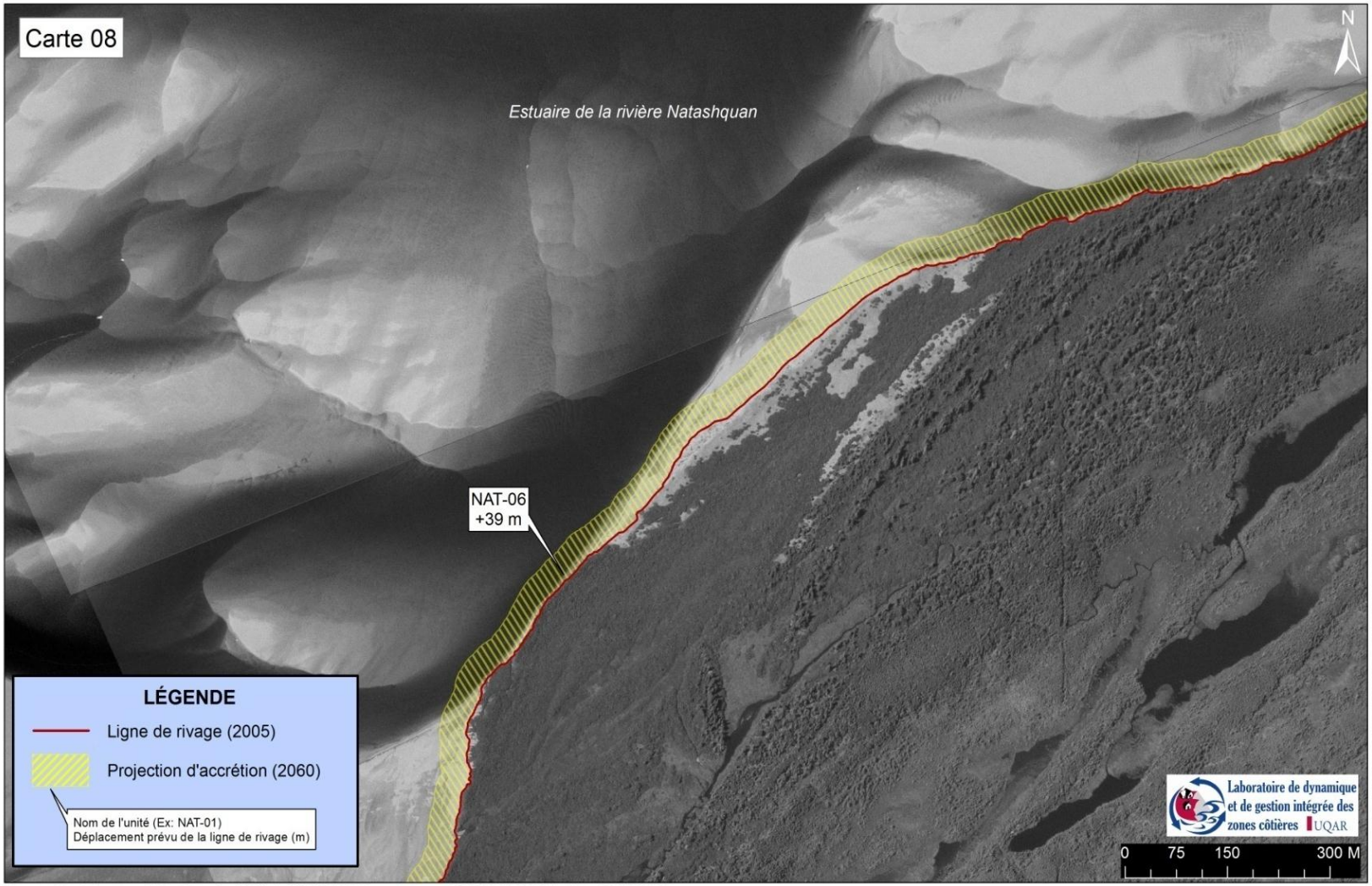


Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-06

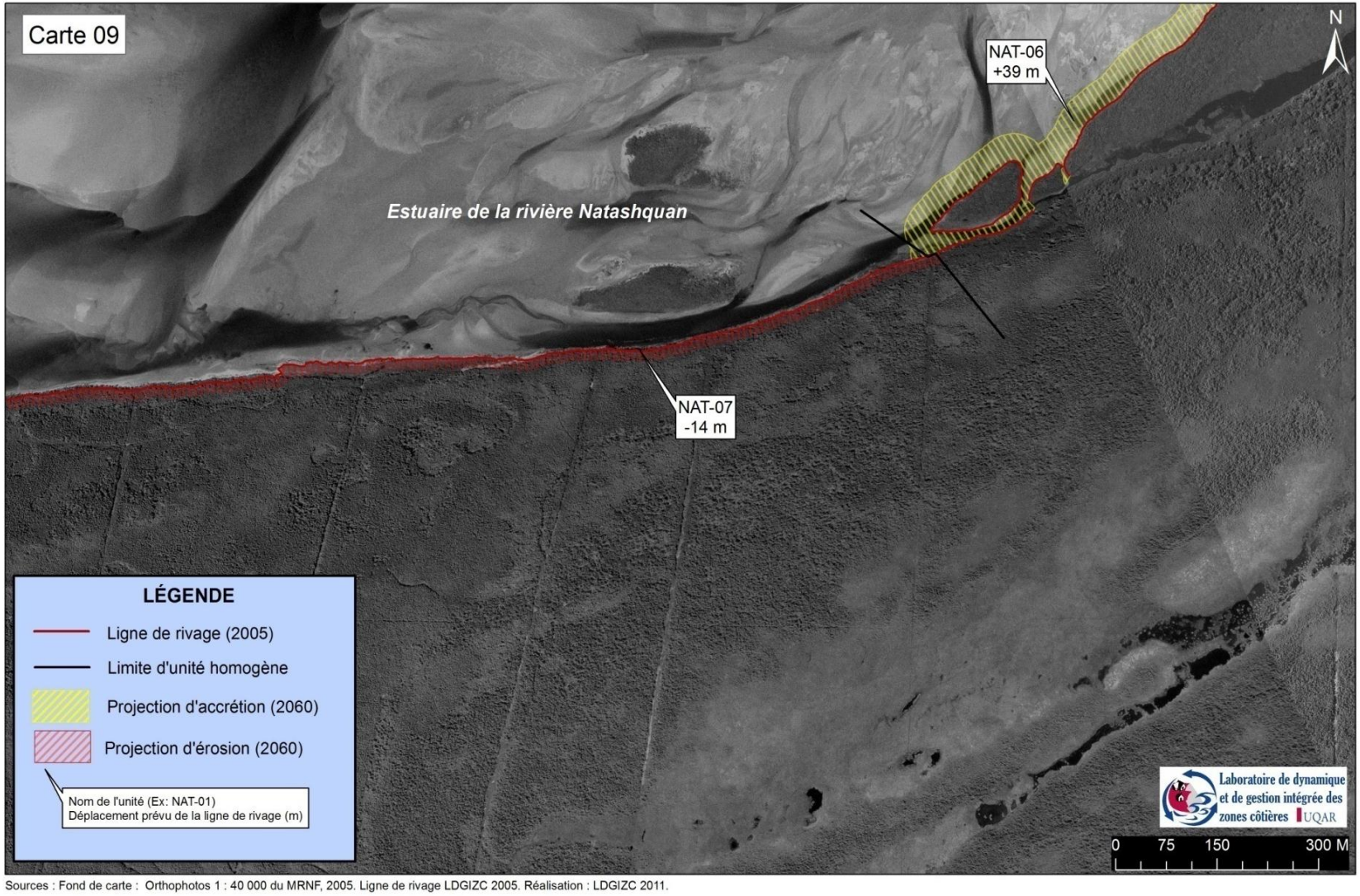


Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-06 et NAT-07

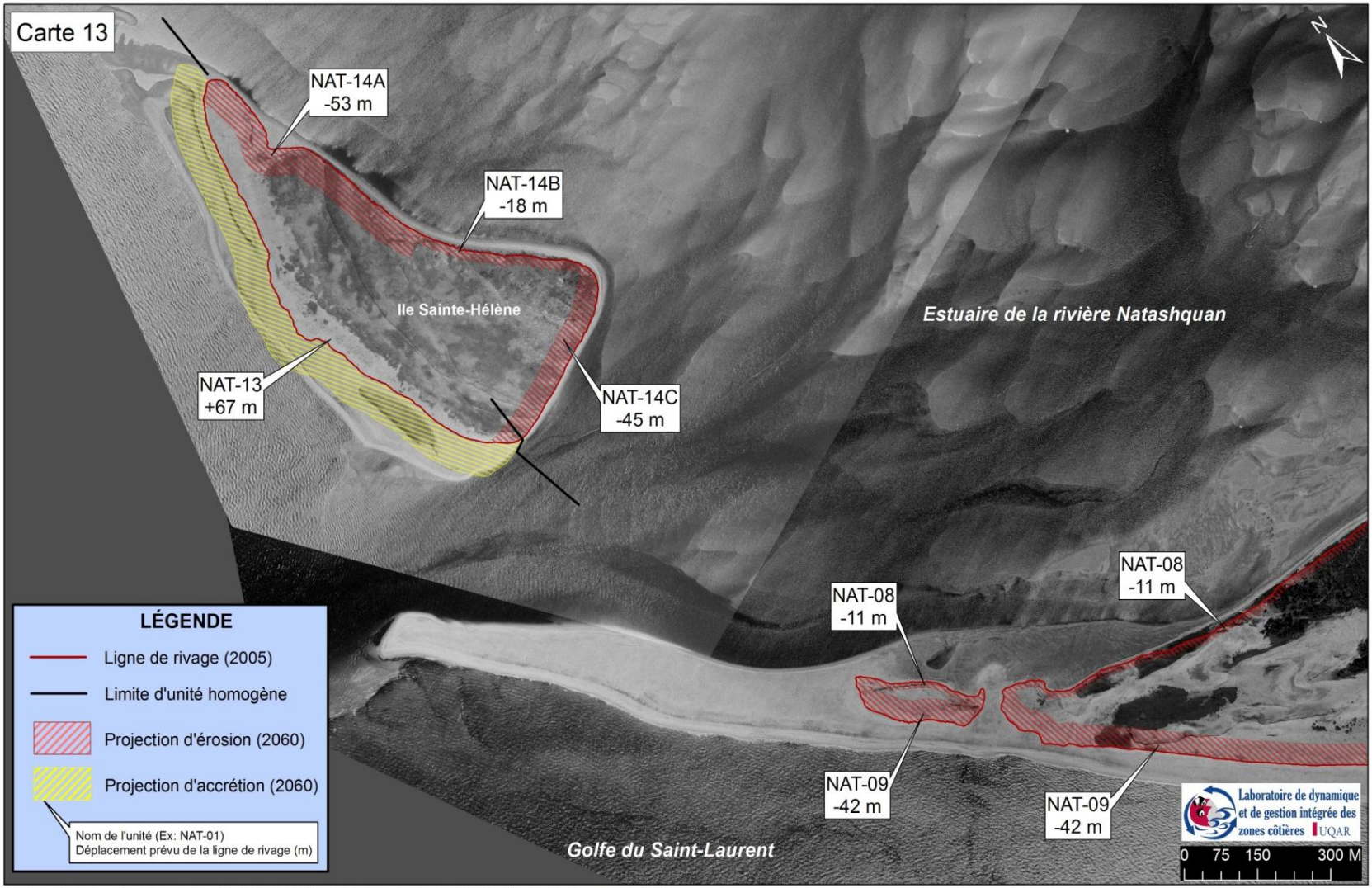


Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-13, NAT-14A, NAT-14B et NAT-14C

6.2.4 Secteur E – De la pointe du Vieux Poste à la pointe de Natashquan

Ce secteur comprend cinq différentes unités homogènes, soit une flèche littorale (NAT-09), trois terrasses de plage (NAT-10, NAT-11A et NAT-11B) et une falaise meuble (NAT-12). Ce secteur évolue en fonction d'un fort transit sédimentaire allant du sud-est vers le nord-ouest. Nous présenterons donc la dynamique d'évolution de ces unités selon ce même sens.

En observant l'évolution de la ligne de rivage, on constate que la jonction entre la falaise meuble (NAT-12) et la terrasse de plage (NAT-11A et NAT-11B) se déplace vers le nord-ouest. Ainsi avec l'érosion de la terrasse de plage au pied de la falaise et le déplacement des sédiments vers le nord-ouest, la longueur de la falaise active s'accroît. Le rythme d'évolution de la falaise meuble est donc dépendant de la présence ou non d'une terrasse de plage au pied de la falaise lors de certaines périodes. Son évolution est donc aussi conditionnée par la vitesse de recul de la falaise en amont du site d'étude qui constitue une source importante de sédiments pour le secteur E. Le taux de recul le plus élevé de la falaise (NAT-12) correspond à la période de 1989 à 1997 avec un taux moyen de -3,04 m/an. Ce fort taux de recul est davantage lié au déficit sédimentaire devant ce segment qui est associé à la réduction importante de la vitesse de recul des falaises en amont (Boucher-Brossard, 2012). À l'inverse, le taux de recul des falaises en amont de l'unité NAT-12 a atteint son maximum lors de la période de 1965 à 1979 (Boucher-Brossard, 2012) alimentant ainsi en sédiments le secteur de l'unité NAT-12 qui enregistre pour cette période son plus faible taux de recul moyen (-0,08 m/an). L'érosion des falaises est bénéfique aux terrasses de plage situées en aval en raison d'un fort transfert latéral des sédiments vers le nord-ouest. Les unités NAT-10 et NAT-11 enregistrent ainsi un bilan positif lors de ces périodes de forte érosion des falaises. D'ailleurs, le plus faible taux de recul mesuré entre 1930 et 2005 pour la falaise située en amont du site d'étude correspond à la période de 1930-1949 (-0,17 m/an) (Boucher-Brossard, 2012), ce qui correspond à la période où le taux de recul a été le plus élevé pour la terrasse de plage de l'unité NAT-11 (-1,14 m/an). Ainsi la réduction ou l'augmentation des apports en sédiments provenant de la falaise localisée en amont du système hydrosédimentaire influence directement le rythme d'évolution du secteur E. Quant à la flèche littorale (NAT-09), son évolution est conditionnée par le régime hydrosédimentaire de l'estuaire de la rivière Natashquan et par le transit sédimentaire assuré par la dérive littorale. Tout comme pour les terrasses de plage en amont, la flèche littorale enregistre un fort taux de recul moyen lors de la période de 1930 à 1949, correspondant à une réduction des apports sédimentaires provenant de l'érosion des falaises au sud du secteur E. On constate une réduction de 360 m de la longueur de la flèche littorale lors de cette période. On constate entre 1949 et 1965, une réduction de 335 m de la longueur de la flèche sur sa partie végétalisée alors qu'au total elle s'est allongée de 570 m, ce qui indique tout de même un fort transit sédimentaire. Cette période correspond, comme mentionné un peu plus haut, à une période avec un grand nombre de tempêtes et une faible couverture de glace. Les forts apports sédimentaires lors de la période de 1965 à 1979 ont maintenu un bilan positif au niveau de la flèche littorale. Il s'agit de la seule période où la flèche littorale enregistre un bilan positif. La valeur de recul la plus élevée a été enregistrée entre 1979 et 1989 (-3,36 m/an). Cette période est caractérisée par des maximums

de débits moyens très élevés qui ont permis au chenal de la rivière de tronquer la flèche littorale. Des lobes de débordements de tempête ont aussi affecté la flèche littorale. Les températures moyennes hivernales ont été beaucoup plus chaudes que la normale avec une réduction importante du nombre de degrés-jours de gel et une diminution de la couverture de glace, et ce dans une période avec un nombre assez élevé de tempêtes. D'ailleurs, on remarque sur les photographies aériennes de cette période un surcreusement et un agrandissement des cuvettes de déflation éolienne et une migration importante des dunes paraboliques vers l'est indiquant des vents importants du nord-ouest. Cette conjoncture a donc été propice à l'érosion de la flèche littorale. Depuis 1989, le recul de la ligne de rivage de la partie végétalisée de la flèche littorale a été plutôt faible alors que sa partie dénudée de végétation s'est élargie. La flèche s'est d'ailleurs allongée de 575 m entre 1989 et 2005, ce qui indique un fort transit sédimentaire.

Dans le contexte des changements climatiques, l'érosion des falaises meubles devrait se poursuivre car la réduction du couvert de glace devrait favoriser un fort transit sédimentaire. Il est donc possible de croire que les apports sédimentaires devraient réduire les taux de recul pour les unités NAT-09 à NAT-11B. Le scénario 1 est donc envisagé pour ces trois unités alors que le scénario 2 est envisagé pour l'unité NAT-12. À l'horizon de 2060, les unités NAT-09, NAT-10 et NAT-12 devraient avoir reculé respectivement de 42 m, 20 m et 167 m alors que la terrasse de plage immédiatement en aval de la falaise devrait avancer de 39 m pour l'unité NAT-11A et reculer de 120 m pour l'unité NAT-11B (Figure 93, Figure 94, Figure 95, Figure 96).

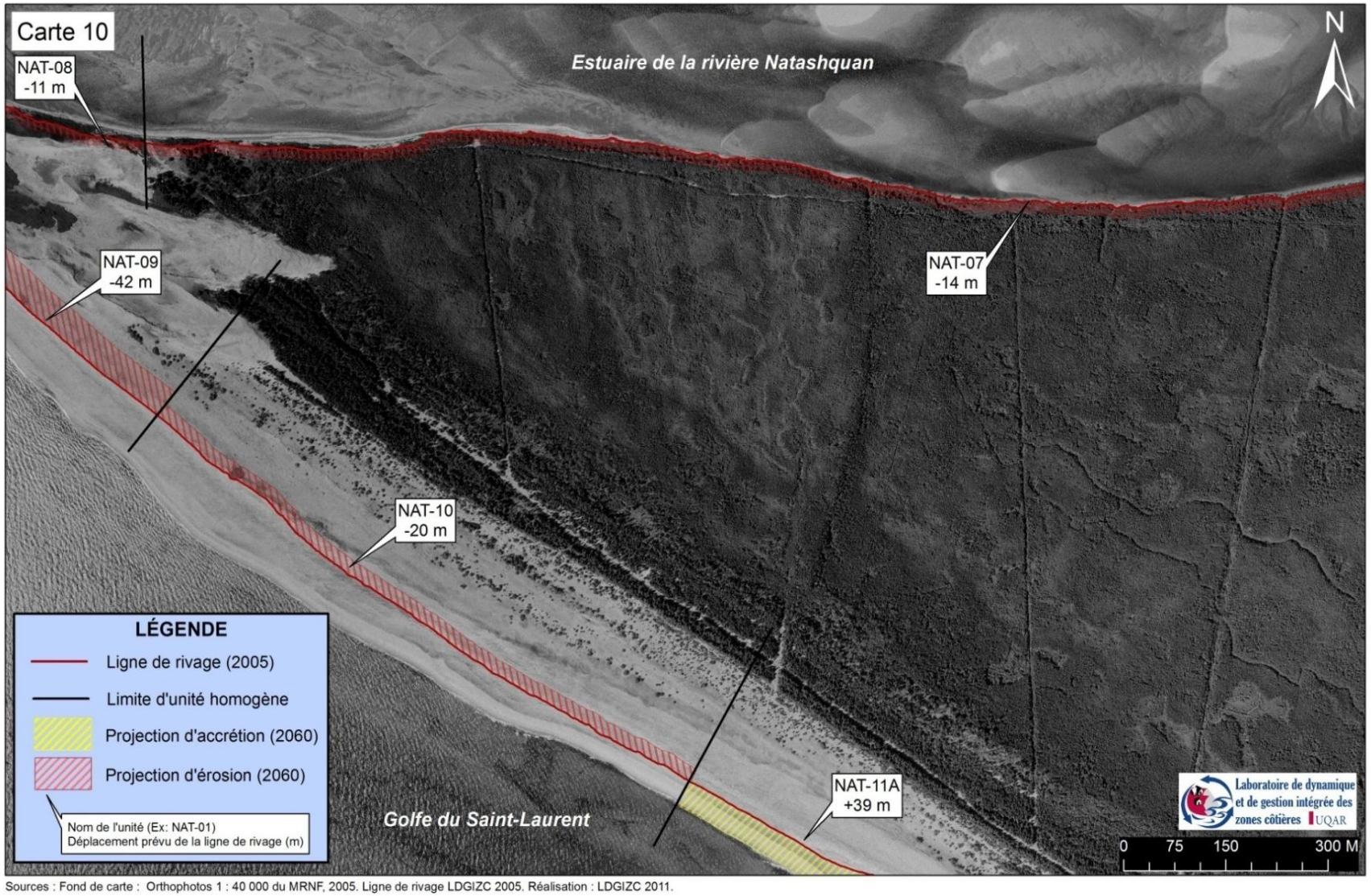


Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-10 et NAT-11A

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

Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-11A

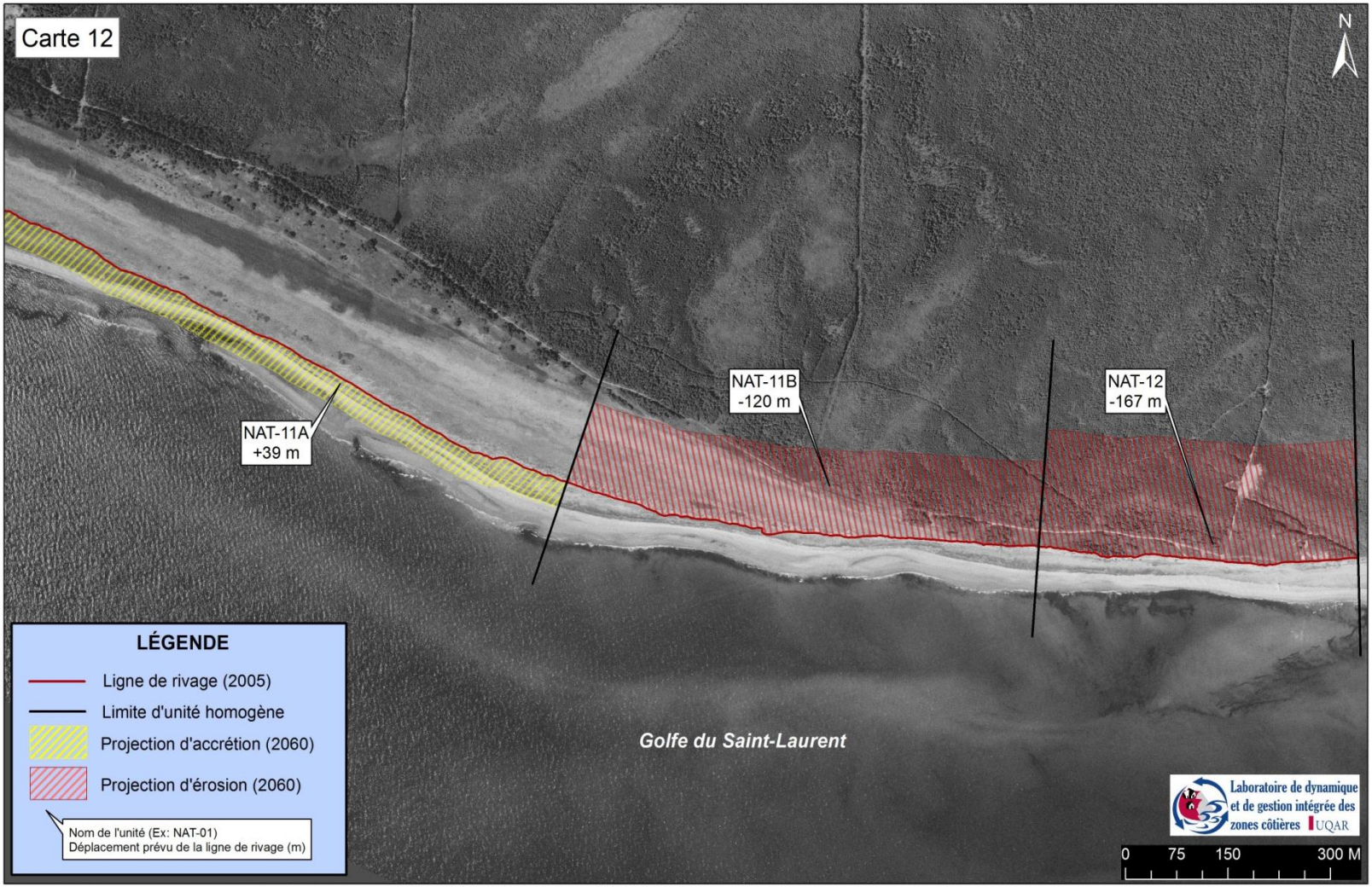


Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région de Natashquan entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-11A, NAT-11B et NAT-12

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 reliée à la résilience côtière (Gallopin, 2006). La vulnérabilité peut donc être définie de manière théorique selon l'équation suivante :

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

où impact (t) = exposition à l'érosion * enjeux.

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

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

7.1.1 Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures

L'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures tient compte du cadre bâti et des voies de communication. Grâce à un système d'information géographique, tous les éléments compris dans les périmètres affectés par l'érosion future ont été répertoriés en tranche de 5, 10, 20, 30, 40 et 50 ans. Le décompte de ces éléments, leur localisation et leur typologie proviennent des données présentées au tableau 28. 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 29.

Tableau 28. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures

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

Tableau 29. 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). 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 30, 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 30. 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 29).

Tableau 30. 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

Les infrastructures ponctuelles vulnérables aux aléas côtiers sur le territoire de la réserve de Nutashkuan sont principalement des habitations permanentes et saisonnières, des bâtiments des services publics et une rampe de mise à l'eau (Tableau 31, Figure 99 et Figure 100).

Au total, ce sont 44 infrastructures qui sont ou seront vulnérables aux aléas côtiers entre aujourd'hui et 2060. Quatre chalets et une rampe de mise à l'eau ont un niveau de vulnérabilité très élevé à l'érosion côtière (horizon 2005-2015). Si la tendance se maintient et qu'aucune mesure d'adaptation n'est mise de l'avant, seize infrastructures seront vulnérables à l'horizon de 2020-2030, ce qui leur donne un niveau de vulnérabilité modéré. Ce sont, pour la plupart, des chalets situés en dehors des limites administratives de Nutashkuan. On remarque aussi trois résidences principales et trois bâtiments secondaires situés à l'intérieur des limites administratives de la réserve qui ont un degré de vulnérabilité modéré.

Au total, 10 résidences de Nutashkuan seront vulnérables à l'érosion côtière d'ici 2060. Trois résidences seront vulnérables à partir de 2020, une résidence le sera entre 2030 et 2040, deux le seront entre 2040 et 2050 et quatre le seront entre 2050 et 2060. La totalité des bâtiments secondaires qui sont répertoriés comme étant vulnérables à l'érosion côtière se situe également à l'intérieur des limites administratives de Nutashkuan. Comme il a été mentionné plus haut, trois bâtiments secondaires seront vulnérables entre 2020 et 2030, alors que quatre le seront entre 2030 et 2040. Trois autres bâtiments secondaires seront vulnérables entre 2040 et 2050 et un sera vulnérable entre 2050 et 2060.

Dix-huit chalets seront quant à eux vulnérables d'ici 2050. Mentionnons toutefois que trente-six autres chalets recensés sont potentiellement vulnérables à l'érosion côtière et fluviale (Figure 101). Les horizons de temps n'ont pas pu être établis pour ces derniers puisque l'évolution côtière n'a pas été effectuée faute d'avoir les photographies aériennes. Nous savons cependant que ces chalets sont localisés en moyenne de 20 à 50 m de la berge. Au niveau des services

publics, il est projeté que trois bâtiments seront vulnérables à l'érosion côtière. La radio communautaire sera vulnérable entre 2020 et 2030 alors que l'entrepôt du conseil de bande, aussi nommé la caserne, le sera entre 2050 et 2060. Un bâtiment secondaire utilisé par le conseil de bande sera vulnérable entre 2015 et 2020. Un site patrimonial, soit la petite chapelle situé sur l'île Sainte-Hélène, a été évalué à un niveau de vulnérabilité élevé puisqu'il sera vulnérable entre 2015 et 2020.

Tableau 31. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	**2005-2015** Très élevé	**2015-2020** Élevé	**2020-2030** Modéré à élevé	**2030-2040** Modéré	**2040-2050** Faible	**2050-2060** Très faible	**Total**
Type d'infrastructures							
Résidence principale			3	1	2	4	10
Cabanon/garage			3	4	3	1	11
Chalet	4	2	9	2	1		18
Service public		1	1			1	3
Site patrimonial		1					1
Site récréatif (rampe de mise à l'eau)	1						1
Total	5	4	16	7	6	6	44

7.2.2 Vulnérabilité des infrastructures linéaires

Un peu plus de 2 km de voies de communication seront vulnérables à l'érosion côtière d'ici 2060 (Tableau 32). Près de 1,8 km (86 %) de voies de communication vulnérables est situé à l'extérieur de la réserve alors que 281 m (14 %) est situé à l'intérieur des limites de Nutashkuan. Il est important de spécifier que les voies de communication qui sont à l'extérieur de la réserve sont autant utilisées par la communauté que celles situées dans la réserve.

Un peu plus de la moitié des voies de communication vulnérables représentent des sentiers de VTT situés à l'extérieur de la réserve et 15 % de ces sentiers ont été évalués comme étant vulnérables d'ici 2030. Près de 10 % des voies de communication vulnérables sont considérées comme ayant un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé (2006-2020) et ces dernières sont en majorité situées à l'extérieur de la réserve. Il s'agit de la route 138 ainsi que d'un chemin non pavé. Soixante-treize pour cent des voies de communication vulnérables situées à l'extérieur de la réserve ont un niveau de vulnérabilité modéré à très faible (2030 à 2060). On retrouve à l'intérieur des limites administratives de Nutashkuan 13% de l'ensemble des voies de communication vulnérables. Il s'agit de la route 138 (151 m) et de chemins non pavés (130 m) (Figure 100). La route 138 sera vulnérable à l'érosion côtière dès 2030 et les chemins non pavés seront surtout vulnérables à partir 2030.

Tableau 32. 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)
Type d'infrastructures linéaires								
Hors réserve	Chemin non pavé	57	51	136	111	117	110	582
	Route 138	37	15	21	19	25	21	138
	Sentier VTT	19	14	126	262	370	279	1070
	Total	*113*	*80*	*283*	*392*	*512*	*410*	*1790*
Réserve	Chemin non pavé	0	5	26	44	30	25	130
	Route 138	0	0	0	18	85	48	151
	Total	*0*	*5*	*26*	*62*	*115*	*73*	*281*
	Total (m)	***113***	***85***	***309***	***454***	***627***	***483***	***2071***

7.2.3 Vulnérabilité des activités

Une superficie totale de 284 815 m² de territoire utilisé pour des activités sera vulnérable à l'érosion côtière d'ici 2060 (Tableau 33 et Figure 97). L'analyse démontre que 34 % de ce territoire sera vulnérable d'ici à 2020 (niveau de vulnérabilité très élevé à élevé) et que 30 % 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, de trappe et de campement. L'île Sainte-Hélène représente la plus importante superficie vulnérable à l'érosion d'aujourd'hui à 2060. D'ailleurs, les activités comme la cueillette de petits fruits, le site de rassemblement et le site de campement ont une vulnérabilité à l'érosion très élevé à élevé.

Les figures 99 à 101 présentent les activités ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière. Auparavant, sur l'île Ste-Hélène, certains pouvaient profiter du site de campement du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan, mais malheureusement en raison de l'érosion, l'utilisation de ce site a dû être abandonnée. D'autres activités, comme la cuisson de banique et la chasse aux oiseaux migrateurs ont également cessé en raison de l'ensablement de l'estuaire et de l'érosion côtière. On remarque cependant que la pêche au capelan n'est pas encore affectée et pourra se maintenir si la ressource demeure la même. Du côté de la réserve, certaines activités sont également fortement vulnérables à l'érosion côtière (détente sur la plage et lieux de rassemblement). Si l'érosion se poursuit comme prévu, ce site n'aura plus d'espace pour accueillir la communauté pour des festivités. Comme il a été mentionné durant l'enquête réalisée auprès des résidents, la marche et la chasse aux oiseaux migrateurs seront également vulnérables aux changements environnementaux et à l'érosion, mais de façon modérée puisque ces activités peuvent être déplacées plus facilement. Du côté du golfe du Saint-Laurent, la cuisson de la banique et le déplacement en bateau ont dû être cessées en raison de l'ensablement et de l'érosion côtière survenue auparavant. De façon générale, les activités qui

se pratiquent sur la plage du côté de la mer sont faiblement vulnérables puisque cette zone devrait rarement subir de l'érosion, c'est-à-dire seulement lors d'évènements de vagues de tempête exceptionnelles. Pour ce qui est des activités hivernales, elles ont un niveau de vulnérabilité assez élevé puisque selon la tendance et les observations transmises par les résidents, il y a une diminution de la glace de mer ainsi que de rivière. Donc, les activités comme la motoneige et la pêche sur la glace seront de plus en plus vulnérables d'ici 2060 en raison de ce changement environnemental. Le déplacement en bateau et la pêche dans l'estuaire de la rivière Natashquan demeurent des activités également vulnérables en raison de l'ensablement du lit de la rivière et ont été évaluées à un niveau de vulnérabilité modérée.

Tableau 33. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière

	Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	**2005-2015** 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	9 926						9 926
2	Cueillette de graines rouges	7 524	3 677	7 288	7 234	7 205	7 177	40 105
3	Trappe	8 262	4 119	8 216	8 196	8 179	8 167	45 139
4	Lieu de rassemblement, cueillette de graines rouges, campement	26 869	12 868	23 479	20 143	18 469	16 372	118 200
5	Lieu de rassemblement, cueillette de graines rouges, campement	15 894	7 608	14 529	13 455	10 257	9 702	71 445
Aire totale affectée projetée		**68 475**	**28 272**	**53 512**	**49 028**	**44 110**	**41 418**	**284 815**

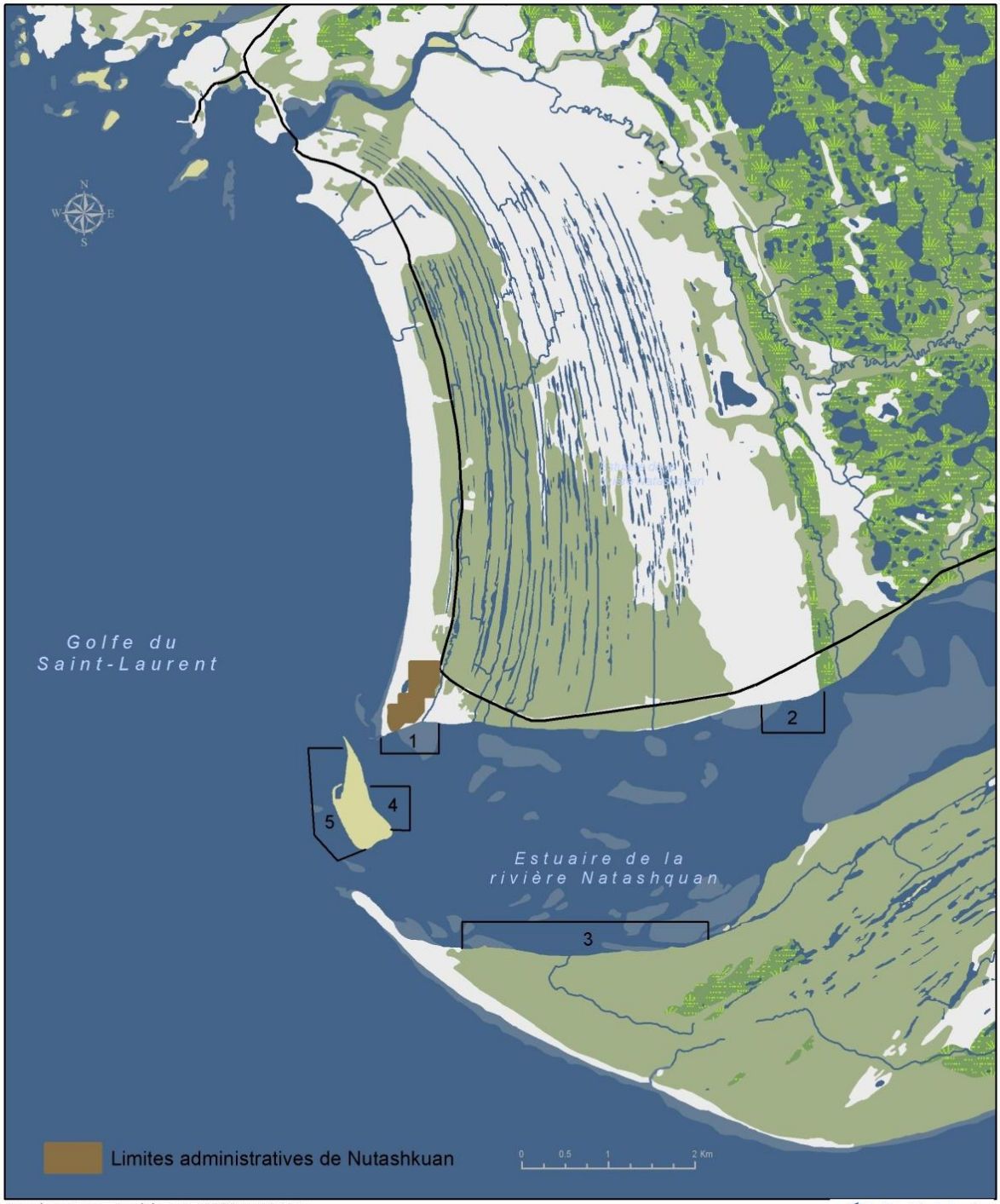


Figure 97. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

Figure 98. 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; Orthophotographie: RN Canada, 2006;
Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 99. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, estuaire de la rivière Natashquan

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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Orthophotographie: RN Canada, 2006;
Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 100. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, réserve de Nutashkuan

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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Orthophotographie: RN Canada, 2006;
Activités et perceptions des répondants de Nutashkuan (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 4

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 101. Localisation des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, région de Natashquan

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 Nutashkuan et de ses environs. 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 :

(Taux de recul moyen du scénario le plus probable) X horizon de temps
+ (Recul maximum mesuré pour un type de côte lors d'un événement).

Dans le cadre de cette étude, l'horizon de temps utilisé est de 55 ans, car nous considérons l'évolution probable de la côte pour 2060 (soit 55 ans par rapport aux photographies aériennes les plus récentes utilisées pour faire la cartographie, soit 2005). Le tableau 34 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 34. 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 35. 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 35. 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
Îlot sableux	Marge comprend l'ensemble de l'unité géomorphologique
Falaise meuble	50 m

Source : Bernatchez *et al*., 2010

8.2 Résultats du zonage du risque d'érosion côtière

8.2.1 Terrasse de plage de Natashquan et rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan

La terrasse de plage de Natashquan et la rive nord de la rivière Natashquan comprennent 3 unités (NAT-03, NAT-04 et NAT-05).

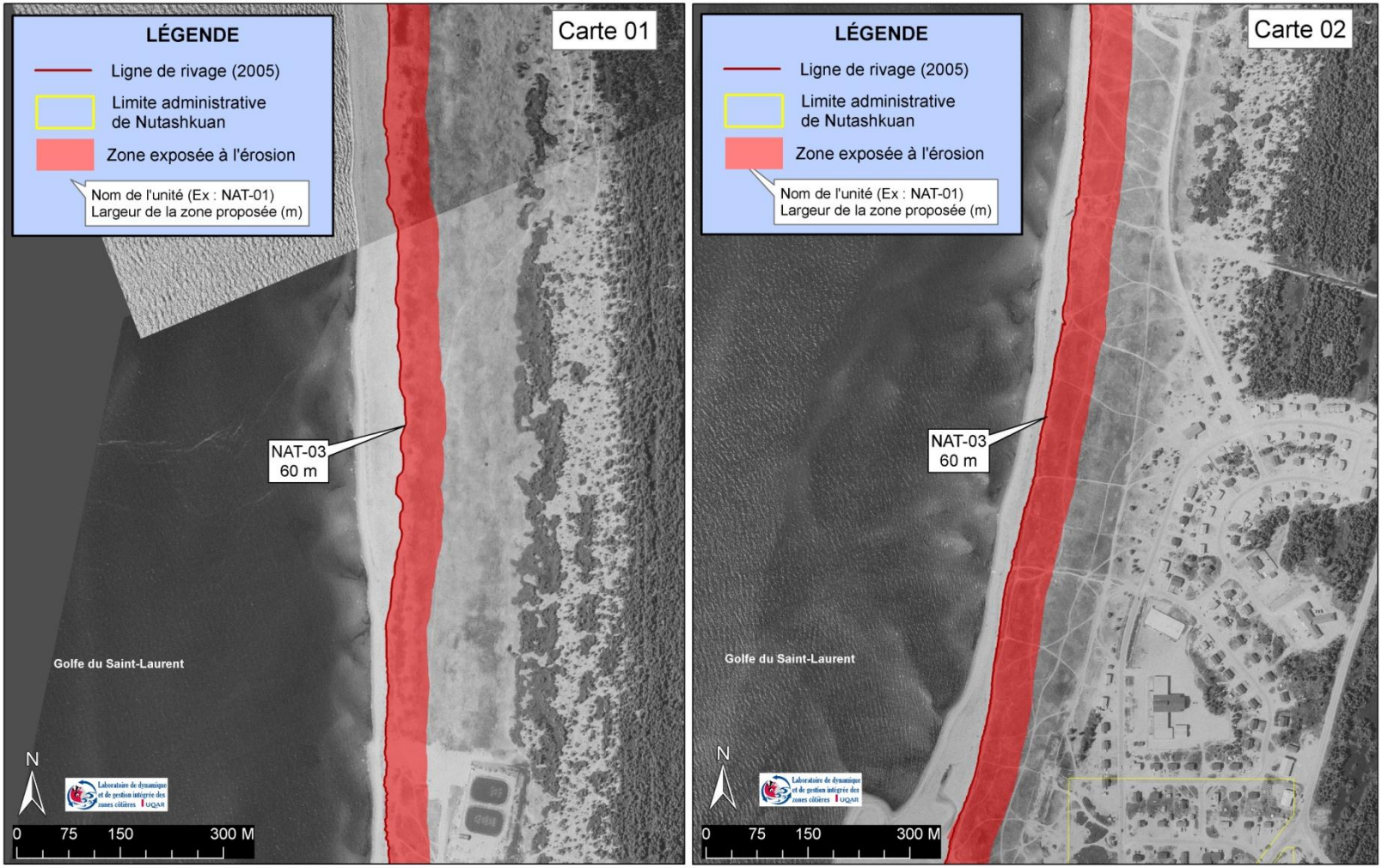
L'unité NAT-03 représente la terrasse de plage de Natashquan (Figure 102 et Figure 103). Puisque les résultats de projection montraient de l'accumulation dans cette zone, la marge de sécurité s'étend à 60 m derrière la ligne de rivage. Sur la figure 106, on remarque que les bassins d'épuration ne sont pas inclus dans la marge de sécurité, mais sont à près de 60 m de la zone inconstructible. Cet endroit ne connaît peut-être pas beaucoup d'érosion, mais puisqu'il y a une brèche dans la terrasse de plage devant cette zone, le risque devient plus important. Les vagues de tempête peuvent pénétrer plus facilement à l'intérieur de la dune à partir de cette brèche et éventuellement atteindre les bassins d'épuration. Il est donc important de respecter le zonage recommandé.

L'unité NAT-04 correspond au secteur aval de la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan (Figure 103). Elle est en grande partie adjacente à la réserve de Nutashkuan. Cette unité a connu un recul moyen de 1,66 m/an et le recul maximum pour le même type de côte a atteint 12,05 m en une année. Par conséquent, la marge de sécurité préconisée pour l'unité NAT-04 est de 105 m (Tableau 36). Il en résulte que certaines infrastructures de la communauté sont comprises dans la zone à risque. Il est recommandé d'interdire toute nouvelle construction dans cette marge de sécurité afin d'assurer une meilleure résilience du système et de ne pas augmenter le niveau de vulnérabilité des infrastructures existantes.

L'unité NAT-05 est située en amont de l'unité NAT-04 et représente une falaise meuble composée de sable (Figure 103 et Figure 104). Cette dernière a connu un recul moyen de 1,05 m/an et le recul maximum mesuré en une année pour ce même type de côte a été de 11,47 m. Le zonage préconisé pour l'unité NAT-05 est donc de 70 m à l'arrière du trait de côte (Tableau 36). On remarque que quelques maisons du village de Pointe-Parent sont comprises dans la marge de sécurité. D'ailleurs, deux maisons ont été déplacées et d'autres sont en cours de se faire relocaliser. Par ailleurs, plusieurs chalets appartenant à des résidents de Nutashkuan sont compris dans la zone à risque (Figure 104). Il serait donc important de considérer la marge de sécurité qui ne conseille aucune nouvelle construction et implique de limiter les interventions sur la rive qui pourraient aggraver l'érosion.

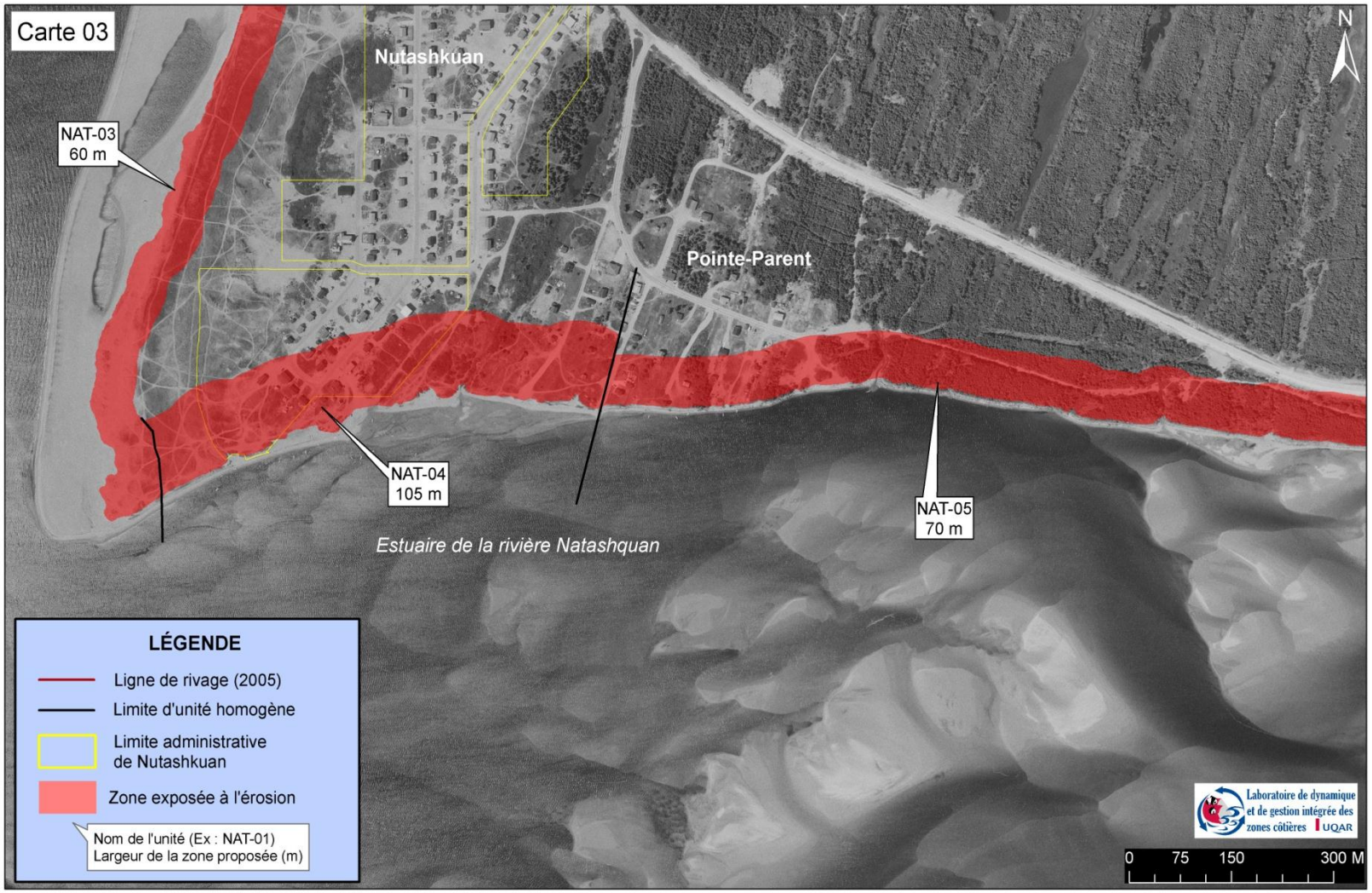
Tableau 36. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière (NAT-03 à NAT-05)

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
NAT-03	+1,53 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = +72 m	60 m
NAT-04	-1,66 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = -103 m	105 m
NAT-05	-1,05 m X 55 ans + (-11,47 m) = -69 m	70 m



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

Figure 102. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-03



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

Figure 103. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-03, NAT-04 et NAT-05

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

Figure 104. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-05

8.2.2 Rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan et pointe du Vieux Poste

L'unité NAT-06, située sur la rive sud de l'estuaire de la rivière Natashquan, comprend une terrasse alluviale sensible aux variations du niveau d'eau de la rivière ainsi qu'au niveau de la mer. Cette terrasse de plage n'a pas connu de forts taux d'érosion entre 1930 et 2005. Ainsi, la marge de sécurité de 60 m s'applique (Figure 105, Figure 106 et Tableau 37). La marge de sécurité de l'unité NAT-07, qui est constituée d'une falaise meuble, est de 50 m à partir du sommet de la falaise (Figure 106, Figure 107 et Tableau 37). La marge de sécurité pour les unités NAT-08 et Nat-09 couvre l'ensemble de la flèche littorale.

Sur la terrasse de plage, située au sud de l'estuaire de la rivière Natashquan, les unités NAT-10 et NAT-11 sont soumises aux vagues de tempête provenant du sud et sud-ouest et sont sensibles aux apports sédimentaires en provenance de la dérive littorale. Leur recul peut parfois être important. La zone à risque des unités NAT-10 et NAT-11a est donc de 60 m à partir de la ligne de rivage (Figure 107, Figure 108, Figure 109 et Tableau 37) alors qu'il est de 130 m pour NAT-11b.

L'unité NAT-12 est une falaise meuble qui a reculé de manière très importante (taux de recul moyen de 3,04 m/an). Par conséquent, la zone à risque est de 180 m pour cette unité (Figure 109, Tableau 37).

L'unité NAT-13 représente la partie aval de l'île Sainte-Hélène (face au golfe du Saint-Laurent). Pour cette unité, la zone inconstructible s'élève à 60 m à partir de la ligne de rivage (Figure 110 et Tableau 37). L'unité NAT-14a représente une des trois parties amont de l'île Sainte-Hélène (face à l'estuaire de la rivière Natashquan). Elle a connu des reculs plus importants que l'unité NAT-13 ce qui engendre une zone exposée à l'érosion plus large totalisant 65 m (Figure 110 et Tableau 37). L'unité NAT-14b est constituée d'une falaise de sable et la largeur de la zone exposée à l'érosion est de 50 m. La marge de sécurité de l'unité située dans la partie sud de l'île (NAT-14c) est celle de la marge minimale, soit 60 m. Une grande partie de la superficie de l'île Sainte-Hélène est donc potentiellement à risque d'érosion. Il est recommandé de ne pas construire d'infrastructure permanente sur l'ensemble de l'île. Les activités sociales peuvent encore s'y produire, mais en considérant les changements environnementaux qu'il peut y avoir au cours des années. Ce milieu sableux est très sensible aux tempêtes et aux crues de la rivière Natashquan.

Tableau 37. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière (NAT-06 à NAT-14)

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
NAT-06	+0,70 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = 26,45 m	60 m
NAT-07	-0,25 m/an X 55 ans + (-11,47 m) = -25,22 m	50 m
NAT-08	-0,2 m/an X 55 ans + (-12,05m) = -23,05 m	Totalité de la superficie de la flèche littorale
NAT-09	-0,77 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = - 54,4 m	Totalité de la superficie de la flèche littorale
NAT-10	-0,36 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = -31,85 m	60 m
NAT-11a	0,71 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = +27 m	60 m
NAT-11b	-2,18 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = -131,95 m	130 m
NAT-12	-3,04 m/an X 55 ans + (-11,47 m) = -178,67 m	180 m
NAT-13	+1,21 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = +54,5 m	Totalité de la superficie de l'îlot sableux
NAT-14a	-0,96 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = -64, 85 m	Totalité de la superficie de l'îlot sableux
NAT-14b	-0,32 m/an X 55 ans + (-11,47 m) = -29,07 m	Totalité de la superficie de l'îlot sableux
NAT-14c	-0,81 m/an X 55 ans + (-12,05 m) = -56,60 m	Totalité de la superficie de l'îlot sableux

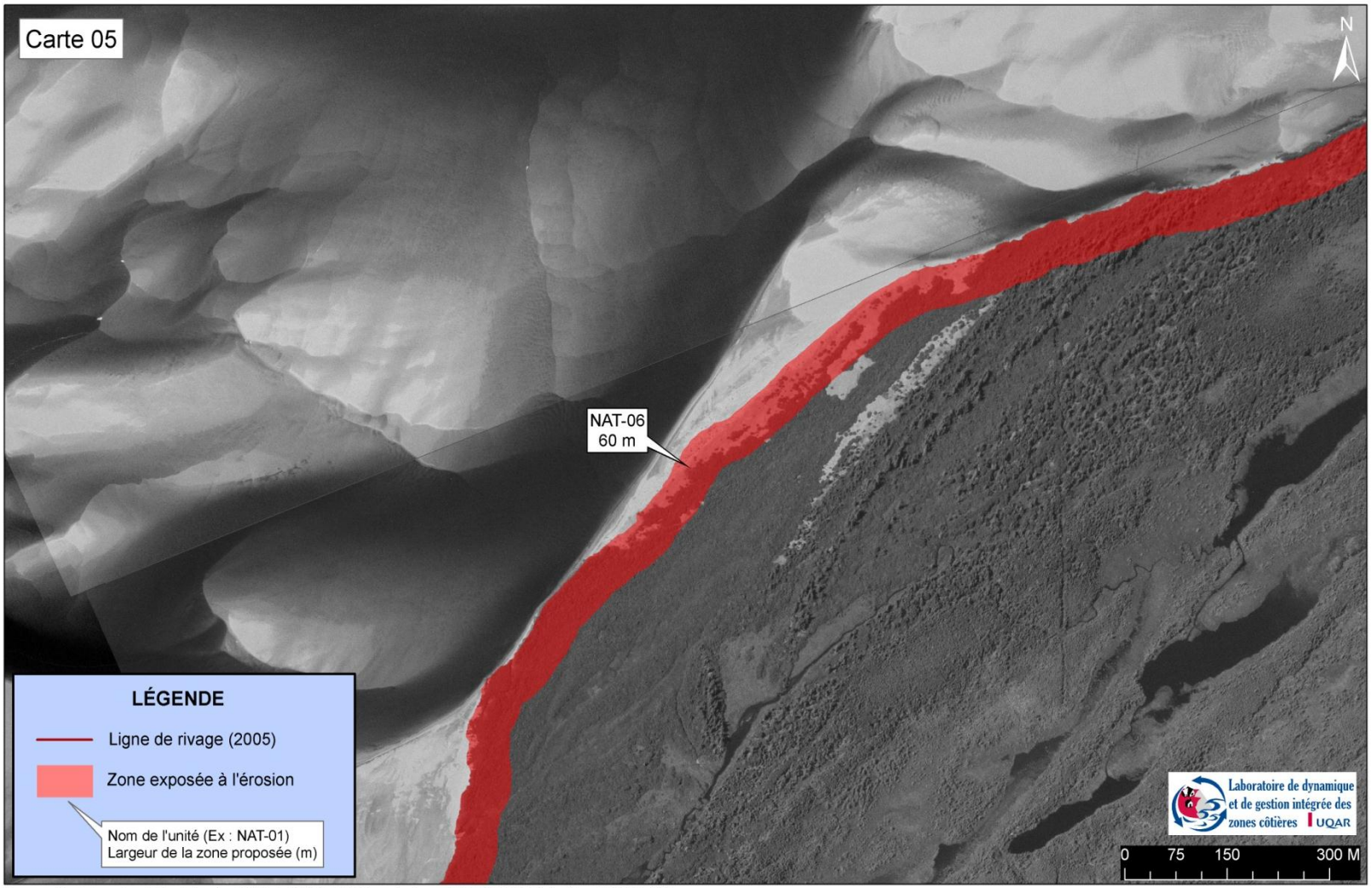
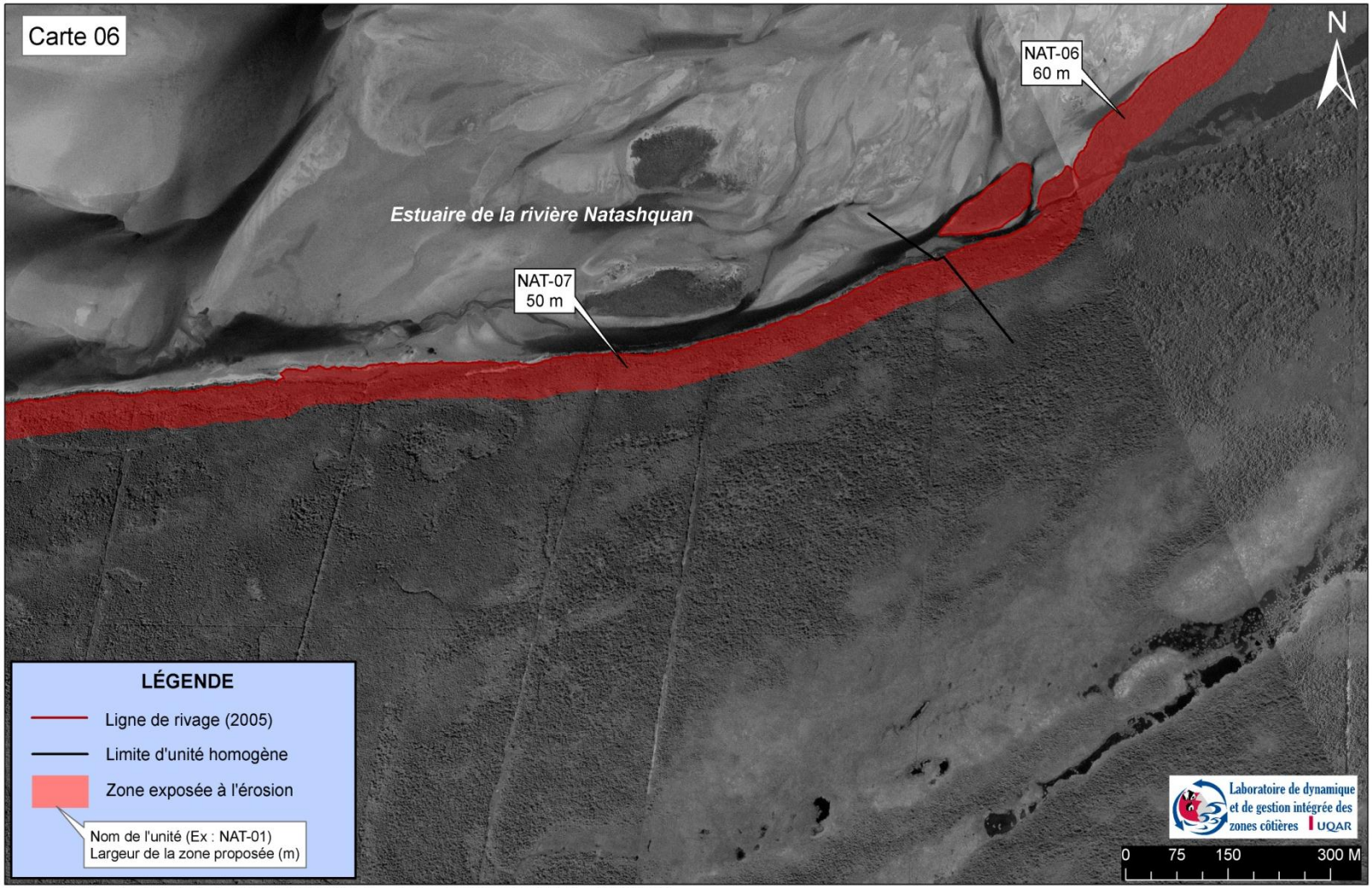
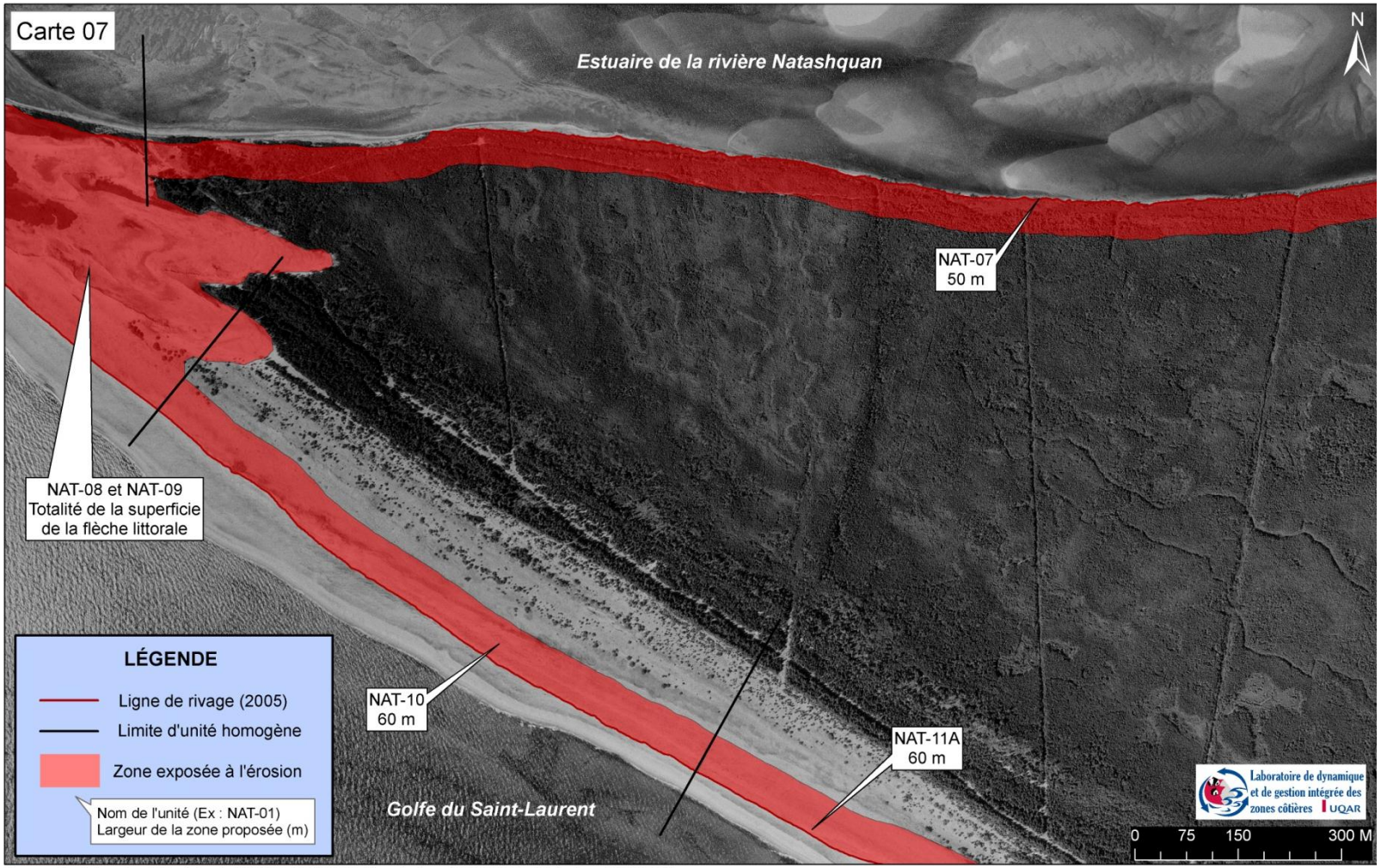


Figure 105. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-06



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

Figure 106. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-06 et NAT-07



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

Figure 107. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-07, NAT-08, NAT-09, NAT-10 et NAT-11A

Figure 108. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unité homogène NAT-11A

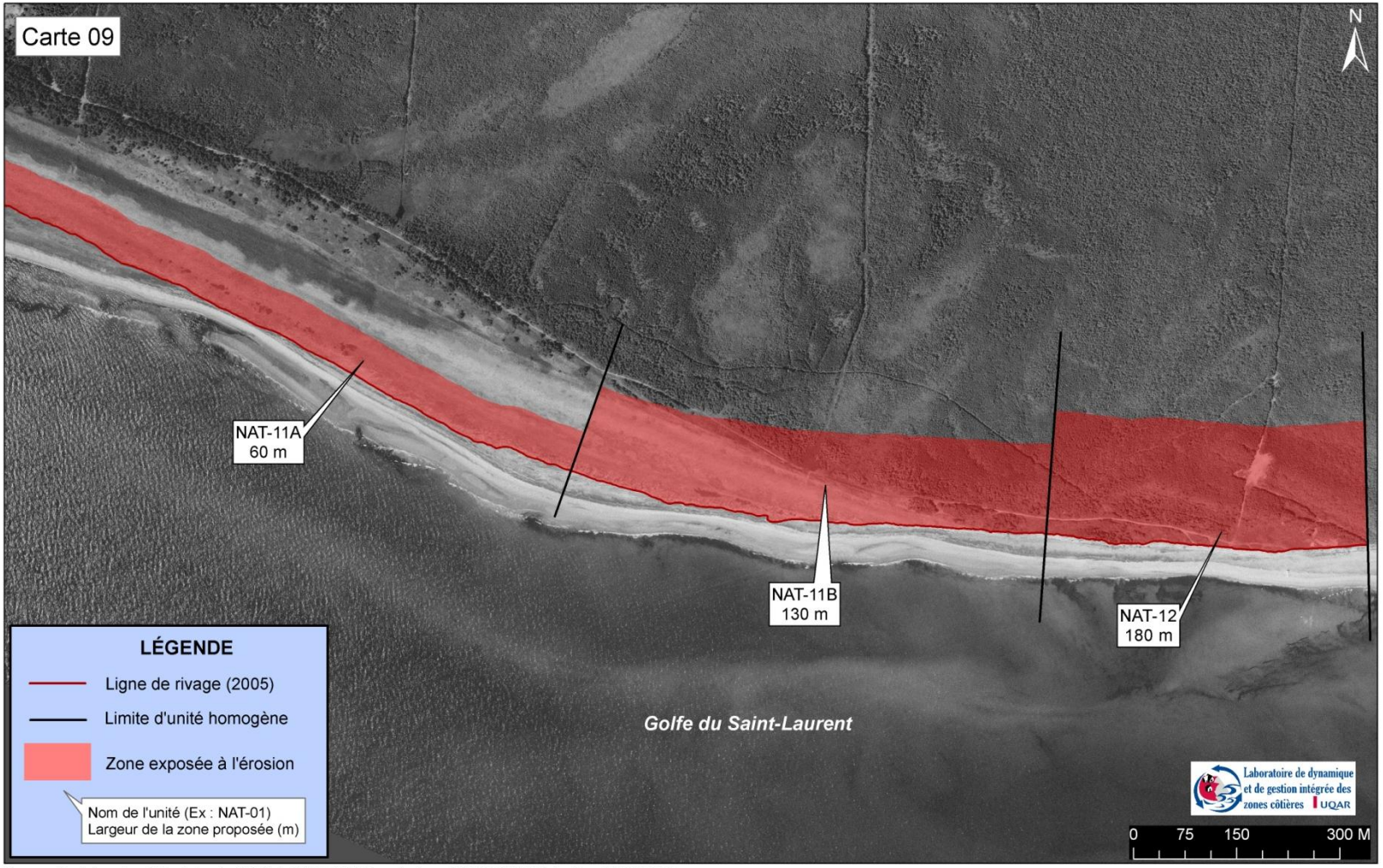


Figure 109.Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-11A, NAT-11B et NAT-12

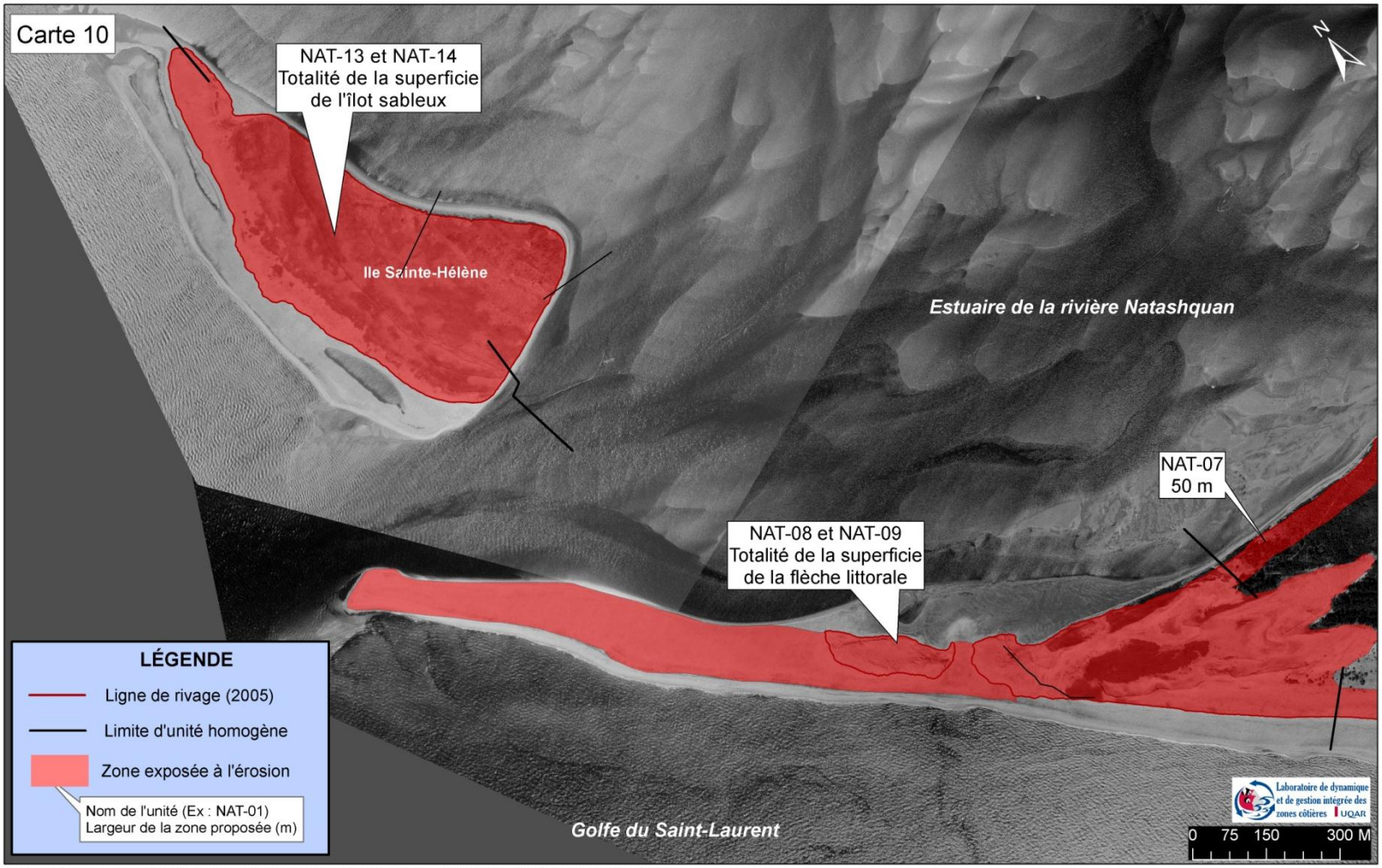


Figure 110. Zonage du risque d'érosion entre 2005 et 2060, unités homogènes NAT-08, NAT-09, NAT-13, NAT-14

8.3 Secteurs d'intervention prioritaire

À la lumière des résultats de l'analyse préliminaire du risque d'érosion littorale, quatre secteurs nécessiteront une attention particulière.

Le premier secteur concerne la **berge de la rivière Natashquan qui est adjacente à la réserve de Nutashkuan**. Cette terrasse de plage accuse un recul moyen de 1,66 m/an. Elle est particulièrement vulnérable au régime hydrologique élevé et à la présence d'évènements de tempête dans un contexte de faible couverture de glace. Les analyses démontrent qu'elle devrait reculer de 91 m à l'horizon 2060. La radio communautaire, 3 résidences principales et 3 bâtiments secondaires pourraient être affectés entre 2020 et 2030. De plus, 7 autres résidences et la caserne seront affectées à l'horizon 2060. La mise à l'eau est également menacée d'ici 2015. Cette infrastructure est intensivement utilisée par les Innus pour réaliser leurs activités de pêche, de chasse aux oiseaux migrateurs ainsi que pour se déplacer vers la Basse-Côte-Nord. De plus, ce site est un lieu important de rassemblement, de détente, de baignade et de circulation en VTT.

Au niveau de la dynamique côtière, l'érosion de cette terrasse de plage assure un transport sédimentaire vers la terrasse de plage face au golfe du Saint-Laurent. Il est essentiel de ne pas créer d'obstacle à l'apport et à la dérive des sédiments vers le nord afin de ne pas engendrer de déficit sédimentaire au niveau de la terrasse de plage face au golfe du Saint-Laurent. Ainsi, les infrastructures rigides (enrochement, muret de bois ou de béton) ne sont pas appropriées à cet endroit. De plus, compte tenu de leur importance pour la communauté, les aménagements réalisés devront assurer la continuité des activités de mise à l'eau.

Dans ce contexte, il s'avère pertinent de favoriser l'engraissement de la terrasse de plage par des méthodes douces. La restauration des dunes via un projet de balise du sentier de VTT et de plantation d'élyme des sables, tel que réalisé avec succès à Pessamit, contribuerait sans nul doute à favoriser la stabilisation des berges de ce secteur. Une analyse plus détaillée du système hydrosédimentaire devrait être effectuée avant la mise en place de quelconque méthode de stabilisation rigide afin d'éviter une aggravation de l'érosion. Selon les résultats obtenus par ces interventions de stabilisation, il pourrait être pertinent d'envisager un projet de relocalisation de la radio communautaire ainsi que des 3 résidences vulnérables à l'érosion à l'horizon 2030. La restauration de la pointe Parent en un site naturel pourrait être éventuellement considérée afin d'augmenter la résilience du système.

Le second secteur d'intervention concerne la **zone de chalets située sur la falaise meuble dans l'estuaire de la rivière Natashquan**. Il a été démontré que cette dernière accusait un recul moyen de 1,05 m/an et qu'un recul maximum de 11,47 m/an a été atteint par le passé pour ce même type de côte. C'est principalement la présence d'un chenal actif à proximité de la berge qui influence l'évolution de la falaise meuble en créant un sapement basal.

Le recul projeté est de 58 m à l'horizon 2060. On remarque que 4 chalets seront directement affectés par l'érosion côtière d'ici 2015. Au total, 18 chalets sont vulnérables à l'érosion à l'horizon 2060. De plus, 36 autres chalets sont également potentiellement vulnérables.

Compte tenu de la dynamique de la rivière Natashquan, les déplacements des chenaux demeurent imprévisibles et c'est pourquoi il est préférable d'agir avec précaution dans ce type d'environnement. Ainsi, il est recommandé d'interdire toute nouvelle construction permanente. Afin de respecter le désir des Innus de Nutashkuan d'utiliser ce milieu, l'installation de campements pourrait être favorisée. Lors de la débâcle, les utilisateurs de ce milieu pourraient reculer leurs installations temporaires vers des lieux moins vulnérables à l'érosion. Ceci permettrait de limiter la vulnérabilité des biens des Innus tout en respectant leur besoin d'utilisation du territoire.

Le troisième secteur d'intervention concerne l'**île Sainte-Hélène**. L'évolution historique a démontré que cet îlot sableux est très dynamique et que ce milieu est très vulnérable aux vagues de tempête et aux crues de la rivière. La marge de sécurité proposée couvre la totalité de la surface de l'île. La chapelle présente une vulnérabilité élevée et pourrait être directement affectée entre 2015 et 2020. De plus, plusieurs activités telles que la chasse aux oiseaux migrateurs, les rassemblements, la cueillette de graine rouge et la fabrication de la banique sont vulnérables à l'érosion côtière.

Ainsi, il est recommandé d'interdire toute nouvelle construction permanente sur l'ensemble de l'île Sainte-Hélène. De plus, compte tenu de l'importance de la chapelle pour la communauté, tant au niveau spirituel que du patrimoine bâti, il pourrait être envisagé de la déplacer en lieu sûr. La population pourrait éventuellement être consultée à cet effet. En ce qui concerne les activités qui se déroulent sur l'île, ces dernières pourront continuer. Cependant, il serait intéressant de favoriser des pratiques qui respectent la fragilité du milieu afin d'assurer une plus grande résilience du milieu lors des évènements de tempête. Ainsi, les accès à l'île et les sites de campement pourraient être concentrés afin d'éviter le piétinement et la dégradation de la végétation.

Le quatrième secteur d'intervention concerne la **terrasse de plage face aux bassins d'épuration**. Bien que ce système présente un bilan positif depuis des millénaires et qu'une accumulation de près de 85 m soit projetée à l'horizon 2060, il demeure plausible qu'il subisse des reculs remarquables ou de la submersion lors d'évènements de tempête. Ce, tout particulièrement si des évènements de tempête sont combinés à un niveau d'eau élevé et qu'ils se déroulent lors d'une période caractérisée par une faible couverture de glace. Il faut se rappeler que jusqu'en 1965, les vagues devaient atteindre régulièrement le site actuel des bassins d'épuration. La brèche formée dans la terrasse de plage qui figure au-devant des bassins d'épuration ainsi que les nombreuses pistes de VTT qui sillonnent la terrasse de plage à cet endroit contribuent à fragiliser le milieu. Lors d'évènement de tempête, les vagues peuvent exploiter la brèche pour pénétrer plus profondément vers l'arrière-côte et éventuellement atteindre les bassins d'épuration.

Compte tenu de l'importance des bassins d'épuration pour la communauté de Nutashkuan, tant au niveau des investissements que des services rendus, et en prenant en considération le projet imminent d'agrandissement de ces derniers, il est primordial de limiter au maximum la vulnérabilité des bassins d'épuration aux risques côtiers.

Ainsi, il est recommandé de créer une zone tampon sur l'ensemble de la terrasse de plage au-devant des bassins d'épuration. Dans ce périmètre, des mesures de prévention de l'érosion côtière pourraient être combinées. Premièrement, il serait important d'interdire la circulation en VTT à l'intérieur du périmètre ainsi créé. Ensuite, des ganivelles pourraient être installées à l'intérieur de la brèche afin de favoriser l'engraissement de la terrasse de plage à cet endroit. Cet aménagement pourrait être combiné à une opération de plantation de l'élyme des sables, ce qui aurait l'avantage de stabiliser le milieu à peu de frais. Enfin, il est fortement recommandé d'agrandir les bassins d'épuration vers l'est, plutôt que vers le nord ou le sud et encore moins vers l'ouest, dans la mesure où cela est techniquement réalisable.

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 Nutashkuan. Leur connaissance des zones affectées a permis de cibler plus rapidement les enjeux du milieu grâce à une approche de cartographie interactive. Par exemple, cette démarche a permis de faire ressortir l'importance des enjeux reliés à la zone de villégiature et aux activités qui se déroulent dans l'estuaire de la rivière Natashquan. 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 abandonnée. Cet échange de connaissances a permis de répertorier les lieux, les activités et les infrastructures d'une importance majeure pour la communauté. Des chalets, des sites de rassemblement, des sites de cueillette de petits fruits et des activités économiques telles que la pêche au saumon ont notamment pu être intégrés dans l'étude avec cette approche.

Le processus d'enquête a aussi permis de prendre le pouls des répondants sur les solutions d'adaptation à privilégier dans leur milieu. Les solutions d'adaptation préconisées par une majorité de répondants s'inscrivent très bien dans une approche de gestion intégrée des zones côtières. En effet, ils veulent être informés et sensibilisés à la problématique de l'érosion côtière et fluviale. Selon les répondants, l'information est la clé de l'adaptation. On remarque qu'ils sont très concernés, voire anxieux dans certains cas, quant aux risques d'inondation et sur les impacts des changements environnementaux sur la plage. Ils sont toutefois divisés quant à l'idée d'intervenir sur l'environnement ou encore à modifier leurs comportements, notamment au niveau de la circulation en VTT ou à leur façon d'occuper le littoral. Plusieurs croient qu'un enrochement du côté de l'estuaire pourrait les protéger contre l'érosion et ce, malgré que cette méthode ait déjà failli à cet endroit. Les répondants sont unanimes: ils ne croient pas qu'une recharge en sable est à privilégier compte tenu de l'ensablement actuel de l'estuaire. Une bonne sensibilisation devra être faite face à la solution de l'enrochement qui n'est pas adéquate puisqu'il bloquerait le transit sédimentaire et engendrerait un déficit sédimentaire à l'aval. On constate également un manque de ressources, tant sur le plan matériel, que financier et humain afin de prendre en charge cette problématique dans la communauté. Enfin, le plan de mesures d'urgence est désuet et les aléas côtiers devraient éventuellement y être intégrés.

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

Cette étude a permis d'analyser l'évolution des systèmes côtiers de la région de Nutashkuan en lien avec les conditions climatiques et océanographiques. L'analyse de l'évolution côtière historique de 1930 à 2005, en fonction des cycles climatiques selon des intervalles variant entre 8 et 19 ans, a permis d'identifier les facteurs-clés d'évolution du littoral par type de côte. Le bilan positif de la terrasse de plage située entre Nutashkuan et Natashquan a été démontré (accumulation moyenne de 1,53 m/an entre 1930 et 2005). Ce système de plage est alimenté par les apports sédimentaires de la rivière Natashquan qui présente une réserve en sable assez remarquable. Ainsi, ce sont uniquement les périodes caractérisées par de faibles échanges sédimentaires (important couvert de glace, faibles débits de la rivière Natashquan) qui participent à son recul. Du côté de l'estuaire de la rivière Natashquan, la rive nord a été en érosion depuis 1930. Toutefois, la terrasse de plage adjacente à la réserve et la falaise deltaïque située en amont présentent différents facteurs-clés d'évolution. La terrasse de plage, qui est en recul depuis 1949, a connu son plus important recul lorsque le chenal principal longeait la berge entre 1965 et 1979. Le couplage entre l'évolution côtière et les conditions climatiques démontre également qu'elle est très sensible à une conjoncture de facteurs qui sont liés au régime hydrologique, au régime des vagues de tempête et à l'étendue du couvert de glace. La falaise deltaïque située en amont de la réserve de Nutashkuan, sur laquelle on retrouve plusieurs chalets d'Innus, est également en recul constant depuis 1949. Les reculs les plus élevés ont été enregistrés au cours des périodes récentes, soit entre 1989 et 2005. Il a été démontré qu'elle réagit à la présence d'un chenal à proximité de la berge ainsi qu'au nombre élevé d'évènements de crue ponctuels.

Il aurait été intéressant d'avoir accès à une base de données des niveaux marins maximums atteints à Nutashkuan pour la période à l'étude. Il serait intéressant d'inclure éventuellement ces données dans l'analyse de l'évolution côtière historique afin de prendre en compte les impacts des évènements de submersion dans l'analyse du risque.

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 Nutashkuan et de ses environs selon l'horizon de 2060. Selon les projections climatiques, une augmentation des températures hivernales, des redoux hivernaux et des cycles de gel et de dégel ainsi qu'une réduction du couvert de glace et une augmentation du niveau de la mer sont attendus dans la région de Nutashkuan. Par conséquent, la période de 1997 à 2005, qui a connu des conditions semblables, est un bon analogue des conditions climatiques et côtières appréhendées pour le futur. La diminution de la glace côtière entraînera une exposition plus grande du littoral aux vagues de tempête qui sont d'ailleurs plus fréquentes en hiver. Ces changements environnementaux auront pour effet d'accélérer le recul de la terrasse de plage adjacente à la réserve de Nutashkuan. En ce qui concerne la falaise meuble située sur la rive nord de la rivière Natashquan, en amont de la réserve, cette dernière devrait reculer de 58 m pour 2060 en raison de l'ensablement du lit majeur qui pousse et maintien un chenal au pied de la falaise. Du côté de la terrasse de plage située entre Nutashkuan et Natashquan, cette dernière demeure une zone qui fluctue selon les apports sédimentaires disponibles. Dans un contexte de

changements climatiques, les échanges sédimentaires devraient être favorisés (diminution du couvert de glace, augmentation des tempêtes affectant le littoral). La terrasse de plage devrait donc continuer d'être alimentée en sédiments sableux et prograder de 84 m pour 2060. Toutefois, des évènements de tempête pourraient occasionner des reculs importants ponctuellement.

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 évènements 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. Plusieurs activités et infrastructures sont déjà vulnérables. Des résidences, des chalets, le bâtiment de la radio communautaire, la rampe de mise à l'eau, la navigation et la pêche au saumon seront notamment vulnérables d'ici 2060 et 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 Nutashkuan vers une occupation durable et sécuritaire du littoral. En fonction des projections de l'évolution du littoral et des éléments vulnérables aux aléas côtiers, un zonage préliminaire du risque d'érosion côtière est présenté. Sur le territoire de la réserve de Nutashkuan, il est proposé de ne pas construire et/ou intervenir dans une marge de 60 m face au golfe du Saint-Laurent, de 105 m sur la rive nord de l'estuaire de la rivière Nutashkuan et de 70 m en bordure de la falaise meuble où sont situés plusieurs chalets. Il est vrai que le zonage contraint la communauté dans un contexte où elle est déjà enclavée entre la rivière, le golfe du Saint-Laurent et la route 138. 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 essentiel que des activités d'information et de sensibilisation aient lieu. De plus, 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 fondamentaux pour assurer 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.

Par ailleurs, des projets de restauration des dunes sont proposés sur le littoral de l'estuaire de la rivière Natashquan adjacent à la réserve ainsi qu'au-devant des bassins d'épuration. Ainsi, il est

proposé de limiter la circulation en VTT dans ces zones en balisant leurs parcours et de re-végétaliser les dunes. Il est également proposé d'implanter des ganivelles afin d'emmagasiner le sable sur la plage. Cette combinaison de mesures pourrait permettre de protéger les infrastructures en stabilisant les berges et d'élargir la plage afin de maintenir les activités traditionnelles et récréatives. Dans le secteur de la pointe Parent, selon les résultats obtenus par la restauration des dunes, il pourrait s'avérer pertinent de relocaliser les bâtiments affichant une vulnérabilité élevée à l'érosion côtière (radio communautaire, 3 résidences et 4 chalets). Cette mesure d'adaptation permettrait d'assurer la sécurité de la population. Au niveau de l'île Sainte-Hélène, il est recommandé de relocaliser la chapelle vers le centre de l'île. De plus, la mise en place de bonnes pratiques (concentration des accès et des secteurs de campement) permettant de respecter ce milieu fragile est également recommandée. Enfin, du côté de la zone de chalets, il est recommandé de relocaliser les chalets à risque élevé et de favoriser l'utilisation de campement ou d'installation temporaires afin d'être en mesure de les placer dans des lieux plus sécurisés lors des périodes ou le risque est plus élevé. De plus, une analyse devrait être réalisée pour évaluer le niveau de vulnérabilité des 36 chalets situés sur la rive nord de l'estuaire de la rivière Natashquan en amont de la réserve. Finalement, les aléas côtiers devraient être intégrés au plan de mesure d'urgence de la communauté.

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 Nutashkuan, qui ont aussi reçu une formation pour assurer une autonomisation du suivi du phénomène d'érosion (Annexe 7 et Annexe 8). 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 Nutashkuan pour échanger sur les principaux résultats de cette étude et sur les pistes de solutions d'adaptation.**

RÉFÉRENCES

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

Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 2010. Première Nation de Natashquan. Page consultée le 2 février 2010. [en ligne] http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100020183

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.

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.

Bird, D. et D. Dominey-Howes, 2008. Testing the use of a 'questionnaire survey instrument' to investigate public perceptions of tsunami hazard and risk in Sydney, Australia. *Natural Hazards*, 45; 99-122

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

Centre d'expertise hydrique du Québec, 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.

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

Dubois, J.-M.M., 1979. Environnements quaternaires et évolution postglaciaire d'une zone côtière en émersion 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., 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.

Dubois, J.-M. M., 1980. Les unités physiographiques des côtes de sable de la Côte-Nord de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, Québec, Canada. Département de géographie, Université de Sherbrooke, Rapport de recherche partiel à la Commission sur l'Environnement côtier de l'Union Géographique International pour le Symposium de Tokyo, 24-30 août, 18 p.

Environnement Canada, 2010. Rapport de données quotidiennes, Station de Natashquan. Page consultée le 4 avril 2010 [en ligne] http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/dailydata_f.html?timeframe=2&Prov=XX&StationID=30168&Year=2010&Month=4&Day=6

Environnement Canada, 2011. 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

Fraser, C., Bernatchez, P. et A. Morisette, 2005. Étude de la stabilité des talus naturels côtiers pour trois secteurs de dépôts meubles à l'ouest de Kegaska, Québec. Rapport de recherche remis au ministère des Transports du Québec, 17 p.

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

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

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

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

Hydro-québec Production, 2007. Étude d'impact sur l'environnement. Complexe de la Romaine. Volume 6 : Milieu humain- Communautés innues et archéologie. 337 p.

Kinnear, P. et C. Gray, 2005. SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales : maîtriser le traitement des données. Éditions De Boek, Belgique, 432 p.

Koohzare, A; Vanıcek, 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.

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.

Ministère des Travaux publics du Canada, 1972. Étude des rives du Saint-Laurent: Morphosédimentologie, Basse Côte-Nord du Saint-Laurent, Comté de Manicouagan, 44 p.

Morton, R.A., 1978. Standards for measuring shoreline changes. Report of a Workshop on coastal research, Departement of Geology. Florida State University, Tallahasse (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. et D. Knighton, 1996. Anabranchin grivers : their cause, character and classification. Earth surface processes and landforms, vol. 21, 217-239

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

Ploeg, J., 1971. Wave climate study, Great Lakes and Gulf of St.Lawrence.National Research Council of Canada, Mech. Eng.Rept. MH-107A, 2 vol., 155 p. et 253 p.

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

Sala, M. et B., Long, 1989. Évolution des structures deltaïques du delta de la rivière Natashquan, Québec. Géographie physique et Quaternaire, vol. 43, no 3, p. 311-323

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, 2011a. 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&region=4&stnnum=2780

Service hydrographique du Canada, 2011b. Marées, courants et niveaux d'eau. Station de Natashquan. Page consultée le 17 mars 2011 [en ligne] http://www.lau.chs-shc.gc.ca/cgi-bin/tide-hc.cgi?queryType=showFrameset&zone=6&language=french&region=4&stnnum=2510

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. Natashquan, Québec (Code 2498806). 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. Betsiamites, Québec (Code 2498806). 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., McGhynn, J. C. *et al.,* 1970. Geology of the Canadian Shield, p. 121-150. *In* R. J. W. Douglas, (edit.), Geology and EconomicMinerals of Canada. Bulletin of Geological Survey of Canada,Economical Geology Report n° 1.

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

Trites, R. W., 1971. The Gulf as a physical océanographiesystem,p. 32-63. *In* 2nd Gulf of St. Lawrence Workshop. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S., Nov. 30-Dec. 3, 1970.

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

Welsted, J., 1960. The physiography and the evolution of the Natashquan Terrace. Thèse M.Sc, McGillUniversity, 101 p.

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 ?

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 *(la)*						
b. Niveau de la mer / niveau des marées (rsl)						
c. Niveau d'eau de la rivière *(rl)*						
d. Couverture et étendue de la glace de mer *(sgm)*						
e. Couverture et étendue de la glace de rivière *(sgr)*						
f. Autres :						
g. Autres :						

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

Date : _____ Heure : _____

Équipe : _____ Réf audio : _____

Communauté : _____

Les questions de cet entretien sont regroupées en cinq sections.

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

A.IDENTIFICATION DU RÉPONDANT

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

Sexe : ☐ masculin ☐ féminin

Lieu de résidence : _____

Nb d'années de résidence à cet endroit : _____

B. IDENTIFICATION DES PRÉOCCUPATIONS

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

_____

_____

_____

_____

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

Oui ☐ Non ☐ Ne sait pas ☐

2.1. Si oui, comment?

_____

_____

C. IDENTIFICATION DES ACTIVITÉS PRATIQUÉES ET DU TERRITOIRE UTILISÉ

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

3.1. Si oui, quelles activités pratiquez-vous ?

3.2. Où les pratiquez-vous?

3.2.a.Shapefile : _____

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

3.3.1. Si oui, par quoi?

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

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

4.1. Si oui, lesquelles?

4.2. Pouvez-vous les localiser?

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

4.1. Activitées 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 *(la)*						
b. Niveau de la mer / niveau des marées *(rsl)*						
c. Niveau d'eau de la rivière *(rl)*						
d. Couverture et étendue de la glace de mer *(gm)*						
e. Couverture et étendue de la glace de rivière *(gr)*						
f. Autres :						
g. Autres:						

8. À votre connaissance, est-ce que … est présent sur le territoire de votre communauté? 8.1.Si oui, avez-vous remarqué un changement dans leur fréquence?	oui	non	nsp	aug-men-tation	dimi-nution	Augmentation et diminution	aucun chan-gement	nsp	na	commentaires
a. Érosion côtière *(ero)*										
b. Érosion de berges de rivière *(erof)*										
c. Glissement de terrain *(gt)*										
d. Vagues de tempête *(v)*										
e. Fortes pluies *(p)*										
f. Inondation fluviale *(i)*										
g. Inondation côtière *(sub)*										
h. Redoux hivernal *(redo)*										
i. Embâcle *(emb)*										
j. Séisme (tremblement de terre)*(tr)*										
k. Réchauffement climatique (oui ou non) *(Ré)*										
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'EGARD 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 règlementation / 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 <u>responsables des coûts</u> 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, des informateurs-clés et des résidents des communautés de Pessamit, Uashat mak Mani-Utenam, Ekuanitshit et Nutashkuan

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

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

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

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

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

2- Rapport entre les réponses des acteurs publics, des informateurs-clés et des répondants résidents de Nutashkuan

	Changements observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Changements environnementaux	Largeur de la plage	6.25	4	0.181	Non
	Niveau de la mer	4.36	5	0.499	Non
	Niveau de la rivière	5.76	4	0.218	Non
	Glace de mer	5.66	3	0.129	Non
	Glace de rivière	4.86	4	0.301	Non

	Phénomènes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Phénomènes naturels	Érosion côtière	2.32	2	0.314	Non
	Érosion fluviale	0.83	1	0.363	Non
	Glissement de terrain	1.42	3	0.700	Non
	Vagues de tempête	2.60	3	0.458	Non
	Pluies diluviennes	2.68	2	0.262	Non
	Inondation fluviale	3.33	2	0.189	Non
	Inondation côtière	3.03	3	0.387	Non
	Redoux hivernaux	1.71	3	0.634	Non
	Embâcle	2.76	3	0.429	Non
	Séisme	12.08	2	0.002	Oui
	Réchauffement climatique	1.70	3	0.637	Non

	Causes observées	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Causes de l'érosion	Côtier-Vagues de tempête	5.55	3	0.136	Non
	Côtier-Augmentation du niveau marin	7.43	4	0.115	Non
	Côtier-Diminution de la glace	5.86	4	0.210	Non
	Côtier-Homme	8.67	4	0.070	Non
	Côtier-Pluies diluviennes	6.97	4	0.137	Non
	Côtier-Eau souterraine	7.36	4	0.118	Non
	Côtier-Cours d'eau	5.40	2	0.067	Non
	Côtier-Vent	8.18	4	0.085	Non
	Côtier-Redoux hivernaux	9.42	4	0.051	Oui
	Côtier-Changements climatiques	5.69	4	0.224	Non
	Fluvial-Vagues de tempête	5.20	3	0.158	Non
	Fluvial-Augmentation du niveau marin	3.04	4	0.552	Non

	Fluvial-Diminution de la glace	3.70	4	0.448	Non
	Fluvial-Homme	4.67	4	0.323	Non
	Fluvial-Pluies diluviennes	2.79	4	0.593	Non
	Fluvial-Eau souterraine	3.15	4	0.534	Non
	Fluvial-Cours d'eau	2.60	3	0.458	Non
	Fluvial-Vent	6.70	4	0.153	Non
	Fluvial-Redoux hivernaux	6.49	4	0.165	Non
	Fluvial-Changements climatiques	2.20	4	0.700	Non

	Saison	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Saison à laquelle survient l'érosion	Été	3.19	3	0.363	Non
	Automne	6.30	3	0.098	Non
	Hiver	6.09	3	0.107	Non
	Printemps	3.03	3	0.387	Non

	Types de solution	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
Solutions d'adaptation	Déplacement	8.44	4	0.077	Non
	Enrochement	5.41	4	0.248	Non
	Brise-lame	6.67	4	0.154	Non
	Épis	5.74	4	0.220	Non
	Recharge en sable	6.28	4	0.179	Non
	Restauration des dunes	5.74	4	0.220	Non
	Muret	5.23	4	0.264	Non
	Plantation de végétaux	8.28	4	0.082	Non
	Modification des comportements	5.14	4	0.273	Non
	Sensibilisation	3.40	4	0.493	Non
	Réglementation	3.39	4	0.494	Non
	Comité côtier	3.47	4	0.482	Non

Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

Thèmes Changements observés	Nbre d'observations
Changements dans la zone côtière	
Hypothèse du transit sédimentaire: le sable sort de la rivière avec les glaces au dégel, il y a formation d'îles au large qui sont repoussés vers la terre, forment des cordons transversaux puis le sable s'accumule sur la plage avec les vents d'automne	4
Élargissement de la batture (bas estran)	2
Ensablement d'un bloc qui était sur la batture	2
Ensablement de la lagune et d'un étang en raison de processus éoliens	2
Sectionnement de la pointe d'Est	2
Détachement de l'île Sainte-Hélène avec la Pointe-Parent	2
Allongement de l'île Sainte-Hélène vers le nord	1
Auparavant, il y avait une flèche qui allait vers le nord à partir de Pointe-Parent	1
Dégradation de la végétation herbacée sur l'arrière-plage	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Natashquan	
Élargissement de la rivière (jusqu'à 10 km en amont)	3
Ensablement de l'estuaire	3
Le chenal change de lit rapidement et fréquemment	1
Déplacement des bancs alluviaux vers l'aval	1
Changements dans la zone urbanisée	
Augmentation du niveau de la nappe phréatique au printemps	1

Annexe 5. Impacts des géorisques selon les acteurs publics

Impacts sur les infrastructures	Nbre d'observations
Tuyaux d'égouts endommagés	3
Descente de bateau endommagée	2
Bâtiment de la radio communautaire vulnérable aux aléas côtiers	2
Maisons à proximité du bord de la mer vulnérables aux aléas côtiers	1
Caserne vulnérable aux aléas côtiers	1
Recul de la chapelle de l'île Sainte-Hélène	1
Phares entre la pointe d'Est et Kegaska tombés	1
Route de la pointe d'Est ensablée	1
Bassins d'épurations vulnérables aux aléas côtiers	1
Impacts sur l'aménagement du territoire	Nbre d'observations
Développement planifié de l'autre côté de la route 138	3
Constructions de maisons sans solage pour éviter les inondations	1
Projet d'ajout d'un troisième bassin d'épuration potentiellement remis en question	1
Perte de territoire due à l'érosion	1
Impacts sur l'économie	Nbre d'observations
Dépenses associés à l'entretien des infrastructures endommagées	3
Économie associée à la pêche au saumon potentiellement affectée par l'ensablement de la rivière et le faible niveau d'eau	1
Impacts sur les ressources biologiques	Nbre d'observations
Saumon affecté	5
Oiseaux migrateurs affectés	2
Petits fruits affectés	2
Impacts sur les activités traditionnelles et culturelles	Nbre d'observations
Cueillette de petits fruits affectée	2
Circulation en bateau affectée	2
Déplacement hivernal en motoneige affecté	2
Pêche au saumon affectée	1
Impacts sur la santé	Nbre d'observations
Inquiet par rapport à l'érosion	3
Inquiet par rapport à l'ensablement de la rivière	1
Stress par rapport aux dépenses qui pourraient être engendrées par l'érosion	1

Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents

Thèmes Changements observés	Nbre d'observations
Changements dans la zone côtière	**21**
Flèche littorale devant la communauté a été sectionnée créant l'île Sainte-Hélène aujourd'hui	6
Allongement vers le nord de l'île Sainte-Hélène	5
Abaissement des dunes	3
Formation de barres d'avant-côte	3
Disparition d'un petit étang	3
Dégradation de la végétation herbacée sur l'arrière-plage	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Mingan	**27**
Ensablement de l'estuaire	12
Élargissement de la rivière	10
Déplacement et engraissement des bancs alluviaux	3
Déplacement du chenal principal de la rivière	2
Changements dans la zone urbanisée	**1**
Affaissement du sol au printemps	1

Déroulement de la formation

En août 2010, nous avons effectué un atelier avec deux personnes 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 eux-mêmes, en notre compagnie, effectuer l'implantation des stations de suivi d'érosion. Au total, 20 stations de suivi d'érosion ont été implantées sur le territoire utilisé de la communauté de Nutashkuan (Figure 111). Aussi, 12 infrastructures à risque, principalement des chalets, ont été intégrées dans la base de données (Figure 112). Il en est de même avec une zone d'infrastructure concernant une portion de la route 138 qui a été incluse dans la base de données sur le suivi d'érosion côtière (Figure 112).

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.

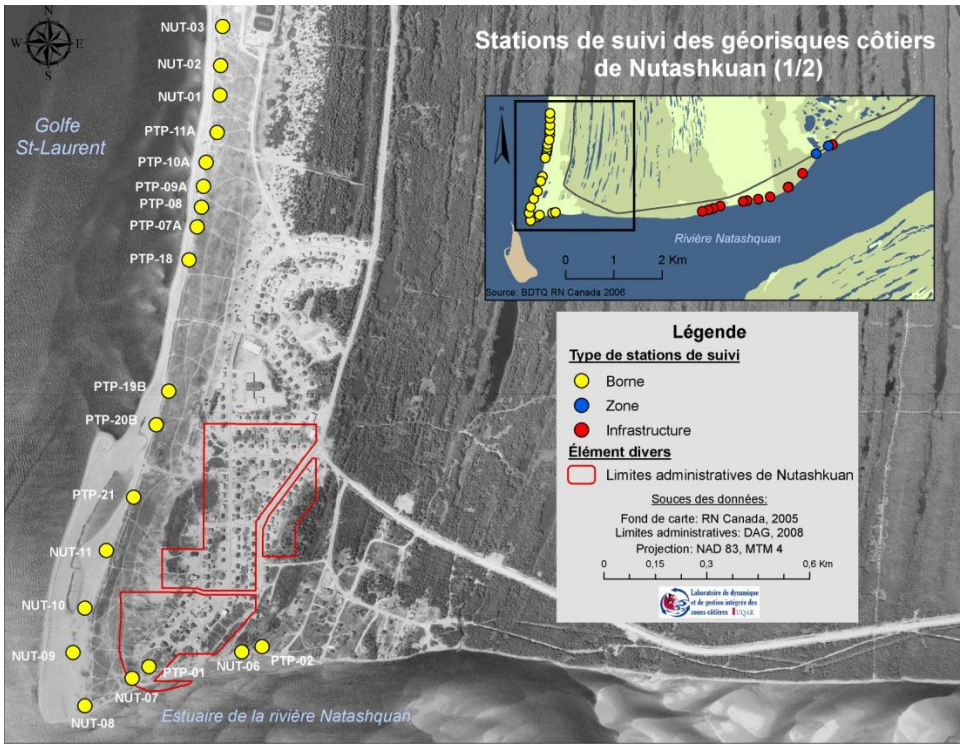


Figure 111. Stations de suivi des géorisques côtiers dans la région de Nutashkuan

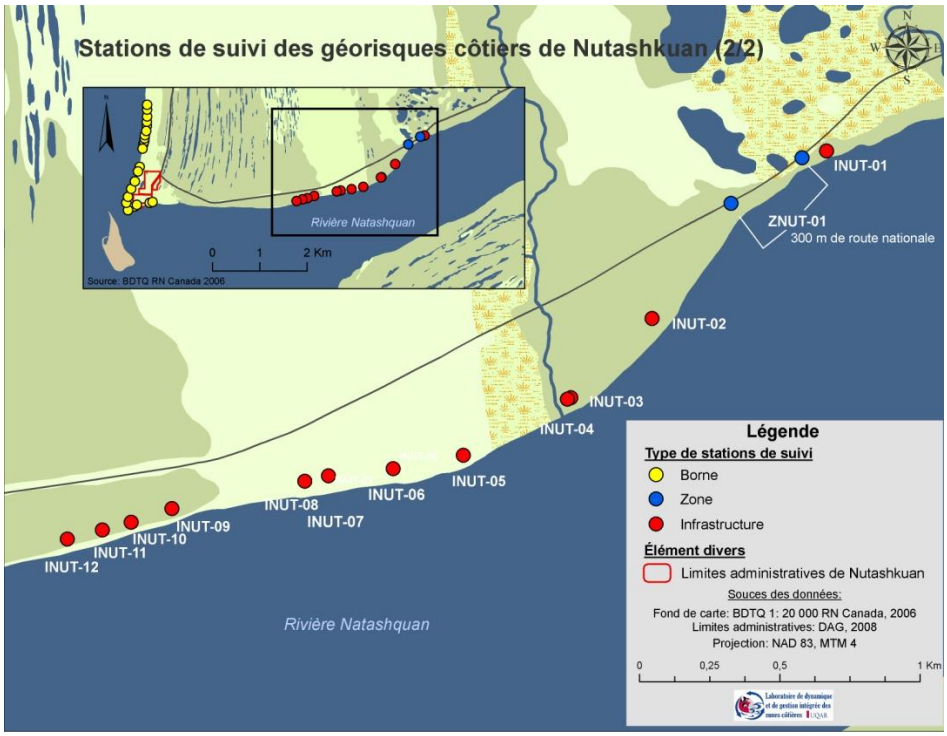


Figure 112. Stations de suivi des géorisques côtiers dans la région de Nutashkuan, infrastructures et zone à risque

LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES

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

Roch Guevremont Bsc Géographie
Steeve Dugas Bsc Géographie
Juin 2010

Quelques conseils

Configurer le GPS

-format de position degré, décimale : hddd.ddddd

-système géodésique : WGS84

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

1.1 Implantation des bornes

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

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

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

2) Inscrire la distance en mètre (Ex. 10 m) au bout des piquets.
3) Mettre un bout de ruban au bout des piquets afin de faciliter le repérage lors du suivi.
4) Prendre la position GPS de la borne 1, lui donner un nom (3 premières lettres du nom de la communauté), suivi d'un numéro (numéro suivant de la dernière borne implantée). Noter les coordonnées géographiques sur la fiche de terrain.
5) Noter les caractéristiques du milieu et les informations nécessaires pour faciliter la localisation (adresse, nom de rue, espèce d'arbre, couleur de la maison etc.).
6) Implanter les bornes aux distances établies entre les bornes et le trait de côte ou la ligne de rivage selon la configuration de la plage (p.ex : B1 : 10m, B2 : 15m). La méthodologie de prise de mesure est décrite à la section 1.5. Indiquer la visée, s'il y a lieu.
7) Indiquer le type de côte et son état.
8) Mesurer précisément la hauteur de la falaise ou de la microfalaise lorsque possible. L'évaluer si c'est trop haut pour la mesurer et indiquer dans ce cas qu'il s'agit d'une mesure approximative. (microfalaise : – de 1,50 m, basse falaise : 1,50 à 5,00 m, moyenne falaise : 5,00 à 10,00 m, haute falaise : 10,00 à 20,00 m, très haute falaise + de 20,00 m).
9) Indiquer la stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la microfalaise (sable, sable sur roc, sable sur argile, argile, roc etc.) (Ex. : sable sur argile (s/ag) ou sable-gravier-blocs sur silt (s-g-bl / si).
10) Mesurer la largeur du débord organique si présent.

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

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

Fiche de suivi de l'érosion côtière

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'extremité 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 X

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 Type de côte | stable État de la côte | enrochement pe Infrastructure et état

NA
Largeur du débord organique

7 m Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise | _____ | S Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise

30 m Largeur du haut estran | S Substrat du haut estran

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

_____ Aléas | cd, vg 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 X

Borne repositionnée ☐ Borne perdue et réimplantée ☐ Ajout d'une borne de sureté X(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 (Type de côte) | a (État de la côte) | NA (Infrastructure et état)

NA
Largeur du débord organique

1,2 m _____ (Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise) | sm (Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise)

15 m (Largeur du haut estran) | sm (Substrat du haut estran)

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

_____ (Aléas) | vg, vtt, éol (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 à été prise ainsi que l'alignement. (Ex, coin est résidence rouge, aligné avec le mur est.)
5) Noter les données de caractérisation côtière de la même façon que celles indiquées dans l'exemple donnée pour une nouvelle implantation de borne (Section 1.1., Étapes 7 à 15).
6) Noter les aléas potentiels.
7) Prendre une photo.

Exemple de prise de données pour les infrastructures ponctuelles

Fiche de suivi de l'érosion côtière

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

7 juillet 2010 (Date) 13h20 (Heure) CD (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

Type de côte

a

État de la côte

NA

Infrastructure et état

NA

Largeur du débord organique

0,80 m

Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise

s

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

32,5 m

Largeur du haut estran

s

Substrat du haut estran

NA

Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)

NA

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

Er, sub

Aléas

vg, eol, vtt

Processus actifs

IPES-09_07_07_10

No de photos

Commentaires : _____

1.4 Inventaire des zones d'infrastructures

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

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

Exemple de prise de données pour les zones d'infrastructures

Fiche de suivi de l'érosion côtière

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

7 juillet 2010 (Date) | 13h20 (Heure) | CD (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

_____ Numéro d'infrastructure (I-)

ZPES-1 Numéro de début de zone (Z-)

ZIPES-1f 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 Type de côte

a État de la côte

NA Infrastructure et état

NA Largeur du débord organique

M : entre 5 et 10 m Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise

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

Minimum : 15 m, Max : 20 m Largeur du haut estran

sm Substrat du haut estran

NA Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)

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

er Aléas

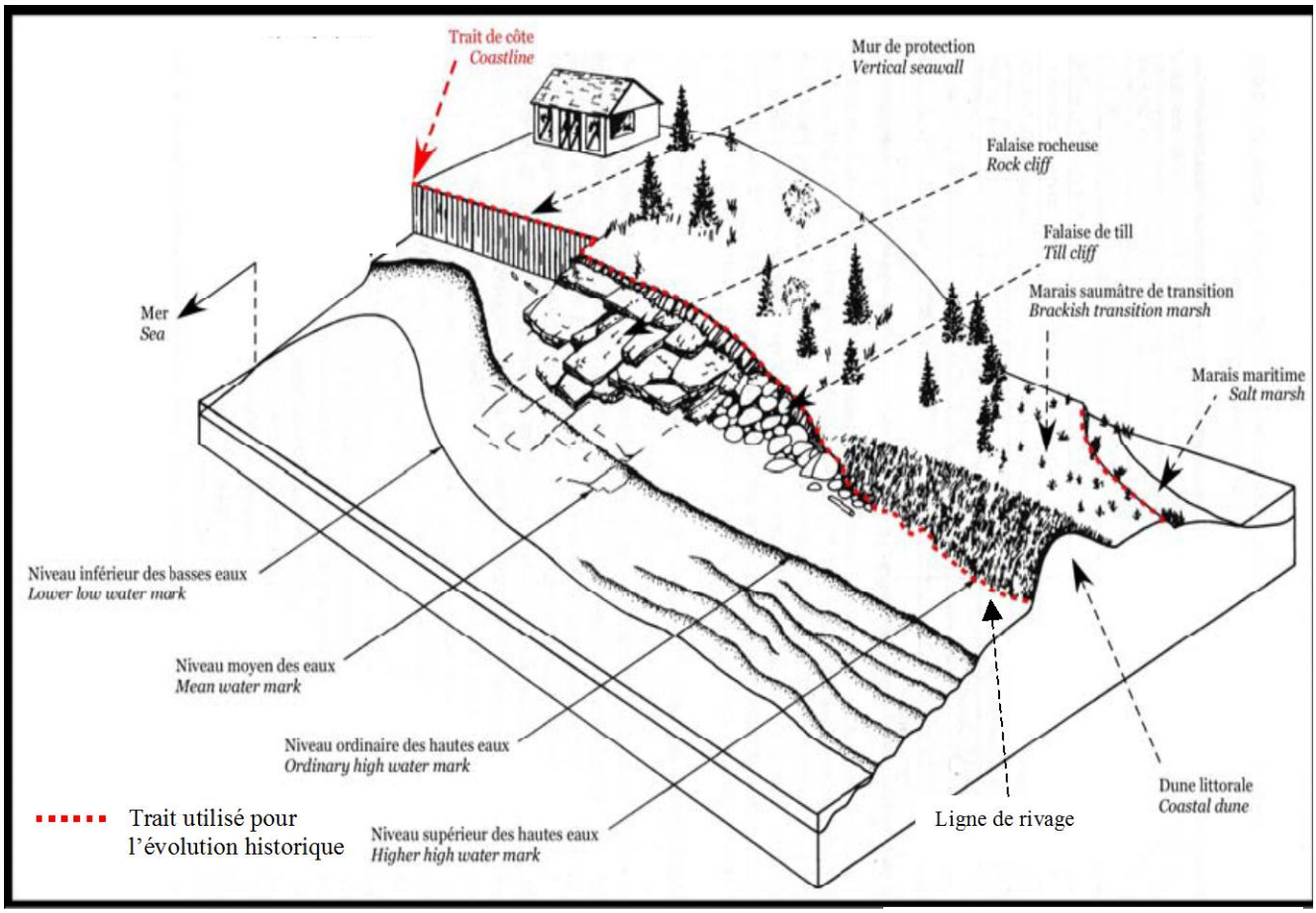
vg, eol, Processus actifs

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

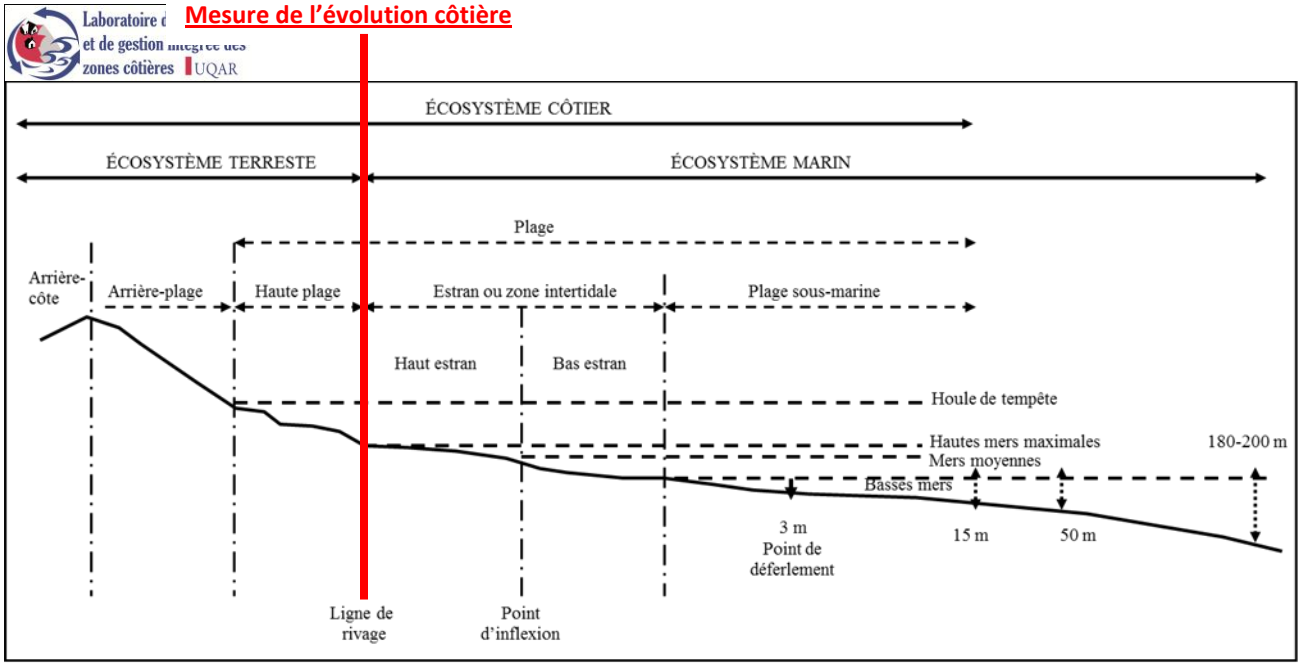
Selon le type de cote et la configuration de la plage, la mesure se prend à différents niveaux.



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 pas estran).



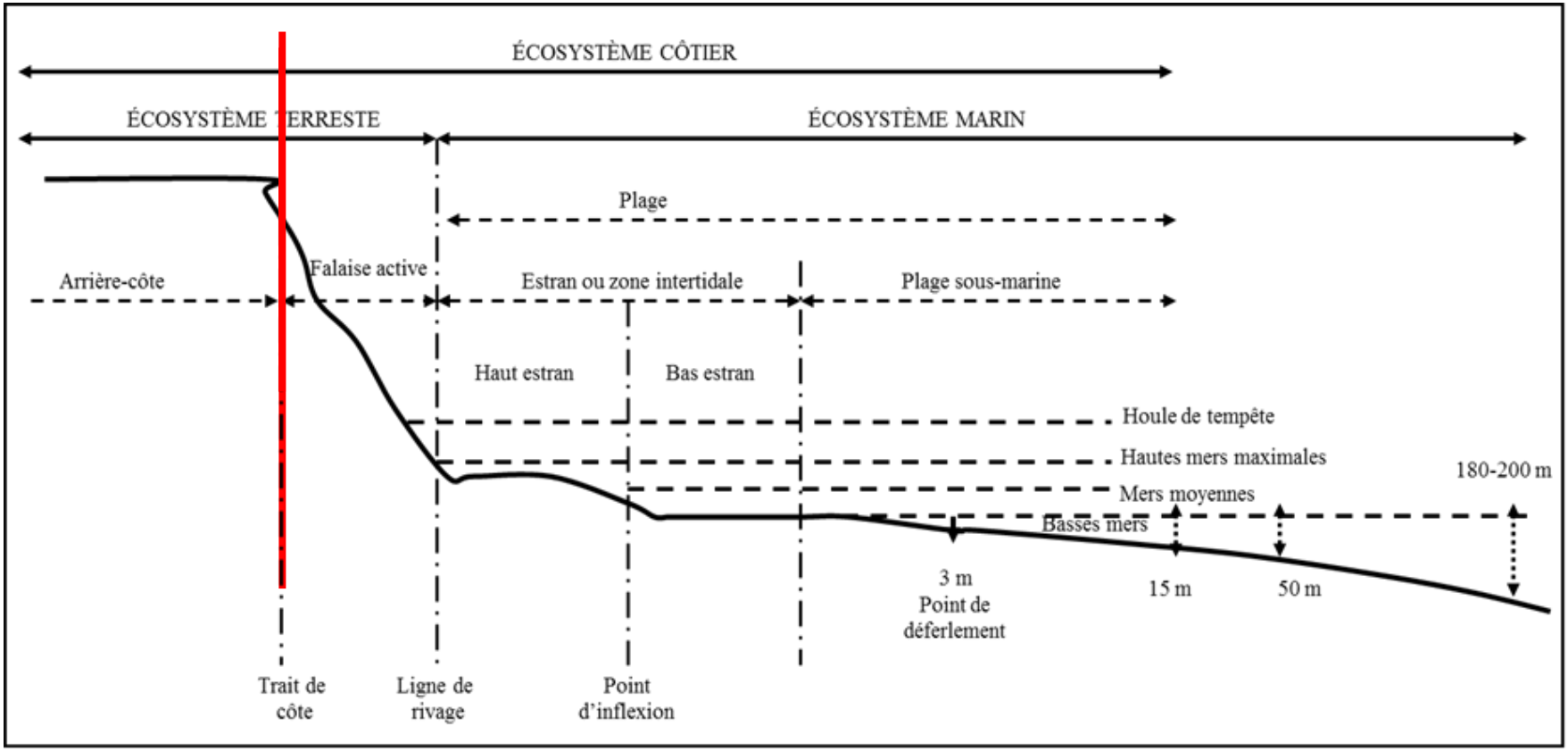
Terrasse de plage, flèche littorale, tombolo et dune avec microfalaise

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

Falaise

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

Mesure de l’évolution côtière

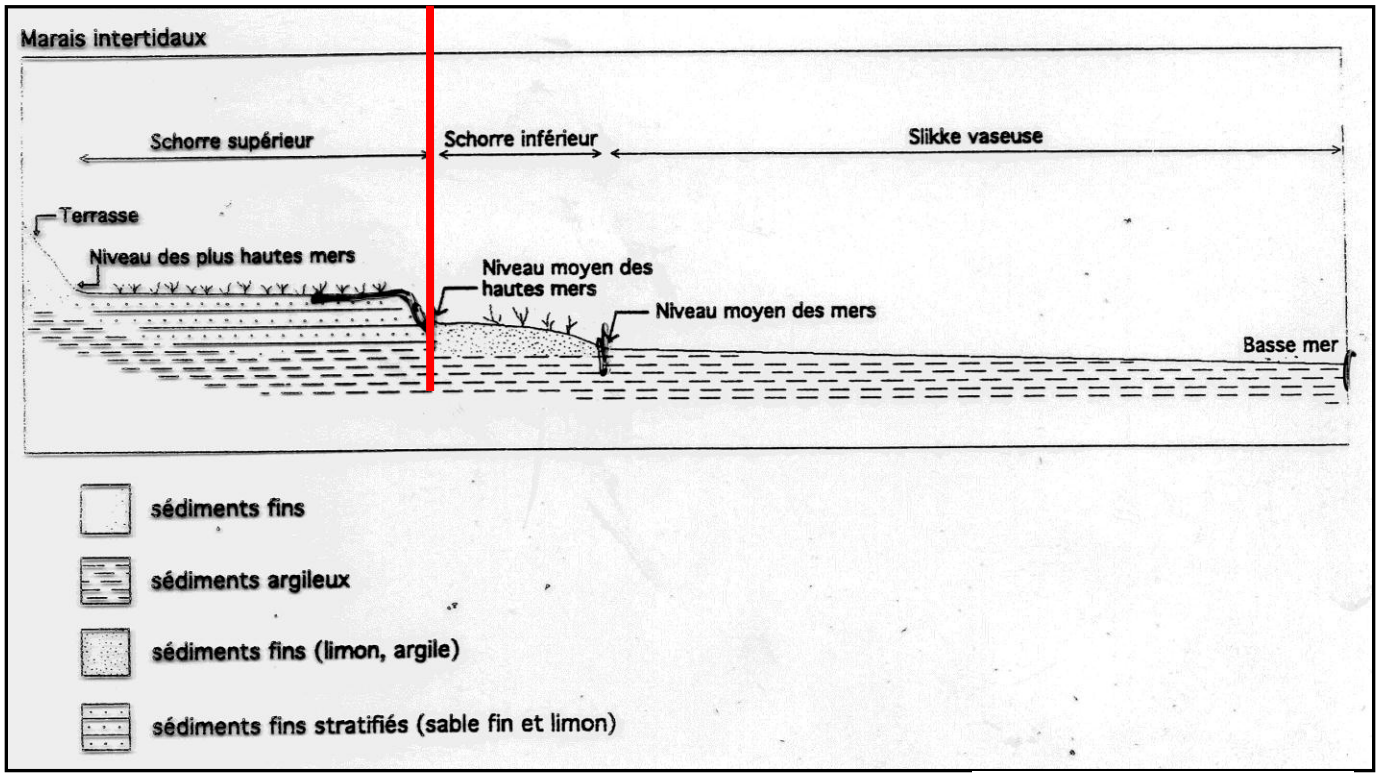


Marais maritime

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

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

Mesure de l'évolution côtière



Modifié de Dionne, 2004

C) Profil d'un marais maritime

1.6 Nomenclature des photos

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

Exemple : Borne MEC-01 photos prisent 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