

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



**CONSEIL TRIBAL
MAMUITUN**



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

2012

Équipe de réalisation

Coordination, recherche et rédaction

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

Recherche, enquête, 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 : Plage de Pessamit, août 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 Pessamit dans un contexte de changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Conseil tribal Mamuitun et au Ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 240 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 Uashat;
- 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 :

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

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

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

Résumé

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

Ce volume porte spécifiquement sur la communauté de Pessamit. 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 baie des Îlets Jérémie à la rivière aux Rosiers et inclut un secteur de la péninsule de Manicouagan, la pointe Paradis.

Caractéristiques du territoire de Pessamit

La réserve de Pessamit est établie sur le complexe deltaïque de la rivière Betsiamites, au confluent de cette dernière avec l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Il s'agit d'un environnement côtier particulièrement sensible à l'érosion et à la submersion côtières. L'importante croissance démographique de la population de Pessamit et les imposants besoins en logements 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 principalement liés aux activités récréatives, aux voies de communication et au développement résidentiel.

Sur le territoire de la réserve de Pessamit, on retrouve principalement des côtes à falaise meuble, à flèche littorale, à marais maritime, à terrasse de plage ainsi que des côtes rocheuses. Le sable est la composante dominante des flèches littorales, des terrasses de plage et des falaises. Les falaises meubles situées au nord du secteur urbanisé sont constituées de tourbe sur du sable ou du silt et sont plus sensibles aux processus hydrogéologiques. Les côtes rocheuses sont formées de roches granitiques et gneissiques quasi insensibles à l'érosion.

On remarque qu'un peu plus de 30 % de la côte de la réserve est en érosion et que 11 % présente des signes partiels d'érosion. Les secteurs en érosion sont concentrés à proximité du secteur urbanisé, au niveau de la tourbière située au nord du secteur urbanisé ainsi qu'au niveau de la falaise au sommet de laquelle se situe la rue Kessey. Le principal ouvrage de protection de la côte se trouve en contrebas de la rue Laletaut, qui est perchée au sommet d'une falaise meuble, et il s'agit d'un enrochement.

L'estuaire de la rivière Betsiamites connaît actuellement un ensablement. Ce phénomène s'explique par la régularisation du débit de la rivière suite à l'installation des centrales hydro-électriques ainsi que par

l'augmentation des apports sédimentaires en hiver en raison de la réduction de la couverture de la glace côtière.

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

L'évolution côtière et les conditions climatiques, glacielles et hydrologiques ont été globalement analysées de 1950 à 2010 selon des intervalles de temps qui présentaient des profils climatiques distincts, soit au-dessus ou au-dessous de la normale.

Tout d'abord, l'analyse des données météorologiques à la station de Baie-Comeau indique une tendance significative au réchauffement de la température moyenne annuelle (+1,22 °C entre 1967 et 2010). Le réchauffement est particulièrement important lors de la saison hivernale (tendance significative : +1,86 °C entre 1967 et 2010.). La période récente (2006-2010) enregistre de loin l'anomalie moyenne positive la plus élevée (2,12 °C). La baisse significative des degrés-jours de gel concorde avec une réduction de la couverture de glace dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Les précipitations totales et de pluies annuelles sont aussi à la hausse alors que les précipitations neigeuses sont à la baisse. La période de 1996 à 2005 présente le nombre d'événements de pluie diluvienne de 50 mm et de 30 mm le plus élevé. Les tempêtes sont plus fréquentes en hiver. Malgré une baisse de leur nombre, la réduction de la couverture de glace côtière (1996-2010) fait en sorte d'exposer la côte à un plus grand nombre de tempêtes.

Il en ressort que la période récente de 1996 à 2006, qui fut la période la plus chaude avec la plus faible superficie de couverture de glace, a été particulièrement érosive avec le taux d'érosion moyen le plus élevé (-0,44 m/an) pour tous les types de côte confondus.

Lorsque l'on analyse l'évolution côtière par type de côte, on remarque que les falaises meubles sont en recul depuis 1950. Les falaises meubles au nord du secteur urbanisé ont connu leur taux moyen de recul le plus élevé entre 1996 et 2006 (-0,79 m/an). La valeur maximale mesurée a été de -2,4 m/an. Elles évoluent par glissements superficiels, coulées boueuses, suffosion, gel-dégel et sapement basal associé aux vagues. Les températures hivernales chaudes, le plus grand nombre d'événements de pluie diluvienne et la plus grande exposition aux vagues de tempêtes en raison de la réduction de la couverture de glace qui ont caractérisé la période de 1996 à 2006 ont accéléré le recul de ces falaises.

Du côté de la flèche littorale, les analyses démontrent que la pointe de Betsiamites a connu une accumulation de 1950 à 1996 et un recul entre 1996 et 2006 (-0,48 m/an). Les reculs s'observent surtout au niveau du pédoncule alors qu'il y a de l'accumulation à l'extrémité sud. La valeur la plus élevée de recul a été de -4,2 m/an. Cette forme littorale, très dynamique, évolue sous l'effet des vagues, des surcotes, du vent, du transit sédimentaire et des VTT. Elle réagit rapidement aux vagues de tempête. La réduction de la couverture de glace avec un nombre élevé de tempête à l'hiver a favorisé le recul de 1996 à 2006. La flèche littorale est aussi en partie submergée à chaque événement de tempête sans que cela entraîne nécessairement de l'érosion.

La ligne de rivage du marais maritime a accusé un recul principalement entre 1996 et 2006 où l'on observe un recul de -0,53 m/an. Cet environnement côtier évolue en raison de processus

hydrodynamiques tels que les vagues, les courants de marée, la submersion et les résurgences induites par les chenaux de marée. La réduction de la couverture glacielle lors de la période récente a sans aucun doute accéléré son recul. Lorsque les glaces sont mobiles, elles arrachent des radeaux de marais. Le marais est aussi plus sensible aux vagues de tempêtes lorsqu'il n'y a pas ou peu de couverture de glace. On remarque aussi un ensablement du marais maritime entre 1950 et 2006.

Les terrasses de plage sont globalement en accumulation depuis 1950. La période récente présente toutefois un bilan nettement plus négatif que les autres périodes. Elles évoluent sous l'effet des vagues et du transit sédimentaire et réagissent aux apports sédimentaires disponibles. Elles sont directement affectées par les vagues de tempêtes. Lorsqu'elles sont en aval d'une falaise meuble, elles reçoivent les sédiments par la dérive littorale.

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 l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent et de diminuer la formation de la glace côtière et par conséquent, d'augmenter le nombre total d'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 1996 à 2006 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.

Avec l'augmentation des redoux hivernaux et des cycles de gel et de dégel ainsi que l'augmentation des précipitations liquides hivernales prévues dans un contexte de changements climatiques, l'érosion devrait s'accélérer dans les falaises meubles qui sont sensibles aux processus hydrogéologiques et cryogéniques. La falaise meuble devant les bassins d'épuration devrait donc reculer de 18 mètres d'ici 2060 alors que la falaise meuble de la tourbière au nord du secteur urbanisé devrait reculer de 43 mètres.

Dans le contexte des changements climatiques, la diminution de l'englacement de l'estuaire maritime du Saint-Laurent et l'augmentation du nombre de tempête affectant la côte qui en résulte auront pour effet de continuer à faire reculer la flèche littorale de 23 m d'ici 2060.

Considérant la réduction du couvert de glace prévue et la sensibilité du marais aux glaces mobiles, son recul devrait se maintenir et atteindre 29 mètres d'ici 2060.

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

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

Puisque les infrastructures de Pessamit sont généralement situées assez loin du littoral et des berges, il sera possible de mettre en branle une stratégie d'adaptation aux aléas côtiers. Sur un total de 34 infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060, une seule le sera avant 2015. Ainsi 56 % des infrastructures présentent un niveau de vulnérabilité faible à très faible et à peine 3 % un niveau de très élevé à élevé. Les résidences principales et les bâtiments secondaires représentent à eux seuls respectivement 33 % et 50 % de l'ensemble des infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060. Plusieurs résidences de la rue Laletaut et leur bâtiment secondaire seront vulnérables à l'horizon 2030. La croix sur la rue Laletaut, qui est considérée comme une infrastructure patrimoniale sera vulnérable à partir de 2020. Le site de mise à l'eau à l'extrémité de la rue Kessey est déjà menacé par les aléas côtiers ainsi que le tuyau de trop-plein des bassins d'épuration. De plus, des résidences de la rue Tausut ainsi que leur bâtiment secondaire sont menacés par la submersion.

Sur un total de 2 853 m linéaires d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 20% présente un niveau de vulnérabilité de très élevé à élevé (2006 à 2020) et 38 % présente un niveau de vulnérabilité de faible à très faible (2040 à 2060). Près de 83 % de l'ensemble des infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion correspondent aux voies de communication. À l'intérieur de la réserve, des sentiers de VTT qui servent de voie de communication sont dès aujourd'hui vulnérables aux aléas côtiers. À compter de 2020, c'est une partie de la rue Laletaut qui sera menacée par l'érosion si l'entretien de l'enrochement n'est pas entretenu régulièrement.

Enfin, on constate déjà que la cueillette de petits fruits, des sites de campement, des lieux de rassemblement, la marche, la pratique de VTT et la détente sur la plage sont vulnérables à l'érosion côtière. De plus, le canot, la chasse aux oiseaux migrateurs, la cueillette de mye, la pêche sur la glace, la chasse aux phoques et la motoneige sont des activités vulnérables aux changements environnementaux tels que l'ensablement, le déplacement de bancs sableux et la diminution de la glace. La réduction de la couverture de glace de mer et en rivière observée par une majorité de répondants affecte déjà plusieurs activités. La réduction appréhendée du couvert de glace entraînera des modifications importantes, voire la disparition d'activités hivernales pratiquées par la communauté innue.

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 Pessamit. Nous recommandons d'interdire de nouvelles

constructions permanentes dans ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. Les marges de recul préconisées vont de 20 à 60 mètres selon les types de côtes.

Il en ressort que trois secteurs nécessiteront une intervention à court et moyen terme :

- 1) La rue Laletaut, entre l'entrepôt du conseil de bande et l'extrémité nord de la rue est menacée par l'érosion côtière.

Il s'agit d'un milieu très sensible et névralgique en termes de dynamique côtière. Une analyse détaillée du régime hydrosédimentaire devrait être réalisée avant toute intervention pour identifier la meilleure solution d'adaptation et pour éviter de déplacer le problème ou de l'augmenter. La solution devrait viser à rétablir un équilibre sédimentaire au niveau de la plage. La construction de dunes artificielles végétalisées pourrait être envisagée face à l'entrepôt du conseil de bande qui se fait régulièrement submerger.

- 2) Les rues Tausut et Metsheteu du côté du marais maritime sont vulnérables à la submersion.

Des travaux d'immunisation pourraient être réalisés pour minimiser les effets des événements de submersion (étanchéité des sous-sols, rehaussement du terrain). Il est recommandé d'éviter toute activité qui pourrait augmenter la sensibilité à l'érosion du marais et de la flèche littorale. Par conséquent, la circulation en VTT dans ces milieux devrait être interdite.

- 3) Les bassins d'épurations seront en marge de la falaise d'ici 2060.

Il s'agit d'un enjeu important pour la communauté d'autant plus qu'elle est en pleine expansion démographique. Dans une perspective du besoin d'agrandissement des étangs soulignés par plusieurs intervenants, nous proposons de nouveaux lotissements au nord de la rue Kesseu. Un segment de la rue Kesseu devra éventuellement être déplacé vers le nord en raison de l'érosion. Une étude géotechnique est suggérée afin d'évaluer le niveau de stabilité du talus et la nécessité de mettre en place un enrochement au pied de la falaise.

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

L'enquête sur les perceptions des résidents et des gestionnaires de la communauté a mis en lumière le fait que les répondants observent une accélération du phénomène d'érosion et qu'ils voient une augmentation de la fréquence des événements de submersion et des événements de glissement de terrain. Ces observations concordent très bien avec les données géoscientifiques qui montrent aussi une accélération du phénomène d'érosion lors de la période récente. De plus, ils observent plusieurs changements environnementaux, dont le réchauffement climatique, l'augmentation des redoux hivernaux, la diminution de la glace côtière et la diminution de la largeur de la plage. Selon eux, les aléas côtiers surviennent en réaction aux interventions humaines (barrages hydro-électriques et enrochements), à l'augmentation du niveau marin relatif et des redoux hivernaux et aux changements climatiques.

Selon eux, les zones les plus affectées dans la communauté sont les rues Laletaut, Metsheteu et Tausut. De plus, la tourbière contigüe au secteur urbanisé serait également très affectée par les aléas côtiers. Au niveau des infrastructures, les répondants perçoivent que l'entrepôt du conseil de bande se fait

régulièrement inonder ainsi que trois maisons de la rue Tausut. De plus, selon les répondants, les maisons des rues Metsheteu et Laletaut seront éventuellement menacées par les aléas côtiers. Enfin, ils indiquent également que le site de rassemblement annuel sur la flèche littorale est à risque. Les répondants croient qu'il y a une nécessité de nouveaux lotissements et d'un agrandissement des étangs d'épuration. Ces interventions devront, selon eux, tenir compte des risques d'érosion et de submersion.

Les solutions d'adaptation préconisées par une majorité de répondants s'inscrivent très bien dans une approche de gestion intégrée des zones côtières. Outre l'amélioration de la réglementation des milieux côtiers et une modification des comportements néfastes pour l'environnement, la sensibilisation est la première solution préconisée tant par les gestionnaires que par la population. Les résidents préfèrent toutefois aussi l'enrochement qui n'est pas toujours adapté aux types de systèmes côtiers. Les deux groupes croient que la population, le conseil de bande et les experts devraient identifier les solutions d'adaptation. Les acteurs publics sont d'avis que la gestion des solutions d'adaptation devrait être dirigée par un comité formé du conseil de bande, des deux paliers de gouvernement, d'experts, d'organismes locaux ainsi que de la population alors que les résidents croient qu'elle devrait être effectuée uniquement par le conseil de bande. Le financement devrait, selon les deux groupes de répondants, être assuré par les deux gouvernements et le conseil de bande.

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

Transfert de connaissance

Un réseau de suivi de l'érosion côtière a été implanté grâce à une collaboration des chercheurs de l'UQAR et des responsables issus de la communauté de Pessamit. Ces derniers ont reçu une formation pour assurer une autonomisation du suivi du phénomène d'érosion. La prise en charge de la documentation de la tempête du 6 décembre 2010 témoigne du succès de ce transfert de connaissance. Toutefois, le manque de ressources financières pourrait entraver la poursuite de la collecte des données et le mentorat par des chercheurs de l'UQAR.

Table des matières

Équipe de réalisation.....	II
Remerciements	I
Résumé.....	III
Table des matières	I
Liste des figures.....	IV
Liste des planches.....	VIII
Liste des tableaux	VIII
Listes des annexes	IX
1 Introduction	2
1.1 Mise en contexte	2
1.2 Objectifs.....	3
1.3 Localisation de la zone d'étude	4
2 Contexte socio-économique.....	5
2.1 Démographie.....	5
2.2 Occupation du territoire côtier	8
2.3 Activités côtières et maritimes.....	15
3 Analyse des perceptions des acteurs publics et des résidents sur les aléas côtiers et les changements environnementaux	16
3.1 Mise en contexte et objectifs	16
3.2 Méthodologie.....	17
3.2.1 Stratégie d'échantillonnage et outils d'enquête	17
3.2.2 Déroulement de l'enquête	17
3.2.3 Traitement des données.....	18
3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions.....	19
3.3 Résultats de l'enquête sur les perceptions des acteurs publics.....	20
3.3.1 Profil des répondants	20
3.3.2 Préoccupations des acteurs publics	21
3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés	22
3.3.4 Causes des aléas côtiers	25
3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux	26
3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance	28
3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents.....	32

3.4.1	Profil des répondants	32
3.4.2	Préoccupations des résidents.....	33
3.4.3	Aléas et changements environnementaux observés	34
3.4.4	Causes des aléas côtiers	37
3.4.5	Impacts des aléas et des changements environnementaux	38
3.4.6	Solutions d'adaptation et gouvernance	40
3.5	Analyse spatiale de l'utilisation du milieu et des perceptions des aléas et des changements environnementaux	44
3.5.1	Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux	44
3.5.2	Perceptions des zones affectées par les phénomènes, les processus et les changements environnementaux	50
3.6	Faits saillants de l'enquête sur les perceptions.....	57
3.6.1	Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences	57
3.6.2	Solutions d'adaptation et gouvernance	57
4	Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques	59
4.1	Méthodologie	59
4.1.1	Les données climatiques	59
4.1.2	Les données glacielles	67
4.1.3	Les données hydrologiques	68
4.2	Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques.....	68
4.3	Projections climatiques	77
4.3.1	Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières	79
5	Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers	81
5.1	Méthodologie	81
5.1.1	Caractérisation de la côte.....	81
5.1.2	Évolution historique	87
5.2	Contexte physique.....	89
5.2.1	Géologie et formations meubles	89
5.2.2	Conditions hydrodynamiques générales.....	90
5.3	Portrait actuel de la côte	91
5.3.1	Portrait actuel de la région de Pessamit	93
5.3.2	Portrait actuel du secteur de la réserve de Pessamit.....	96
5.3.3	Portrait actuel du secteur de la pointe Paradis.....	99
5.4	Évolution historique de la côte.....	109
5.4.1	Région de Pessamit	109
5.4.2	Région de la pointe Paradis.....	121

6	Projection de l'évolution côtière	127
6.1	Méthodologie	127
6.1.1	Identification des facteurs-clés d'évolution et couplage évolution côtière et climat historique	127
6.1.2	Définition des scénarios d'évolution	129
6.2	Région de Pessamit	130
6.2.1	Secteur A (Baie des Îlets Jérémie)	130
6.2.2	Secteur B (Baie des Îlets Jérémie/pointe à Michel).....	133
6.2.3	Secteur C (Rive sud de l'estuaire de la rivière Betsiamites)	144
6.2.4	Secteur D (Rive nord de la l'estuaire de la rivière Betsiamites)	149
6.2.5	Secteur E (Pessamit urbanisée/Papinachois)	152
6.2.6	Secteur F (Nord de Papinachois)	157
6.3	Région de la pointe Paradis.....	160
6.3.1	Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060.....	160
7	Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	162
7.1	Méthodologie	162
7.1.1	Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures.....	162
7.1.2	Évaluation de la vulnérabilité des activités	164
7.2	Résultats de la vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	165
7.2.1	Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles	165
7.2.2	Vulnérabilité des infrastructures linéaires	166
7.2.3	Vulnérabilité des activités	167
8	Cartographie préliminaire du risque d'érosion côtière dans un contexte de changements climatiques	175
8.1	Méthodologie du zonage du risque d'érosion côtière	175
8.2	Résultats du zonage du risque d'érosion côtière	177
8.3	Secteurs d'intervention prioritaire	190
9	Conclusion.....	191
	Références.....	194
	Annexes	199

Liste des figures

Figure 1. Localisation de Pessamit et de la zone d'étude.....	4
Figure 2. Répartition de la population de Pessamit en 2006 par groupe d'âge et par sexe.....	6
Figure 3. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge.....	7
Figure 4. Occupation du territoire côtier de Pessamit	8
Figure 5. Occupation du territoire côtier dans le secteur urbanisé de la réserve de Pessamit.....	8
Figure 6. Localisation des secteurs d'inventaire de l'occupation du territoire côtier	11
Figure 7. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de Pessamit)	12
Figure 8. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de Papinachois, nord de Papinachois)	13
Figure 9. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de l'estuaire et de la rivière de Betsiamites)	14
Figure 10. Genre	20
Figure 11. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière.....	20
Figure 12. Aléas observés par les acteurs publics	22
Figure 13. Tendances des aléas observés par les acteurs publics	22
Figure 14. Processus et phénomènes observés par les acteurs publics	23
Figure 15. Tendance des processus et phénomènes observés par les acteurs publics.....	23
Figure 16. Changements climatiques observés par les acteurs publics	24
Figure 17. Changements environnementaux observés par les acteurs publics	24
Figure 18. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics	25
Figure 19. Présence d'impacts des changements climatiques selon les acteurs publics	27
Figure 20. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics.....	27
Figure 21. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics	29
Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les acteurs publics	31
Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les acteurs publics.....	31
Figure 24. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les acteurs publics.....	32
Figure 25. Profil des résidents	32
Figure 26. Propriété et activités pratiquées dans la zone côtière	33
Figure 27. Aléas observés par les résidents.....	34
Figure 28. Tendance des aléas observés par les résidents	34
Figure 29. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents	35
Figure 30. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents	35
Figure 31. Tendance des processus et phénomènes naturels observés par les résidents	35
Figure 32. Changements climatiques observés par les résidents.....	36
Figure 33. Changements environnementaux observés par les résidents.....	37
Figure 34. Causes des aléas côtiers selon les résidents.....	37
Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents	39
Figure 36. Actions entreprises selon les résidents	40
Figure 37. Appréciation des actions entreprises selon les résidents.....	40
Figure 38. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents.....	41
Figure 39. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents.....	42
Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les résidents	43
Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les résidents.....	43

Figure 42. Légende de l'utilisation du milieu et des perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux	46
Figure 43. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, région de Pessamit	47
Figure 44. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de la zone urbaine	48
Figure 45. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites.....	49
Figure 46. Légende des processus et des changements environnementaux observés par les répondants.....	51
Figure 47. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs	52
Figure 48. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la zone urbanisée ...	53
Figure 49. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites	54
Figure 50. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Papinachois	55
Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la pointe à Michel ...	56
Figure 52. Localisation des stations météorologiques Baie-Comeau A. et Les Buissons.....	60
Figure 53. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010	76
Figure 54. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec	77
Figure 55. Côte à falaise meuble (Tourbière de Pessamit)	82
Figure 56. Côte à falaise meuble à base rocheuse (Baie des Îlets Jérémie)	83
Figure 57. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Estuaire de la rivière Betsiamites)	83
Figure 58. Côte à flèche littorale (Pointe à Michel)	84
Figure 59. Côte à marais maritime (Secteur urbanisé de Pessamit).....	84
Figure 60. Côte à terrasse alluviale (Site de la société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites)	85
Figure 61. Côte à terrasse de plage (à l'ouest des bassins d'épuration)	85
Figure 62. Côte à tombolo (à l'est de Papinachois)	86
Figure 63. Côte rocheuse (à l'ouest de Papinachois).....	86
Figure 64. Délimitation de la ligne de rivage	88
Figure 65. Localisation des secteurs de caractérisation côtière	92
Figure 66. Types de côte de la région de Pessamit	93
Figure 67. État de la côte de la région de Pessamit.....	95
Figure 68. Types de côte de la réserve de Pessamit.....	97
Figure 69. État de la côte de la réserve de Pessamit	98
Figure 70. Types de côte du secteur de la pointe Paradis	100
Figure 71. État de la côte du secteur de la pointe Paradis	101
Figure 72. Portrait actuel du secteur de la baie des Îlets Jérémie.....	102
Figure 73. Portrait actuel du secteur de la pointe à Michel	103
Figure 74. Portrait actuel du secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites	104
Figure 75. Portrait actuel du secteur urbanisé de Pessamit.....	105
Figure 76. Portrait actuel du secteur de Papinachois.....	106
Figure 77. Portrait actuel du secteur au nord de Papinachois	107
Figure 78. Portrait actuel du secteur de la pointe Paradis	108
Figure 79. Taux de déplacement moyen de la région de Pessamit par type de côte et par période	110
Figure 80. Taux de déplacement du secteur A par unité et par période	111
Figure 81. Taux de déplacement du secteur B par unité et par période	113

Figure 82. Évolution historique des unités homogènes 8 à 11 entre 1950 et 2001	114
Figure 83. Évolution historique de la pointe à Michel entre 1950 et 2001	115
Figure 84. Taux de déplacement du secteur C par unité et par période	116
Figure 85. Taux de déplacement du secteur D par unité et par période.....	117
Figure 86. Taux de déplacement du secteur E par unité et par période	118
Figure 87. Taux de déplacement du secteur F par unité et par période	119
Figure 88. Taux de déplacement des secteurs de la région de Pessamit par période.....	120
Figure 89. Taux de déplacement de la région de la Pointe Paradis par unité et par période	121
Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-01, P-02, P-05 et P-06.....	131
Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-02, P-03 et P-04.....	132
Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-04, P-05, P-06 et P-07.....	136
Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unité homogène P-07..	137
Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-07, P-08, P-09 et P-10.....	138
Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-08, P-09, P-10, P-11 et P-12A	139
Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-12A, P-12B et P-13	140
Figure 97. Évolution historique des unités homogènes 13 à 18 entre 1950 et 2001	141
Figure 98. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-13, P-14 et P15	142
Figure 99. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-14, P-15 et P16	143
Figure 100. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-16, P-17 et P18.....	145
Figure 101. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-18 et P-19.....	146
Figure 102. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-19	147
Figure 103. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-20, P-21, P-22 et P-23	148
Figure 104. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-23C, P-24, P-25A et P-26	151
Figure 105. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-26 et P-27.....	153
Figure 106. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-27	154
Figure 107. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-27 et P-28.....	155
Figure 108. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-28 et P-29.....	156
Figure 109. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-29 à P-34.....	159

Figure 110. Projection de l'évolution côtière de la région de la pointe Paradis entre 2005 et 2060, unités homogènes PAR-01 et PAR-02.....	161
Figure 111. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	169
Figure 112. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux	170
Figure 113. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, échelle de l'ensemble de la zone d'étude.....	171
Figure 114. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, échelle de l'estuaire de la rivière Betsiamites.....	172
Figure 115. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux dans la zone urbanisée de Pessamit	173
Figure 116. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux dans le secteur de la baie des Îlets Jérémie	174
Figure 117. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-22, P-23A et P-23B	179
Figure 118. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-23C, P-24 et P-25 et P-26	180
Figure 119. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-25, P-26 et P-27.....	181
Figure 120. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-27.....	182
Figure 121. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-28.....	183
Figure 122. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-28 et P-29	184
Figure 123. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-29, P-30, P-31, P-32, P-33 et P-34	185
Figure 124. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-35 à P-42	186
Figure 125. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-42 à P-45	187
Figure 126. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-43 à P-47	188
Figure 127. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-48.....	189
Figure 128. Stations de suivi de l'érosion côtière (bornes et infrastructures) à Pessamit (secteurs 1 et 2)	221
Figure 129. Stations de suivi de l'érosion côtière (bornes et infrastructures) à Pessamit (secteurs 3 et 4)	222

Liste des planches

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B entre 1950 et 1996 (Baie des Îlets Jérémie à la pointe à Michel)	122
Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C et D entre 1950 et 2006 (Estuaire de la rivière Betsiamites)	123
Planche 3. Évolution côtière historique du secteur E entre 1950 et 2006 (Secteur urbanisé à Papinachois).....	124
Planche 4. Évolution côtière historique du secteur F entre 1950 et 2006 (Nord de Papinachois).....	125
Planche 5. Évolution côtière historique du secteur de la pointe Paradis entre 1965 et 2005	126

Liste des tableaux

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006	5
Tableau 2. Variation du nombre de logements privés occupés entre 1996 et 2006.....	7
Tableau 3. Inventaire des infrastructures et des sites localisés dans la bande côtière de Pessamit	10
Tableau 4. Inventaire des enjeux linéaires situés dans la bande côtière de Pessamit	10
Tableau 5. Organismes et services représentés	20
Tableau 6. Préoccupations des acteurs publics.....	21
Tableau 7. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers.....	25
Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics	28
Tableau 9. Solutions préconisées par les acteurs publics.....	30
Tableau 10. Préoccupations des résidents	33
Tableau 11. Liens entre les changements climatiques et les aléas côtiers.....	37
Tableau 12. Impacts des changements climatiques selon les résidents	39
Tableau 13. Actions prévues selon les résidents	41
Tableau 14. Synthèse des perceptions des résidents et des gestionnaires de Pessamit à l'égard des aléas côtiers et des changements environnementaux.....	58
Tableau 15. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification des stations météorologiques.....	61
Tableau 16. Normales climatiques aux stations Baie-Comeau A. et Les Buissons pour la période 1971-2000	65
Tableau 17. Exemple de calcul d'anomalie des précipitations totales	66
Tableau 18. Données annuelles manquantes pour chacun des paramètres climatiques analysés	67
Tableau 19. Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles	69
Tableau 20. Données hydrologiques de la rivière Betsiamites.....	76
Tableau 21. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec.....	78
Tableau 22. Définition des types de côtes.....	81
Tableau 23. Définition de l'état de la côte	82
Tableau 24. Intervalle d'analyse de l'évolution côtière et échelle des photographies aériennes	87
Tableau 25. Stratigraphie de la côte de la région de Pessamit.....	94
Tableau 26. Type d'infrastructures de la région de Pessamit	95
Tableau 27. Stratigraphie de la côte de la réserve de Pessamit	97
Tableau 28. Stratigraphie de la côte du secteur de la pointe Paradis	100
Tableau 29. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Pessamit et de la pointe Paradis	128
Tableau 30. Sources des données d'évaluation de la vulnérabilité.....	163
Tableau 31. Niveau de vulnérabilité des infrastructures en fonction de l'horizon de temps	163

Tableau 32. Niveau de vulnérabilité des activités en fonction de leur état	164
Tableau 33. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière.....	166
Tableau 34. Types d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière	167
Tableau 35. Aires d'activités et types d'activités selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière	168
Tableau 36. Taux de recul maximum enregistrés sur la Côte-Nord selon les types de côte	175
Tableau 37. Marges minimales de recul prévues selon les types de côte appliquées à la Côte-Nord.....	176
Tableau 38. Marge de recul à préconiser pour le zonage préliminaire du risque d'érosion côtière	178

Listes des annexes

Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics.....	200
Annexe 2. Questionnaire élaboré pour les informateurs clés et les résidents.....	207
Annexe 3. Résultats du test G.....	214
Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics	217
Annexe 5. Impacts détaillés des aléas selon les acteurs publics	218
Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents.....	220
Annexe 7. Formation sur le suivi de l'érosion côtière	221
Annexe 8. Procédure des relevés de terrain pour le suivi de l'érosion des côtes du Québec maritime	223

1 Introduction

1.1 Mise en contexte

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

Actuellement, les communautés innues visées par ce projet n'ont pas d'outils de planification du développement de leur territoire qui prennent en compte les géorisques côtiers et les changements climatiques. Réalisé en collaboration avec le Conseil tribal Mamuitun et avec l'appui des conseils de bande des communautés à l'étude, ce projet permet aux communautés autochtones de bénéficier des mêmes connaissances et 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 québécoises, 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 d'une série de quatre rapports et vise la communauté de Pessamit alors que les trois autres visent les communautés respectives mentionnées plus haut.

1.2 Objectifs

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

Les objectifs de ce projet de recherche sont :

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

1.3 Localisation de la zone d'étude

La réserve de Pessamit, autrefois sous le nom de la réserve de Betsiamites, est située sur les rives de l'estuaire maritime du Saint-Laurent à 54 km à l'ouest de la ville de Baie-Comeau. Elle fait partie de la MRC de Manicouagan dans la région administrative de la Côte-Nord. La communauté est accessible toute l'année par la route 138 et se situe à moins de 50 km à l'est du centre de service le plus près, soit Forestville (AADNC, 2010). Elle est délimitée par la rivière Betsiamites à l'ouest et par la rivière aux Rosiers à l'est. La superficie totale du territoire est de 25 242 ha ou 252,42 km² (AADNC, 2010). La réserve a été fondée en 1862 (AADNC, 2010).

La zone d'étude correspond au territoire côtier utilisé par les Innus, tel que délimité lors de l'enquête qualitative (Chapitre 3.5.1.2). Conséquemment, elle dépasse les limites administratives de la réserve et comprend une partie de la municipalité de Colombier. La zone d'étude s'étend donc de l'ouest de la baie des Îlets Jérémie à la rivière aux Rosiers. De plus, la pointe Paradis, située sur la péninsule de Manicouagan, a aussi été intégrée dans l'étude (Figure 1).



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

2 Contexte socio-économique

2.1 Démographie

La population de Pessamit était de 2 357 personnes en 2006 suite à une croissance de 3 % depuis 2001 (Tableau 1). Cette tendance contraste avec la population de la ville voisine, Baie-Comeau, qui est en décroissance démographique depuis 1996 (Figure 3). En effet, le recensement de 2006 montre une diminution de 2,3 % de la population de Baie-Comeau par rapport à 2001 (Tableau 1).

Tableau 1. Population et variation démographique de 1996 à 2006

Communauté	2006 ¹	2001 ¹	1996 ²	Variation 1996-2006 (%)	Variation 2001-2006 (%)
Pessamit	2 357	2 288	2 040	15,5	3,0
Baie-Comeau	22 554	23 079	25 555	-11,7	-2,3

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

En 2006, la population active occupée de Pessamit comptait 520 habitants, soit 22 % de la population totale, dont 70 % d'entre eux possèdent un emploi dans la communauté. Près de 5 % de la population active occupée devait se déplacer à l'extérieur de la communauté pour travailler. À Baie-Comeau, la population active occupée de plus de 15 ans était de 11 560 personnes en 2006, soit 51 % de la population totale, dont 89 % travaillaient dans la municipalité alors que, comme pour Pessamit, 4,7 % devaient travailler à l'extérieur de Baie-Comeau. Le ratio hommes et femmes à Pessamit est de 9:10 et celui de Baie-Comeau est de 1:1. En 2006, l'âge médian de la population de Pessamit était de 27 ans alors qu'il était de 42 ans pour la population de Baie-Comeau. La pyramide des âges de la population de Pessamit a un profil qui se situe entre celui en expansion et celui en croissance stable (Figure 2) (Statistique Canada, s.d.).

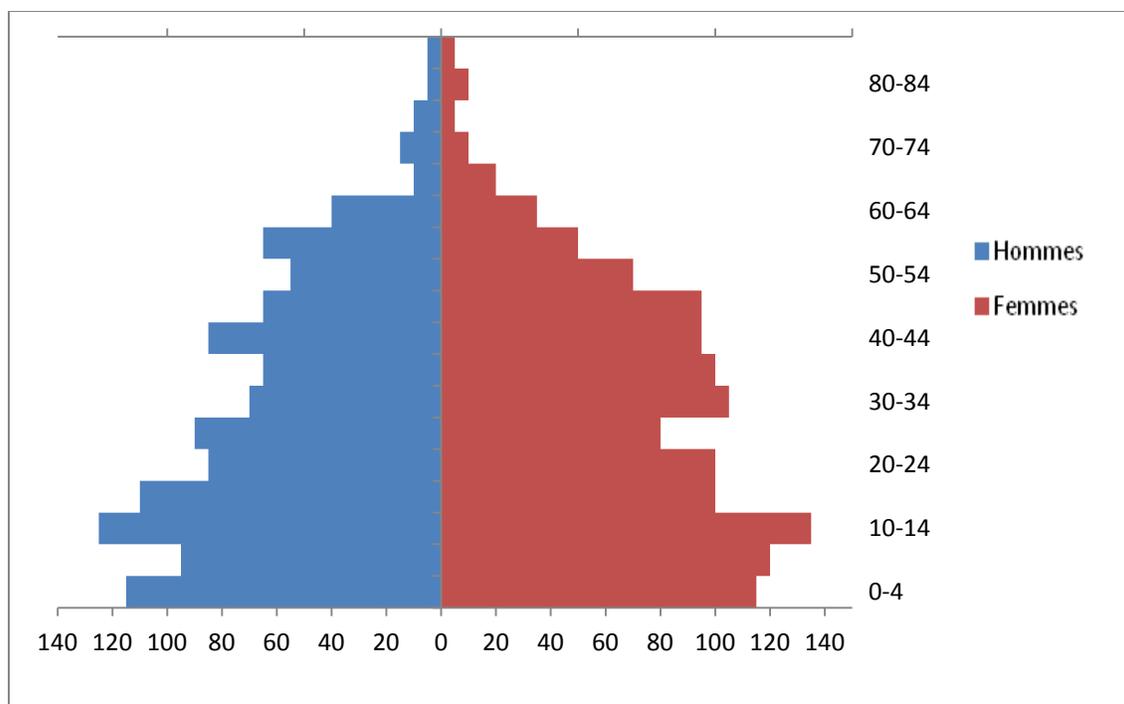


Figure 2. Répartition de la population de Pessamit en 2006 par groupe d'âge et par sexe

À l'instar des trois autres communautés innues étudiées, Pessamit connaît une croissance démographique dont la progression depuis 1996 est de 15,4 % (Figure 3). Durant cette période, le nombre de personnes âgées de 55 à 74 ans a augmenté de 85,2 %. Le groupe de gens âgés de 20 à 54 ans a aussi subi une croissance s'apparentant à celle des trois autres communautés, soit de 17,3 %. Alors que Pessamit connaît une croissance du groupe des 0 à 19 ans (+2,8 %), la population de Baie-Comeau subit un vieillissement (+91,9 % du groupe 75 ans et plus) et une diminution de 27,1 % de ses jeunes. L'augmentation de la population de Pessamit 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 démontre que cette population augmenterait d'ici 2017 et ce, à un rythme de croissance supérieur au double de celui de la population canadienne totale (Statistique Canada, 2005). Cette même étude prévoit un vieillissement de la population autochtone qui comptera proportionnellement moins de jeunes et plus d'aînés qu'au début des années 2000, mais demeurera toujours beaucoup plus jeune que la population canadienne totale (Statistique Canada, 2005).

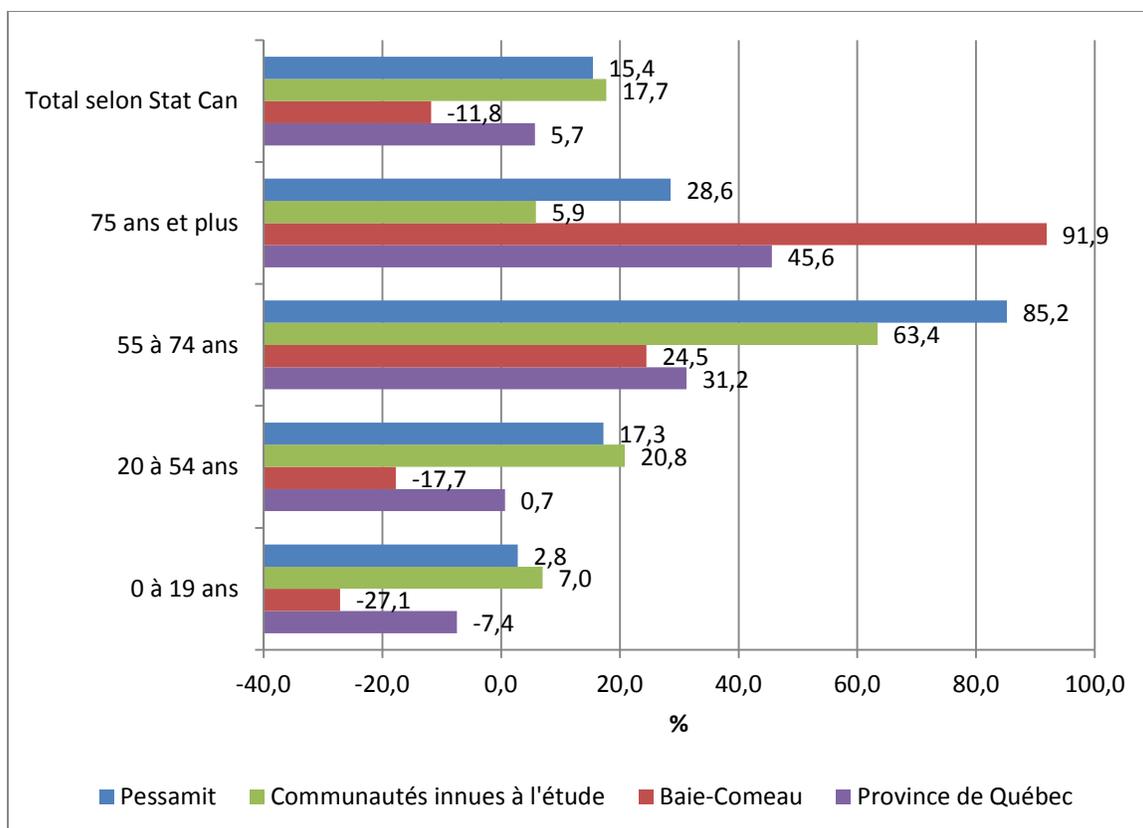


Figure 3. Comparaison de la variation de la population entre 1996 et 2006 par groupe d'âge

À Pessamit, le nombre de logements privés occupés a connu une progression de 36 % entre 1996 et 2006 pour atteindre 653 logements en 2006 (Tableau 2). En 2006, Baie-Comeau comptait pour sa part 9 602 logements alors qu'en 1996 la ville en comptait 9 645, ce qui signifie une légère diminution de 0,4 % (Tableau 2).

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

Communauté	2006 ¹	1996 ²	Variation 1996-2006 (%)
Pessamit	653	480	36,0
Baie-Comeau	9 602	9 645	-0,4

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

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. La bande côtière de l'ensemble du territoire de Pessamit est principalement naturelle (82,1 %) (Figure 4). Les voies de communication représentent 7,5 % de l'occupation côtière et les zones récréatives (sentiers pédestres ou VTT) forment 5,6 % de la côte. Dans les deux derniers cas, une zone résidentielle se trouve directement derrière. Le territoire urbanisé de la réserve représente 7,8 % du littoral de Pessamit. Ce sont surtout des zones récréatives (51,7 %) et des voies de communication (30,2 %) qui bordent le littoral de la zone urbanisée (Figure 5). Juste en arrière de ces zones, on retrouve des résidences. Le littoral utilisé qui est à l'extérieur des limites de la réserve est d'environ quatre kilomètres linéaires.

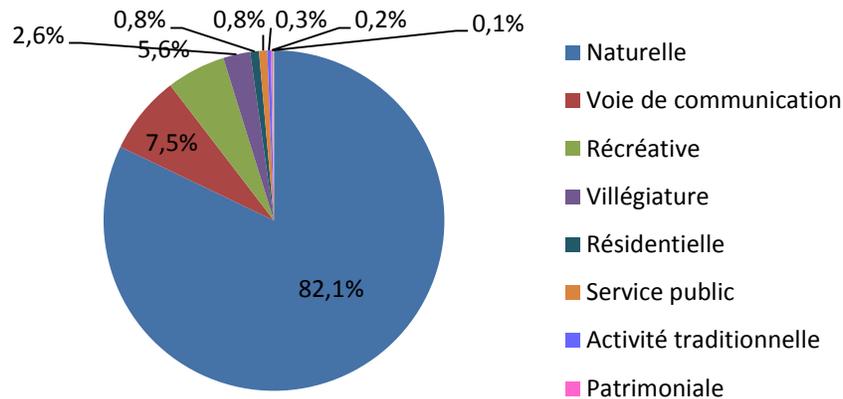


Figure 4. Occupation du territoire côtier de Pessamit

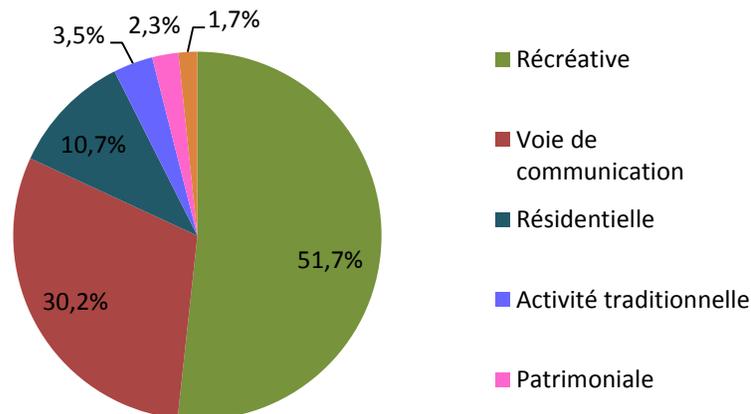


Figure 5. Occupation du territoire côtier dans le secteur urbanisé de la réserve de Pessamit

À Pessamit, l'ensemble des infrastructures et des sites utilisés dans la bande côtière se retrouvent à l'intérieur des limites de la réserve (Tableau 3 et Tableau 4). La région de Pessamit a été divisée en quatre secteurs pour mieux illustrer les infrastructures et les activités contenues dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (Figure 6).

Dans le secteur urbanisé de Pessamit, les principales infrastructures situées sur la rue Metsheteu se trouvent entre 50 et 150 m de la ligne de rivage face à l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Figure 7). Ce sont surtout des résidences, mais on remarque aussi la présence de bâtiments du conseil de bande, tel qu'un entrepôt, un garage, des bureaux mobiles et une station de pompage. L'entrepôt est situé à moins de 60 m de la ligne de rivage. Ce même secteur représente aussi une zone récréative où la promenade en véhicule tout-terrain (VTT) est pratiquée. Du côté du marais maritime, de nombreuses infrastructures se retrouvent dans une bande variant entre 30 et 120 m. De ce côté de la flèche littorale, des résidences, un magasin et une station d'essence ainsi qu'un cimetière se situent dans la zone côtière. Devant la rue Laletaut, qui est la continuité de la rue Metsheteu, le lieu de rassemblement pour la fête des Innus (15 août) se situe dans la bande côtière à moins de 30 m de la ligne de rivage. De l'autre côté de la rue, les résidences sont entre 25 et 70 m de la ligne de rivage. Parmi les infrastructures de cette bande côtière, la radio communautaire est à 50 m du littoral alors que l'église et le presbytère sont à moins de 120 m de la ligne de rivage.

Face au marais maritime, la rue Pisto est entre 15 et 30 m de la ligne de rivage. De l'autre côté de la rue se trouvent principalement des résidences avec leurs bâtiments secondaires et un bar.

Au nord du secteur urbanisé, l'aire de villégiature de Papinachois, un site de campement et de sentiers se retrouvent dans la bande côtière de 150 m (Figure 8). Du côté de l'estuaire de la rivière Betsiamites, la rue Kesseu se rend aux étangs d'épuration ainsi qu'à des chalets et à la rampe de mise à l'eau pour accéder à la rivière (Figure 9). Juchée sur une falaise de dépôts meubles, la rue Kesseu se retrouve entre 40 et 120 m de la côte. Principalement au pied de cette falaise, on retrouve aussi des sentiers de VTT.

Les îlets-Jérémie, situés à près de 15 km à l'ouest de Pessamit, et la pointe à Michel, située sur la rive ouest de la rivière Betsiamites, sont deux sites patrimoniaux importants pour la communauté. Ces lieux ne sont toutefois pas compris dans la réserve.

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

Type d'infrastructure et de sites	Nbre
Résidence	332
Service public	18
Commerce	9
Chalet	7
Infrastructure patrimoniale	5
Infrastructure récréative	3
Patrimoine culturel	1
Site récréatif	3
Activité traditionnelle	1
Site patrimonial	1
Site traditionnel	1
Total	381

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

Type d'enjeux linéaire	Longueur (m)
Voie de communication	12 793
Sentier récréatif	1 741
Site récréatif	61
Total	14 595

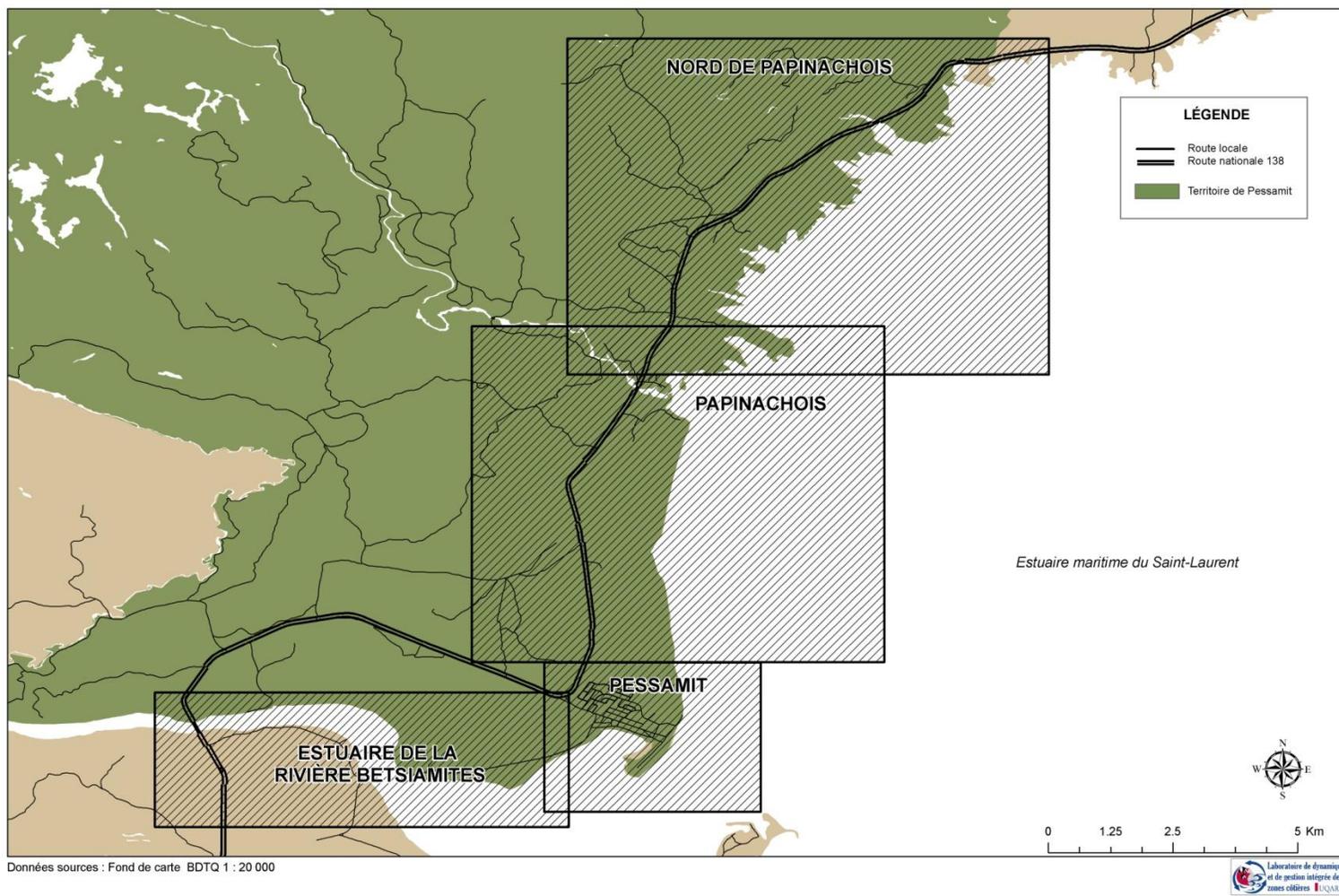
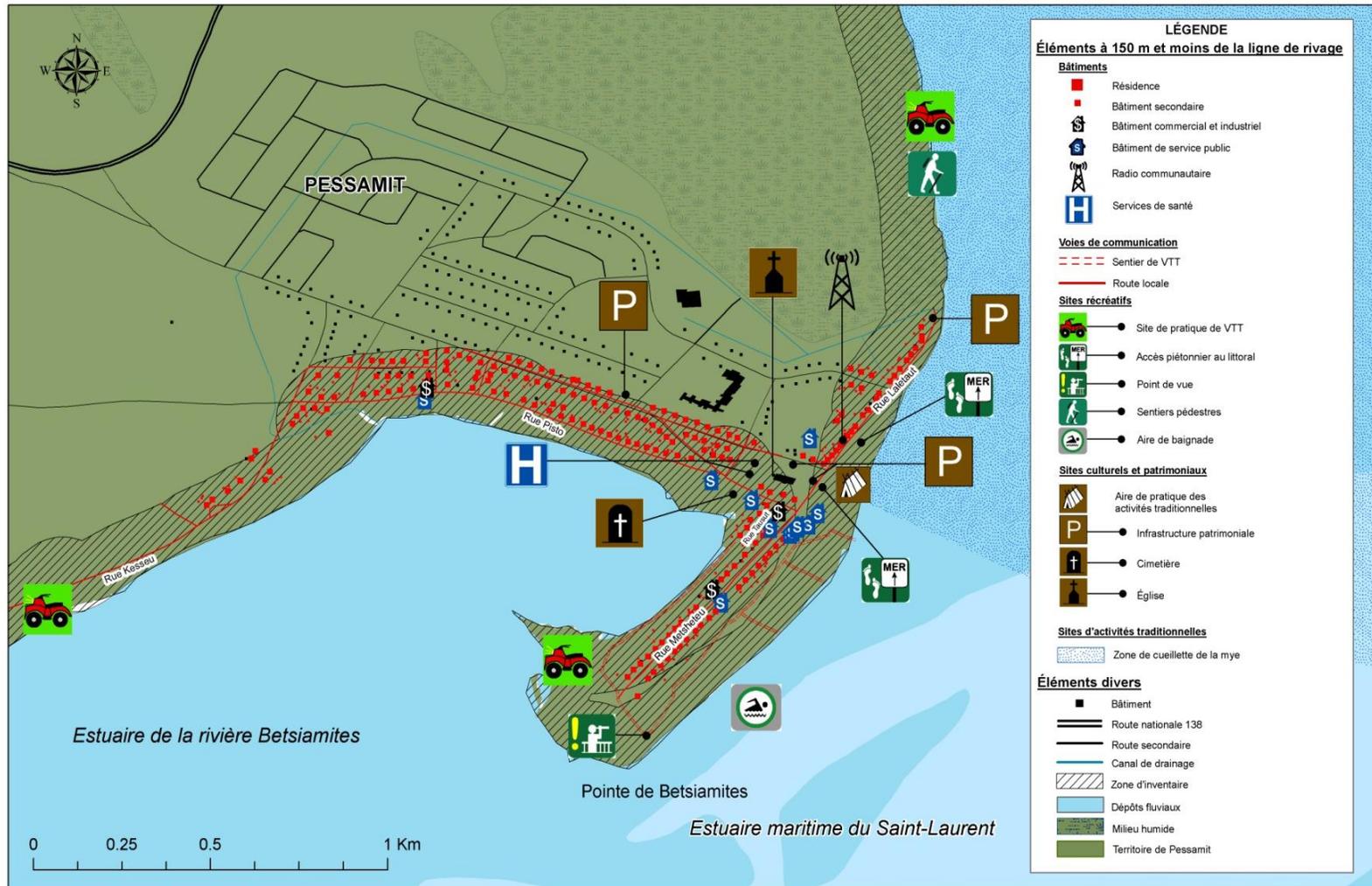


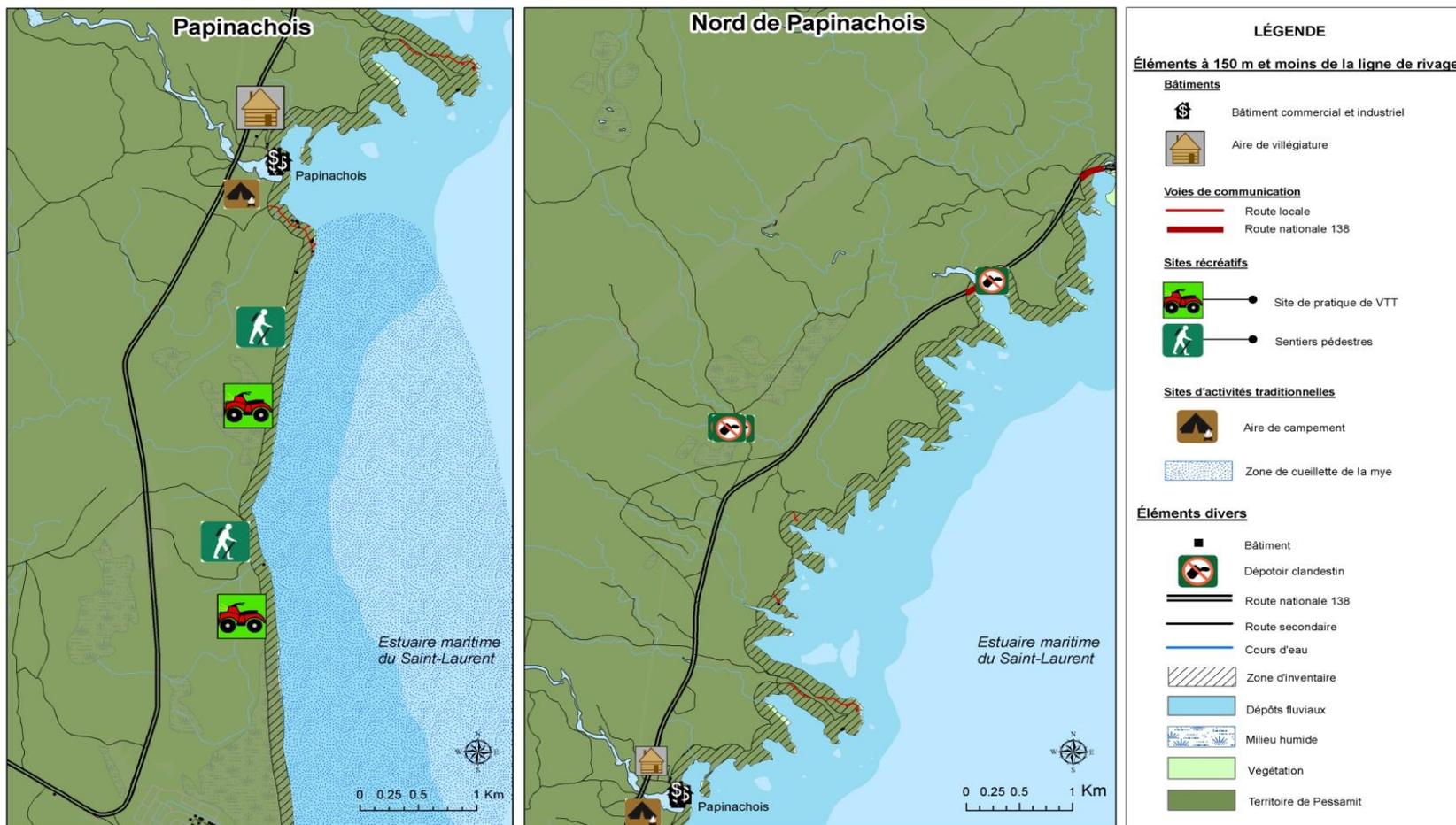
Figure 6. Localisation des secteurs d'inventaire de l'occupation du territoire côtier



Données sources : Fond de carte BDTQ 1 : 20 000. Conseil des Innu de Pessamit, Ressources Naturelles du Canada 2006.



Figure 7. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de Pessamit)



Données sources : Fond de carte BDTQ 1 : 20 000. Conseil des Innu de Pessamit, Ressources Naturelles du Canada 2006.



Figure 8. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de Papinachois, nord de Papinachois)



Figure 9. Éléments compris dans la zone d'inventaire de l'occupation du territoire côtier (secteur de l'estuaire et de la rivière de Betsiamites)

2.3 Activités côtières et maritimes

Les activités pratiquées le long du littoral de l'ensemble de la réserve sont notamment la marche, la promenade en VTT, la détente sur la plage et la baignade ainsi que la cueillette de myes. Certaines personnes cueillent des petits fruits dans la tourbière adjacente au secteur urbanisé de Pessamit. Un peu plus au large, la pêche sur la glace et la chasse aux oiseaux migrateurs s'effectuent en canot ou en bateau à moteur. Dans l'estuaire de la rivière Betsiamites se trouve une rampe de mise à l'eau d'où partent les embarcations nautiques. La promenade en VTT s'effectue aussi le long des berges de l'estuaire de la rivière.

Le littoral du secteur urbanisé, qui est un peu plus fréquenté, représente une zone d'activités sociales et culturelles importante pour la communauté. D'ailleurs, deux sites de rassemblement et un site de campement traditionnel s'y trouvent. La marche et la promenade en VTT demeurent toujours des activités effectuées à cet endroit, comme la baignade et la détente sur la plage. En hiver, les familles profitent de l'endroit pour se livrer à des jeux hivernaux. Sur le bout de la pointe, la chasse aux oiseaux migrateurs et la cueillette de petits fruits sont effectuées. Le marais derrière la pointe est également un peu fréquenté par des chasseurs et des marcheurs.

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

La méthode d'échantillonnage établie en consensus avec les intervenants consiste 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 ayant des connaissances approfondies du milieu côtier. Il peut s'agir d'ânés, d'individus habitant à proximité du littoral ou encore de personnes fréquentant la zone côtière de façon récurrente dans la pratique de ses activités. Les résidents correspondent à des individus identifiés aléatoirement grâce à l'annuaire téléphonique des membres de la communauté ou encore par sollicitation directe dans des lieux publics. Cette méthode de triangulation des sources permet de s'assurer d'avoir un maximum d'informations sur les changements du milieu naturel tout en obtenant la perception de différents groupes de la population.

Le guide d'entretien semi-dirigé destiné aux acteurs publics comprend 20 questions dont la majorité est de type ouvert alors que le guide d'entretien destiné aux informateurs-clés et aux résidents comprend 22 questions dont une majorité est de type fermé (Annexe 1 et

Annexe 2). Les entrevues, d'une durée moyenne d'une heure, portaient sur l'identification des changements environnementaux et des phénomènes naturels ainsi que sur leurs causes et leurs impacts. Les répondants ont aussi été interrogés sur les solutions d'adaptation et sur les modes de gouvernance à privilégier. Un exercice de cartographie interactive a permis de localiser les activités pratiquées, les lieux culturels et traditionnels d'importance ainsi que les zones affectées par des phénomènes naturels et des changements environnementaux. Ces outils ont été testés sur un sous-échantillon de la communauté de Pessamit entre le 26 février et le 9 mars 2010.

3.2.2 Déroulement de l'enquête

La population de Pessamit a été informée de la tenue de l'enquête dans leur communauté par le biais de capsules radiophoniques et grâce à la publication d'un article dans le numéro d'avril-mai 2010 du journal *Innuvelle*. L'enquête auprès des acteurs publics s'est déroulée entre le 25 février et le 9 mars 2010 et l'enquête auprès des résidents et des informateurs-clés s'est déroulée entre le 13 et le 21 avril 2010. Les acteurs publics ont été identifiés par l'agent de liaison, le superviseur des activités des parcs et pelouses, M. Luc Picard. 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 l'annuaire téléphonique. Les acteurs publics, les informateurs-clés et les résidents ont été directement contactés par les chercheurs soit en personne sur leur lieu de travail ou encore par téléphone à leur domicile. Suite au consentement des répondants, un rendez-vous était pris dans les jours suivants pour effectuer l'entretien. Les rencontres se sont déroulées soit dans une salle du conseil de bande, au lieu de travail des répondants ou à leur domicile. Un traducteur était aussi disponible au besoin. Un formulaire de consentement, permettant aux participants de comprendre les objectifs de la recherche ainsi que les clauses relatives à la confidentialité et à la diffusion des données, a été présenté aux participants. Ces derniers pouvaient, selon leur guise, signer le formulaire de consentement ou présenter un consentement verbal. Avec l'accord des participants, les entrevues ont été enregistrées à l'aide d'un magnétophone.

Malgré les efforts réalisés afin que les résidents rencontrés constituent un échantillon représentatif de la population de Pessamit, 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 des données

L'ensemble des enregistrements a été écouté afin de compléter et de valider la saisie des données. La saisie et le traitement des données ont été réalisés à l'aide du logiciel SPSS. Les données qualitatives ont été catégorisées afin de les transformer en variables dichotomiques. L'ensemble des données récoltées étant nominal, seules des statistiques descriptives (analyse d'effectifs et tableaux croisés) ont été réalisées. L'application du test G sur les principales variables à l'étude a démontré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les réponses des différents groupes de répondants (Kinneer et Gray, 2005) (Annexe 3). L'effectif d'absence de

relation est toujours plus important que celui de présence de relation (Kinnear et Gray, 2005). Toutefois, compte tenu des pouvoirs différents des acteurs publics et des résidents au sens large (informateurs-clés et résidents), et conséquemment de leur impact sur la résilience de la communauté, il a été décidé de présenter les résultats de ces deux groupes distinctement. Les graphiques et les diagrammes ont pour leur part été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

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

3.2.4 Présentation de l'analyse des perceptions

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

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

3.3.1 Profil des répondants

Sur les 12 acteurs publics rencontrés à Pessamit, dix participants représentaient divers services du conseil de bande et deux participants représentaient des organismes externes (Tableau 5). La majorité des répondants était des hommes (Figure 10). Seulement quatre des participants (34 %) habitent actuellement ou ont déjà habité à proximité du littoral (Figure 11).

Tableau 5. Organismes et services représentés

Organisme	Nbre
Conseil des Innus de Pessamit	10
Services publics	3
Bureau politique	1
Centre local d'emploi et de formation	1
Développement social	1
École secondaire	1
Santé et services sociaux	1
Sécurité publique	1
Services territoriaux	1
Comité ZIP RNE	1
Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites (SRSRB)	1
Total	12

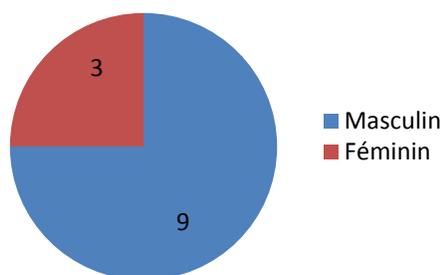


Figure 10. Genre

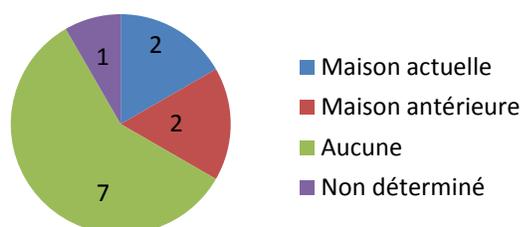


Figure 11. Acteurs publics ayant une propriété en zone côtière

3.3.2 Préoccupations des acteurs publics

À la question ouverte portant sur les préoccupations des répondants, les difficultés socio-économiques de la communauté sont celles qui retiennent le plus l'attention des participants (Tableau 6). Les aléas côtiers et la planification de l'aménagement du territoire ne sont pas spontanément préoccupants pour la majorité des acteurs publics rencontrés. Seuls deux participants ont rapporté être inquiets de l'augmentation des aléas côtiers et de la fréquence des pluies diluviennes (Tableau 6). De plus, deux individus ont indiqué qu'il y a certains problèmes dans l'aménagement du territoire et qu'il y avait une faible possibilité de développement domiciliaire due aux contraintes géographiques (zone urbaine enclavée entre la tourbière et la zone côtière) (Tableau 6). Enfin, l'absence de réglementation ou encore d'application de la réglementation a aussi été soulevée par deux répondants (Tableau 6). Ce dernier point pourrait éventuellement être un obstacle dans la mise en œuvre de la planification du territoire.

Tableau 6. Préoccupations des acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Préoccupations socio-économiques	32
Manque de possibilités d'emploi	6
Délinquance, dépendances aux drogues et à l'alcool	5
Manque de développement économique	4
Faible taux de scolarisation	3
Déséquilibre démographique	3
Perte de l'identité culturelle	2
Haut taux de suicide	2
Faible offre d'éducation	1
Problèmes de santé	1
Violence	1
Manque de ressources (financières et techniques)	1
Pauvreté	1
Manque de responsabilisation	1
Manque d'activités sociales et communautaires	1
Préoccupations environnementales	10
Problèmes de gestion des déchets	2
Augmentation des aléas côtiers et pluies diluviennes	2
Manque de conscience environnementale	2
Pollution	1
Problèmes dans l'aménagement du territoire	1
Déforestation	1
Faible possibilité de développement domiciliaire dû aux contraintes géographiques	1
Préoccupations politiques	5
Absence de réglementations dans tous les secteurs	2
Difficulté financière du conseil de bande	1
Instabilité politique	1
Absence d'autonomie politique	1

3.3.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.3.3.1 Érosion et inondation

À la question fermée portant sur les aléas côtiers, on constate que l'ensemble des acteurs publics observe les phénomènes d'érosion et d'inondation côtières (Figure 12). Selon la majorité des répondants, l'érosion côtière est en accélération, et ce principalement sur la flèche littorale et au niveau de la tourbière à l'est de la zone urbanisée (Figure 13, Figure 48, Figure 50). La flèche littorale et le marais maritime sont les principales zones affectées par l'inondation côtière (Figure 48). Aucune tendance d'évolution de ce phénomène ne se dégage des réponses des participants (Figure 13).

L'érosion des berges de la rivière Betsiamites est observée par dix répondants (Figure 12). Selon huit participants, cette dernière est en augmentation et affecte l'ensemble des berges de la rivière Betsiamites (Figure 13 et Figure 49). Huit acteurs publics observent également des inondations fluviales (Figure 13). Celles-ci surviennent principalement lors du dégel printanier et lors d'événements de fortes pluies, comme ceux survenus en 1996 et 2008, et affectent aussi les rivières Papinachois et Nipi (Figure 48 et Figure 50).

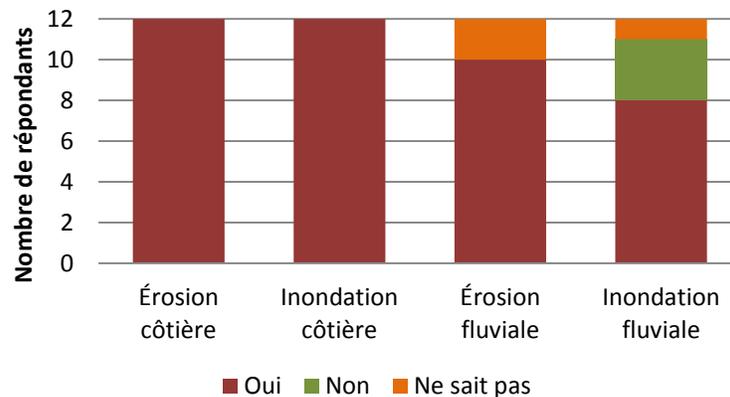


Figure 12. Aléas observés par les acteurs publics

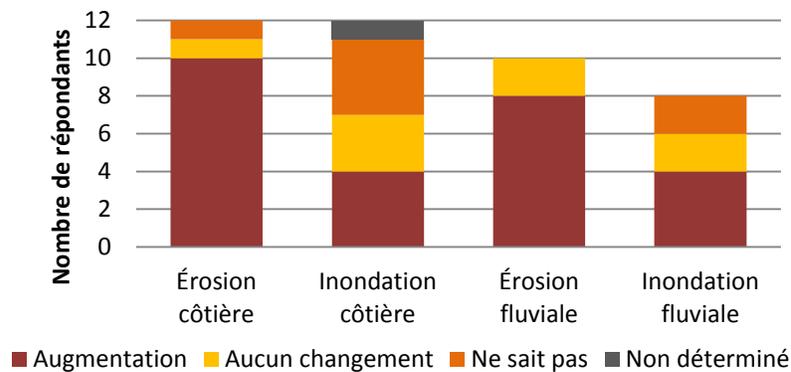


Figure 13. Tendances des aléas observés par les acteurs publics

3.3.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Des glissements de terrain, des vagues de tempête, des pluies diluviennes et des séismes ont été perçus par la majorité des acteurs publics (Figure 14). Plusieurs répondants observent plus de glissements de terrain et de pluies diluviennes qu'auparavant (Figure 15). Les glissements de terrain sont surtout présents le long de la tourbière à l'est de la zone urbanisée et sur les berges de la rivière Betsiamites (Figure 48, Figure 49 et Figure 50). Quatre répondants sur dix observent une augmentation des vagues de tempête qu'ils associent aux forts vents et aux marées de vive-eau (Figure 15). En ce qui concerne les séismes, dix acteurs publics se souviennent avoir ressenti deux séismes à la fin des années 1980 et plus récemment dans les années 2000. Du côté des embâcles, seulement trois répondants en ont observé (Figure 14). Selon ces derniers, ils surviennent surtout sur la rivière Nipi qui est située en dehors de la zone étudiée. Seulement un participant observe une augmentation des embâcles (Figure 15).

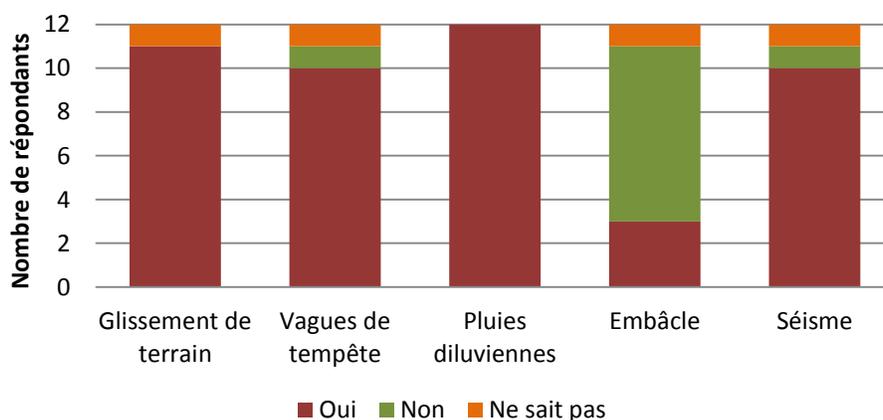


Figure 14. Processus et phénomènes observés par les acteurs publics

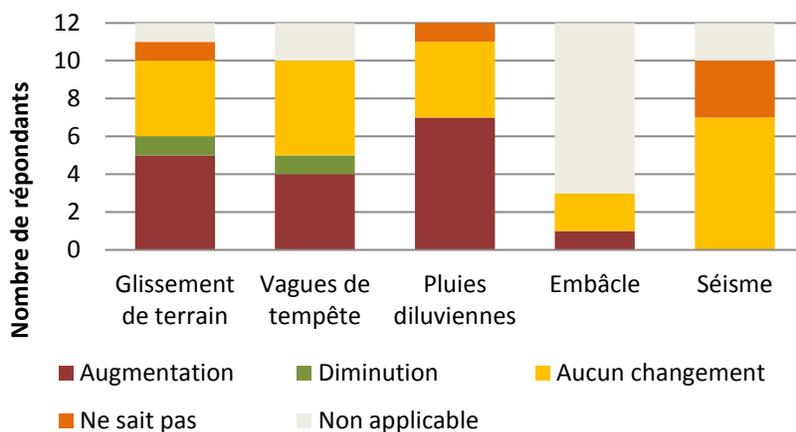


Figure 15. Tendence des processus et phénomènes observés par les acteurs publics

3.3.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

La majorité des acteurs publics observent un réchauffement climatique, une augmentation des redoux hivernaux ainsi qu'une diminution du couvert de glace (Figure 16 et Figure 17). La plupart des acteurs publics constatent une augmentation du niveau marin alors que les réponses sont plus mitigées en ce qui concerne la variation du niveau d'eau des rivières (Figure 17). La régularisation du débit de la rivière Betsiamites par le barrage hydro-électrique semble expliquer cette ambiguïté (C2, C5, S2, S3, S6). Au niveau des changements environnementaux qui affectent la plage, la moitié des répondants perçoivent une diminution de la largeur de la plage (Figure 17). Des acteurs publics observent un changement dans la texture et l'humidité du sable ainsi qu'une augmentation du niveau de la nappe phréatique sur la flèche littorale (C2, C4). La pente de la plage se serait adoucie dans ce secteur au cours des dernières années (C2, S6). Des répondants observent des affleurements d'argile à proximité de la tourbière (C2, S6). La question ouverte sur les changements environnementaux observés révèle aussi une dégradation du couvert arbustif sur l'arrière-plage au niveau de la flèche littorale ainsi qu'un allongement de la flèche littorale vers la pointe à Michel (C1). L'ensablement de l'estuaire de la rivière Betsiamites a été constaté par deux des répondants (C1, C3). La déforestation sur l'ensemble du territoire et la construction de barrages hydro-électriques semblent avoir perturbé l'environnement de leur communauté. L'ensemble des changements environnementaux relatés par les participants est présenté à l'annexe 4.

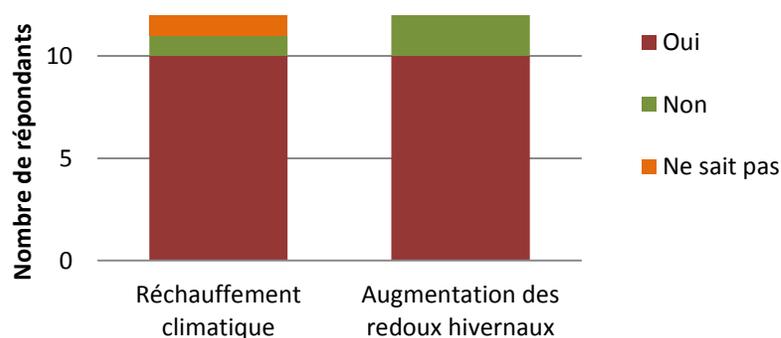


Figure 16. Changements climatiques observés par les acteurs publics

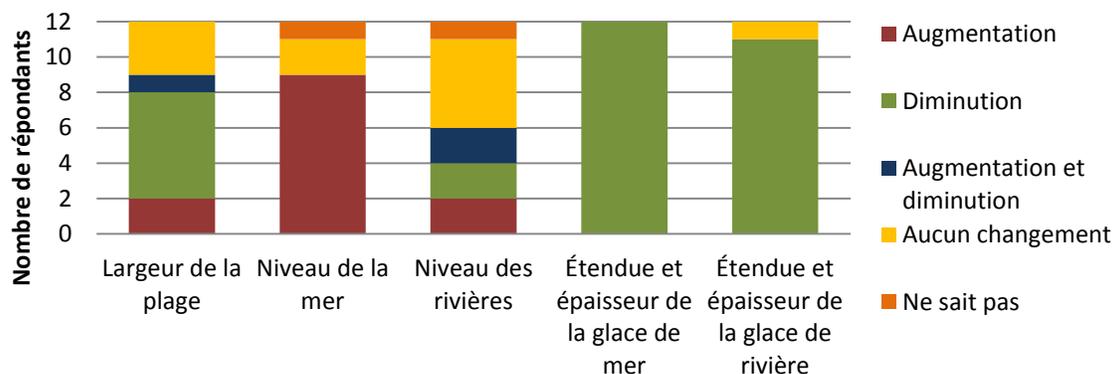


Figure 17. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

3.3.4 Causes des aléas côtiers

Selon les acteurs publics, l'érosion et l'inondation côtières sont causées par les changements climatiques, l'augmentation du niveau marin relatif et les interventions humaines effectuées le long du littoral (Figure 18). Les actions humaines identifiées comme étant responsables de l'érosion sont la circulation en VTT, la coupe des arbustes sur l'arrière-plage, les barrages hydro-électriques et les dépôts de neige usée. Les répondants relatent que les changements climatiques induisent une hausse du niveau marin mondial qui augmente le risque d'érosion et d'inondation (Tableau 7). Selon les acteurs publics, les changements climatiques entraînent également une augmentation des redoux hivernaux et la diminution de la glace côtière qui accélère l'érosion (Tableau 7). Enfin, selon un participant, l'augmentation des pluies et les changements dans les courants marins causés par les changements climatiques seraient à l'origine de l'érosion côtière (Tableau 7).

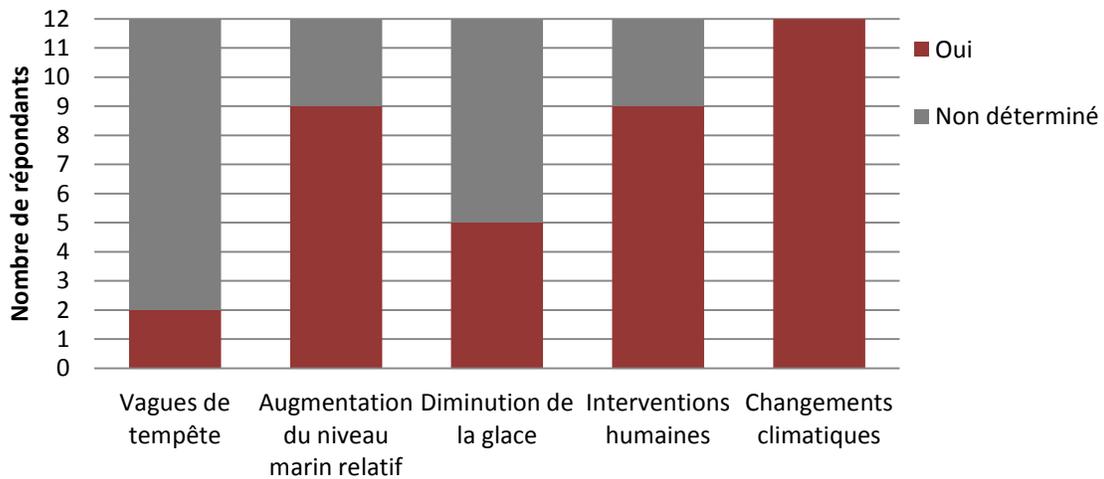


Figure 18. Causes des aléas côtiers selon les acteurs publics

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

Explication	Nbre d'observations
Augmentation du niveau marin mondial	6
Augmentation des redoux et diminution de la glace	6
Augmentation des pluies diluviennes	2
Changements dans les courants marins	1

3.3.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Les répondants observent que l'aménagement du territoire, les ressources biologiques ainsi que des activités et des infrastructures sont affectés par l'érosion et l'inondation côtières (Figure 20). L'ensemble des impacts relatés par les répondants est répertorié à l'annexe 5. L'aménagement du territoire et plus particulièrement la construction de nouvelles routes et de nouveaux lotissements ainsi que le projet d'agrandissement des étangs d'épuration sont dorénavant effectués en tenant compte des géorisques côtiers. D'autres endroits, comme la flèche littorale, sont devenus inconstructibles en raison du risque d'érosion et d'inondation côtières. Dans le contexte d'espace de développement limité, la perte de territoire qu'engendre l'érosion côtière préoccupe les répondants. Parmi les infrastructures affectées par les aléas on retrouve l'entrepôt, situé sur la flèche littorale, qui a été inondé à plusieurs reprises. Selon les participants, les rues Laletaut et Metshteu, certaines maisons près du marais et les étangs d'épuration sont également menacés par les aléas côtiers. La route 138 a pour sa part été fermée ponctuellement en raison de glissements de terrain occasionnés par des pluies diluviennes. Quelques acteurs publics prévoient une augmentation des coûts pour les infrastructures endommagées et certains appréhendent les coûts supplémentaires pour la mise en place de mesures d'adaptation. Ces coûts pourraient pénaliser d'autres enveloppes budgétaires. L'économie basée en partie sur la cueillette de myes pourrait éventuellement être affectée en raison de la diminution de la taille de ces mollusques. La diminution de la population de saumons et la perturbation de l'habitat du poisson ont été identifiées par les acteurs comme impacts des aléas sur les ressources biologiques. D'autres impacts ont été soulignés: la diminution de la diversité de poissons, la diminution en superficie du marais, la disparition des graines rouges (airelle vigne d'Ida) sur la flèche littorale, l'augmentation de la population des mammifères marins et celle de la superficie des bancs de myes. La pratique de la pêche au saumon et le campement sur la flèche littorale sont particulièrement touchés par les aléas. La cueillette de petits fruits et la pêche sur la glace sont aussi affectées. Ces aléas engendrent une inquiétude et un stress important pour les résidents de la zone côtière et les aînés.

À la question fermée portant sur les impacts des changements climatiques sur leur communauté, dix acteurs publics affirment que ces derniers affectent leur milieu de vie (Figure 19). Ils observent une augmentation des températures hivernales et une diminution de celles estivales ainsi que l'augmentation des événements extrêmes et des redoux hivernaux (Tableau 8). La faune et la flore seraient aussi affectées par les changements climatiques. Il y aurait une diminution de la biodiversité et une augmentation d'insectes ravageurs. Avec la diminution des précipitations nivales, les plants des petits fruits seraient dorénavant plus enclins à geler. Le mode de vie des gens de la communauté est aussi affecté par les changements climatiques. La difficulté de prévoir les conditions météorologiques devient un problème pour les résidents qui se déplacent sur le territoire. Les changements des conditions hivernales perturbent les déplacements sur la glace et la neige et la pratique d'activités traditionnelles, telles que la chasse et la trappe. De plus, lors des pluies diluviennes, comme celles de 2005 et de 2008, l'isolement de la communauté limite les services de transport médical, d'infirmerie et d'éducation et engendre de l'insécurité et de l'anxiété pour les résidents.

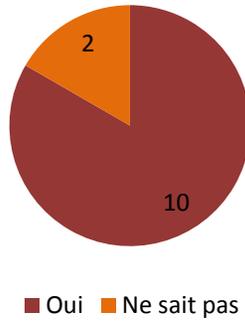


Figure 19. Présence d'impacts des changements climatiques selon les acteurs publics

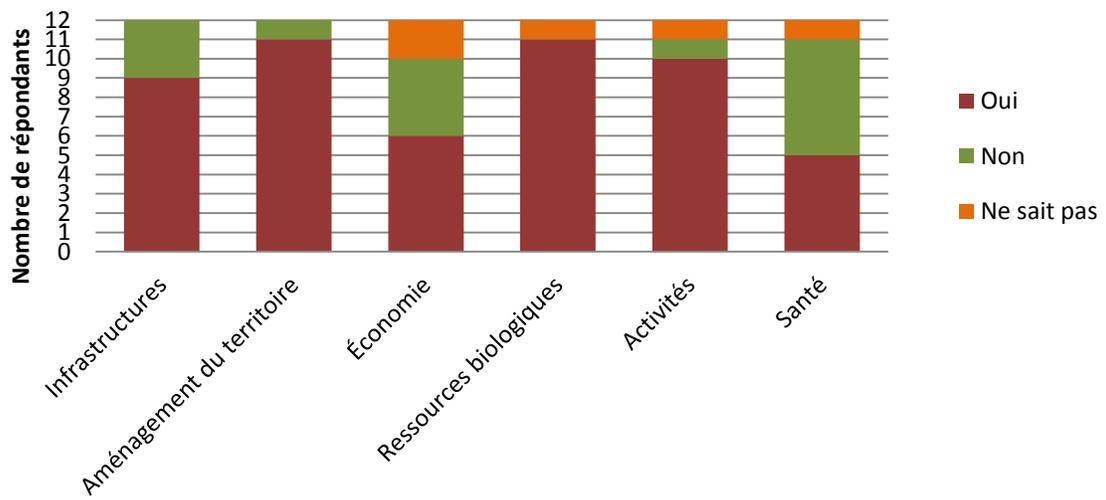


Figure 20. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les acteurs publics

Tableau 8. Impacts des changements climatiques selon les acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Impacts observés	
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	32
Changements au niveau des températures	8
Augmentation des évènements extrêmes (pluies diluviennes, surcote de tempête)	5
Augmentation des redoux hivernaux	4
Faune et flore affectées (diminution de la biodiversité; petits fruits, castor, lièvre, orignal et plie sont affectés; augmentation des insectes ravageurs)	4
Augmentation des températures hivernales	3
Augmentation du niveau marin relatif	3
Diminution de la glace	2
Diminution des températures estivales	1
Augmentation des précipitations hivernales	1
Diminution des précipitations nivales	1
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	23
Activités traditionnelles affectées (chasse, trappe, sortie en forêt)	5
Moral affecté (insécurité et anxiété)	4
Déplacements hivernaux limités	3
Isolement de la communauté lors des évènements extrêmes (route 138 fermée)	3
Déplacements en forêt limités	2
Économie associée à la pêche affectée	2
Service de transport médical, d'infirmier et d'éducation affectée	1
Service d'évacuation des eaux pluviales affecté	1
Capacité de prévoir le temps affectée	1
Augmentation des risques de cancer de la peau	1

3.3.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.3.6.1 *Appréciation des actions entreprises et actions prévues*

Des actions entreprises pour s'adapter aux géorisques ont été remarquées par neuf des douze acteurs publics. Les résultats montrent que la plupart de ceux-ci ont remarqué que les dunes ont été restaurées et qu'ils ont trouvé cette action efficace et la referaient (Figure 21). Ce projet avait été mis en place par le comité ZIP RNE en collaboration avec les Services publics de la communauté. La sensibilisation aux géorisques côtiers effectuée dans le cadre du projet de la restauration de la flèche littorale a été perçue par quatre répondants (Figure 21). Seulement trois ont trouvé cette action efficace et la referaient. La recharge en matériaux meubles dans la zone inondée du marais et la plantation de végétaux ont été observées par deux répondants (Figure 21). Ils ont trouvé ces approches efficaces et ils sont d'accord pour une reconduction de tels projets. Trois répondants ont remarqué l'enrochement visant à protéger la rue Laletaut, mais un seul l'a trouvé efficace et le referait (Figure 21). D'autres actions ont été observées par certains répondants, telles qu'un muret, une clôture à sable et une membrane géotextile (Figure

21). Aucune de ces actions ne devrait être reconduite selon l'opinion des répondants. Une mesure d'urgence consistant à enlever le courant électrique de l'entrepôt du conseil de bande à cas d'inondation a été mise en marche et devrait être effectuée à chaque événement.

Selon les commentaires des répondants, un projet de mise en valeur de l'estuaire de la rivière Betsiamites en collaboration avec le comité ZIP était prévu pour 2011. Dans le cadre de ce projet, une campagne de sensibilisation sur l'utilisation des plages devrait être effectuée. D'autres actions sont aussi prévues, comme celle de limiter la circulation sur la rue Laletaut et d'effectuer une corvée de nettoyage des berges. La relocalisation de la radio communautaire dans l'ancien bâtiment de la Compagnie de la Baie d'Hudson avait déjà aussi été proposée par un groupe de l'Université Laval.

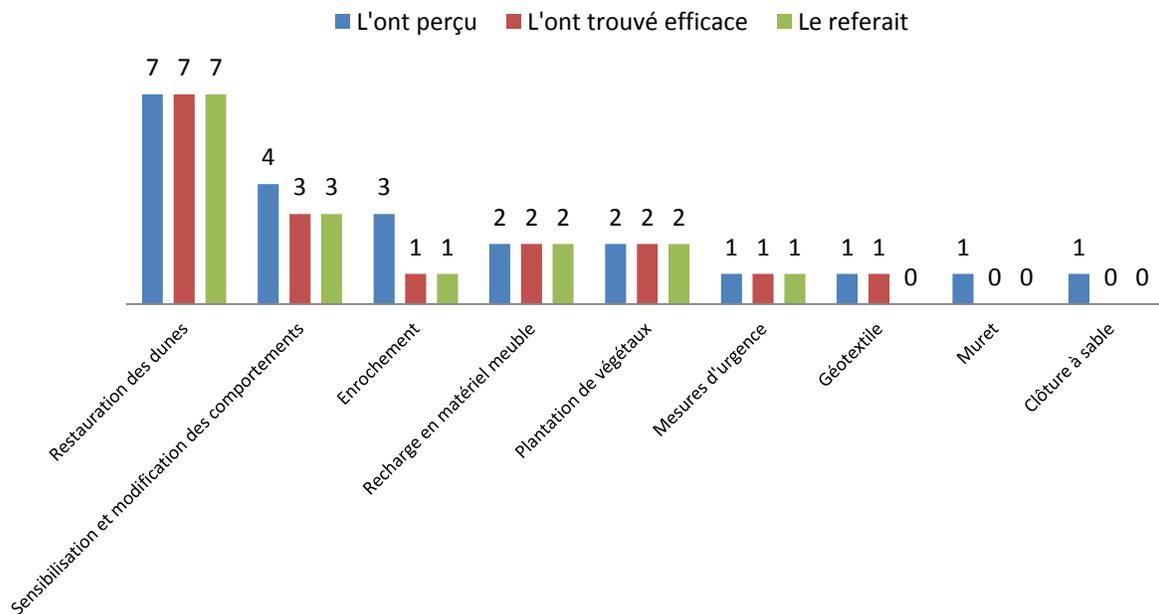


Figure 21. Appréciation des actions entreprises selon les acteurs publics

3.3.6.2 Solutions préconisées

À la question ouverte portant sur les solutions d'adaptation à préconiser, une grande majorité des répondants sont d'avis que la sensibilisation et la mise en place de règlements permettraient d'améliorer la situation (Tableau 9). La modification des comportements, tels que les comportements en VTT et la relocalisation du site de dépôts de neige usée, est importante pour neuf des douze répondants et huit d'entre eux recommandent la restauration des dunes (Tableau 9). Le retrait, la plantation de végétaux et la création d'un comité côtier sont souhaités par près de la moitié des acteurs publics afin de prévenir les aléas côtiers. Les interventions rigides (enrochement, muret, épis) sont souhaitées par une minorité de répondants (Tableau 9).

Tableau 9. Solutions préconisées par les acteurs publics

Solutions préconisées	Effectifs
Sensibilisation	12
Réglementation	10
Modification des comportements	9
Restauration des dunes	8
Comité côtier	7
Retrait	7
Plantation de végétaux	5
Enrochement	3
Épis	1
Recharge en matériel meuble	1

3.3.6.3 Mode de gouvernance préconisé

Il existe certaines mesures de prévention et de gestion des catastrophes naturelles au sein du conseil de bande. Un comité de mesures d'urgence est responsable de la rédaction d'un plan de mesures d'urgence ainsi que de l'application de ce dernier en cas de catastrophe. Ce comité est formé du directeur général du conseil de bande, du directeur des Services publics, du directeur de la Sécurité publique, de la direction du Service de la santé et des services sociaux et d'un membre ayant la mémoire des procédures en cas d'évacuation de la communauté. Toutefois, selon les commentaires recueillis, ce plan de mesures d'urgence est désuet. Plusieurs participants soulignent leurs inquiétudes quant à la gestion d'éventuelles catastrophes naturelles, car ils ne sont pas au courant de leurs responsabilités et de leurs devoirs en de telles circonstances. Selon les connaissances des répondants, la responsabilité de déclarer l'état d'urgence revient au Chef de Pessamit, sous les recommandations du comité de mesures d'urgence. Le Chef de Pessamit doit alors entrer en contact avec le responsable des mesures d'urgence des AADNC afin d'enclencher les procédures. La dernière évacuation de la communauté a eu lieu en 1992, en raison des feux de forêt à proximité de la communauté. La dernière période où la communauté a été isolée en raison de bris de la route 138 remonte à 2008.

Selon la majorité des répondants, les acteurs qui devraient faire partie du processus d'identification des solutions d'adaptation sont les résidents, et plus particulièrement les aînés, ainsi que le conseil de bande, le conseil tribal, les deux paliers gouvernementaux, la communauté scientifique et les organismes locaux (Figure 22). Pour la gestion des solutions d'adaptation, une majorité de participants croit qu'elle devrait être effectuée par le conseil de bande (Figure 22). Du côté du financement des solutions d'adaptation, la plupart des répondants sont d'avis que le gouvernement fédéral devrait être le principal impliqué (Figure 24). De plus, huit des douze répondants proposent que le gouvernement provincial participe également au financement (Figure 24). Certains acteurs publics précisent toutefois que ces fonds devraient provenir d'une enveloppe indépendante des fonds qui leur sont actuellement

octroyés et ne pas diminuer le financement actuel de leurs activités. Par ailleurs, un acteur a introduit l'idée selon laquelle, les résidents devraient contribuer aux coûts des projets par une contrepartie en main d'œuvre.

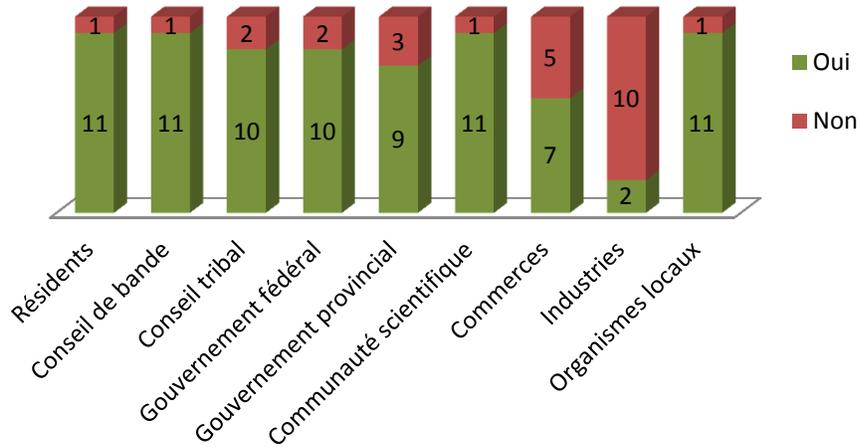


Figure 22. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions selon les acteurs publics

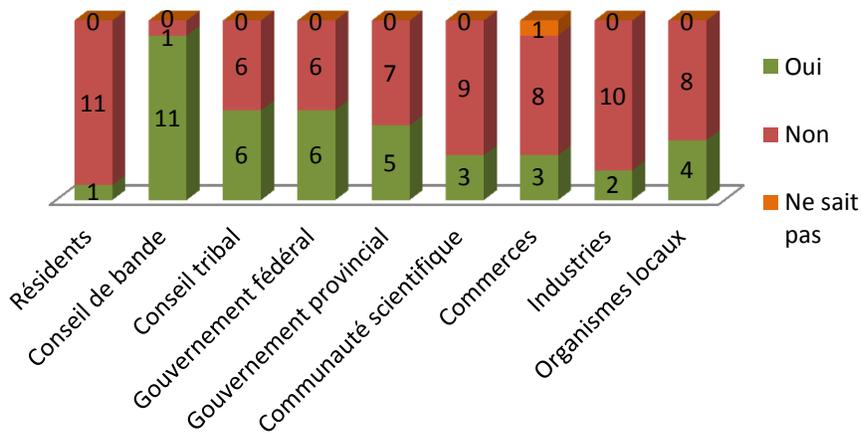


Figure 23. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions selon les acteurs publics

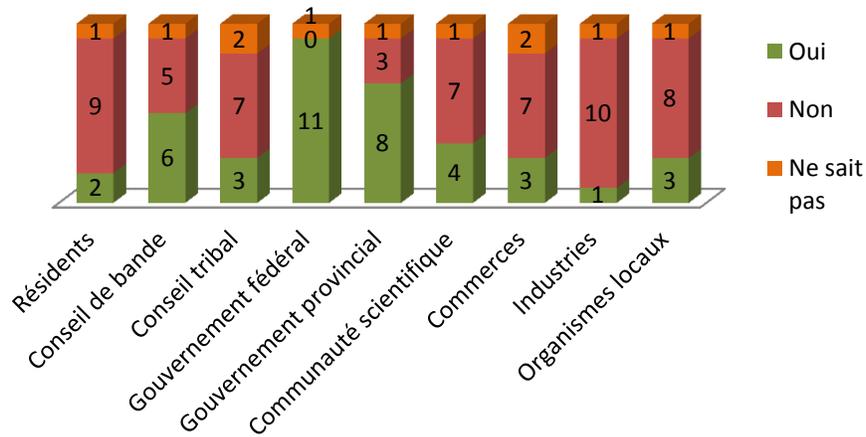


Figure 24. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions selon les acteurs publics

3.4 Résultats de l'enquête sur les perceptions des résidents

3.4.1 Profil des répondants

Sur les 31 résidents ayant accepté de participer à l'étude, 87 % sont des hommes et 13 % sont des femmes (Figure 25). La moitié des répondants sont âgés de 40 à 59 ans, dix répondants ont 60 ans et plus et cinq participants ont de 18 à 39 ans (Figure 25). Près du tiers des participants habitent actuellement dans la zone côtière et 13 % possèdent un campement ou un chalet à proximité du littoral (Figure 26). Les répondants qui demeuraient auparavant à proximité du littoral représentent 26 % des répondants. Une grande majorité des répondants pratiquent au moins une activité dans la zone côtière (Figure 26).

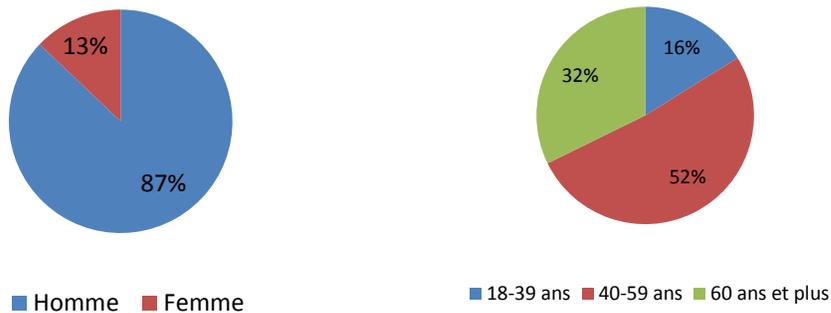


Figure 25. Profil des résidents

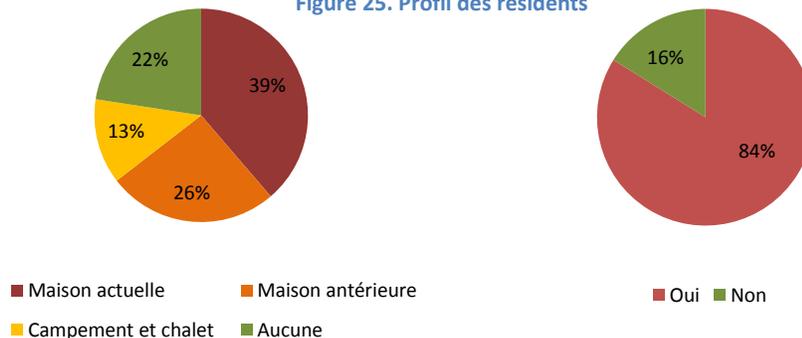


Figure 26. Propriété et activités pratiquées dans la zone côtière

3.4.2 Préoccupations des résidents

Les préoccupations des résidents sont principalement de nature socio-économique (délinquance, manque d'emploi et de développement économique) (Tableau 10). Les aléas côtiers ne sont pas leurs principales préoccupations. Seulement cinq participants se disent préoccupés par l'érosion et l'inondation côtières (Tableau 10). Au niveau de l'aménagement du territoire, un résident mentionne qu'il y a peu de possibilités de développement en raison des contraintes géographiques (Tableau 10). De plus, l'absence de réglementations dans tous les secteurs d'activités évoquée par quelques répondants pourrait affecter l'efficacité des efforts de planification de l'aménagement du territoire en vue de diminuer la vulnérabilité de la communauté aux géorisques côtiers.

Tableau 10. Préoccupations des résidents

Thèmes	Nbre d'observations
Préoccupations socio-économiques	47
Délinquance, dépendances aux drogues et à l'alcool	13
Manque de possibilités d'emploi	10
Manque de développement économique	4
Faible taux de scolarisation	4
Perte de l'identité culturelle	3
Isolement physique et social	3
Problèmes de santé	3
Pauvreté	3
Haut taux de suicide	1
Violence	1
Manque de responsabilisation	1
Manque d'activités sociales et communautaires	1
Préoccupations environnementales	25
Augmentation des aléas côtiers et des pluies diluviennes	5
Manque de conscience environnementale	5
Déforestation	4
Problèmes de gestion des déchets	3
Problèmes reliés aux barrages hydro-électriques	2
Pollution	2
Problèmes de gestion de l'eau potable	1
Problèmes de gestion des neiges usées	1
Éloignement des services essentiels	1
Faible possibilité de développement domiciliaire dû aux contraintes géographiques	1
Préoccupations politiques	15
Absence de réglementations dans tous les secteurs	3
Difficulté financière du conseil de bande	3
Manque de transparence politique	2
Absence d'autonomie politique	2
Problèmes de gestion des affaires publiques	1
Instabilité politique	1
Manque de volonté politique	1
Sous-financement par les gouvernements	1
Manque d'intérêt pour la politique	1

3.4.3 Aléas et changements environnementaux observés

3.4.3.1 Érosion et inondation

L'ensemble des résidents observe de l'érosion côtière sur le territoire de Pessamit et 90 % perçoivent de l'inondation côtière (Figure 27). L'érosion côtière est en accélération selon 84 % des répondants alors qu'un peu plus de la moitié souligne une augmentation dans la fréquence des inondations côtières (Figure 28). L'érosion se produit surtout en face de la rue Laletaut et au niveau de la tourbière (Figure 48 et Figure 50). Un des répondants mentionne qu'il observe de l'érosion côtière depuis 30 ans sur la flèche littorale où un petit étang y était autrefois présent (C6). La submersion se produit principalement sur la flèche littorale et dans le marais au niveau de la rue Tausut (Figure 48).

L'érosion et l'inondation fluviale sont pour leur part observées respectivement par 65 % et 48 % des répondants (Figure 27). Parmi les répondants qui remarquent l'érosion au niveau de la rivière, neuf d'entre eux mentionnent une accélération du phénomène (Figure 28). Pour ce qui est de l'inondation fluviale, la tendance est mitigée (Figure 28). Les inondations se produisent au niveau de la rivière Papinachois et lors de l'ouverture des vannes du barrage hydro-électrique de la rivière Betsiamites (S18) (Figure 49 et Figure 50). Une majorité de participants observent l'érosion et les inondations en automne et au printemps (Figure 29).

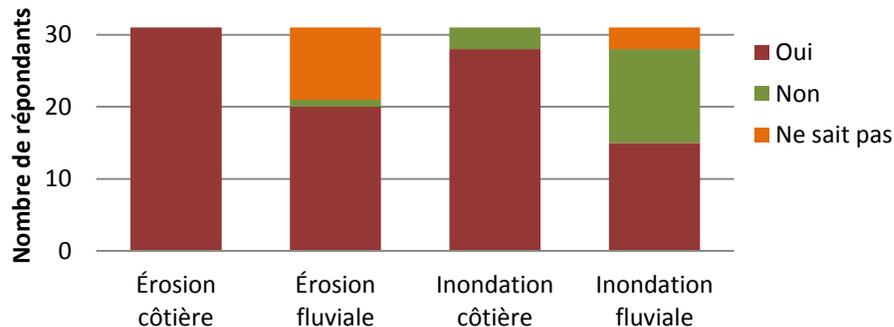


Figure 27. Aléas observés par les résidents

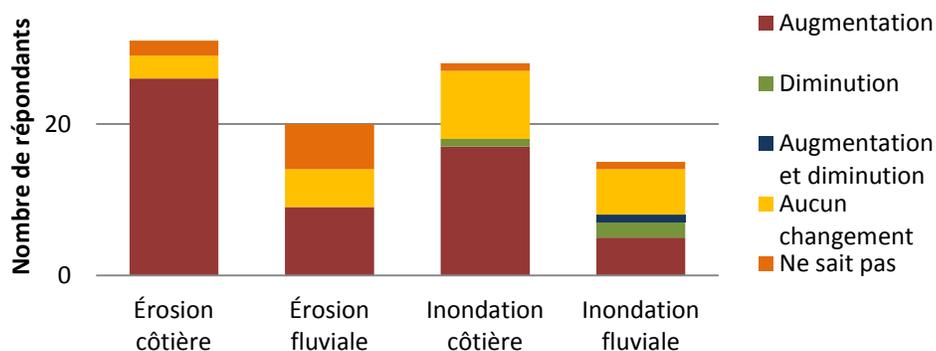


Figure 28. Tendance des aléas observés par les résidents

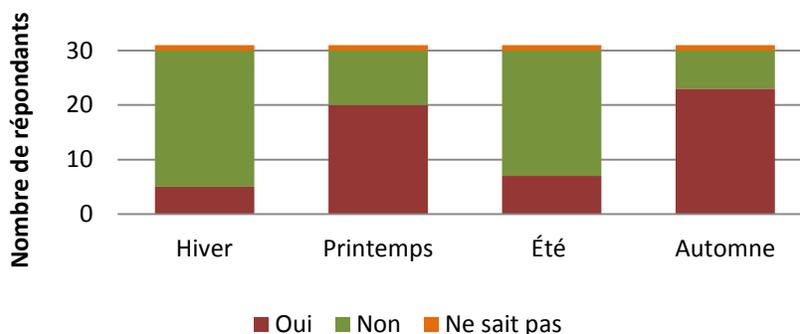


Figure 29. Saisons où se manifestent les aléas selon les résidents

3.4.3.2 Processus et phénomènes naturels observés

Des glissements de terrain, des séismes, des pluies diluviennes et des vagues de tempête ont été observés par la majorité des résidents rencontrés (Figure 30). La plupart des répondants indiquent que les glissements de terrain sont plus nombreux qu'auparavant (Figure 31). Ces derniers se produisent au niveau de la tourbière et le long des berges de la rivière Betsiamites (Figure 48, Figure 49 et Figure 50). Par ailleurs, plusieurs perçoivent une augmentation de la fréquence des vagues de tempête (Figure 31). En ce qui concerne les séismes, 91 % des participants se souviennent avoir senti un tremblement de terre vers la fin des années 1980, mais ne croient pas que ce phénomène s'est reproduit depuis (Figure 31). Seulement cinq des répondants disent avoir vu des embâcles sur le territoire et un seul croit observer une augmentation du phénomène (Figure 31).

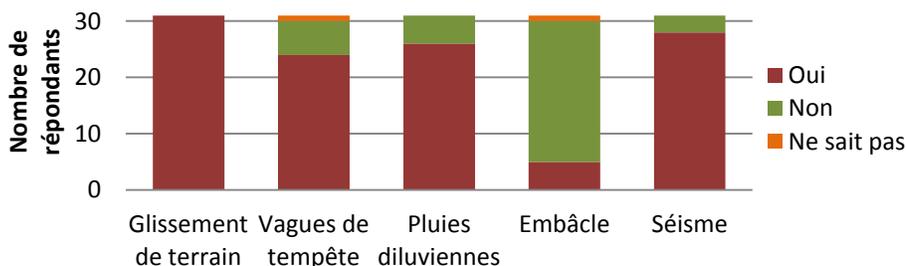


Figure 30. Processus et phénomènes naturels observés par les résidents

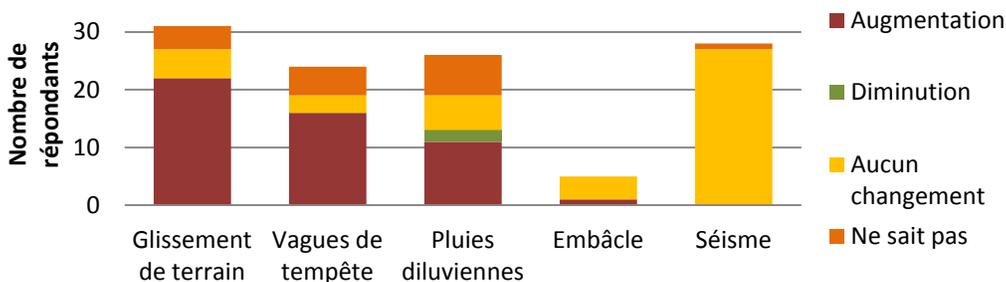


Figure 31. Tendence des processus et phénomènes naturels observés par les résidents

3.4.3.3 Changements climatiques et environnementaux observés

Près des deux tiers des répondants ressentent un réchauffement climatique et la majorité des répondants reconnaissent une augmentation des événements de redoux hivernaux (Figure 32). Les changements environnementaux remarqués par le plus grand nombre de répondants sont la diminution de l'étendue de la glace de mer et de rivière (91 % et 71 %) et la diminution de la largeur de la plage (77 %) (Figure 33). Seulement un tiers des répondants voient une augmentation du niveau de la mer alors que les résultats sont mitigés pour le niveau d'eau de la rivière (Figure 33). Sept répondants sont d'avis que l'estuaire de la rivière Betsiamites connaît un ensablement (Figure 48, Figure 49, Annexe 6). Selon les commentaires des répondants, le barrage hydro-électrique serait responsable de l'ensablement de l'estuaire provoquant l'inondation de nouveaux endroits autrefois jamais inondés (C7, C13, C16, C20a). Deux répondants observent un rétrécissement du chenal de la rivière qu'ils expliquent par la diminution du niveau d'eau de la rivière ou encore par l'ensablement de l'estuaire (Figure 49, Annexe 6). Les répondants ont aussi observé la coupe des arbustes sur l'arrière-plage et l'abaissement des dunes sur la flèche littorale (Figure 48, Annexe 6). Des affaissements de sol et une augmentation de la nappe phréatique sont observés dans la zone urbanisée de la communauté (C10, C20, S7b, S17, S19) (Figure 48, Annexe 6).

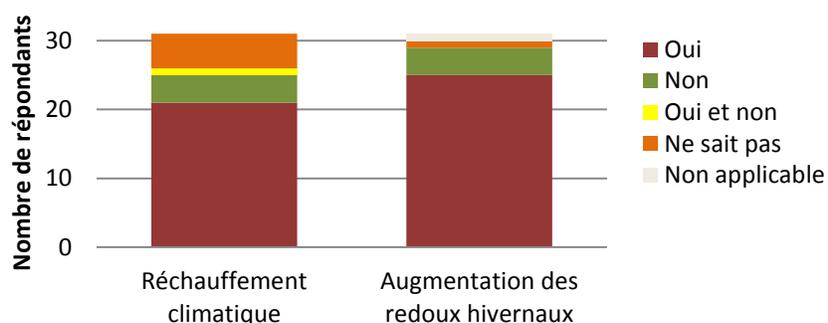


Figure 32. Changements climatiques observés par les résidents

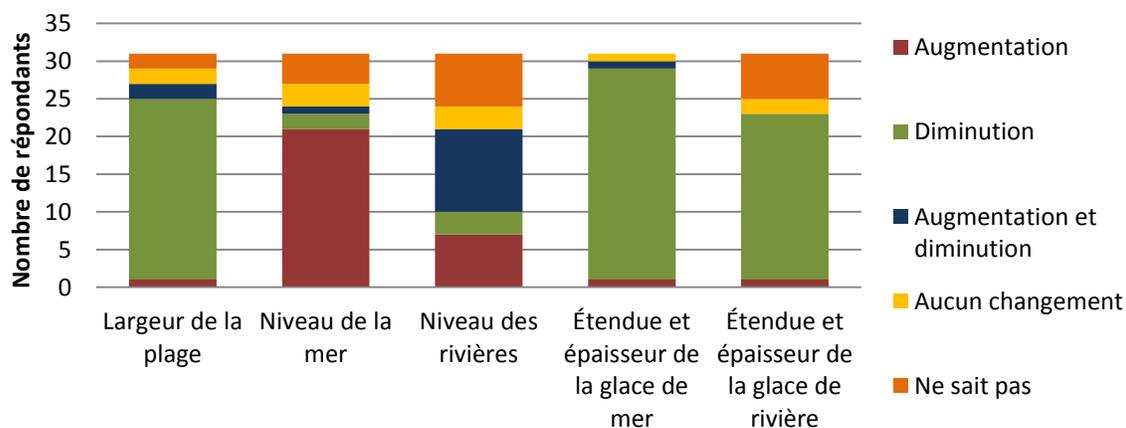


Figure 33. Changements environnementaux observés par les résidents

3.4.4 Causes des aléas côtiers

À la question fermée portant sur les causes de l'érosion et de l'inondation côtières, les pluies diluviennes (81 %), les redoux hivernaux (81 %), les changements climatiques (77 %), les vagues de tempête (74 %) et les interventions humaines (74 %) ont été identifiés comme étant les principaux responsables des aléas côtiers (Figure 34). Les répondants sont d'avis que la hausse du niveau marin relatif, l'augmentation des températures hivernales, la diminution de la glace et l'augmentation des pluies, tous engendrées par les changements climatiques, accélèrent le processus d'érosion côtière (Tableau 11). Un participant remarque aussi que les forts vents d'est sont plus fréquents qu'auparavant (Tableau 11).

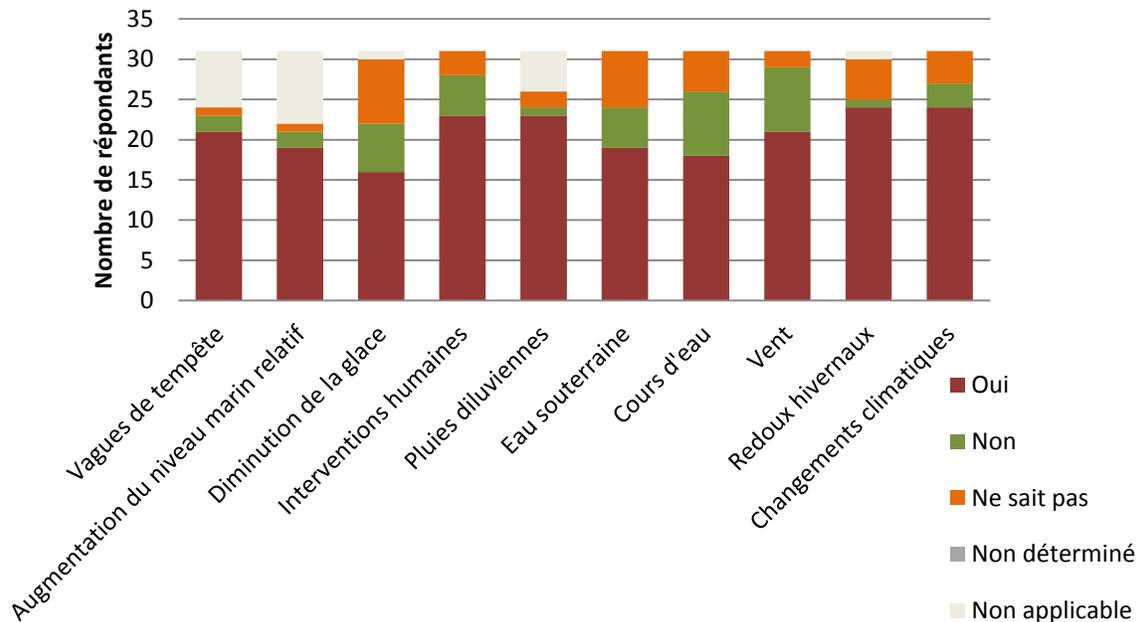


Figure 34. Causes des aléas côtiers selon les résidents

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

Explication	Nbre d'observations
Augmentation du niveau marin	11
Augmentation des pluies	4
Augmentation des températures hivernales	3
Diminution de la glace	3
Augmentation des pluies hivernales	2
Augmentation des températures	1
Augmentation des tempêtes provenant de l'est	1
Gel du sol tardif entraîne l'infiltration d'eau, le sol devient saturé d'eau provoquant des glissements de terrain	1

3.4.5 Impacts des aléas et des changements environnementaux

Plus de la moitié des résidents interrogés croient que l'érosion et l'inondation et les changements environnementaux ont eu des impacts sur les services publics (65 %), les ressources biologiques (58 %) et l'aménagement du territoire (52 %) (Figure 35). Seulement trois des répondants ont perdu du terrain devant leur chalet (S9, S13, S18). Six répondants croient que leur résidence est affectée par les aléas côtiers et deux d'entre eux mentionnent que leur résidence sera éventuellement atteinte par l'érosion ou l'inondation côtières (C6, C7, Figure 35). L'entrepôt du conseil de bande se serait fait inonder à plusieurs reprises et la rue Laletaut est considérée à risque (S19, S23). La route 138 a déjà été sectionnée en raison d'un glissement de terrain (S18). Du côté des ressources biologiques, la tourbière serait perturbée par l'érosion et les glissements de terrain. De plus, le rétrécissement du chenal de la rivière aurait comme effet de rendre difficile la montaison des saumons (C7). En raison des changements environnementaux observés, des répondants de Pessamit observent une diminution et la disparition de certaines espèces (petits fruits, plie, lamproie, esturgeon, etc.) (C7, C9, C18, C19, S19) ainsi que l'augmentation de la population de phoques (C17, S16).

Les changements climatiques affectent 71 % des résidents interrogés pour diverses raisons (Tableau 12). Les impacts observés au niveau de leur milieu naturel concernent principalement les changements des températures et des précipitations et l'augmentation des aléas naturels. Sept des 31 répondants sont d'avis que les températures hivernales augmentent. Quelques répondants remarquent une diminution des précipitations nivales et d'autres une augmentation des pluies. Les résidents associent l'augmentation des aléas naturels tels que l'érosion côtière, l'inondation et les épisodes de vents violents aux changements climatiques. Enfin, les changements climatiques affectent aussi le mode de vie des résidents interrogés. Selon ces derniers, les déplacements en forêt et sur la rivière en motoneige et en raquettes sont limités en raison de la diminution du couvert de la neige et de la glace.

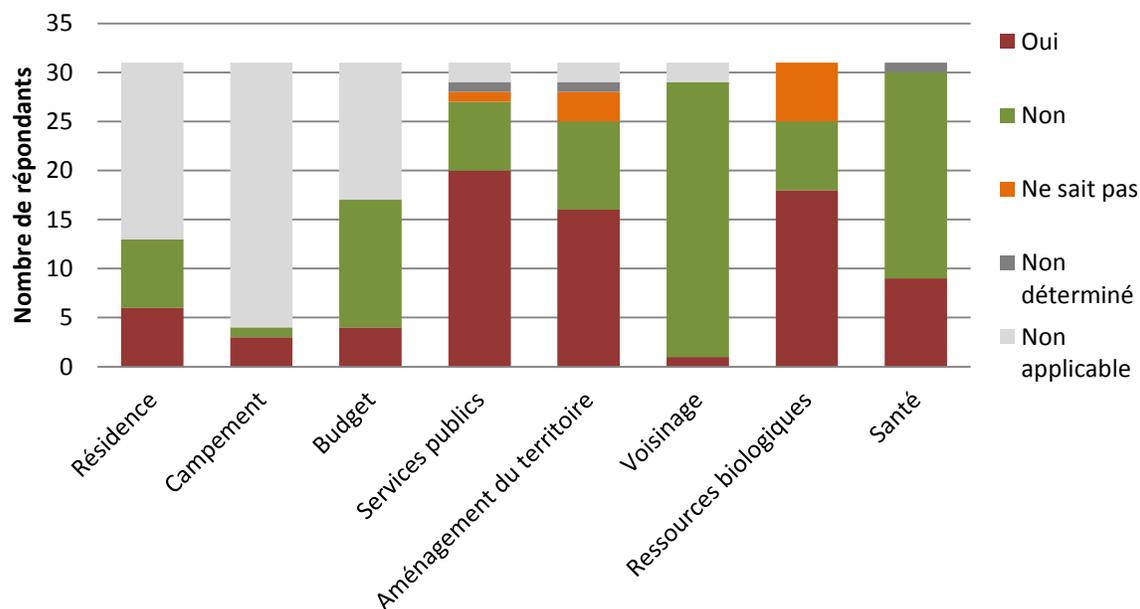


Figure 35. Impacts des aléas et des changements environnementaux selon les résidents

Tableau 12. Impacts des changements climatiques selon les résidents

Thèmes	
Impacts observés	Nbre d'observations
Impacts des changements climatiques sur le milieu naturel	32
Changements des températures	10
Changements des précipitations	8
Augmentation des aléas naturels	6
Diminution de la glace	3
Faune et flore affectées	3
Augmentation des événements extrêmes	2
Impacts des changements climatiques sur le mode de vie	20
Activités affectées	9
Déplacements limités	5
Services et économie affectés	3
Moral affecté	2
Capacité de prévoir le temps affectée	1

3.4.6 Solutions d'adaptation et gouvernance

3.4.6.1 Appréciation des actions entreprises et actions prévues

Un peu plus de la moitié des résidents interrogés (58 %) ont remarqué différentes actions entreprises pour s'adapter aux géorisques côtiers (Figure 36). Près de la moitié (45 %) des participants ont remarqué l'enrochement de la rue Laletaut et plusieurs d'entre eux l'ont trouvé efficace et referaient ce type d'intervention (Figure 37). Des méthodes de protection aux aléas côtiers tels que la recharge en matériel meuble et la plantation de végétaux ne sont pas considérées comme étant efficaces par les résidents interrogés (Figure 37). Le projet de restauration de la flèche littorale (19 %) et la campagne de sensibilisation sur l'utilisation des VTT (16 %) ont été remarqués par une minorité de répondants (Figure 37). Deux répondants ont remarqué la présence d'un canal de drainage près de la tourbière et ils trouvent cette action efficace et n'hésiteraient pas à la refaire (Figure 37).

Au niveau des actions prévues pour s'adapter aux géorisques côtiers, des répondants mentionnent que la prolongation de l'enrochement de la rue Laletaut est prévue jusqu'en face de l'église (Tableau 13). De plus, un participant a eu connaissance du projet de restauration de l'estuaire de la rivière Betsiamites (Tableau 13).

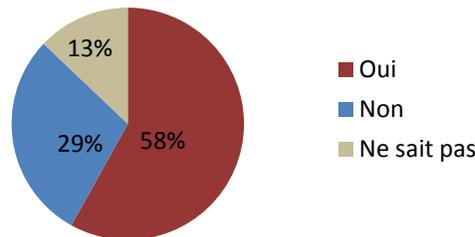


Figure 36. Actions entreprises selon les résidents

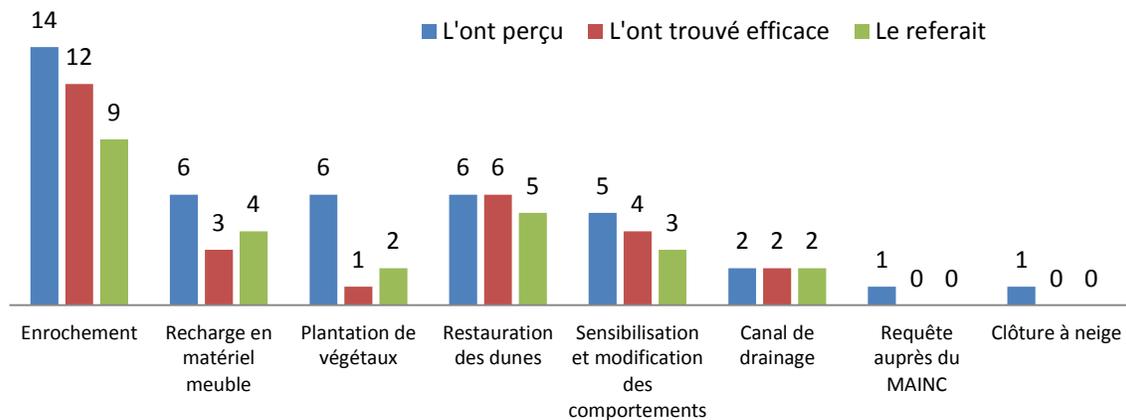


Figure 37. Appréciation des actions entreprises selon les résidents

Tableau 13. Actions prévues selon les résidents

Actions prévues	Nbre d'observations
Projets de mise en valeur de l'estuaire en collaboration avec le comité ZIP	1
Prolongation de l'enrochement jusqu'en face de l'église	2

3.4.6.2 Solutions préconisées

À la question fermée portant sur les solutions à préconiser, les résidents interrogés préfèrent la sensibilisation (74 %), la création de comité côtier (74 %), la modification des comportements (68 %), l'enrochement (65 %), la plantation de végétaux (65 %) et la réglementation des milieux côtiers (61 %) (Figure 38). Les murets et la recharge en sable sont des méthodes recommandées par 55 % et 39 % des répondants respectivement (Figure 38), mais elles sont aussi selon eux des approches très onéreuses (C20a). La restauration des dunes est préconisée par près de la moitié des personnes interrogées. Ces dernières émettent des craintes quant à l'efficacité de cette méthode au vu de la hausse du niveau marin relatif. Les épis, les brise-lames et le retrait des résidences touchées par les aléas côtiers sont recommandés par plus ou moins le tiers des répondants (Figure 38). Deux répondants suggèrent de draguer l'estuaire de la rivière Betsiamites et de construire des îles artificielles au large (C9, C13). Un seul répondant précise qu'il est essentiel d'effectuer des études géotechniques sur le territoire pour cibler une méthode adéquate pour le milieu naturel (C14).

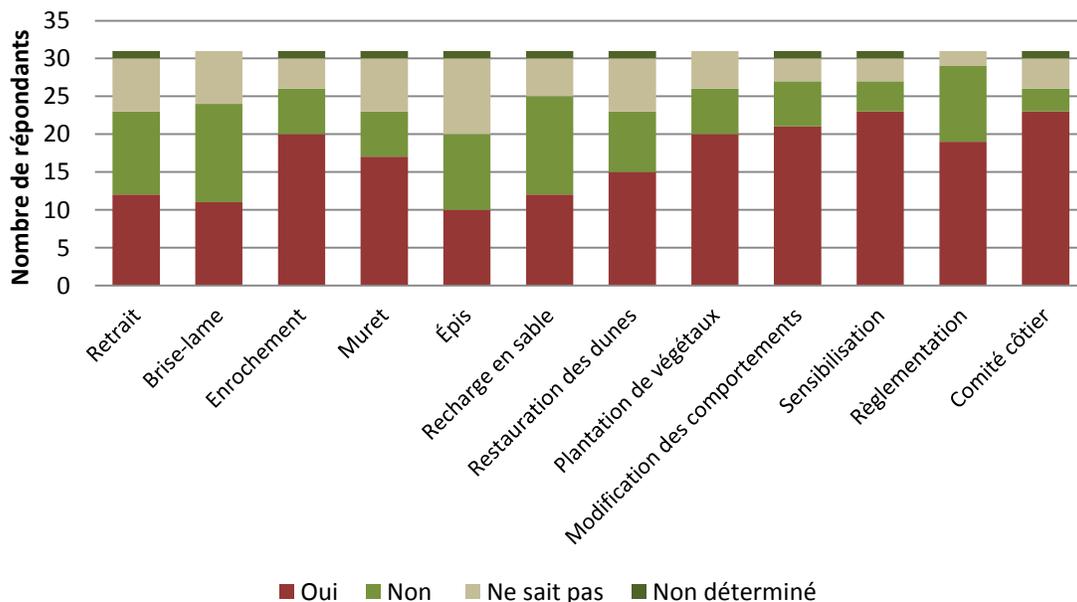


Figure 38. Solutions préconisées pour les aléas côtiers par les résidents

3.4.6.3 Mode de gouvernance préconisé

Selon les participants, les acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation sont les résidents (90 %), le conseil de bande (81 %), le gouvernement fédéral (81 %) et les organismes locaux (71 %) (Figure 39). Certains répondants ont suggéré la création d'un comité rassemblant tous ces acteurs (C13, S20). Un des répondants est d'avis que ce processus doit se faire en collaboration avec les autres municipalités adjacentes (S17). En ce qui concerne la gestion des solutions d'adaptation, 74 % des résidents rencontrés jugent que le conseil de bande devrait être en charge de cette étape et certains croient en une cogestion entre plusieurs acteurs, dont le conseil de bande, les deux paliers de gouvernement, la communauté scientifique, les organismes locaux et les résidents (Figure 40). Seulement cinq et six personnes croient que les industries et les commerces devraient faire partie du comité de gestion (Figure 40). L'ensemble des participants est d'avis que le gouvernement fédéral devrait financer les solutions d'adaptation et 87 % d'entre eux impliquent également le gouvernement provincial dans cette étape (Figure 41). Certains jugent que les industries, comme Hydro-Québec et les compagnies forestières, seraient aussi tenues d'assumer les coûts d'adaptation aux géorisques côtiers (C9, S7b, S22).

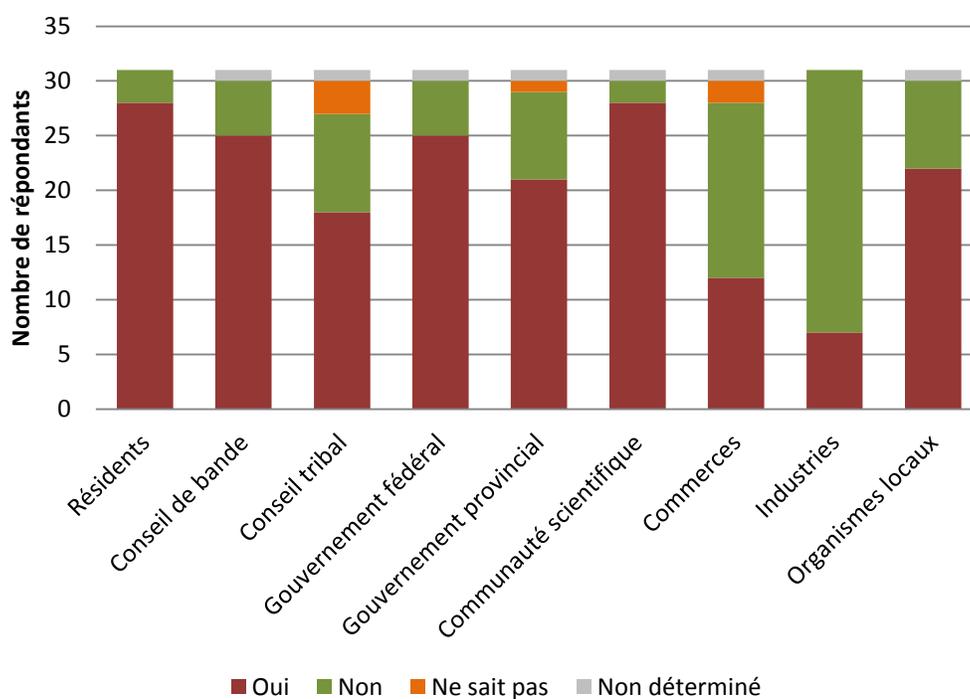


Figure 39. Acteurs devant être impliqués dans l'identification des solutions d'adaptation selon les résidents

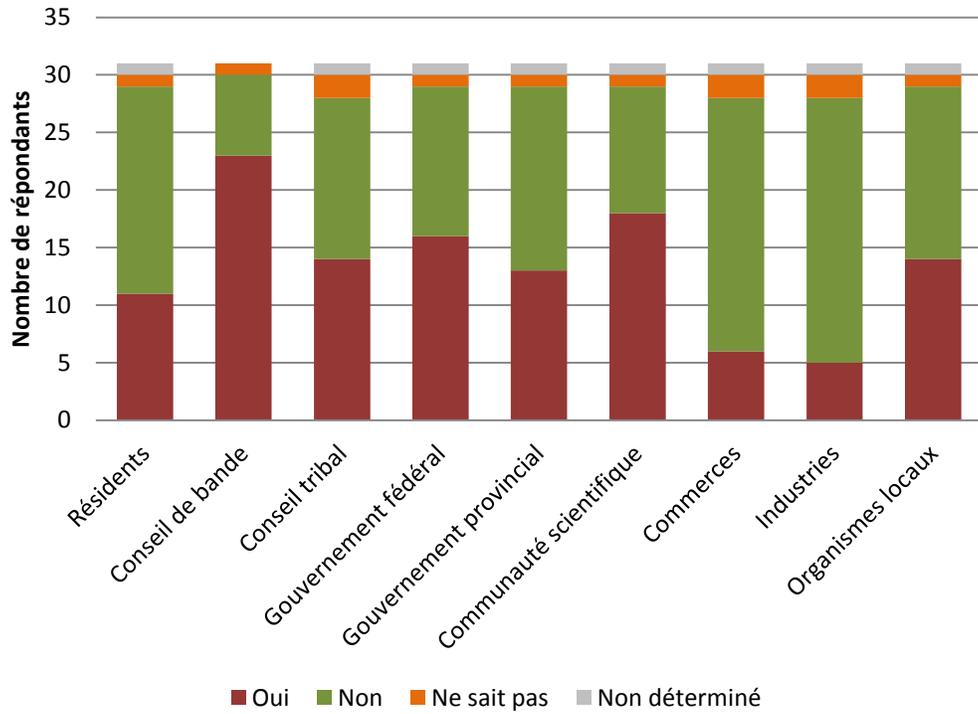


Figure 40. Acteurs devant être impliqués dans la gestion des solutions d'adaptation selon les résidents

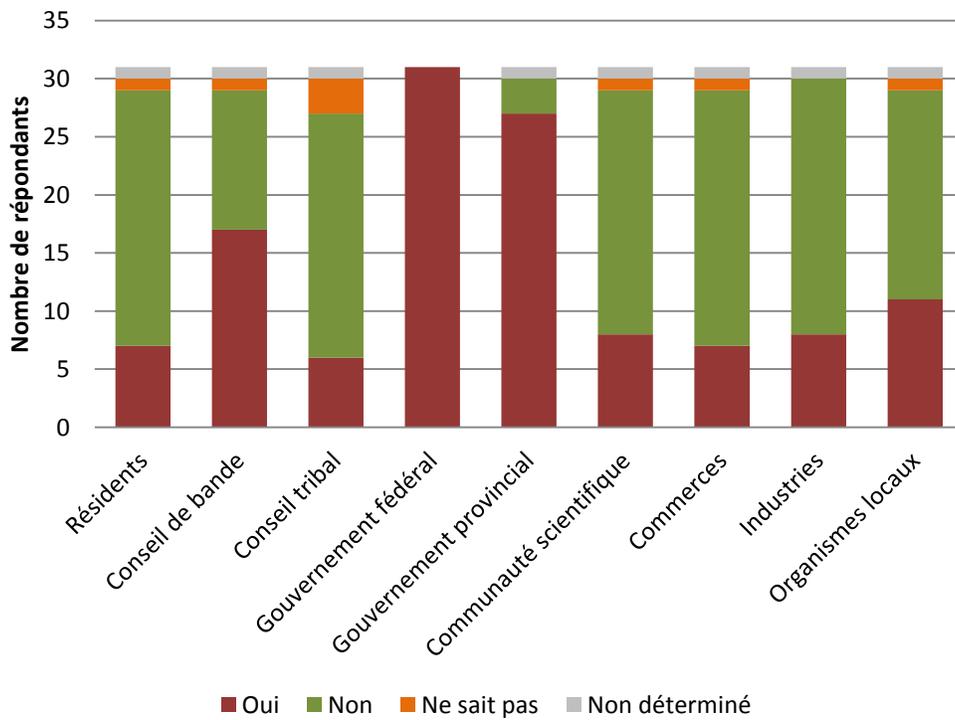


Figure 41. Acteurs devant être impliqués dans le financement des solutions d'adaptation selon les résidents

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

Selon les 43 personnes interrogées, seize répondants demeurent ou ont déjà demeuré à proximité du littoral et six participants ont des résidences directement affectées par les aléas côtiers (Figure 44). Trois des résidences affectées sont situées sur les rues Laletaut et Metshteu aménagées sur une flèche littorale à risque d'érosion et de submersion. Les trois autres sont du côté du marais maritime où la submersion est fréquente. Par ailleurs, quatre répondants sont propriétaires d'un chalet situé sur la côte (Figure 45). Deux d'entre eux se disent affectés par l'érosion et l'inondation côtières.

3.5.1.2 Description des zones utilisées

La question ouverte portant sur les zones utilisées dans le cadre d'activités visait uniquement les activités pratiquées à proximité de la côte. Les activités répertoriées s'étendent de la baie des Îlets Jérémie à la limite nord-est de la réserve ainsi que sur la péninsule de Manicouagan (Figure 43). Les activités pratiquées par les répondants se situent majoritairement près de la zone urbaine, sur la plage du côté de l'estuaire maritime du Saint-Laurent et à l'intérieur de la flèche littorale près du marais maritime (Figure 44). Les activités affectées et cessées sont surtout situées dans l'estuaire de la rivière Betsiamites et sur la batture (Figure 45). Ce sont surtout des activités aquatiques, comme le canot et la chasse aux oiseaux migrateurs, qui sont pratiquées en dehors de la zone urbaine et estuarienne, et moins de cinq répondants les pratiquent. Ces activités sont principalement affectées par les barrages hydro-électriques et par l'ensablement de la batture. Dans la zone nord-est de la réserve, la pêche sur la glace a été cessée due à la diminution de la glace (Figure 42, Figure 43). Un site dans la baie des Îlets Jérémie est utilisé comme lieu de rassemblement lors des fêtes traditionnelles catholiques.

3.5.1.2.1 Secteur de la zone urbanisée

Les activités qui sont pratiquées près de la zone urbanisée sont principalement la marche, la baignade et la détente sur la plage (Figure 44). Cette plage est aussi utilisée comme lieu de rassemblement pour certaines fêtes communautaires annuelles. Pour la plupart des marcheurs, l'érosion et l'enrochement affectent leur activité. L'augmentation du niveau marin relatif affecte pour sa part la baignade et la détente sur la plage. Certains ont dû cesser ces activités en raison de la hausse du niveau marin. Au bout de la flèche littorale, les gens se promènent en VTT dans les sentiers balisés et cette activité est surtout affectée par l'érosion. La cueillette des petits fruits se pratique également à cet endroit, mais elle est affectée par les changements climatiques, la diminution de la ressource et par la circulation en VTT. La cueillette de petits fruits et la cueillette de plantes médicinales ont dû être cessées dans le marais maritime en raison de la pollution et du remblai supportant la rue Pisto. Certaines activités hivernales, pratiquées autrefois dans le marais et sur la plage devant la communauté, ne se pratiquent plus

en raison de la diminution de la glace, de l'érosion et l'augmentation du niveau marin. Au bout de la flèche littorale, l'ensablement a causé la disparition de la rampe de mise à l'eau et l'arrêt de la pêche.

3.5.1.2.2 Secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites

La pêche et le canot sont pratiqués dans l'estuaire de la rivière Betsiamites et sont tous les deux affectés par le barrage hydro-électrique selon les répondants (Figure 45). La pêche est aussi affectée par l'augmentation du niveau marin, par l'érosion et les glissements de terrain. La navigation en canot est perturbée par l'ensablement et par les glissements de terrain qui engendrent des grandes vagues lors de la chute du matériel meuble. La zone de la tourbière jusqu'à Papinachois est surtout utilisée par les VTT, les marcheurs et les cueilleurs de myes. L'érosion et les glissements de terrain affectent ces activités. Des répondants ont mentionné que certaines personnes montaient des campements dans ce même secteur autrefois. Cependant, puisque les glissements de terrain y sont importants, cette activité a cessé graduellement.



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

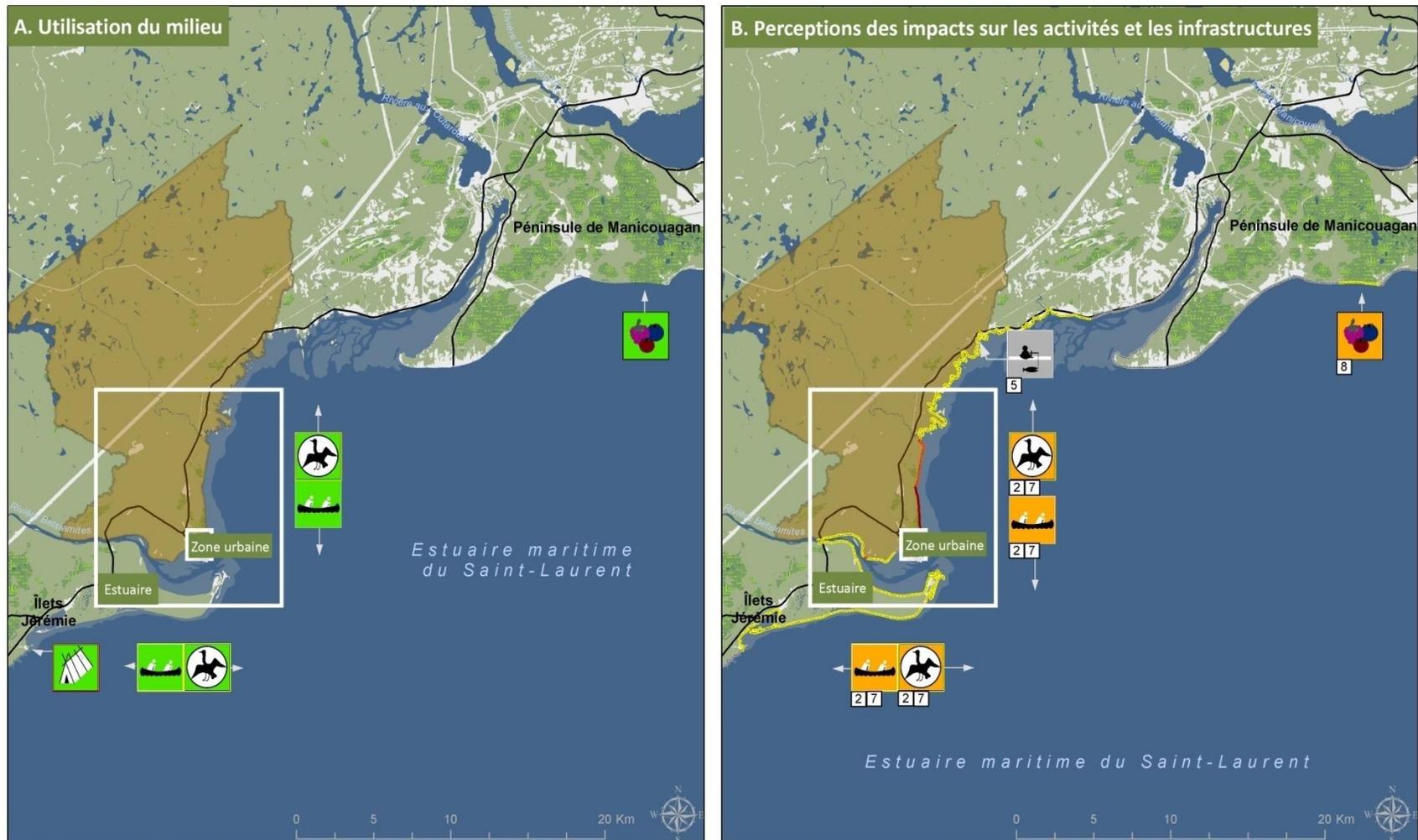
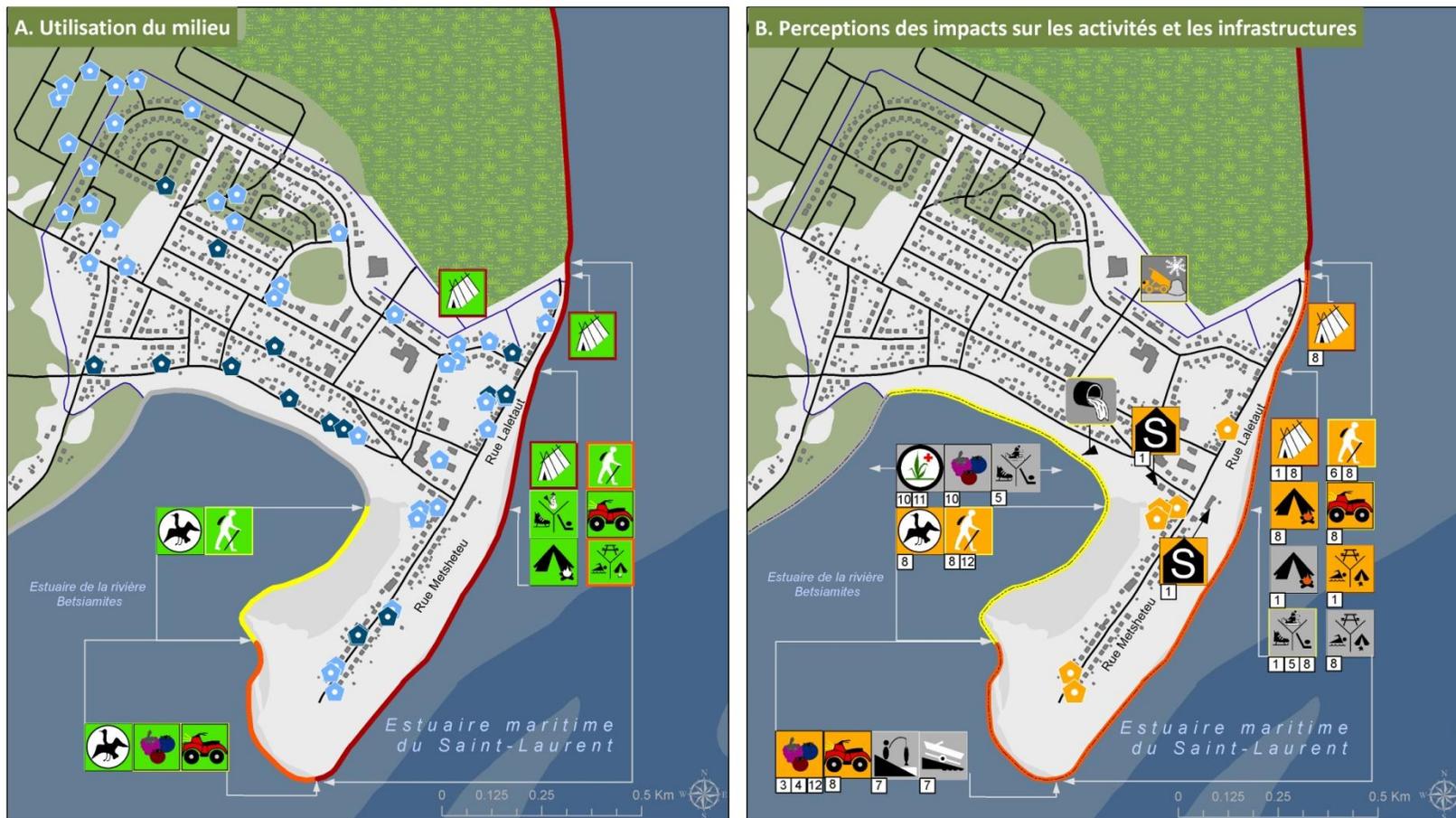


Figure 43. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, région de Pessamit

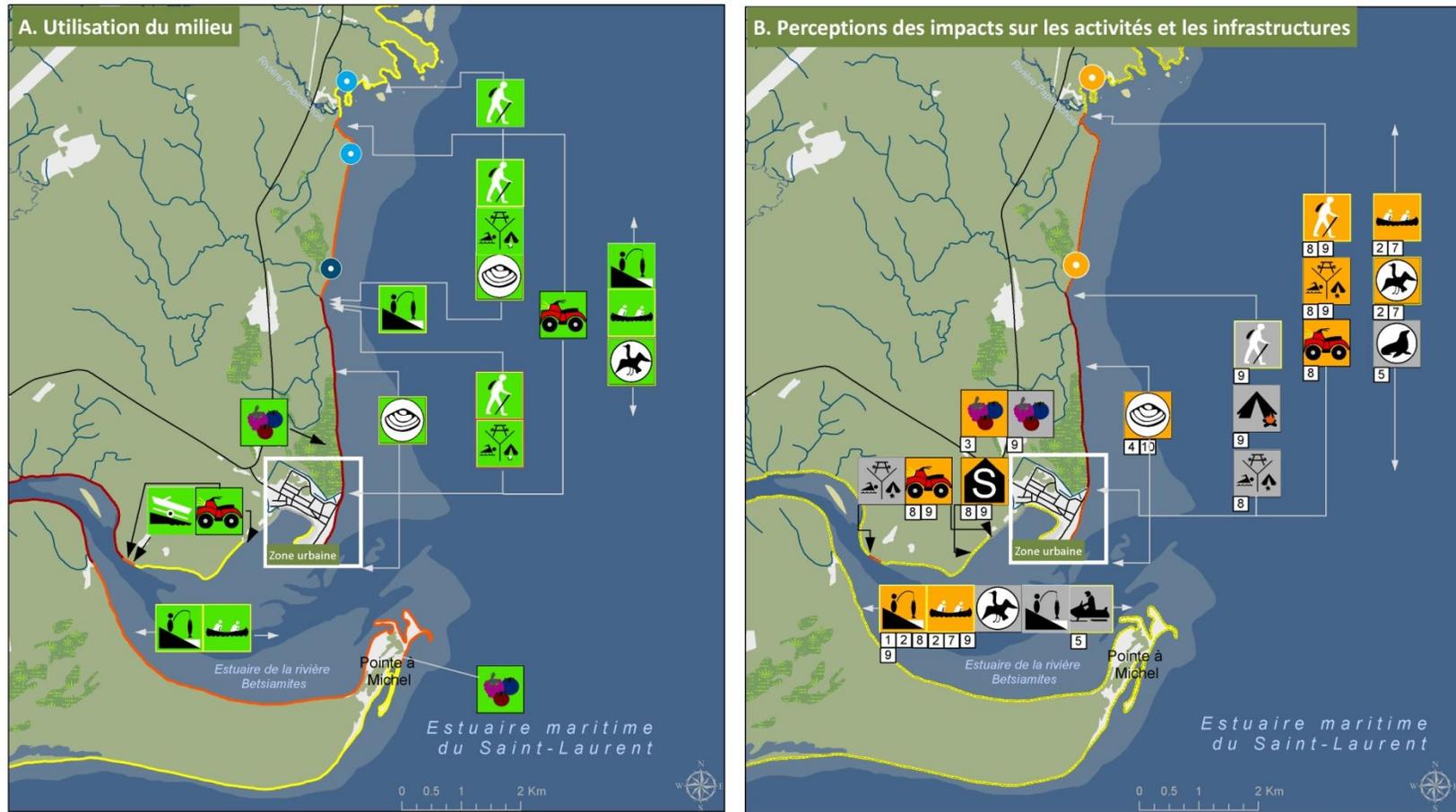


Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Pessamit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 6

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR

Figure 44. Utilisation du milieu et perceptions des impacts des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de la zone urbaine



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 Pessamit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 45. Utilisation du milieu et perceptions des aléas et des changements environnementaux sur les activités et les infrastructures, secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites

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 zones affectées s'étendent de la pointe à Michel jusqu'à Papinachois (Figure 47). La zone la plus active selon les répondants est la zone urbanisée (Figure 48). Les phénomènes, les processus ainsi que les changements environnementaux observés sont plus diversifiés dans ce secteur. L'érosion côtière et la diminution de la largeur de la plage sont les observations les plus fréquentes. Dans le secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites, les glissements de terrain sont souvent remarqués ainsi que l'érosion fluviale (Figure 49). Les mêmes observations ont été faites dans le secteur de Papinachois, mais le nombre de personnes qui ont remarqué ces éléments est moins élevé (Figure 50). La pointe à Michel subit de l'érosion et une augmentation de la largeur de la plage est remarquée selon moins de cinq répondants (Figure 51).

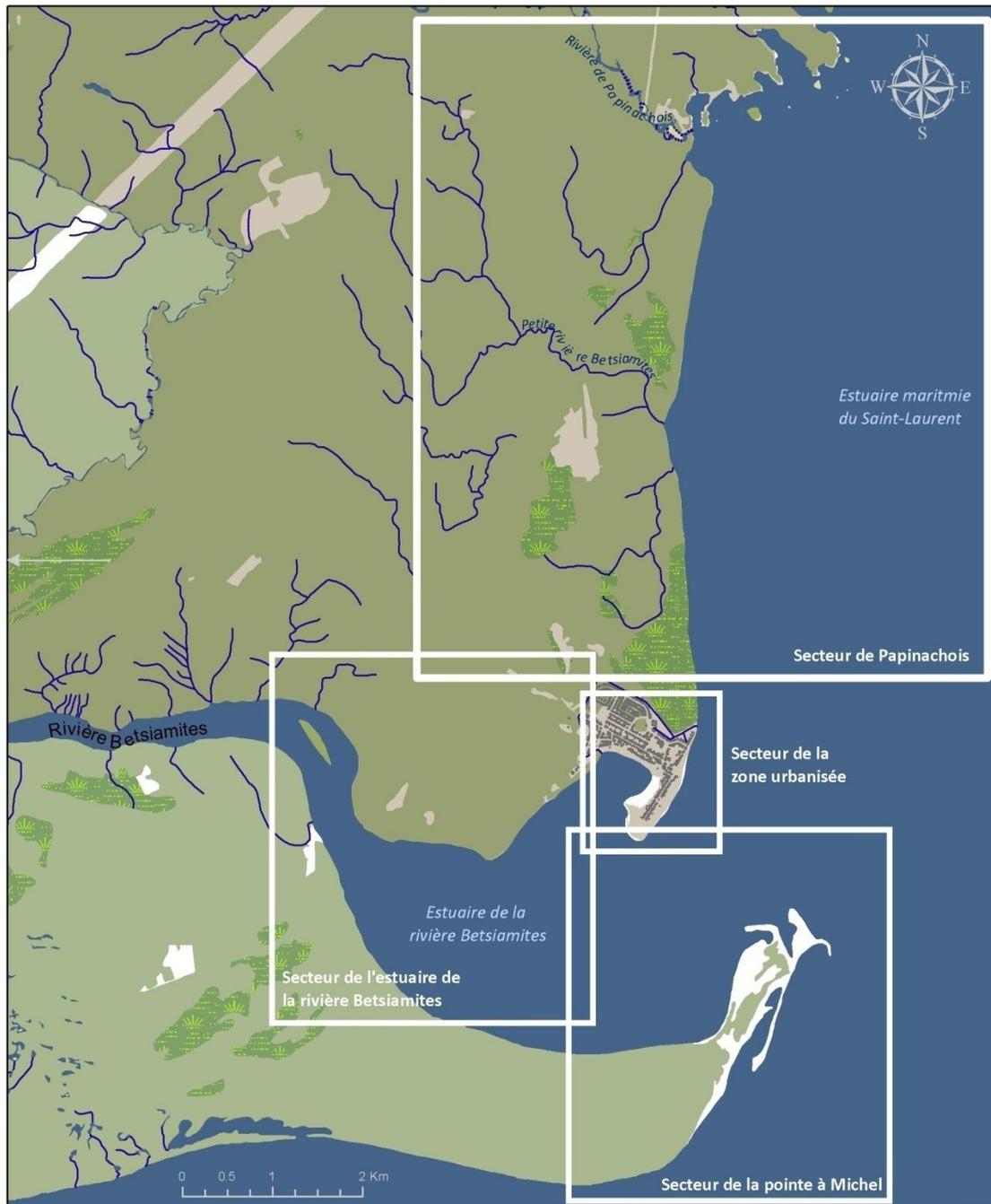
3.5.2.2 Analyse des zones affectées

Les répondants observent le plus grand nombre de phénomènes et de processus dans le secteur urbanisé. La proximité des résidences et des activités pourrait expliquer l'importance des observations dans ce secteur (Figure 48). Les commentaires recueillis sur les changements environnementaux témoignent d'une augmentation du volume sédimentaire dans l'estuaire de la rivière Betsiamites et sur la batture. Certains répondants observent un transit sédimentaire de la flèche de Pessamit vers la pointe à Michel (Figure 48). L'augmentation de la largeur de la plage sur la pointe à Michel concorde avec ce transit sédimentaire. Le changement de la pente de la plage sur la flèche de Pessamit concorde aussi avec l'observation des répondants du transit sédimentaire de la flèche vers la pointe à Michel. Au nord de la zone d'étude, on observe que plus le nombre de personnes qui utilisent le territoire de la tourbière jusqu'à Papinachois est élevé, plus ils remarquent les glissements de terrain et l'érosion côtière.

Les réponses sur les changements environnementaux et les phénomènes observés en lien avec les activités affectées divergent à certains endroits. Du côté du marais, on remarque que les causes qui affectent les activités n'ont pas été associées aux phénomènes observés. Par exemple, les répondants relatent que le marais se fait ensabler, mais personne n'affirme que leurs activités soient affectées par l'ensablement. Selon certains répondants, les dunes au bout de la flèche sont en croissance, et ce, malgré le fait que la circulation en VTT contribue à éroder ce secteur. Dans le cas de l'estuaire de la rivière Betsiamites, beaucoup de répondants remarquent les glissements de terrain et l'érosion fluviale alors que le nombre de répondants qui pratiquent une activité à cet endroit est de moins de cinq personnes. On peut en déduire que ces observations se font soit de la rive ou encore qu'il s'agit d'observations collectives qu'une partie de la communauté connaît.



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



Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document. Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1:20 000; Projection: NAD 1983, MTM 6

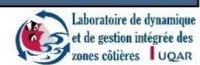


Figure 47. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, localisation des secteurs

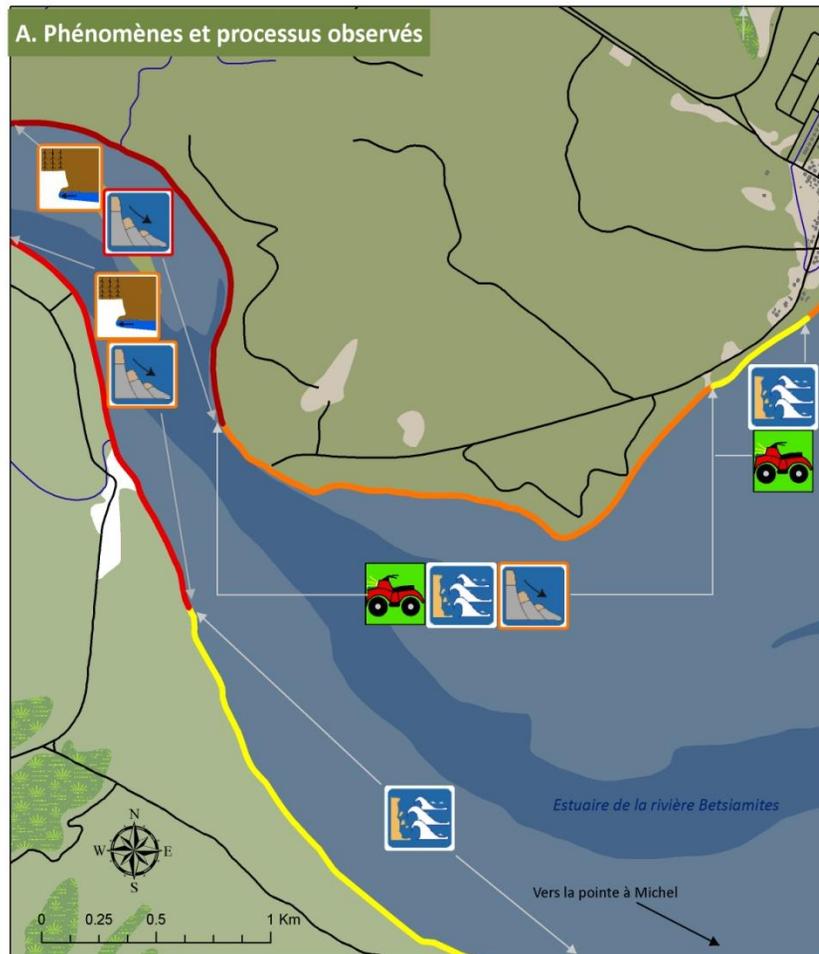


Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1:20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 6

Laboratoire de dynamique
et de gestion intégrée des
zones côtières UQAR

Figure 48. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la zone urbanisée

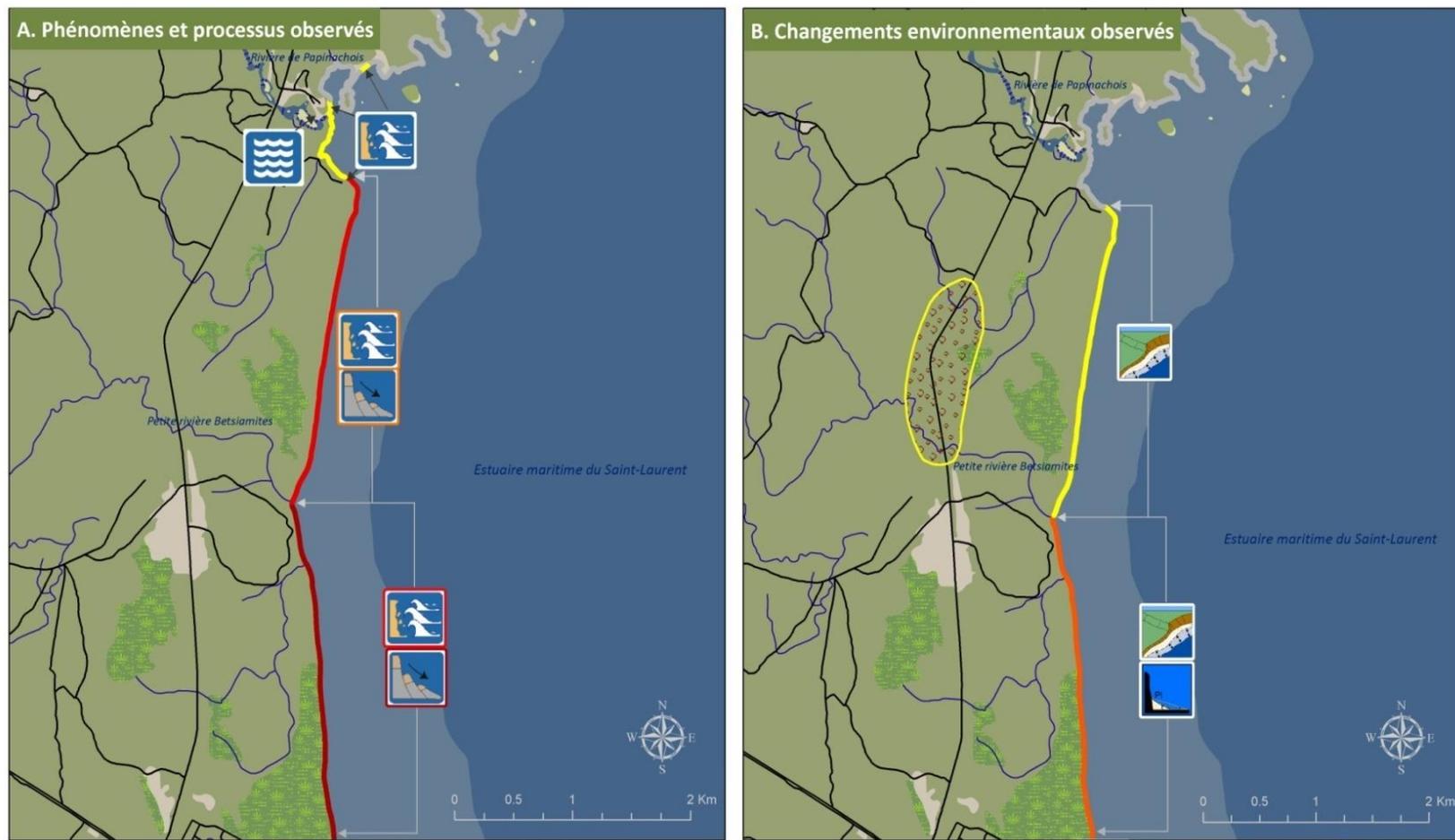


Note: La légende des figures ci-dessus se trouve plus haut dans ce présent document.

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1:20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



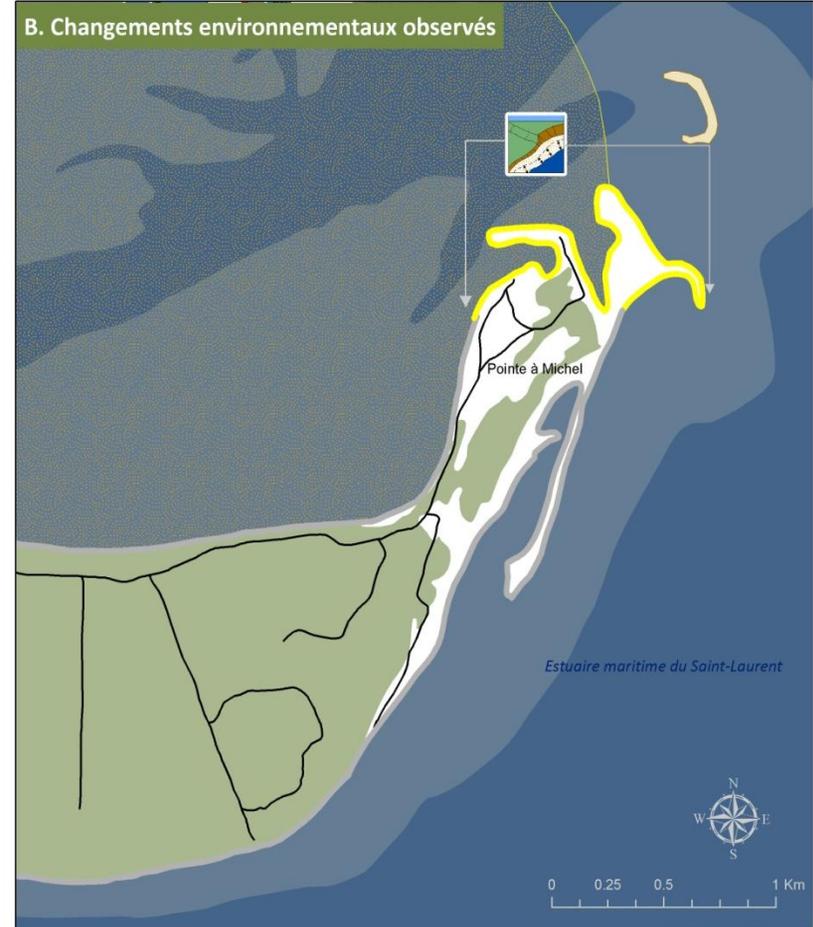
Figure 49. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites



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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1:20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 6

Figure 50. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de Papinachois



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

Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1:20 000; Aléas, processus et changements environnementaux (LDGIZC, 2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 51. Phénomènes, processus et changements environnementaux observés, secteur de la pointe à Michel

3.6 Faits saillants de l'enquête sur les perceptions

À Pessamit, 43 personnes ont été rencontrées dans le cadre de cette enquête dont seize d'entre elles demeurent ou ont déjà demeuré à proximité du littoral et quatre d'entre elles ont un campement à proximité du littoral.

3.6.1 Aléas et changements environnementaux, leurs causes et leurs conséquences

Lorsque l'on regroupe les propos des acteurs publics et des résidents, on remarque que la majorité des participants témoigne de l'accélération de l'érosion côtière et de l'augmentation de la fréquence des événements de submersion (Tableau 14). Il apparaît également que les glissements de terrain sont plus fréquents qu'auparavant. Les acteurs publics et les résidents croient que les interventions humaines (barrage hydro-électrique et enrochement), l'augmentation du niveau marin relatif, les redoux hivernaux et les changements climatiques sont les principales causes de l'augmentation de l'érosion côtière, de la submersion et des glissements de terrain. Les principales zones affectées par les aléas côtiers sont la flèche littorale (rues Metsheteu et Laletaut), le marais maritime (rue Tausut) et la tourbière. L'entrepôt du conseil de bande, situé sur la flèche littorale, et trois résidences de la rue Tausut se font inonder régulièrement. Les résidences des rues Laletaut et Metsheteu seraient également à risque d'érosion et de submersion selon les répondants. Le site de la fête annuelle, qui se trouve face à l'entrepôt, est également vulnérable aux aléas côtiers. La nécessité de créer de nouveaux lotissements et d'agrandir les étangs d'épuration exige une réorganisation du territoire qui doit désormais tenir compte des risques d'érosion et de submersion.

Au niveau des changements environnementaux, il ressort que le réchauffement climatique, l'augmentation des redoux hivernaux, la diminution de la glace côtière et la diminution de la largeur de la plage sont observés par la plupart des répondants. La diminution de la glace et l'augmentation des redoux hivernaux perturbent les déplacements des participants en hiver.

3.6.2 Solutions d'adaptation et gouvernance

Les solutions d'adaptation préconisées par les acteurs publics et les résidents pour faire face à l'érosion côtière et à la submersion sont relativement différentes (Tableau 14). Les résidents préfèrent l'enrochement alors que les acteurs publics préconisent la plantation de végétaux et la modification des comportements des utilisateurs de VTT. Les deux groupes reconnaissent que la sensibilisation est importante dans un processus de gestion intégrée du littoral. Selon la majorité des participants à l'enquête, l'identification des solutions d'adaptation devrait être effectuée par les résidents, les experts et le conseil de bande. Au niveau de la gestion des solutions d'adaptation, les résidents croient que le conseil de bande devrait être le seul gestionnaire alors que les acteurs publics suggèrent un comité de gestion comprenant des représentants du conseil de bande, des deux paliers de gouvernements, des experts, des organismes locaux et de la population. Selon la majorité des répondants, le financement des solutions devrait provenir des deux paliers gouvernementaux, des industries (Hydro-Québec) et du conseil de bande.

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

<p>Processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accélération du phénomène d'érosion; • Augmentation de la fréquence des événements de submersion; • Augmentation de la fréquence des événements de glissement de terrain; • Réchauffement climatique; • Augmentation des redoux hivernaux; • Diminution de la glace côtière; • Diminution de la largeur de la plage;
<p>Causes des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interventions humaines (barrages hydro-électriques et enrochements); • Augmentation du niveau marin relatif; • Redoux hivernaux • Changements climatiques
<p>Conséquences des processus, phénomènes naturels et changements environnementaux observés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zones les plus affectées: rues Laletaut, Metsheteu et Tausut et la tourbière contigüe au secteur urbanisé; • Infrastructures affectées : entrepôt du conseil de bande (submersion) et trois maisons de la rue Tausut (submersion); • Infrastructures menacées par l'érosion : les maisons sur les rues Metsheteu et Laletaut; • Activités traditionnelles et autres activités pratiquées dans la zone côtière menacées par l'érosion : site de rassemblement annuel sur la flèche littorale, cueillette de petits fruits près de la zone urbaine, promenade, vtt, campement, activités hivernales (notamment motoneige, pêche sur glace).
<p>Solutions d'adaptations préconisées</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les répondants croient qu'il y a une nécessité de nouveaux lotissements et d'un agrandissement des étangs d'épuration. Ces interventions devront, selon eux, tenir compte des risques d'érosion et de submersion; • Les solutions d'adaptation divergent pour les deux groupes de répondants : • Les résidents préfèrent l'enrochement alors que les acteurs publics optent pour la plantation de végétaux et la modification des comportements des utilisateurs de VTT; • Les deux groupes sont pour une plus grande sensibilisation sur le sujet;
<p>Mode de gouvernance préconisé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La population, le conseil de bande et les experts devraient identifier les solutions d'adaptation; • La gestion devrait être dirigée par un comité de gestion formé du conseil de bande, des deux paliers de gouvernement, d'experts, d'organismes locaux ainsi que de la population. Les résidents croient que cette étape (gestion) devrait être faite que par le conseil de bande; • Le financement devrait être assumé par les deux paliers gouvernementaux et le conseil de bande.

4 Analyse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles historiques

La région de Pessamit profite d'un climat nordique tempéré humide à hivers modérés fortement sous l'influence de l'importante masse d'eau que représente l'estuaire maritime 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 1967 à 2010. L'analyse de l'évolution du climat historique est présentée selon des intervalles temporels qui présentent des profils climatiques distincts optimaux pour réaliser un couplage historique du climat et de l'évolution côtière. Par la suite, les projections climatiques pour la zone à l'étude sont présentées ainsi que leurs répercussions sur le milieu côtier.

4.1 Méthodologie

4.1.1 Les données climatiques

4.1.1.1 Identification et localisation des stations météorologiques

Les données climatiques historiques utilisées dans le cadre de ce projet proviennent des stations météorologiques Baie-Comeau A. et Les Buissons, toutes deux situées sur la péninsule de Manicouagan, en milieu maritime (Figure 52). Ces données proviennent d'Environnement Canada (2010).



Figure 52. Localisation des stations météorologiques Baie-Comeau A. et Les Buissons

4.1.1.2 Période d'enregistrement des données météorologiques

La station météorologique Baie-Comeau A. bénéficie d'une base de données historique, composée essentiellement des relevés quotidiens de la température moyenne et des précipitations (totale, pluie et neige), qui s'échelonne de 1967 à 2005 (39 ans d'enregistrement; Tableau 15). Les données climatiques enregistrées sur une base horaire (température et vitesse moyenne des vents) ont pour leur part été analysées pour la période allant de 1970 à 2010 (40 ans d'enregistrement). Ces données climatiques ont servi à l'élaboration des résultats des anomalies et des tendances climatiques.

Les données climatiques historiques homogénéisées des précipitations (totale, pluie et neige) de Les Buissons (1967-2008) ont été utilisées afin de rendre les calculs et résultats d'anomalies et de tendance plus justes. Les données homogénéisées de température étant encore inexistantes pour cette station, les calculs ont été effectués à partir des données brutes enregistrées à la station de Baie-Comeau A. Lorsque les résultats des analyses comportent un chevauchement de données (brutes et homogénéisées), une annotation indique la période concernée.

Note sur les données homogénéisées

Selon Environnement Canada (2011³) :

« 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.»

Tableau 15. Période d'enregistrement, coordonnées géographiques et numéros d'identification des stations météorologiques

Données météorologiques horaires et quotidiennes		
Station Baie-Comeau A. (1967-2005)		
Latitude: 49°08'00,000" N	Longitude: 68°12'00,000" O	Altitude: 21,6 m
Identification Climat: 7040440	Identification TC: YBC	
Station Baie-Comeau A. (2005-2010)		
Latitude: 49°08'00,000" N	Longitude: 68°12'00,000" O	Altitude: 21,6 m
Identification Climat: 7040442	Identification TC: GBC	
Données climatiques mensuelles homogénéisées		
Station Les Buissons (1967-2008)		
Latitude: 49°07'00,000" N	Longitude: 68°23'00,000" O	Altitude: 15,0 m
Identification Climat: 7044288		

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 $\{1 + (-3,4)\} / 2 = -1,2^\circ\text{C}$. Puisque cette valeur est négative, elle est additionnée en valeur absolue (1,2) aux degrés-jours de gel annuel. Toutefois, si la résultante avait été positive, elle n'aurait pas été additionnée aux degrés-jours de gel annuel.

4.1.1.3.3 Jours de redoux hivernaux

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

seuil, tant pour le nombre d'heures que pour la température, a été défini à partir d'observations sur le terrain (Bernatchez, 2003).

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

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

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

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

4.1.1.3.5 Précipitations totales

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

4.1.1.3.6 Précipitations de pluie

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

4.1.1.3.7 Précipitations neigeuses

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

4.1.1.3.8 Jour de tempête

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

Les données horaires de vitesse de vent enregistrées à la station Baie-Comeau A. comportent certaines données manquantes de 1965 à 2010. À cet effet, un certain nombre de mois comportent des jours où l'ensemble de la grille de 24 heures est manquant soit mai 1965 (trois jours) ; février 2009 (un jour) ; mars 2009 (deux jours) et novembre 2008 (2 deux jours).

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

4.1.1.3.9 Pluies diluviennes

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

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

4.1.1.4 Définition des intervalles de temps d'acquisition de données

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

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

4.1.1.5 Les normales ou moyennes climatiques

Le tableau 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 Baie-Comeau signifie qu'il ne manque pas de données climatiques (température ou précipitation) pendant plus de trois années consécutives ou de cinq années au total durant la période d'acquisition (1971-2000).

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

Tableau 16. Normales climatiques aux stations Baie-Comeau A. et Les Buissons pour la période 1971-2000

Paramètres climatiques	Normales climatiques 1971-2000
Température moyenne annuelle (°C)	1,5 ¹
Température moyenne hivernale (°C) (déc., janv., févr.)	-12,4 ¹
Température moyenne printanière (°C) (mars-avril)	-3,0 ¹
Nombre de jours de redoux hivernaux (déc., janv. et févr.)	7,8 ³
Nombre de jours avec au moins un cycle de gel et de dégel hivernal (nov., déc., janv., févr., mars)	6,8 ³
Degrés-jours de gel annuel (°C)	1 465,3 ³
Précipitation totale annuelle (mm)	1 014,4 ¹ 1 170,8¹²
Précipitation de pluie annuelle (mm)	684,1 ¹ 724,7²
Précipitation de pluie hivernale (mm) (déc., janv., févr.)	39,9 ¹ 41,8²
Précipitation neigeuse annuelle (cm)	361,5 ¹ 446,2²
Précipitation de neige hivernale (cm)	224,8 ¹ 276,7²
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 50 km/h)	9,4 ¹
Nombre de jours de tempête annuel moyen (vent horaire > ou = à 70 km/h)	0,5 ³
¹ Normale calculée à la station Baie-Comeau A. par Environnement Canada, normale classée A ² Normale calculée à la station Les Buissons sur la base de données homogénéisées ³ Normale calculée à la station Baie-Comeau A. par le LDGIZC	

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

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

4.1.1.7 La tendance climatique

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

4.1.1.8 Les données manquantes

Certaines plages de données climatologiques historiques sont incomplètes ou simplement manquantes. Le tableau qui suit répertorie les périodes qui n'ont pas été retenues à des fins d'analyse dans le présent document (Tableau 18).

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

	(Période d'enregistrement) Données annuelles manquantes
Température moyenne annuelle (données non homogénéisées)	(1967-2010)
	1995, 2006
Température moyenne hivernale (déc., jan., févr.) (données non homogénéisées)	(1967-2010)
	2006
Degrés-jours de gel annuel (données non homogénéisées)	(1967-2010)
	1995, 2006
Précipitation totale (données homogénéisées jusqu'en 2007)	(1967-2010)
	1995, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie (données homogénéisées jusqu'en 2007)	(1967-2010)
	1995, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2008, 2009, 2010
Précipitation de pluie hivernale (données homogénéisées jusqu'en 2008)	(1967-2010)
	2000, 2001, 2009, 2010
Précipitation de neige (données homogénéisées jusqu'en 2007)	(1967-2010)
	1995, 1999, 2000, 2001, 2002, 2008, 2009, 2010
Précipitation de neige hivernale (données homogénéisées jusqu'en 2008)	(1967-2010)
	2000, 2001, 2009, 2010
Jours de redoux hivernal (données non homogénéisées)	(1967-2010)
	Aucune année manquante
Jours de tempête (données non homogénéisées)	(1966-2010)
	Aucune année manquante

4.1.2 Les données glacielles

Les données historiques (1969-2010) de la couverture de glace sur le golfe du Saint-Laurent proviennent du Service canadien des glaces (Environnement Canada, 2011^c). La superficie totale du golfe du Saint-Laurent représente 487 455 km². Le total accumulé de la couverture de glace historique est la somme des premières, jeunes et nouvelles glaces. Les résultats représentent la quantité moyenne de glace en pourcentage de la superficie totale du golfe présente pour la période du 26 novembre au 26 mars. Les anomalies de la couverture de glace ont été basées sur la normale (en %) de la période 1971-2000.

4.1.3 Les données hydrologiques

Les données hydrologiques proviennent du rapport de Savard (2000) réalisé pour Hydro-Québec qui avait pour objectif d'évaluer l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire de l'estuaire de la rivière Betsiamites. La période d'enregistrement des débits de la rivière s'étendait de 1978 à 1999 (Savard, 2000).

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 soit, 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 cinq intervalles retenus, soit: 1967 à 1978; 1979 à 1986; 1987 à 1995; 1996 à 2005; 2006 à 2010. Il est important de spécifier que les contraintes de disponibilité de séries de photographies aériennes de qualité ne nous a pas permis de sélectionner les photographies en relation exacte avec les variations parfois rapides des séquences d'anomalies annuelles. Dans ce contexte, les séquences de photographies aériennes chevauchent parfois plusieurs séquences d'anomalies positives et négatives et l'anomalie moyenne peut ne pas représenter correctement l'importance des résultats à l'intérieur de la plage temporelle analysée. Pour cette raison, des valeurs maximums ou minimums sont associées à chacun des intervalles d'analyse de l'évolution côtière afin d'en dégager une meilleure interprétation. Afin de faciliter la lecture des résultats, les valeurs chaudes d'anomalies sont identifiées par une trame orangée, alors que les valeurs froides ont une trame bleue. Par ailleurs, l'anomalie maximum ou minimum de l'ensemble de la période est marquée par une trame rouge. Enfin, les principaux constats sont présentés pour chacun des paramètres analysés.

En rappel, sauf en cas d'indication contraire, les paramètres climatiques moyens annuels ainsi que les normales sont calculés à partir des données de la station Baie-Comeau A. (données non homogénéisées). Les normales ont été calculées pour la période 1971-2000.

Tableau 19. Synthèse des conditions climatiques, hydrologiques et glacielles

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION CÔTIÈRE				
TEMPÉRATURE		1967-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Température moyenne annuelle (°C) <i>Normale : + 1,5 °C</i>	Anomalie moyenne	-0,18	0,13	-0,23	0,75	1,12
	Anomalie maximum	1,02 (1969)	1,53 (1981)	0,84 (1987)	2,17 (1999)	3,27 (2010)
	Tendance	1967-2010 : + 1,22 °C (+ 0,0277 °C/an) ANOVA : 0,012 (significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Séquence récente (2006-2010) la plus chaude enregistrée avec un maximum (3,27 °C) le plus élevé; - Séquence la plus froide est 1987-1995; - Tendance au réchauffement positive (+1,22 °C) et significative. 				
Température moyenne hivernale (°C) <i>Normale : -12,4 °C</i>	Anomalie moyenne	-0,26	0,58	-0,77	1,19	2,12
	Anomalie maximum	4,11 (1969)	1,94 (1983)	1,32 (1987)	3,17 (1998)	6,39 (2010)
	Tendance	1967-2010 : + 1,86 °C (+0,0422 °C/an) ANOVA : 0,200 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Séquence récente (2006-2010) la plus chaude, tant au niveau de l'anomalie moyenne que de l'anomalie maximum qui est extrêmement élevée pour l'hiver 2009-2010 (6,39 °C); - Séquence 1987-1995 est la plus froide avec -0,77 °C; - Tendance au réchauffement est positive et non significative. 				
Degrés-jours de gel <i>Normale : 1465,3 D-j de gel</i>	Anomalie moyenne	62,8	-80,4	74,1	-144,1	-254,8
	Anomalie minimum	-425,0 (1969)	-502,3 (1981)	-268,4 (1987)	-392,8 (1999)	-826,2 (2010)
	Tendance	1967-2010 : -265,2 D-j (-6,0275 D-j/an) ANOVA : 0,039 (significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - La séquence du cumulatif des degrés-jours de gel est la plus faible durant la période récente (2006-2010); - La séquence cumulative la plus élevée est 1987-1995 (74,1 D-j); - Tendance négative forte et significative. 				
Jours de redoux hivernaux (déc., janv. et févr.) <i>Normale : 7,8 jours</i>	Anomalie moyenne	-1,4	2,4	-2,7	0,9	5,2
	Anomalie maximum	3,2 (1974)	9,2 (1979)	4,2 (1994)	10,2 (1996)	21,2 (2010)
	Tendance	1967-2010 : + 3,9 jours de redoux (0,0884 jour de redoux/an) ANOVA : 0,431 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalie du nombre de jours de redoux hivernaux le plus élevé durant la période récente 2006-2010 (5,2 jours) ainsi qu'une anomalie maximum très élevée à l'hiver 2009-2010 (21,2 jours); - Tendance positive (+ 3,9 jours) non significative. 				

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION COTIERE				
TEMPÉRATURE (SUITE)		1967-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Jours avec au moins un cycle de gel et de dégel (nov., déc., janv., févr., mars) <i>Normale : 6,8 jours</i>	Anomalie moyenne	-2,0	1,1	0,9	-1,2	4,9
	Anomalie maximum	2,2 (1978)	5,2 (1983)	6,2 (1994)	4,2 (2005)	12,2 (2010)
	Tendance	1967-2010 : + 4,4 jours (0,0994 jour/an) ANOVA : 0,182 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - La séquence du cumulatif des jours avec au moins un cycle de gel et de dégel est la plus élevée durant la période récente (2006-2010); - La séquence cumulative la plus faible (-2,0) se situe durant la période 1967-1978; - Tendance positive mais non significative. 				
Constats globaux du paramètre température Concordance générale des séquences chaude et froide entre la majorité des paramètres liés à la température. L'intervalle 1987-1995 représente la séquence annuelle et hivernale la plus froide et concorde avec un nombre de jours de redoux inférieur à la normale. La période récente 2006-2010 affiche des résultats d'anomalies de température très élevée par rapport aux normales. L'élévation des températures semble affecter positivement le cumulatif du nombre de jours de redoux et de l'accroissement du nombre de jours contenant un cycle de gel et de dégel.						

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION COTIERE				
PRÉCIPITATIONS ANNUELLES		1967-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2007
Précipitation totale annuelle (mm) Données homogénéisées Station Les Buissons <i>Normale : 1170,8 mm</i>	Anomalie moyenne	-46,0	44,2	-31,5	-28,7	178,8
	Anomalie maximum	196,7 (1973)	259,6 (1983)	100,1 (1992)	156,9 (2005)	253,9 (2006)
	Tendance	1967-2007 : + 96,1 mm (2,3461 mm/an) ANOVA : 0,290 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalies moyennes négatives consécutives pour les séquences de 1987 à 2005; - Anomalie moyenne fortement positive pour la séquence récente (2006-2010); - Anomalie moyenne maximum (259,6 mm; 1983) enregistrée durant la séquence 1979-1986; - Séquence la plus négative durant la période 1967-1978; - Tendance non significative de l'augmentation des précipitations totales. 				
Précipitation de pluie annuelle (mm) Données homogénéisées Station Les Buissons <i>Normale : 724,7 mm</i>	Anomalie moyenne	-62,3	60,7	-1,5	60	217,9
	Anomalie maximum	186,3 (1973)	280,7 (1981)	177,1 (1992)	276,4 (2005)	366,9 (2006)
	Tendance	1967-2007 : + 205,4 mm (+ 5,0105 mm/an) ANOVA : 0,016 (significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalies moyennes positives pour les deux dernières séquences; - Anomalie moyenne maximum élevée (366,9 mm; 2006) enregistrée durant la séquence 2006-2007; - Anomalie la plus négative durant la période 1967-1978; - Tendance significative à l'augmentation des précipitations de pluie (+205,4 mm). 				
Précipitation neigeuse annuelle (cm) Données homogénéisées Station Les Buissons <i>Normale : 446,2 cm</i>	Anomalie moyenne	17,9	-18,1	-30,7	-83,0	-32,8
	Anomalie maximum	235,8 (1978)	151,4 (1983)	139,6 (1988)	-40,4 (1996)	41,0 (2007)
	Tendance	1967-2007 : -109,2 cm (-2,6644 cm/an) ANOVA : 0,085 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalies moyennes négatives pour les quatre dernières séquences (1979 à 2007); - Anomalie moyenne maximum (235,8 cm; 1978) enregistrée durant la période 1967-1978; - Anomalie la plus négative durant la période 1996-2005 (-83,0 cm); - Tendance non significative à la diminution des précipitations neigeuses (-109,2 cm). 				

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION COTIERE				
PRÉCIPITATIONS HIVERNALES		1967-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2008
Précipitation de pluie hivernale (mm) Données homogénéisées Station Les Buissons <i>Normale : 41,2 mm</i>	Anomalie moyenne	-7,9	9,3	-18,2	15,9	15,7
	Anomalie maximum	46,9 (1974)	72,5 (1983)	35,8 (1992)	86,5 (1996)	47,6 (2006)
	Tendance	1967-2008 : + 19,9 mm (+ 0,4746 mm/an) ANOVA : 0,325 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalie moyenne positive la plus élevée pour la séquence 1996 à 2005 (15,9 mm) mais est presque égale à celle de 2006-2008 (15,7 mm); - Anomalie moyennes maximum (86,5 mm) enregistrée en 1996; - Séquence dont l'anomalie est la plus négative se retrouve durant la période 1987-2005 (-18,2 mm); - Tendance non significative à l'augmentation des précipitations de pluie hivernale (+ 19,9 mm). 				
Précipitation neigeuse hivernale (cm) Données homogénéisées Station Les Buissons <i>Normale : 298,7 cm</i>	Anomalie moyenne	-1,2	-5,1	-4,6	-52,2	-37,7
	Anomalie maximum	257,6 (1977)	123,1 (1979)	72,5 (1988)	60,7 (1997)	2,8 (2006)
	Tendance	1967-2008 : -86,6 cm (-2,0618 cm/an) ANOVA : 0,052 (non significatif)				
	Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalies moyennes négatives pour l'ensemble des séquences; - Anomalies moyennes maximum (257,6 cm) enregistrée durant l'année 1977; - Séquence dont l'anomalie est la plus négative se trouve durant la période 1996-2005 (-52,2 cm); - Tendance non significative (0,052) à la diminution des précipitations neigeuses hivernales (-86,6 cm). 				
Constats globaux du paramètre précipitation						
<p>De façon générale, l'augmentation des précipitations totales durant la séquence récente de 2006 à 2008, en conjoncture avec une élévation des températures moyennes annuelles et hivernales, semble avoir un impact sur le régime des précipitations de pluie ainsi que sur les précipitations neigeuses. En fait, on note une augmentation des précipitations liquides et une diminution des précipitations neigeuses durant cette période. Bien que dans l'intervalle 1996-2005 on note une diminution des précipitations totales, les résultats affichent une augmentation des précipitations liquides et une forte diminution des précipitations neigeuses autant annuelle qu'hivernale.</p>						

		INTERVALLE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION COTIERE				
PRÉCIPITATIONS DILUVIENNES		1967-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Évènements de 50 mm et +	Somme (nombre/an)	5 0,4	2 0,3	2 0,2	6 0,6	4 0,8
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	60,5 (mars 1975)	58,0 (août 1980)	65,8 (oct. 1991)	89,4 (juil. 1996)	106,5 (avril 2008)
Évènements de 30 mm et +	Somme (nombre/an)	27 (2,3)	29 (3,6)	27 (3)	30 (3)	22 (4,4)
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	60,5 (mars 1975)	56,8 (avril 1983)	47,8 (mars 1992)	56 (mai 1999)	106,5 (avril 2008)
Évènements printaniers de 30 mm et + (mars, avril, mai)	Somme (nombre/an)	6 (0,5)	10 (1,3)	5 (0,6)	4 (0,4)	2 (0,4)
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	60,5 (mars 1975)	56,8 (avril 1983)	47,8 (mars 1992)	56 (mai 1999)	106,5 (avril 2008)
Évènements hivernaux de 25 mm et + (déc., janv., févr.)	Somme (nombre/an)	5 (0,4)	2 (0,3)	3 (0,3)	4 (0,4)	4 (0,8)
	Maximum atteint en 24 heures (mm)	34,0 (déc. 1973)	35,1 (févr. 1981)	50,2 (janv. 1992)	52,4 (févr. 1996)	31,0 (déc. 2008)
Tendance		Tendance non représentative pour l'ensemble des précipitations diluviennes				
Constats		<ul style="list-style-type: none"> - La séquence 1996-2005 (10 années) présente le nombre d'évènements de pluie diluvienne de 50 mm et de 30 mm le plus élevé; - La période 2006-2010 connaît la fréquence des évènements la plus élevée; - Le maximum absolu tombé en 24 heures a été atteint en avril 2008; - Le plus grand nombre d'évènements de pluie diluvienne printanière (30 mm et plus) a été atteint durant la séquence 1979-1986; - Le plus grand nombre d'évènements de pluie diluvienne hivernale se retrouve dans la séquence 1967-1978, mais demeure comparable aux séquences 1966-2005 et 2006-2010. 				
		-				
		-				

JOURS DE TEMPÊTES			INTERVALLES D'ANALYSE DE L'ÉROSION CÔTIÈRE				
			Déc. 1966 à Nov. 1978	Déc. 1979 à Nov. 1986	Déc. 1986 à Nov. 1995	Déc. 1995 à Nov. 2005	Déc. 2005 à Nov. 2010
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 50 km/h et plus	Décembre à novembre	Somme	184	81	57	67	37
		Nbre/an	15,3	11,6	6,3	6,7	7,4
	Juin à août	Somme	25	10	7	8	1
		Nbre/an	2,1	1,4	0,8	0,8	0,2
	Septembre à novembre	Somme	38	17	17	21	7
		Nbre/an	3,2	2,4	1,9	2,1	1,4
	Décembre à février	Somme	59	35	18	26	19
		Nbre/an	4,9	5,0	2,0	2,6	3,8
	Mars à mai	Somme	62	19	15	12	10
		Nbre/an	5,2	2,7	1,7	1,2	2,0
Évènements de tempête avec vitesse du vent de 70 km/h et plus	Décembre à novembre	Somme	12	6	2	1	0
		Nbre/an	1,0	0,9	0,2	0,1	0,0
	Juin à août	Somme	0	0	0	0	0
		Nbre/an	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Septembre à novembre	Somme	3	2	1	0	0
		Nbre/an	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
	Décembre à février	Somme	7,0	2	1	1	0
		Nbre/an	0,6	0,3	0,1	0,1	0,0
	Mars à mai	Somme	2	2	0	0	0
		Nbre/an	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
Tendance			Tendance non représentative pour l'ensemble des jours de tempêtes				
Constats			<ul style="list-style-type: none"> - La séquence de déc. 1966 à nov. 1978 (12 années) présente un nombre de jours de tempête annuel avec des vents horaires de 50 km/h et de 70 km/h le plus élevé, peu importe la période de l'année; - La période hivernale (déc.-janv.-févr.) représente la saison la plus active en nombre de jours de tempête avec des vents de 50 km/h et de 70 km/h; - La période estivale (juin-juil.-août) demeure la période où on retrouve un minimum de jours de tempête (50 km/h) et aucun jour de tempête avec des vents horaire de 70 km/h et plus. 				

	INTERVALLE D'ANALYSE DE L'EVOLUTION COTIERE				
COUVERTURE DE GLACE SUR LE GOLFE SAINT-LAURENT	1969-1978	1979-1986	1987-1995	1996-2005	2006-2010
Anomalie moyenne (%) <i>Normale: 23,98 %</i>	-1,2	-2,4	4,3	-6,2	-10,3
Anomalie minimum (%) <i>Normale: 23,98 %</i>	-17,2 (1969)	-7,4 (1981)	-1,5 (1991)	-10,2 (2001)	-20,4 (2010)
Tendance	1969-2010: -7,1 % (-0,17 %/an) ANOVA: 0,061 (non significatif)				
Constats	<ul style="list-style-type: none"> - L'anomalie moyenne de la couverture de glace sur le golfe la plus faible se retrouve durant la période récente 2006- 2010 avec une anomalie minimum atteinte durant l'année 2010 (-20,4 %); - La période récente 2006-2010 correspond aux températures moyennes annuelles et aux températures moyennes hivernales les plus élevées par rapport aux normales; - La période de couverture de glace supérieure à la normale correspond à la période froide annuelle et hivernale (1987 à 1995); - La tendance révèle une diminution non significative de la couverture de l'englacement du golfe du Saint-Laurent. 				

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

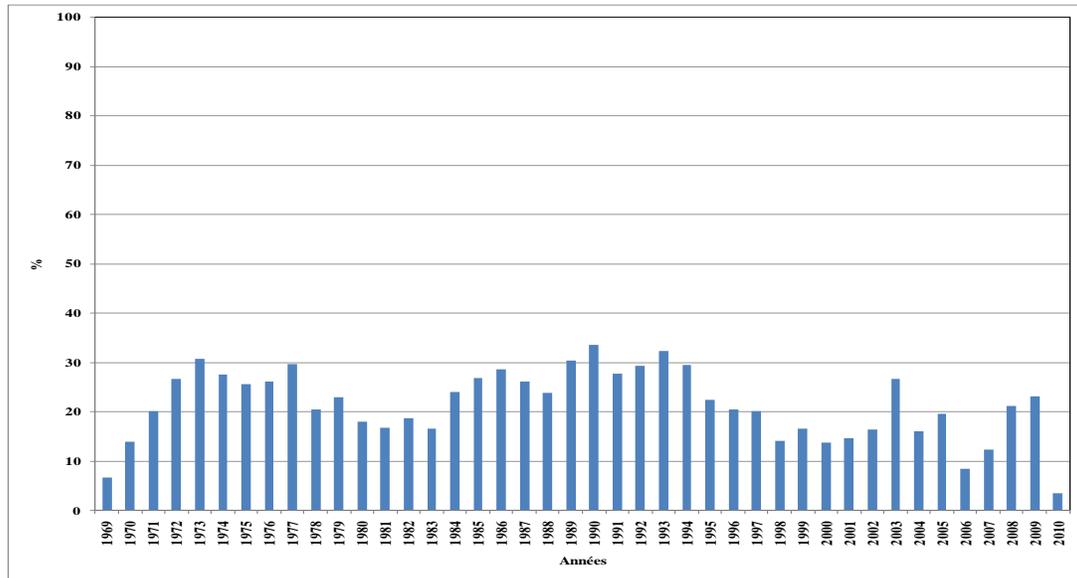


Figure 53. Recouvrement glaciaire de la superficie du golfe du Saint-Laurent du 26 novembre au 26 mars de 1969 à 2010

Tableau 20. Données hydrologiques de la rivière Betsiamites

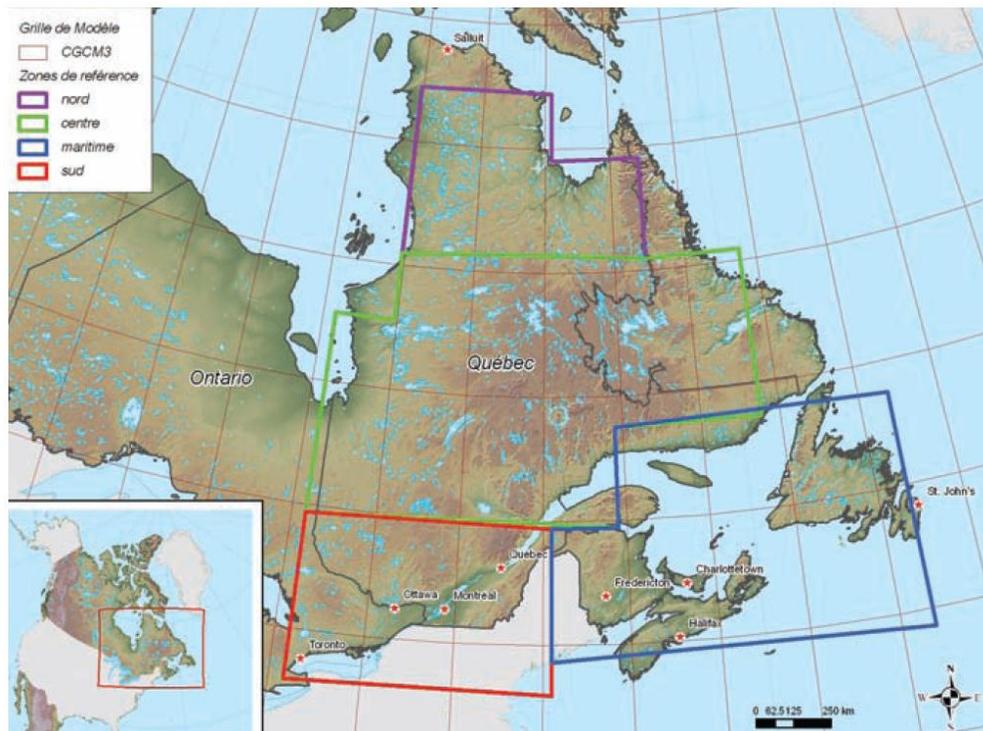
DÉBITS MOYENS DE LA RIVIÈRE BETSIAMITES	Intervalle de prises de données à la station de jaugeage
	1978-1999
Minimum	110 m ³ /s
Maximum	2000 m ³ /s *
Module	341 m ³ /s **
Constats	<ul style="list-style-type: none"> - Depuis une décennie, l'intensité des crues a diminué suite à la régularisation du débit (Savard, 2000); - Cette diminution des débits et le régime des vagues changeant ont créé l'ensablement de l'estuaire.
<p>*Les valeurs élevées correspondent à des essais d'évacuation. Les plus forts débits de nos jours ne dépassent jamais 640 m³/s.</p> <p>**Plus de 95 % des débits mesurés sont inférieurs à 493 m³/s. Il est rare que les débits atteignent plus de 490 m³/s parce que les fluctuations au centrage et le laminage qui se produit dans le tronçon de la rivière qui sépare la centrale Bersimis 2 de la station de jaugeage atténuent les pointes de débit (Savard, 2000).</p>	

Source : Savard, 2000

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 53 montre les limites des zones qui ont été utilisées pour établir les différentes projections climatiques (Ouranos, 2010). On remarque que les régions de Baie-Comeau et de Sept-Îles ne sont pas intégrées à la zone maritime, mais font partie de la zone centre du Québec. Dans cette circonstance, il apparaît pertinent de présenter les résultats des projections des zones maritimes et centre du Québec (Tableau 21).



Modifié de Ouranos, 2010

Figure 54. Limites des projections climatiques pour les régions du Québec

Au tableau 21, 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 21. Changements climatiques saisonniers des températures et précipitations pour les régions du Québec maritime et du centre du Québec

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

Modifié de Ouranos, 2010

4.3.1 Répercussions des changements climatiques dans les zones côtières

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

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

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

- **Hausse du niveau moyen des océans**

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

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

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

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

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

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

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

- **Augmentation des précipitations hivernales**

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

5 Caractérisation et évolution historique des systèmes côtiers

5.1 Méthodologie

5.1.1 Caractérisation de la côte

La caractérisation de l'ensemble des systèmes côtiers de la zone à l'étude est basée sur des relevés de terrain effectués en 2008. Le type de côte, l'état de la côte et des infrastructures ainsi que la stratigraphie et les processus actifs avaient alors été systématiquement caractérisés par segments homogènes de 10 m et plus. Ces données ont été validées en laboratoire à l'aide de photographies numériques obliques à haute résolution provenant d'un survol hélicoptère de la côte réalisé en septembre 2010 par la Chaire de recherche en géoscience côtière de l'Université du Québec à Rimouski.

La nomenclature des types de côtes est basée sur la nature géomorphologique et stratigraphique du milieu (Tableau 22 et Figure 55 à 63). 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 23). 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 22. Définition des types de côtes

Côte à falaise meuble (Figure 55)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur.
Côte à falaise meuble à base rocheuse ¹ (Figure 56)	Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de plus de 1,5 m de hauteur dont la base est en roc.
Côte à falaise meuble à terrasse de plage ² (Figure 57)	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 58)	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 59)	Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.
Côte à terrasse alluviale (Figure 60)	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 61)	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 62)	Accumulation de sable et/ou de gravier qui relie la côte à un îlot souvent rocheux.
Côte rocheuse (Figure 63)	Côte caractérisée par un escarpement rocheux ou une côte sans falaise rocheuse.

¹ Ce type de côte a été intégré avec les côtes à falaise meuble dans la partie sur l'évolution historique (section 5.1.2).

² Ce type de côte a été intégré avec les côtes à terrasse de plage dans la partie sur l'évolution historique (5.1.2).

Tableau 23. Définition de l'état de la côte

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



Figure 55. Côte à falaise meuble (Tourbière de Pessamit)



Figure 56. Côte à falaise meuble à base rocheuse (Baie des Îlets Jérémie)



Figure 57. Côte à falaise meuble à terrasse de plage (Estuaire de la rivière Betsiamites)



Figure 58. Côte à flèche littorale (Pointe à Michel)



Figure 59. Côte à marais maritime (Secteur urbanisé de Pessamit)



Figure 60. Côte à terrasse alluviale (Site de la société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites)



Figure 61. Côte à terrasse de plage (à l'ouest des bassins d'épuration)



Figure 62. Côte à tombolo (à l'est de Papinachois)



Figure 63. Côte rocheuse (à l'ouest de Papinachois)

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 24). Les couvertures de photographies aériennes, comprises entre 1950 et 1996, ont été numérisées à 600 dpi et ensuite géoréférencées à l'aide d'un système d'information géographique (ArcGIS 9.3X). Afin d'assurer une grande précision, seulement le tiers central de chaque photographie a été utilisé pour le géoréférencement. Les erreurs de déformation en bordure des photographies ont ainsi été évitées. Les orthophotographies numériques de 2001 ont servi de base pour le géoréférencement des photographies aériennes de 1996. Pour les années antérieures à 1996, chaque jeu de photographies aériennes a été géoréférencé relativement à la couverture plus récente. Il est important de spécifier que, pour certaines unités, le nombre d'intervalles d'analyse a été restreint en raison de contraintes liées à la disponibilité ou encore à la qualité des photographies aériennes.

Tableau 24. 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
1950-1964	1950	1 :40 000
1964-1979	1964	1 :15 840
1979-1987	1979	1 :20 000
1987-1996	1987	1 :15 000
1996-2006	1996	1 :15 000
	2006	1 :8 000

La ligne de rivage a été tracée sur chaque couverture de photographies. Ce trait représente le niveau supérieur des hautes eaux et correspond généralement à la limite de la végétation stable ou à la bordure d'une microfalaise (Figure 64). Cette limite est généralement assez constante et stable et constitue la meilleure limite à utiliser pour les côtes sans falaise (terrasse de plage, tombolo, dune, flèche littorale) (Grenier et Dubois, 1992). Lorsqu'il s'agit d'une falaise, c'est la rupture de pente du haut de la falaise qui est utilisée comme trait de côte. La marge d'erreur des mesures sur les photographies aériennes traditionnelles est généralement de 10 m (Morton, 1978). Elle est en bonne partie associée à la largeur du trait de crayon utilisé pour tracer la ligne de rivage et elle est fonction de l'échelle des photographies aériennes utilisées. Dans le cadre de ce projet, l'échelle des photographies aériennes variait de 1 :8 000 à 1 :40 000 (Tableau 24). 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.

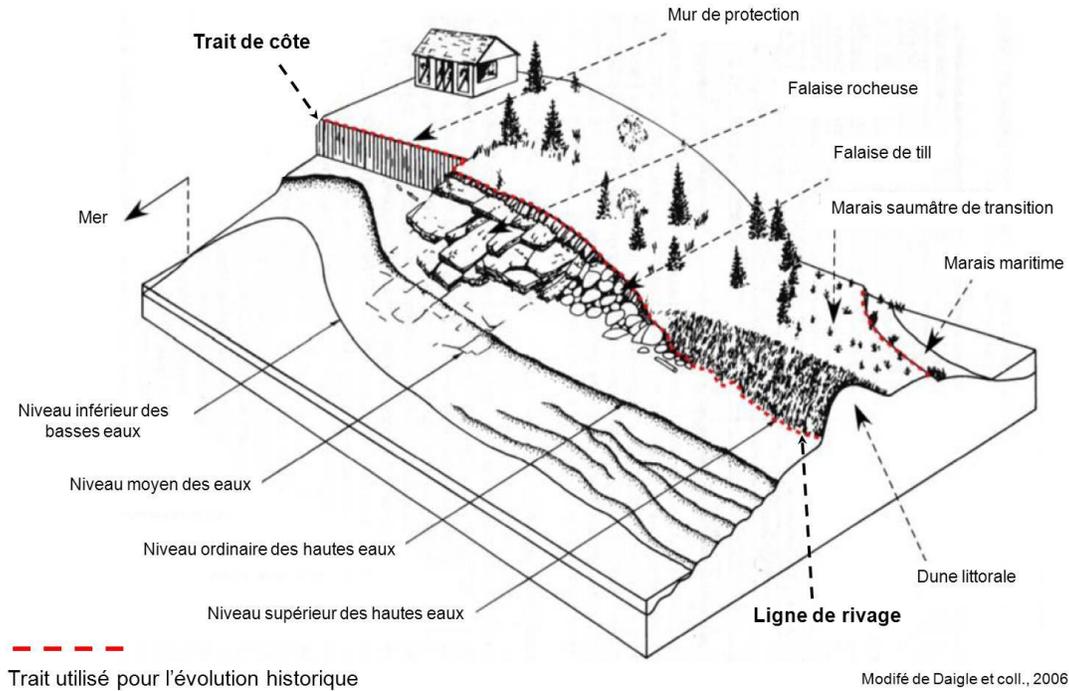


Figure 64. Délimitation de la ligne de rivage

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

5.2 Contexte physique

5.2.1 Géologie et formations meubles

5.2.1.1 Formations géologiques

Le socle rocheux, généralement recouvert par d'importants dépôts meubles, date de l'époque précambrienne et appartient à la province de Grenville (Franconi *et al.*, 1975; Dresser, 1933). Ces massifs rocheux contiennent des types de roches éruptives et des sédiments fortement métamorphisés. Dans la partie nord-est de la zone d'étude, des roches granitiques et gneissiques surgissent sur le littoral. Ce sont des roches quasi insensibles à l'érosion par les vagues. Elles sont couvertes de dépôts meubles surtout dans les baies situées au nord-est entre la rivière Papinachois et la rivière aux Rosiers ainsi que dans la section au sud-ouest, entre la rivière Betsiamites et la baie des Îlets Jérémie. La partie littorale de cette baie est surtout formée de roches granitiques et gneissiques.

5.2.1.2 Dépôts meubles

La zone d'étude de Pessamit est localisée sur la plaine côtière de Betsiamites qui mesure 7,5 km de largeur. La plaine côtière correspond au complexe deltaïque qui a été alimenté par les rivières Betsiamites, Nipi et Papinachois (Bernatchez, 2003). La rivière Betsiamites s'est encaissée dans ses alluvions tout au cours de l'Holocène pour former de nombreux niveaux de terrasses alluviales. Le complexe deltaïque possède aussi trois principaux niveaux de terrasse littorale, soit un à 90 m, un autre qui passe de 70 m à 20 m et une terrasse bordant actuellement la côte qui se situe entre 6 et 10 m (Bernatchez, 2003). La falaise de 10 m, bien active, révèle une couche de tourbe à un mètre de son sommet. Celle-ci se situe immédiatement au nord de la communauté de Pessamit. Du côté ouest de la rivière Betsiamites se retrouvent les mêmes niveaux d'anciennes terrasses en plus de deux autres à 30 m et 55 m (Bernatchez, 2003).

Sur le littoral, entre la rivière Betsiamites et la rivière de Papinachois, on retrouve une unité marine de faible épaisseur à la base de la falaise ou qui affleure à certains endroits sur le bas de plage (Bernatchez, 2003). Elle est constituée de silt marin d'eau profonde gris et caractérisée par la présence de fossiles dans sa partie supérieure (Bernatchez, 2003). La couche adjacente au-dessus est prodeltaïque avec une alternance de lits de silt sableux ou argileux avec des lits de sable fin gris. Ensuite, une couche d'alluvions fluviodeltaïques repose sur l'unité prodeltaïque ou directement sur la couche de silt marin. Cette formation est composée de sable moyen à grossier avec certains lits de graviers (Bernatchez, 2003). Parfois, le dépôt est plus épais qu'à d'autres endroits et possède des couches obliques à fort pendage vers le nord-est. Cette unité contient beaucoup de morceaux de bois épars et a été datée entre 6 300 et 3 000 ans B.P.. Par-dessus repose un dépôt de tourbe juste au nord du secteur urbanisé de Pessamit et, vers le nord, cette unité est remplacée par un sol forestier. Tout ce secteur est caractérisé d'une unité sommitale d'origine littorale composée de sable moyen à grossier. La partie supérieure est complètement indurée, formant un ortstein.

Du côté ouest de la rivière Betsiamites, la stratigraphie est composée de trois unités, soit, du bas vers le sommet, une unité de dépôt de glissements de terrain, une unité intertidale et une unité littorale (Bernatchez, 2003). Le principal attrait géomorphologique est certainement le glissement de terrain dont la cicatrice prend son origine dans la terrasse de 60 m, qui est composé d'argile marine à la base, de silt prodeltaïque stratifié, de sable moyen à grossier deltaïque, d'alluvions grossières (sable et galets) fluviatiles et de sable moyen à grossier littoral au sommet. Le lobe de glissement de terrain, qui date de 1663, est apparu suite à un important séisme a été érodé et taillé en une falaise de dépôts meubles. À la suite de ce glissement de terrain et des apports soudains de sédiments fins, le grand marais salé localisé dans la baie des Îlets Jérémie se serait formé sur la couche d'argile déformée (Bernatchez, 2003).

5.2.2 Conditions hydrodynamiques générales

5.2.2.1 Hydrographie

La rivière la plus importante de la région d'étude est la rivière Betsiamites dont la superficie de son bassin versant est de 13 183 km² (Centre d'expertise hydrique du Québec, 2003). Comme plusieurs autres rivières de la Côte-Nord, cette rivière est également harnachée par deux principaux barrages hydro-électriques, soit les barrages Bersimis 1 et 2. Le débit de la rivière est donc régularisé par la centrale Bersimis-2 qui se trouve en aval. Il varie rapidement sur une base journalière (Savard, 2000). En effet, l'étude de Savard (2000) montre que le débit de la rivière peut passer de 110 à 430 m³/s en moins de neuf heures, et que ces fluctuations rapides sont fréquentes. Plus de 95 % des débits mesurés sont inférieurs à 493 m³/s et les plus forts débits ne dépassent jamais 640 m³/s de nos jours (Savard, 2000). L'estuaire de la rivière Betsiamites a une longueur de 25 km et une largeur moyenne de 500 m. La superficie au niveau moyen de la mer est de 12,3 km², la profondeur moyenne est de 1,6 m pour l'ensemble de l'estuaire et de 4 m au centre du chenal (Savard, 2000). La forme de l'estuaire est allongée et étroite, s'évasant très rapidement à proximité de l'embouchure. Cette forme non triangulaire se distingue des autres estuaires voisins. La largeur de l'embouchure est 3,5 fois plus élevée que sa largeur moyenne.

Selon Savard (2000), l'embouchure de la rivière Betsiamites aurait subi deux types de perturbations qui ont eu pour effet de favoriser son ensablement au cours des quatre dernières décennies. La première transformation aurait été provoquée par le fait que les conditions hydrodynamiques d'une prédominance de courants fluviaux en 1931 seraient par la suite passées à une prédominance de courants créés par les marées et les vagues. Ce, en raison des centrales du complexe Bersimis, implantées entre 1955 et 1958, qui réduisent l'influence relative du débit fluvial sur le débit de marée. La deuxième transformation serait liée à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes et des vents forts du nord-est et de l'est.

Sur le territoire à l'étude, on y retrouve aussi quelques plus petites rivières, soit la Petite rivière Betsiamites, la rivière de Papinachois, la rivière Barthélemy et la rivière aux Rosiers.

5.2.2.2 Océanographie

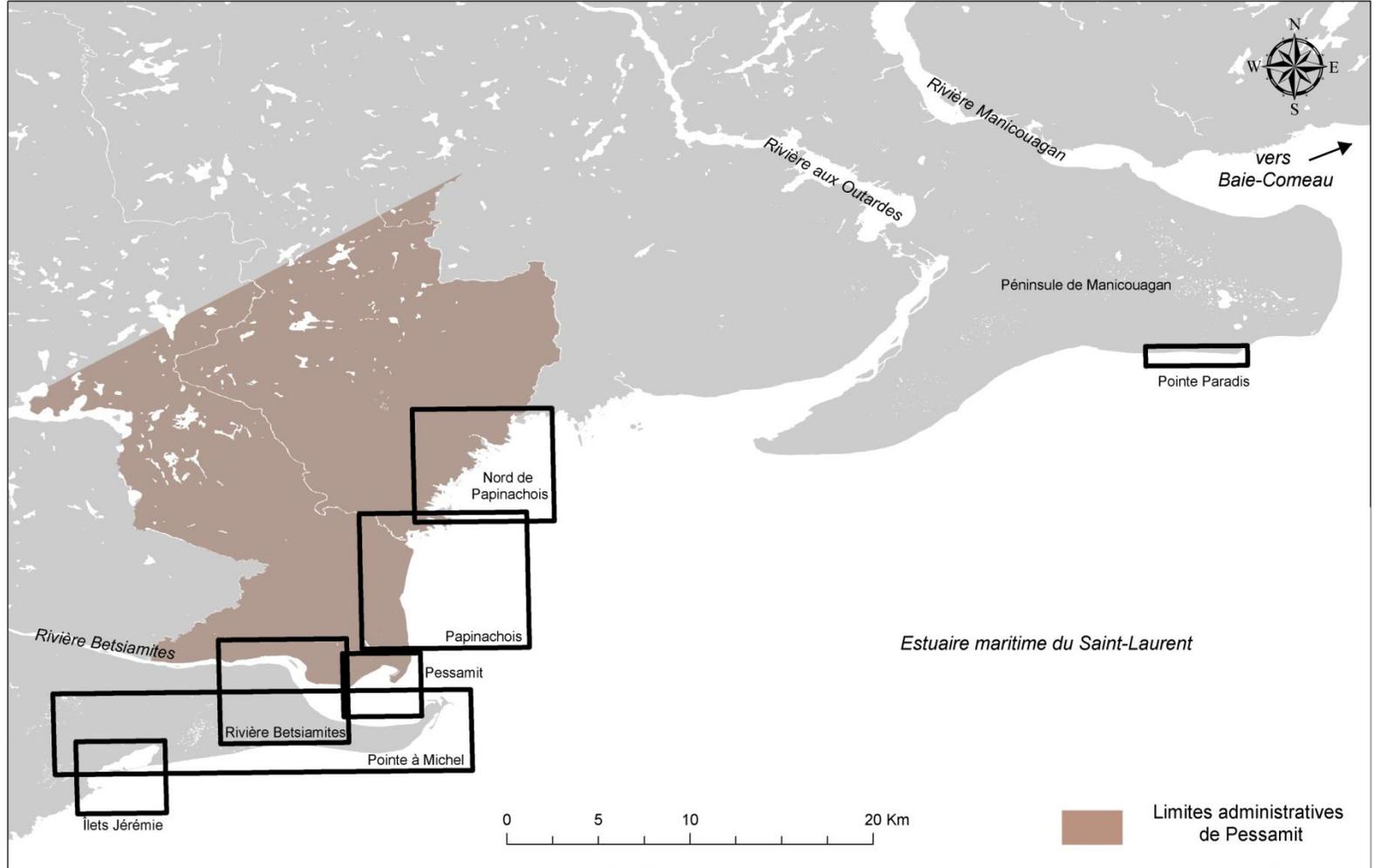
Le fond marin près de Pessamit est caractérisé par une plate-forme continentale subhorizontale de 2° de pente qui se poursuit jusqu'à une profondeur de 150 à 200 m où la rupture de pente forme ensuite le talus continental (Cauchon-Voyer *et al.*, 2008). Le talus mesure 200 m de hauteur. La bathymétrie au large du site d'étude plonge finalement dans le chenal laurentien de 375 m de profondeur et 45 km de largeur (Cauchon-Voyer *et al.*, 2008).

À la hauteur de Pessamit, l'écoulement de l'eau de l'estuaire maritime du Saint-Laurent est complexe (Service hydrographique du Canada, 2008). Lors de la marée montante, le courant longe la rive nord vers l'amont et il prend la direction opposée lors de la marée descendante. Le long de la Côte-Nord, la vitesse du courant de flot augmente à mesure qu'il remonte l'estuaire (Service hydrographique du Canada, 2008). Vis-à-vis Baie-Comeau, la vitesse du flot et du jusant est de 2,0 nœuds. Le niveau moyen de l'eau à Baie-Comeau est de 1,8 m et à Forestville, le niveau moyen est de 2,2 m. La station marégraphique de Baie-Comeau indique un marnage de 3,0 m pour les marées moyennes. Selon la station de Forestville, les marées moyennes ont un marnage de 3,5 m. Lors des marées extrêmes de pleines mers, elles peuvent atteindre 4,9 m (Service hydrographique du Canada, 2008). En général, la dérive littorale principale, qui assure le transport sédimentaire sur les plages, tend vers une orientation d'ouest en est et du nord vers le sud dans la région de Pessamit (Bernatchez, 2003). Toutefois, les vagues de tempête favorisent un transit vers l'ouest et vers le sud (Bernatchez, 2003).

5.3 Portrait actuel de la côte

Afin d'étudier la dynamique du littoral utilisé par les Innus de Pessamit, la zone d'étude doit s'étendre au-delà des limites administratives de la réserve de Pessamit. 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) et grâce à des indices géomorphologiques qui délimitent les unités hydrosédimentaires. Pour la communauté, on distingue une zone d'activité quasi continue qui s'étend de la baie des Îlets Jérémie à la rivière aux Rosiers (Figure 65). Une autre zone d'activité existe sur la péninsule de Manicouagan à Pointe-Lebel : la pointe Paradis. Il est important de noter que les limites de l'enquête permettent de croire qu'il existe des secteurs de pratique d'activités en milieu côtier qui ne sont pas ressortis lors des rencontres avec les participants.

Les résultats de la caractérisation sont présentés selon trois secteurs : 1) la région de Pessamit, qui inclut l'ensemble du territoire à l'étude à l'exception de la pointe Paradis; 2) la réserve de Pessamit et 3) la pointe Paradis. La caractérisation est illustrée en six figures détaillant les différents secteurs, soit : 1) la baie des Îlets Jérémie; 2) la pointe à Michel; 3) l'estuaire de la rivière Betsiamites; 4) le secteur urbanisé de la réserve de Pessamit; 5) Papinachois et finalement 6) le nord de Papinachois (Figure 65).



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



Figure 65. Localisation des secteurs de caractérisation côtière

5.3.1 Portrait actuel de la région de Pessamit

5.3.1.1 Types de côte et stratigraphie

Le littoral qui s'étend de la baie des Îlets Jérémie à la limite est du territoire de la réserve est réparti de façon sensiblement uniforme en cinq types de côte. Les deux de types de côte qu'on y retrouve le plus fréquemment sont les falaises meubles (22,7 %) et les côtes rocheuses (22,4 %) (Figure 66). Les côtes à terrasse de plage sont un peu moins nombreuses et représentent 17,5 % de l'ensemble de la côte (Figure 66). Alors que la longueur totale des côtes à flèche littorale est de 16,7 %, les marais maritimes représentent 15,0 % de la côte et possèdent une superficie totale atteignant presque 2 000 000 m². Les côtes à terrasse alluviale et les falaises meubles à base rocheuse constituent respectivement 3,5 % et 1,2 % de l'ensemble du littoral. Les autres types de côte présents sur le territoire sont la côte à falaise meuble à terrasse de plage, la côte à terrasse de plage à base rocheuse et la côte à tombolo, qui ne représentent que de 0,4 % à 0,02 % du territoire côtier (Figure 66).

La stratigraphie dominante de la côte de la région de Pessamit est le sable, soit près de 36 %, suivi du roc avec 22,4 % de la longueur totale du littoral (Tableau 25). Pour ce qui est des autres types de stratigraphie retrouvés dans l'ensemble de la région de Pessamit, ce sont surtout des combinaisons ayant comme strate sommitale un humus forestier et une couche de sable ou de tourbe et comme unité basale un dépôt de sable ou de silt argileux (Tableau 25).

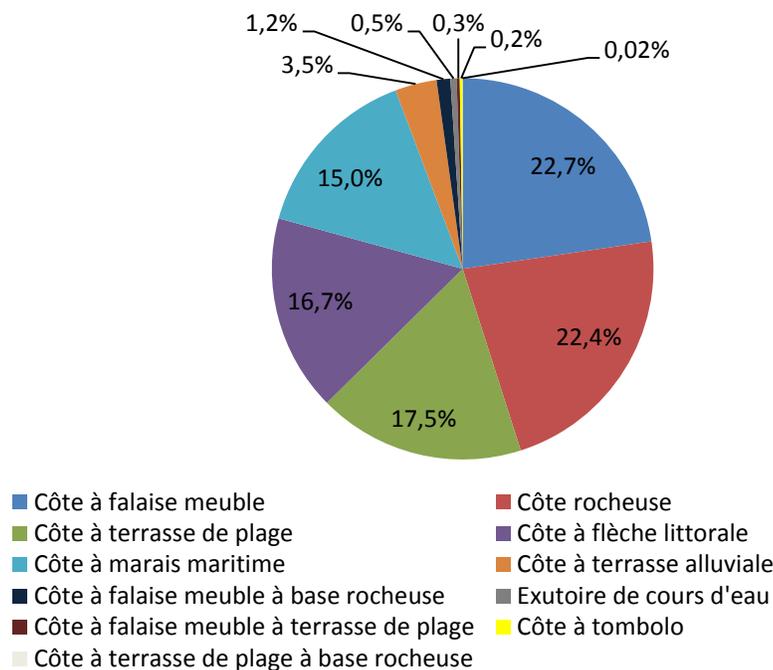


Figure 66. Types de côte de la région de Pessamit

Tableau 25. Stratigraphie de la côte de la région de Pessamit

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Sable	30 529,7	35,8
Roc	19 085,7	22,4
Humus forestier / sable	5 534,2	6,5
Humus forestier / sable / silt-argile	4 906,3	5,8
Humus forestier / tourbe / silt	4 945,0	5,8
Humus forestier / tourbe	4 051,9	4,8
Humus forestier / vase	3 028,5	3,6
Tourbe / silt	2 301,1	2,7
Humus forestier / sable-silt	1 587,7	1,9
Humus forestier / tourbe / silt / roc	1 544,6	1,8
Sable / silt	1 434,0	1,7
Humus forestier / sable / silt-argile / roc	987,7	1,2
Autre	5 349,6	6,3
Total	85 286,0	100

5.3.1.2 État de la côte et type d'infrastructures

À la suite de la campagne de terrain de 2008, près de la moitié de la côte a été considérée comme étant stable (48,6 %, Figure 67). Cette forte proportion est principalement due aux nombreuses côtes rocheuses qui ne sont pas affectées par l'érosion. Le marais maritime, qui est protégé par une flèche littorale à l'intérieur de la baie des Îlets Jérémie, est également relativement stable (Figure 72). Le littoral qui a été considéré comme étant actif représente près de 35 % alors que 15 % de la côte a été caractérisée comme étant semi-végétalisée (Figure 67). La proportion du littoral qui est artificialisé n'est que de 0,5 % et les exutoires représentent 0,7% (Figure 67).

Lors de la campagne de caractérisation côtière, les types d'artificialité ont également été répertoriés. D'ailleurs, un peu plus de 600 m de la côte est artificiel et occupé par des structures de protection contre l'érosion. L'enrochement représente plus de la moitié des infrastructures présentes sur le littoral (Tableau 26). À un endroit, on retrouve une toile de protection contre l'érosion côtière qui mesure plus de 100 m de longueur (Tableau 26). La caractérisation côtière a permis de répertorier deux rampes de mise à l'eau (90,4 m en tout), un belvédère/accès (46,8 m), ainsi qu'un remblai et un ponceau mesurant 26,1 m et 13,0 m respectivement (Tableau 26).

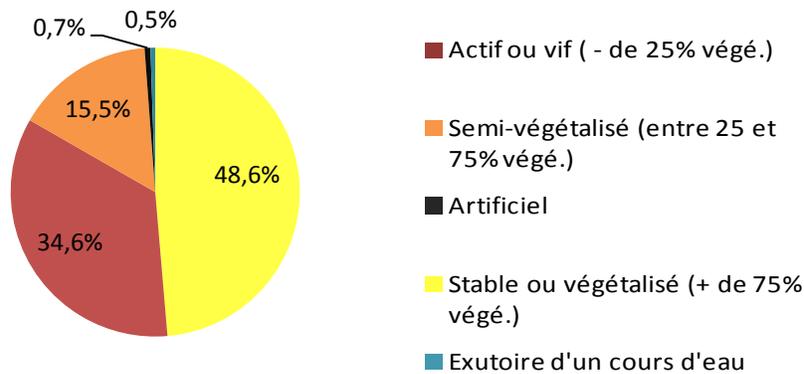


Figure 67. État de la côte de la région de Pessamit

Tableau 26. Type d'infrastructures de la région de Pessamit

Types d'infrastructures	Longueur (m)	%
Enrochement	318.2	52.9
Toile de protection	107.5	17.9
Rampe de mise à l'eau	65.0	10.8
Belvédère / accès	46.8	7.8
Remblai	26.1	4.3
Rampe de mise à l'eau / remblai	25.4	4.2
Ponceau	13.0	2.2
Total	602.0	100.0

5.3.1.3 Processus actifs

La répartition des processus d'érosion dépend surtout du type de côte et de la lithostratigraphie de la côte. En raison de la présence d'une couche de sable sur une couche de sédiments plus fins, les côtes à falaise meuble dans le secteur de la baie des îlets Jérémie sont soumises à des décrochements superficiels et à des glissements rotationnels (Figure 72). L'action des vagues a aussi un impact sur la base de la falaise qui se fait tranquillement saper. Les falaises meubles situées entre la baie des îlets Jérémie et la pointe à Michel sont également sujettes à des décrochements superficiels. Puisque la couche de sable y est plus épaisse, on y retrouve aussi des coulées de sable sec (Figure 73). De manière générale, le littoral composé de dépôts meubles est sensible à l'action ponctuelle des vagues lors des tempêtes et au mouvement perpétuel des marées. À l'intérieur de la baie des îlets Jérémie, le marais maritime est soumis à l'action des courants de marée et des vagues, mais aussi à la submersion et à l'action des glaces qui arrachent des radeaux de marais. Un cours d'eau se jette dans le marais maritime et agit comme une source d'apports en sédiments de même qu'un élément d'évacuation des sédiments. Ce même marais et les côtes basses sablonneuses dans ce secteur sont aussi affectés par les VTT.

Le secteur de la pointe à Michel fait surtout face aux processus liés aux vagues et à la submersion. Le côté vers l'estuaire de la rivière Betsiamites est aussi affecté par l'érosion des vagues. La promenade en VTT perturbe également la dynamique côtière du secteur. L'érosion par la rivière et les courants de marée transforment aussi le littoral. Sur les deux rives de l'estuaire de la Betsiamites, on y retrouve des falaises meubles qui évoluent autant avec la dynamique fluviale qu'avec les vagues. Aussi, les décrochements superficiels jouent un important rôle dans leur évolution. Les terrasses alluviales et les marais maritimes quant à eux réagissent beaucoup aux vagues et à la submersion. L'érosion fluviale affecte plutôt les terrasses alluviales situées dans la rive concave de la berge.

La description des processus pour le territoire situé dans la réserve de Pessamit est présentée dans la section 5.3.2.3 du présent rapport.

5.3.2 Portrait actuel du secteur de la réserve de Pessamit

Bien que la description de ce secteur soit incluse dans le portrait actuel de la région de Pessamit, il apparaissait pertinent, à des fins d'aménagement, de détailler l'état de la côte comprise dans les limites administratives de la réserve de Pessamit.

5.3.2.1 Types de côte et stratigraphie

La longueur totale de la côte est de 40 km dans la réserve de Pessamit. Sur cette longueur, une grande proportion de la côte a été caractérisée comme côte rocheuse, soit 43,3 % (Figure 68). Ce type de côte est surtout situé dans la partie nord de la réserve. Au nord de Papinachois, le littoral est effectivement caractérisé par de nombreuses pointes rocheuses entre lesquelles il y a des marais maritimes. Le deuxième type de côte en importance sur le territoire de la réserve est la côte à falaise meuble qui forme près du quart de la longueur de la côte (23,6 %, Figure 68). Ces falaises meubles sont principalement situées entre le secteur urbain de Pessamit et la rivière Papinachois. Une partie des falaises meubles est sur les rives de l'estuaire de la rivière Betsiamites également. La côte à marais maritime représente aussi une importante proportion du littoral. Elle est surtout présente sur le littoral adjacent au centre urbanisé de Pessamit. Sur l'ensemble de la réserve, les marais maritimes représentent près de 20 % de la côte et occupent une superficie d'environ 535 000 m² (Figure 68). Dans l'estuaire de la rivière Betsiamites, les terrasses alluviales occupent 6,6 % de la longueur totale de la côte. Une longue flèche littorale abrite le marais maritime situé dans le secteur urbanisé de Pessamit. Cette flèche littorale représente 4,2 % de l'ensemble du littoral de la réserve. Cette flèche est d'ailleurs habitée par quelques résidents. Les terrasses de plage forment 1,8 % du littoral et les côtes à tombolo comme les exutoires représentent moins de 1 % de la côte (Figure 68).

La stratigraphie ressemble beaucoup à celle décrite plus haut pour la région de Pessamit. Par contre, la proportion de roc est plus élevée puisque près de la moitié du littoral de la réserve, soit 43,3%, est une côte rocheuse (Tableau 27). La lithostratigraphie dominante de la côte, après le roc, est le sable (12,7%) suivi de près par la séquence humus forestier sur tourbe (11,1%) (Tableau 27).

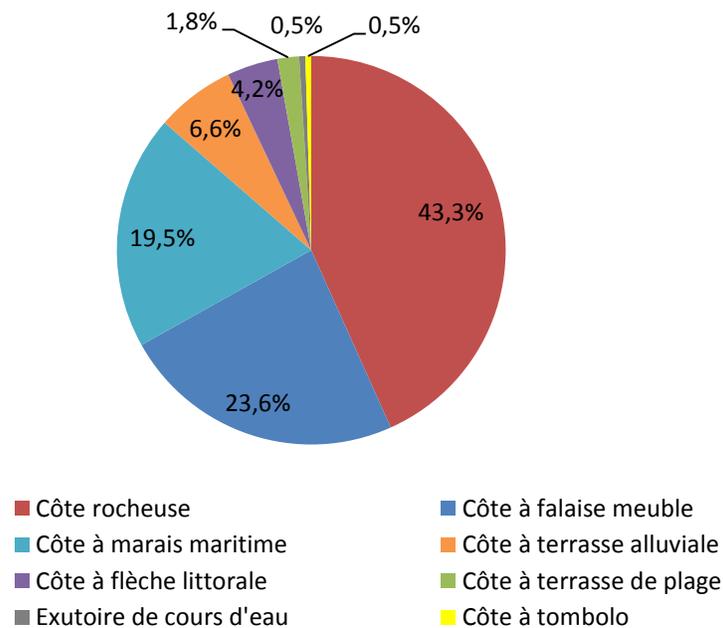


Figure 68. Types de côte de la réserve de Pessamit

Tableau 27. Stratigraphie de la côte de la réserve de Pessamit

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Roc	17 345,4	43,3
Sable	5 080,1	12,7
Humus forestier / tourbe / silt	4 447,1	11,1
Tourbe / silt	2 301,1	5,7
Humus forestier / sable	2 188,2	5,5
Humus forestier / sable / silt-argile	1 887,1	4,7
Humus forestier / tourbe	1 712,2	4,2
Humus forestier / tourbe / silt / roc	1 544,6	3,9
Sable / silt	1 444	3,6
Humus forestier / sable-silt	506	1,3
Autre	1 612,8	4
Total	40068,7	100

5.3.2.2 État de la côte et type d'infrastructures

En ce qui concerne l'état de la côte pour le secteur de la réserve, les résultats montrent que plus de la moitié du littoral a été considéré comme étant stable lors de la caractérisation côtière (Figure 69). Ceci s'explique par l'importante présence des côtes rocheuses au nord de Papinachois. Les côtes basses sablonneuses (terrasses de plage et flèches littorales) ainsi que les falaises meubles et les marais maritimes présentent des sections en érosion de façon éparse

tout au long de la côte. Au total, 30,7 % du littoral de la réserve est en érosion (Figure 69). La proportion du littoral qui présente des signes partiels d'érosion, ou qui est considérée comme semi-végétalisée, a été évaluée à près de 11 % (Figure 69). Un peu moins de 1 % de la côte est considéré artificiel et se situe principalement au niveau du centre urbanisé de la réserve. Il s'agit d'un enrochement de 318 m qui protège la rue Laletaut. On retrouve aussi une rampe de mise à l'eau à l'extrémité de la rue Kesseu ainsi que deux accès au littoral le long de cette même rue. Les exutoires ne représentent que 0,5 % de la côte (Figure 69).

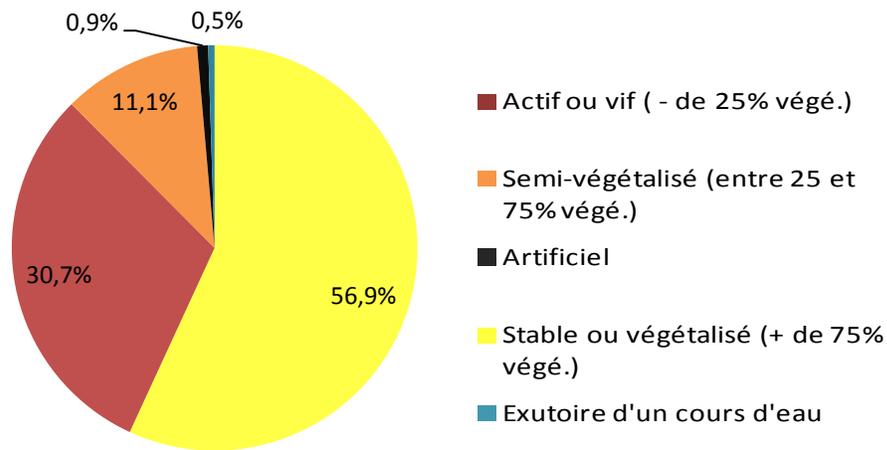


Figure 69. État de la côte de la réserve de Pessamit

5.3.2.3 Processus actifs

Comme il a été mentionné auparavant, les rives de l'estuaire de la rivière Betsiamites sont soumises à plusieurs processus, tels que des décrochements superficiels, des glissements rotationnels et des ravinements dans les falaises meubles (Figure 74). L'érosion fluviale et les vagues sont également des processus qui ont de l'impact sur l'ensemble des berges, peu importe le type de côte. La terrasse alluviale, située sur la rive concave, est aussi soumise à l'action de trois cours d'eau et aux courants de marée. Lorsque l'on se rapproche de la communauté de Pessamit, une partie de la côte a été caractérisée en falaise meuble et semble évoluée suite à des processus gravitaires tels que des décrochements superficiels, des ravinements et des coulées de sable sec (Figure 75). Le marais maritime, de son côté, est soumis à des processus hydrodynamiques tels que les vagues, les courants de marée, la submersion et l'effet de résurgences induites par les chenaux de marée (Figure 75). Ce marais maritime doit son existence principalement à la flèche littorale, appelée la pointe Betsiamites. Celle-ci évolue surtout avec l'action des vagues et est soumise à la submersion de manière fréquente. Les VTT sont aussi responsables de l'érosion rencontrée sur la flèche littorale. Lors de l'enquête auprès

des résidents, nous avons d'ailleurs eu connaissance du projet monté par les Services publics de la communauté en collaboration avec le comité ZIP RNE qui visait à sensibiliser en vue de diminuer la circulation de VTT sur la flèche littorale (section 3.4.6).

Au nord du secteur urbanisé de Pessamit, on retrouve une longue falaise meuble où des processus gravitaires agissent sur son évolution (Figure 75). En effet, des décrochements superficiels et des ravinements y sont perçus. Quelques signes de suffosion y sont également présents. Les vagues agissent cependant aussi à la base de la falaise. Un segment côtier est aussi affecté de quelques coulées de sable sec ainsi que des coulées boueuses liées au dégel (Figure 76). Au centre du segment de côte à falaise meuble, un autre cours d'eau, soit la Petite rivière Betsiamites, a été considéré comme étant partiellement responsable du transit sédimentaire. Ensuite, près de la rivière Papinachois, ce sont surtout les vagues et la submersion qui font évoluer la côte à marais maritime et à tombolo (Figure 76).

Le littoral au nord de Papinachois est surtout constitué de roc, il n'est donc pas sensible aux processus érosifs. Ce sont surtout les marais maritimes à l'intérieur des petites baies qui subissent des processus, tels que l'action des vagues, l'action des courants de marée et l'effet des cours d'eau sur le littoral. Aussi, lors de la caractérisation en 2008, il a été possible de remarquer des signes de l'action des glaces qui arrachent des radeaux de marais. La dessiccation était également un processus présent dans ces marais maritimes (Figure 77).

5.3.3 Portrait actuel du secteur de la pointe Paradis

5.3.3.1 Types de côte et stratigraphie

Lors de l'enquête auprès des résidents de Pessamit, le secteur de la pointe Paradis, située sur la péninsule de Manicouagan, est ressorti comme une zone utilisée pour la cueillette de petits fruits. Alors, il a été important d'effectuer une analyse du secteur. La caractérisation côtière en 2010 a permis de déterminer que 83 % du littoral est une côte à falaise meuble alors que le reste est une côte à terrasse de plage (17 %, Figure 70). Une tourbière est exploitée au sommet de ces falaises meubles. La stratigraphie est donc composée, de la base au sommet, d'un dépôt de silt sableux à argileux prodeltaïque, d'un dépôt sableux infratidal, d'un dépôt sableux littoral, d'une couche de silt intertidal, et finalement d'un dépôt de tourbe (Bernatchez, 2003). La terrasse de plage est principalement composée de sable.

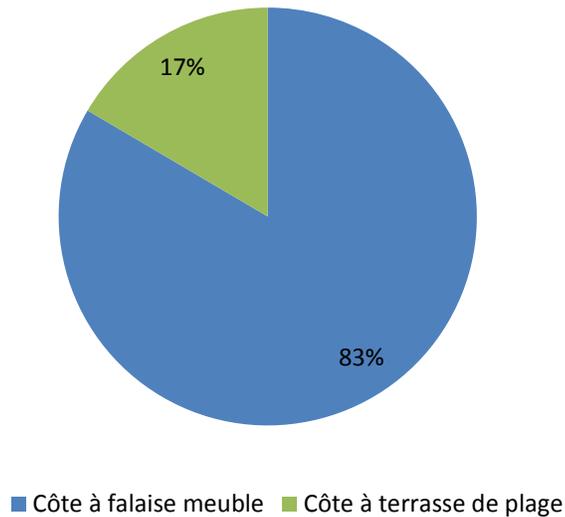


Figure 70. Types de côte du secteur de la pointe Paradis

Tableau 28. Stratigraphie de la côte du secteur de la pointe Paradis

Stratigraphie	Longueur (m)	%
Tourbe /silt/ sable / silt-argile	2 288,9	83,5
Sable	453,3	16,5
Total	2 742,2	100,0

5.3.3.2 État de la côte

Pour ce secteur, on peut voir que l'état de la côte est à un tiers stable, un tiers semi-végétalisé et un tiers active (Figure 71). La partie qui est active est principalement située dans la partie ouest du secteur (Figure 78). Dans la partie centrale, on retrouve une côte plutôt stable, alors qu'à l'est la côte se réactive tranquillement et est semi-végétalisée. La côte à terrasse de plage située à l'extrémité est du secteur est complètement active ou semi-végétalisée (Figure 78).

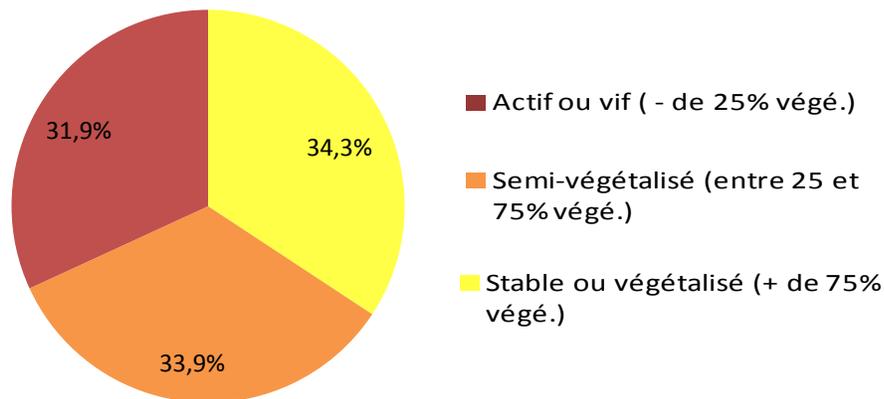


Figure 71. État de la côte du secteur de la pointe Paradis

5.3.3.3 *Processus actifs*

Les processus dans la section de la côte à falaise meuble sont principalement des processus gravitaires. En effet, on retrouve des signes de décrochements superficiels à l'extrémité est du segment où la côte est active (Figure 78). Des coulées boueuses liées au dégel ont aussi été répertoriées dans la caractérisation côtière et se situent surtout dans la partie centrale de la falaise meuble. Au même endroit, un ravinement est également présent. Ensuite, un peu plus vers l'est, un endroit est soumis à l'effet de la suffosion, et c'est pourquoi la côte est considérée comme semi-végétalisée. À l'extrémité est de la falaise meuble, la suffosion, les décrochements superficiels et les coulées de sable sec font reculer de plus en plus la falaise. On retrouve tout au long du secteur des résurgences ainsi que des canaux de drainage à quelques endroits en raison de la tourbière. Sur la côte à terrasse de plage à l'est de la falaise, ce sont les vagues qui agissent comme agents d'érosion (Figure 78).

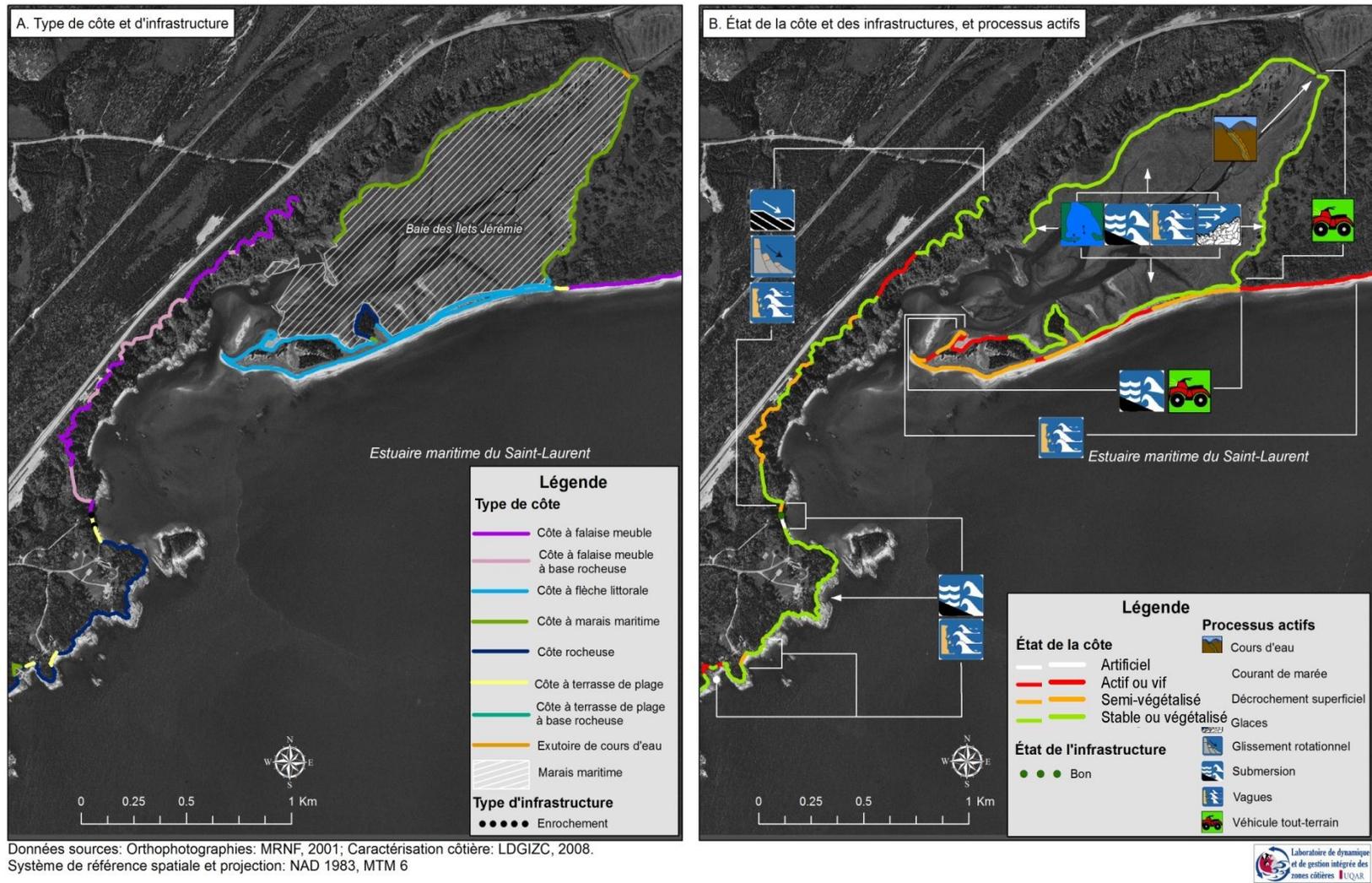
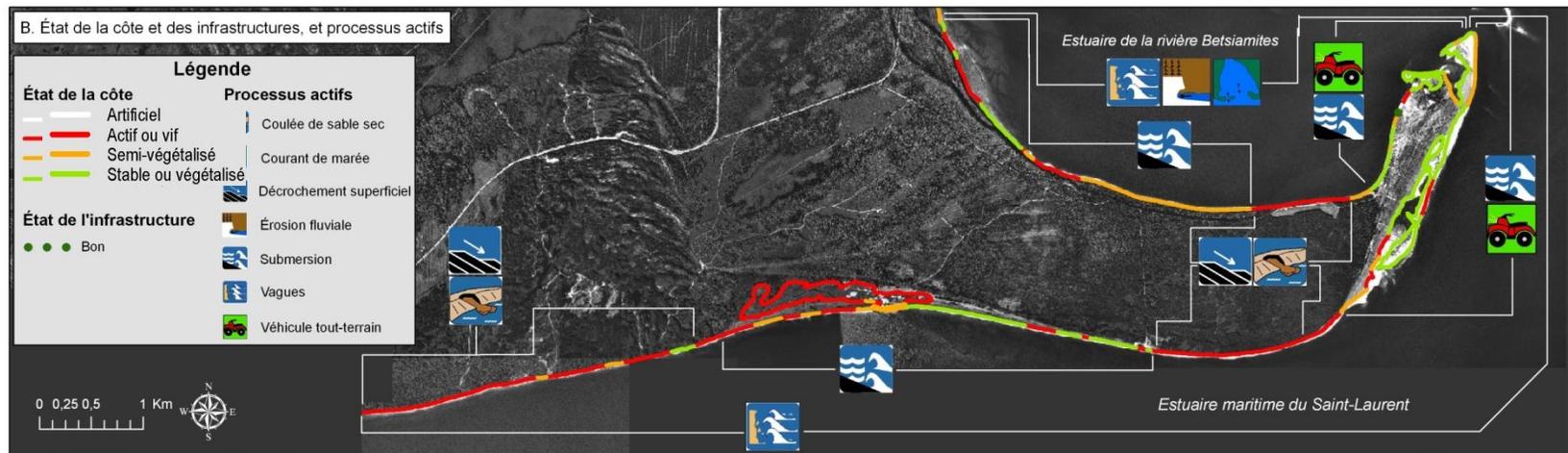
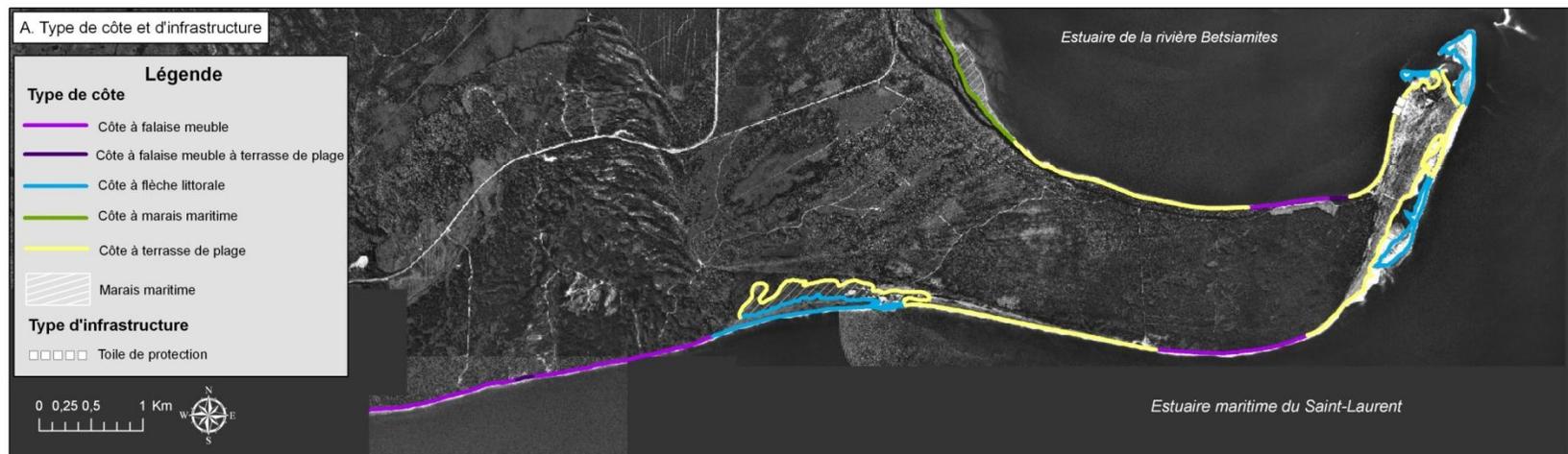


Figure 72. Portrait actuel du secteur de la baie des Îlets Jérémie



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2001; Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
 Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 73. Portrait actuel du secteur de la pointe à Michel

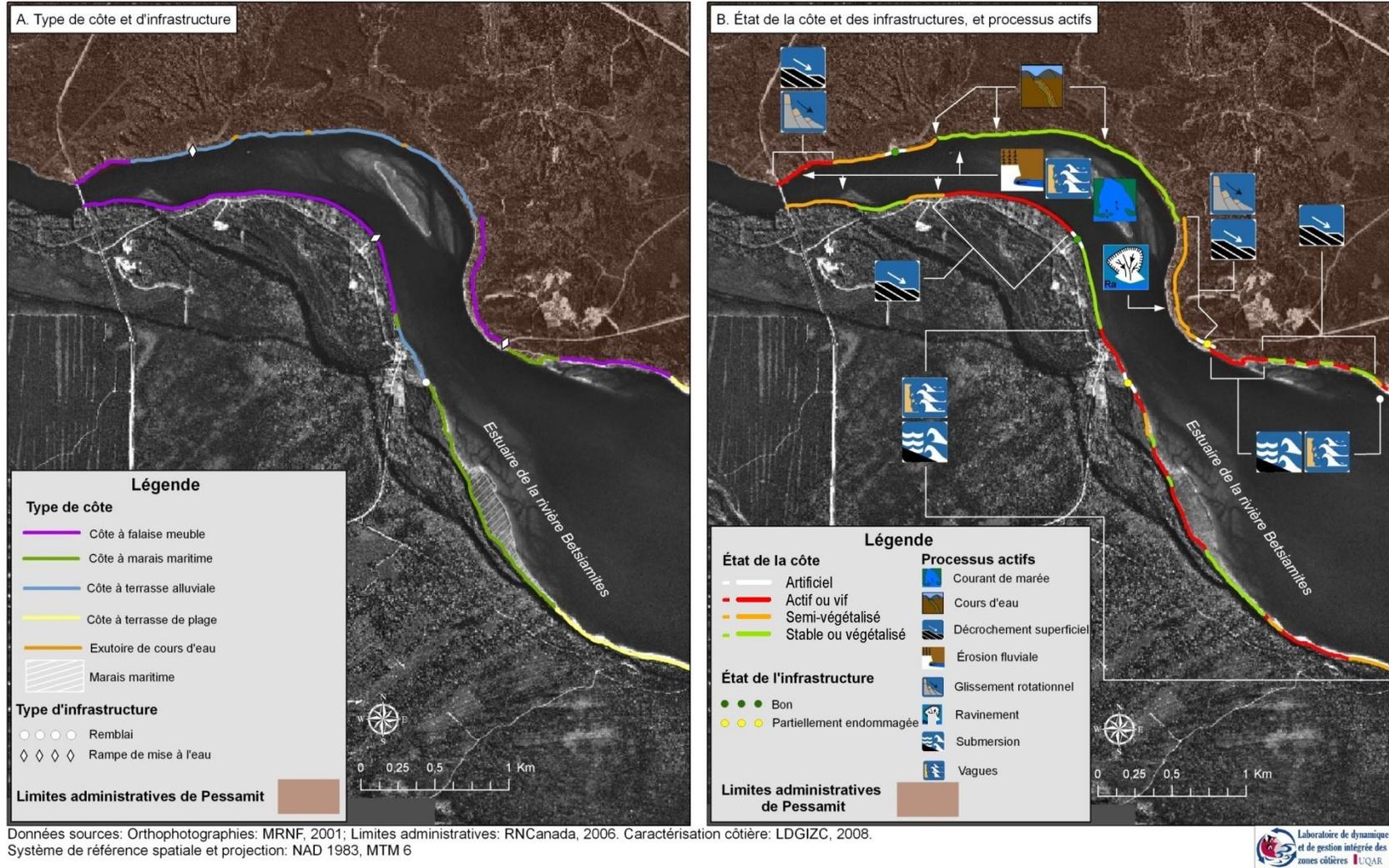
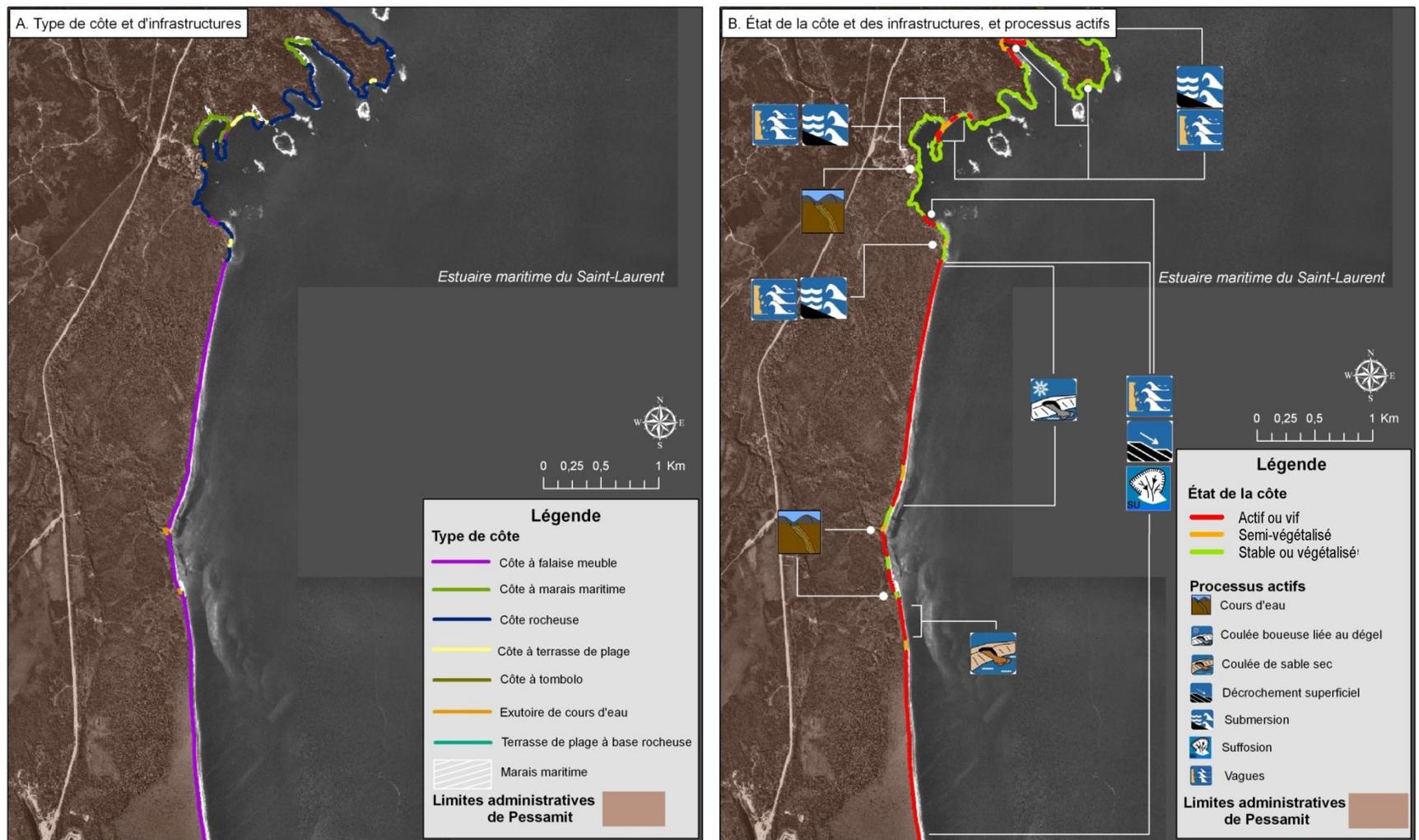


Figure 74. Portrait actuel du secteur de l'estuaire de la rivière Betsiamites



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2001; Limites administratives: RNCana, 2006. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 6

Figure 75. Portrait actuel du secteur urbanisé de Pessamit



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2001; Limites administratives: RNCANADA, 2006. Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 6

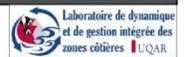


Figure 76. Portrait actuel du secteur de Papinachois

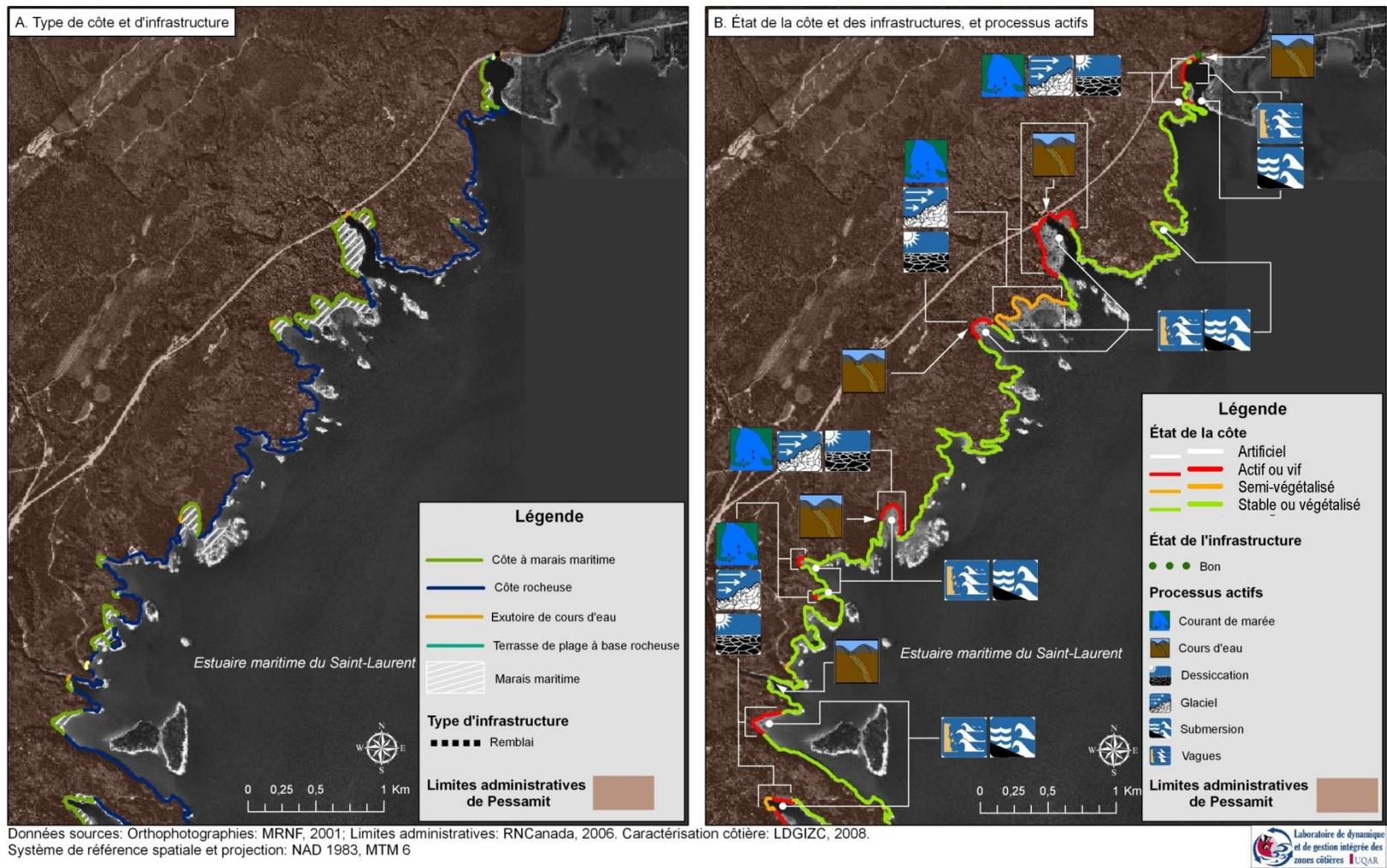


Figure 77. Portrait actuel du secteur au nord de Papinachoïs



Données sources: Orthophotographies: MRNF, 2005; Caractérisation côtière: LDGIZC, 2008.
 Système de référence spatiale et projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 78. Portrait actuel du secteur de la pointe Paradis

5.4 Évolution historique de la côte

5.4.1 Région de Pessamit

5.4.1.1 Analyse globale des taux de déplacement

L'analyse de l'évolution historique de la côte se fait directement en lien avec les planches 1 à 5 qui rassemblent les données nécessaires à la compréhension.

La figure 79 présente le bilan des taux de déplacement par type de côte et par période pour la région de Pessamit. Au regard de cette figure, on constate que malgré les fluctuations de la ligne de rivage, le bilan de l'évolution côtière à long terme indique une certaine stabilité. En effet, le taux global de déplacement pour la région de Pessamit est très près de 0 m/an (-0,07 m/an) pour la période complète de 1950 à 2006. Par contre, la période la plus récente (1996-2006) correspond nettement au taux d'érosion le plus élevé pour l'ensemble de la région.

Lorsque les résultats sont analysés selon les différents types de côte présents sur le territoire, on remarque que les côtes à falaise meuble sont globalement en recul depuis 1950 (Figure 79). Ces dernières ainsi que les côtes à falaise meuble à base rocheuse accusent leur plus grand taux de recul moyen durant la période de 1950 à 1964 (-0,75 m/an et -0,72 m/an; Figure 79). La deuxième période de forte érosion pour les falaises meubles est la période entre 1987 et 1996 où le recul moyen est de -0,65 m/an et de -0,27 m/an pour les falaises meubles à base rocheuse. En analysant plus attentivement le secteur de falaise immédiatement au nord du secteur urbanisé de Pessamit, on constate que la période de 1996-2006 a enregistré le taux de recul moyen le plus élevé de toutes les périodes avec une valeur de -0,79 m/an (Planche 3).

Contrairement aux côtes à falaise meuble, les côtes à flèche littorale sont en accumulation depuis 1950 (Figure 79). En effet, le taux de déplacement global entre les années 1950 et 1996 pour ce type de côte est de 0,04 m/an. Le taux global entre 1950 et 2006 est nettement plus élevé qu'entre 1950 et 1996 puisqu'il ne représente que la flèche littorale en face de la communauté de Pessamit, soit la pointe de Betsiamites. Le taux d'accumulation le plus important pour les côtes à flèche littorale s'est produit dans l'intervalle de 1964-1979 et a atteint un taux de 0,82 m/an. La période récente disponible uniquement pour la pointe de Betsiamites (1996-2006) présente toutefois une inversion dans la tendance de déplacement de la ligne de rivage puisque la flèche littorale a connu un recul de -0,48 m/an.

Les terrasses de plage sont pour leur part en accumulation depuis 1950 (Figure 79). Le taux de déplacement global entre 1950 et 2006 n'est pas élevé (0,14 m/an d'accumulation), mais les taux moyens maximums ont été atteints entre 1950-1964 et 1987-1996. Le taux entre 1950 et 1996 ne représente qu'une partie des terrasses de plage présentes sur le territoire.

En ce qui concerne les marais maritimes, leur ligne de rivage n'a pas tellement évolué dans le temps (Figure 79). Le seul recul important est ressorti durant la période de 1996 à 2006, soit de -0,31 m/an. La même situation se voit pour les côtes à terrasse alluviale (-0,40 m/an), excepté que la période à laquelle elles ont connu un recul est entre 1987 et 1996. Enfin, les côtes à

tombolo sont quasi stables depuis 1950. En effet, elles ont varié entre -0,16 et 0,07 m/an pour toutes les périodes étudiées, pour finir avec un taux global de -0,06 m/an.

Cette analyse globale de l'évolution de la ligne de rivage 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 précisément la dynamique sédimentaire du milieu, le territoire a été divisé en six secteurs, comprenant différentes unités homogènes. En rappel, les secteurs ont été divisés selon les conditions hydrodynamiques similaires et les grandes entités géomorphologiques relativement uniformes. Ensuite, les unités ont été définies en fonction des types de côtes et des taux de déplacement semblables.

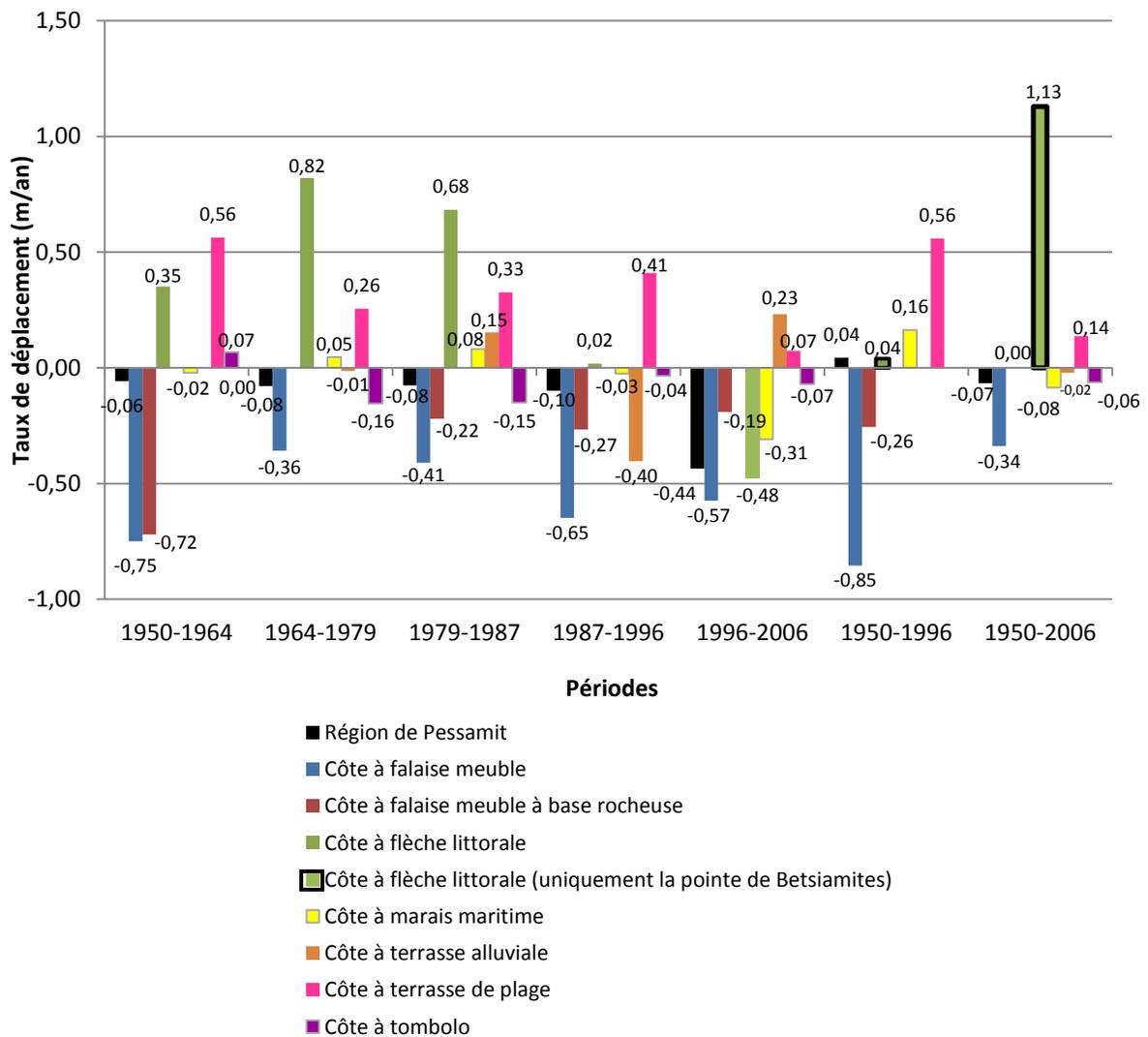


Figure 79. Taux de déplacement moyen de la région de Pessamit par type de côte et par période

5.4.1.2 Analyse par secteur des taux de déplacement

5.4.1.2.1 Secteur A (Baie des Îlets Jérémie)

Le secteur A, qui comprend seulement la baie des Îlets Jérémie, est plutôt stable à l'exception du secteur de falaise (Figure 80 et Planche 1). L'accumulation entre 1950 et 1996 varie globalement entre 0,08 et 0,10 m/an alors que la falaise a reculé en moyenne de -0,32 m/an totalisant un bilan moyen de -0,08 m/an.

Le bilan de la période de 1950 à 1996 démontre que l'unité 1 de terrasse de plage et l'unité 3 de marais maritime ne subissent pratiquement aucun changement (Figure 80). Toutefois, l'analyse de la planche 1 indique des fluctuations de la ligne de rivage qui peuvent être importantes. Le taux de recul maximal mesuré pour la terrasse de plage a été de -0,73 m/an et de -3 m/an pour le marais maritime, et ce dans les deux cas entre 1950 et 1964. L'unité 2 représentant la falaise meuble, parfois à base rocheuse, dans la baie des Îlets Jérémie a connu son recul moyen le plus important dans la période de 1950 à 1964 (-0,93 m/an). La valeur maximale mesurée a été enregistrée lors de cette dernière période et a atteint -2,05 m/an.

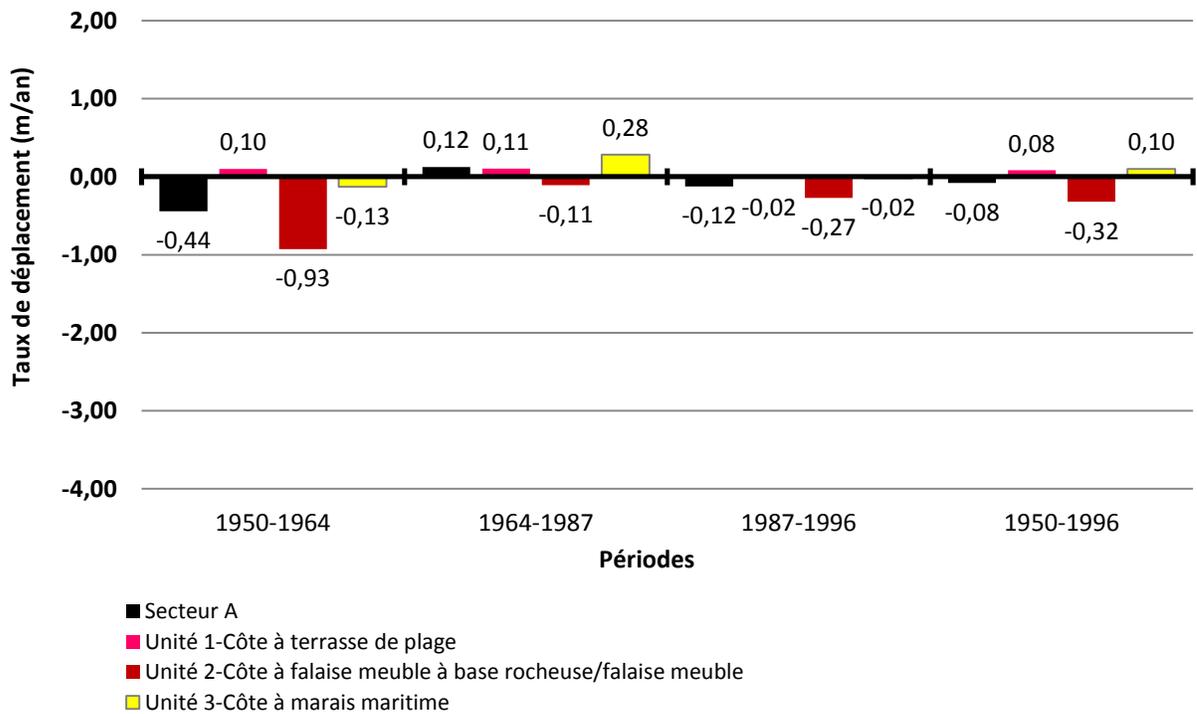


Figure 80. Taux de déplacement du secteur A par unité et par période

5.4.1.2.2 Secteur B (Baie des Îlets Jérémie/pointe à Michel)

Ce secteur s'étend de la flèche littorale bordant la baie des Îlets Jérémie à la pointe à Michel (Planche 1). Dans son ensemble, ce secteur fluctue entre le recul et l'accumulation avec des taux moyens variant entre -3,56 m/an à 2,28 m/an (Figure 81).

La première unité à l'ouest du secteur est une flèche littorale. Cette unité (4) a subi un recul global de -1,57 m/an entre 1950 et 1996 (Figure 81). Le taux de recul moyen maximum s'est produit entre 1950 et 1964 (-3,01 m/an), mais la période entre 1987 et 1996 en fut une d'érosion importante également avec un taux s'élevant jusqu'à -2,39 m/an. L'unité suivante (5) forme la partie distale intérieure de cette même flèche littorale qui protège la baie des Îlets Jérémie. Celle-ci connaît plutôt de l'accumulation depuis 1950 (0,61 m/an entre 1950 et 1996). L'unité 6, située du côté extérieur de la flèche littorale, subit un taux de déplacement négatif en raison de la migration de la flèche littorale vers le marais maritime (-0,81 m/an entre 1950 et 1996). Le recul moyen le plus élevé a été de -1,78 m/an entre 1950 et 1964. Le taux maximal mesuré, aussi enregistré lors de cette période, a été de -4,44 m/an. L'unité adjacente est composée d'une falaise meuble dont les sédiments sont dérivés d'un ancien glissement de terrain. Elle a connu un recul moyen de -1,12 m/an entre 1950 et 1996. Son taux de recul moyen le plus important a été enregistré lors de la période 1950 à 1964 (-1,53 m/an). La valeur maximale a aussi été enregistrée lors de cette période avec un taux de -2,61 m/an. Les sédiments érodés ont migré vers l'unité 8 de la flèche littorale grâce à la dérive littorale d'ouest en est. En effet, l'unité 8 connaît une accumulation depuis 1950 (0,67 m/an). L'avancée la plus importante dans cette unité a été entre 1950 et 1964 (0,93 m/an), ce qui correspond au taux de recul le plus élevé pour l'unité 7. Dans le cas des unités 9 et 10 qui sont protégées par une autre flèche littorale, les taux de déplacement sont quasi nuls. La flèche littorale comprise dans l'unité 11 a fluctué régulièrement à travers le temps (Figure 82). Entre 1950 et 1964, cette unité était caractérisée par une terrasse de plage et sa ligne de rivage a connu un recul de -3,56 m/an. Ensuite, une flèche littorale s'est formée. Le taux d'accumulation enregistré entre 1987 et 1996 fut de 2,28 m/an. Au global, cette unité a connu une accumulation de 1,68 m/an entre 1950 et 1996. L'unité 12 formée d'une terrasse de plage a connu également de l'accumulation pour toute la période étudiée (1950 à 1996, 0,75 m/an). L'unité 13 quant à elle a subi de l'érosion depuis 1950 (-0,94 m/an). Cette zone, située en amont de la dérive littorale, semble être la source de l'unité en aval, soit l'unité 14. Cette dernière est composée de terrasses de plage et est, globalement, en constante accumulation depuis 1950 (1,39 m/an). Des flèches littorales se sont même formées devant la terrasse de plage. La flèche littorale de l'unité 15 a subi plusieurs changements dans sa morphologie (Figure 83). La figure 83 montre très bien le caractère dynamique des systèmes de flèches littorales. Les valeurs extrêmes mesurées ont été de 10,45 m/an et de -5,51 m/an lors de la période de 1987 à 1996. Son taux moyen global s'élève à une accumulation de 0,80 m/an entre 1950 et 1996.

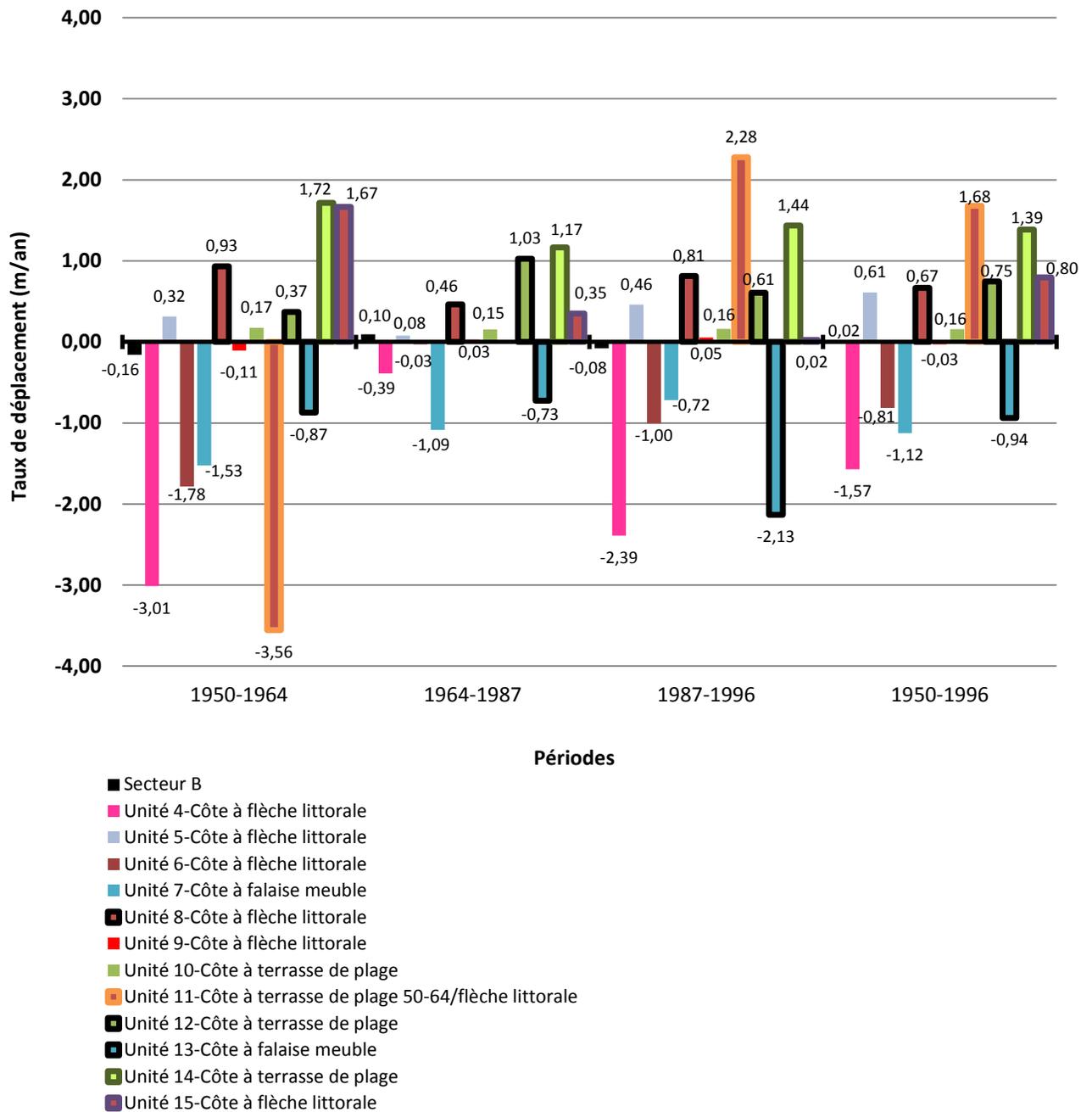
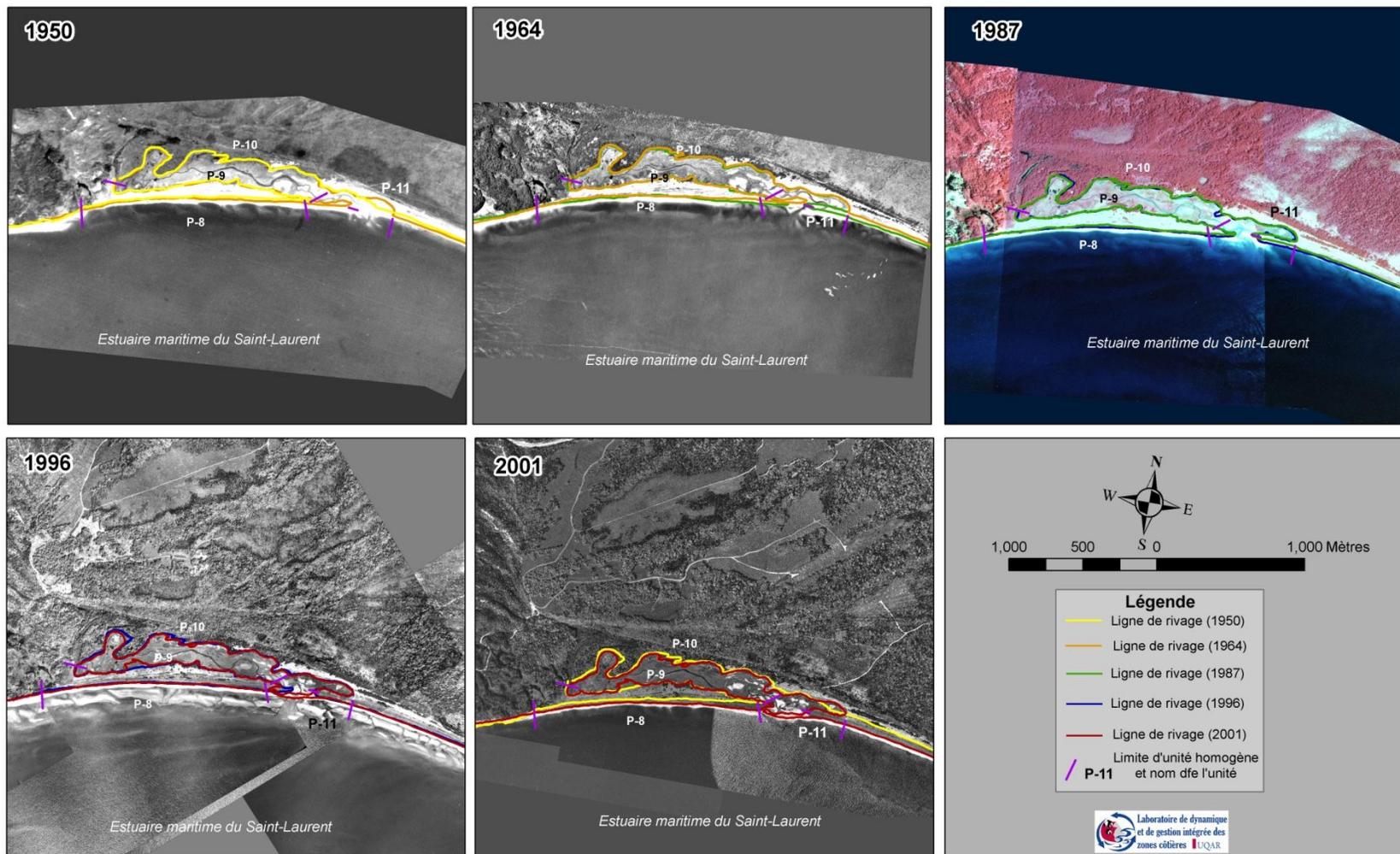
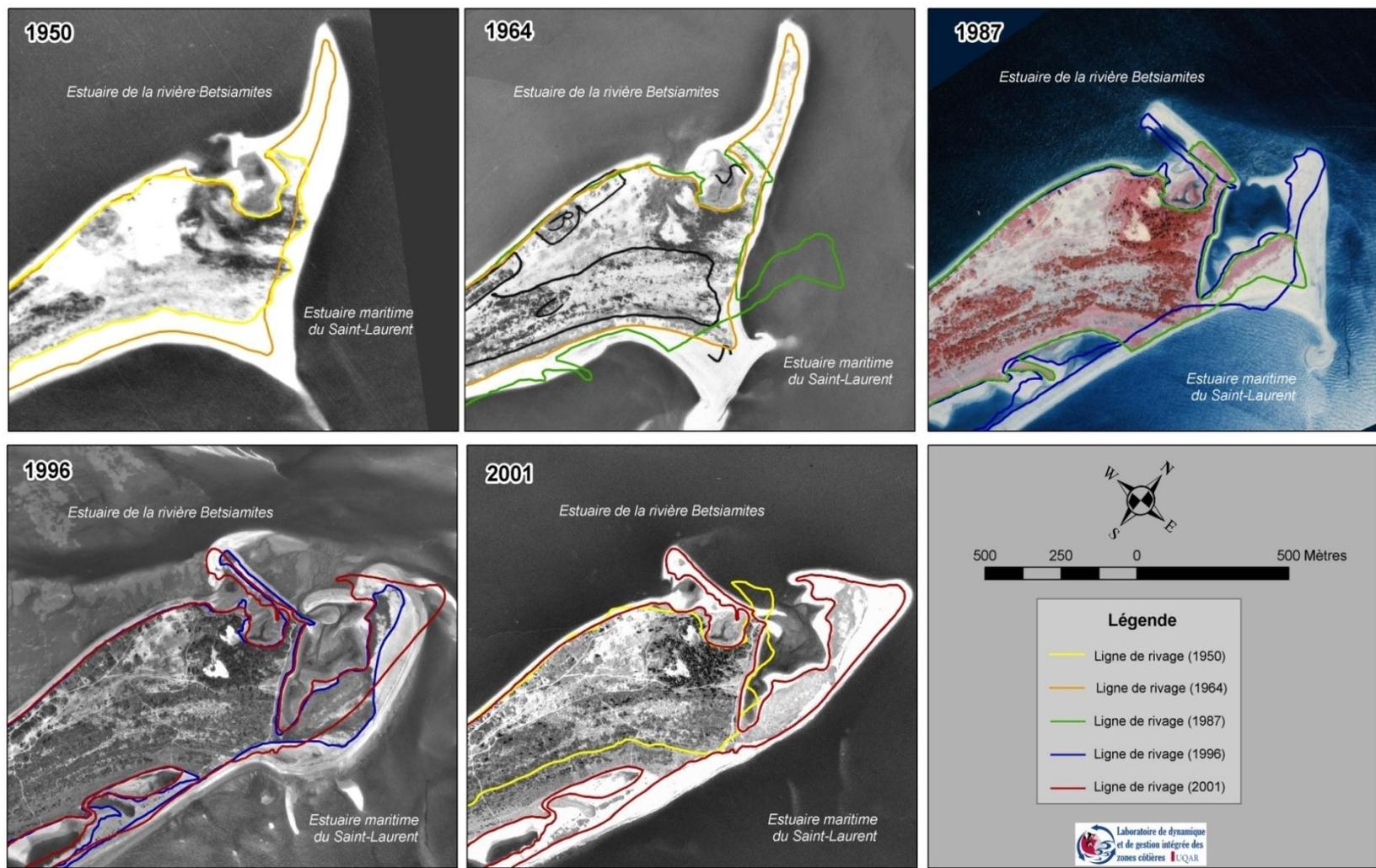


Figure 81. Taux de déplacement du secteur B par unité et par période



Photographies aériennes: Ressources Naturelles Canada (1950) et Ressources Naturelles et de la Faune Québec (1964, 1987, 1996 et 2001). Ligne de rivage LDGIZC. Réalisation: LDGIZC 2012.

Figure 82. Évolution historique des unités homogènes 8 à 11 entre 1950 et 2001



Photographies aériennes: Ressources Naturelles Canada (1950) et Ressources Naturelles et de la Faune Québec (1964, 1987, 1996 et 2001). Ligne de rivage LDGIZC. Réalisation : LDGIZC 2012.

Figure 83. Évolution historique de la pointe à Michel entre 1950 et 2001

5.4.1.2.3 Secteur C (Rive sud de l'estuaire de la rivière Betsiamites)

Le secteur C qui comprend la rive sud de l'estuaire de la rivière Betsiamites de la pointe à Michel jusque vis-à-vis l'île centrale n'a pas énormément bougé depuis 1950. Les taux globaux sont, pour toutes les unités, près de la stabilité ou ont connu une légère accumulation (Figure 84 et Planche 2).

L'unité 16 qui correspond à une terrasse de plage a subi un changement seulement durant la période de 1987 à 1996 où elle s'est érodée à un rythme de -0,28 m/an. Un recul semblable s'est produit dans la falaise meuble juxtaposée à la terrasse de plage (-0,25 m/an). Les unités 18 et 19 sont pour leur part en accumulation entre 1950 et 1964 et demeurent relativement stables lors des autres périodes. Les unités 20 et 21 ont connu, comme les unités 16 et 17, un recul entre 1987 et 1996, soit de -0,40 m/an et -0,58 m/an respectivement.

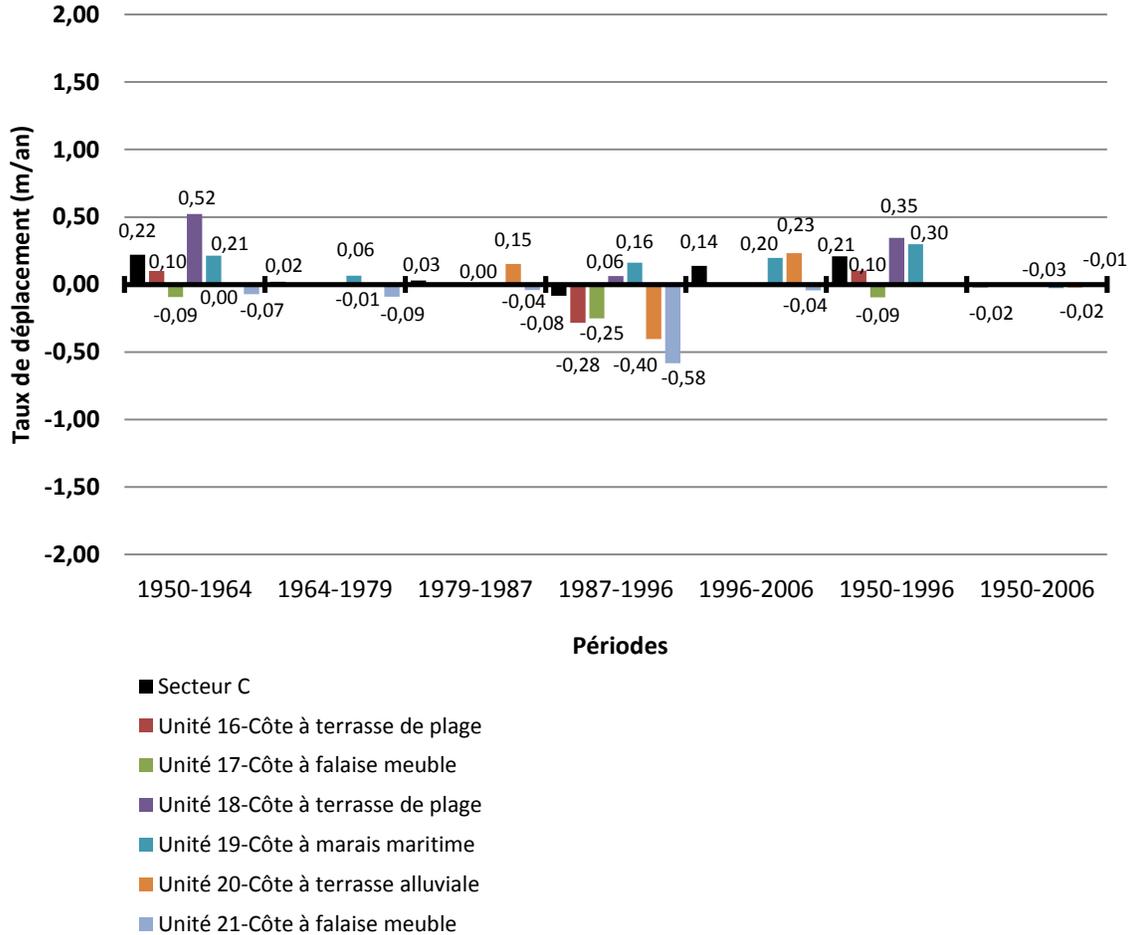


Figure 84. Taux de déplacement du secteur C par unité et par période

5.4.1.2.4 Secteur D (Rive nord de l'estuaire de la rivière Betsiamites)

Le secteur de la rive nord de l'estuaire s'étend du côté opposé à l'extrémité ouest du secteur C au village de Pessamit (Planche 2). Globalement, la ligne de rivage a connu de légers reculs depuis 1950 (Figure 85). L'unité 22 comprenant une falaise meuble a surtout connu un recul durant la période de 1979 à 1987, soit de -0,89 m/an. L'unité suivante (23), une terrasse de plage à environ 1 km de l'unité 22, a enregistré quelques légères fluctuations, mais surtout un recul durant la période de 1987 à 1996 (-0,50 m/an). La falaise meuble (unité 24) a surtout subi de l'érosion durant les périodes de 1950 à 1964 (-0,33 m/an) et de 1979 à 1987 (-0,30 m/an). Le marais maritime près de la communauté a connu un peu d'accumulation entre 1964 et 1979 (0,39 m/an), alors qu'après 1987, la ligne de rivage a reculé entre -0,32 m/an et -0,53 m/an. C'est d'ailleurs au cours de la période la plus récente que le marais a subi son recul le plus important (-0,53 m/an; 1996-2006).

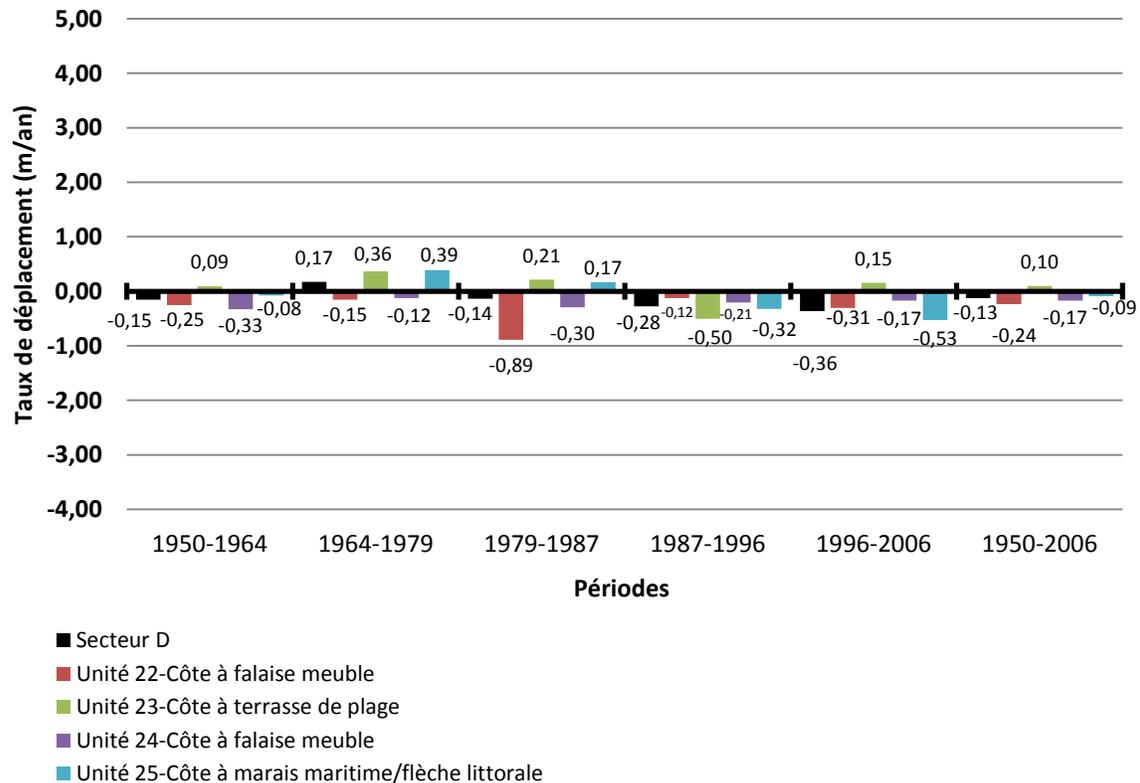


Figure 85. Taux de déplacement du secteur D par unité et par période

5.4.1.2.5 Secteur E (Pessamit urbanisée/Papinachois)

Le prochain secteur couvre la partie urbanisée de Pessamit jusqu'à Papinachois (Planche 3). Il inclut donc la flèche littorale au sud et les falaises meubles au nord de la communauté. De 1950 à 1996, la flèche littorale de Pessamit (unité 26) a connu une accumulation (Figure 86). Le taux d'accumulation le plus élevé a été mesuré entre 1950 et 1964 (4,13 m/an). Ensuite, la période de 1987-1996 a aussi été caractérisée par un fort taux d'accumulation (1,45 m/an). Durant la période la plus récente, l'unité 26 a subi un recul moyen de -0,42 m/an. Les reculs s'observent surtout au niveau du pédoncule alors qu'il y a de l'accumulation à l'extrémité sud. La valeur de recul la plus élevée mesurée a été de -4,2 m/an lors de la période récente (Planche 3). Les falaises meubles des unités 27 et 28 sont en constant recul depuis 1950. Le recul moyen le plus important pour les deux unités a été enregistré dans la période de 1996 à 2006, soit respectivement de -0,79 m/an et -0,64 m/an. La valeur maximale mesurée a été de -2,4 m/an (Planche 3). Dans l'unité 28, aux bornes kilométriques 45 et 46, une terrasse de plage s'est formée devant la falaise meuble entre 1979 et 1987 (Planche 3). Cette terrasse de plage a disparu par la suite.

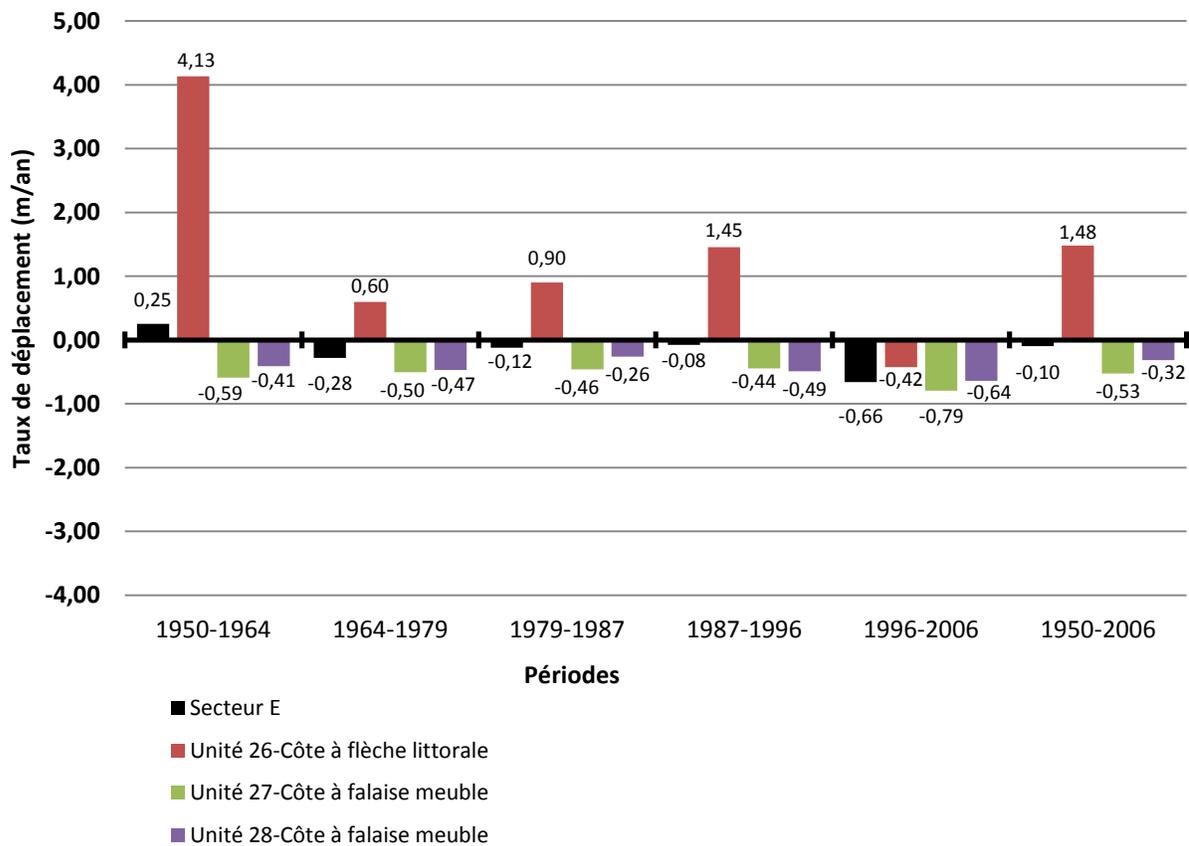


Figure 86. Taux de déplacement du secteur E par unité et par période

5.4.1.2.6 Secteur F (Nord de Papinachois)

Le secteur F comporte six unités (Planche 4). Ces unités sont généralement localisées dans les fonds de petites baies échanrées entre les pointes rocheuses. Les taux moyens entre 1950 et 2006 sont plutôt faibles variant entre 0,18 m/an et -0,27 m/an (Figure 87).

Les falaises meubles des unités 29 et 31 ont surtout subi de l'érosion entre 1950 et 1964 ainsi qu'entre 1996 et 2006. L'unité située entre ces deux zones est caractérisée par un tombolo et un marais maritime. Elle connaît également un peu de recul, surtout entre 1979 et 1987 (-0,23 m/an). Le tombolo et la terrasse de plage de l'unité 32 ont connu de l'accumulation entre les années 1950 à 1996 alors que la côte de cette unité s'est érodée de -0,16 m/an entre 1996 et 2006. L'unité 33, constituée d'un marais maritime, a connu son plus grand recul dans la période la plus récente de 1996 à 2006 (-0,21 m/an). L'unité 34 formant une terrasse de plage a connu un bilan généralement positif, mais très près de la stabilité avec un taux moyen de déplacement de 0,02 m/an entre 1950 et 2006 (Planche 4).

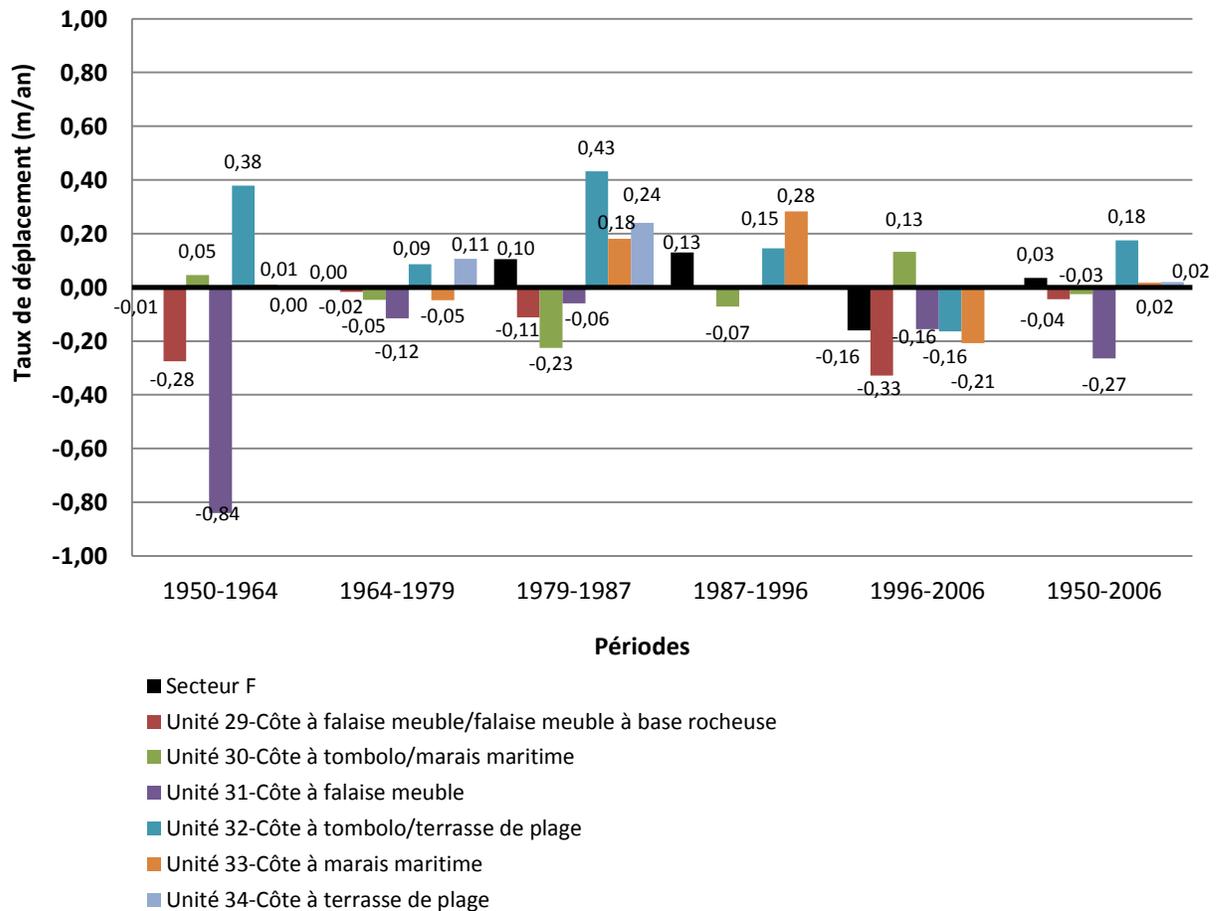


Figure 87. Taux de déplacement du secteur F par unité et par période

5.4.1.3 Constats généraux

Le bilan de l'ensemble des secteurs à l'étude pour les deux périodes analysées (1950 à 1996 et 1950 à 2006) démontre que les taux de déplacement sont quasi stables (Figure 88). Toutefois, la période récente (1996-2006) a été particulièrement érosive avec le taux d'érosion moyen le plus élevé (-0,44 m/an). En effet, pour les quatre secteurs où cette période a été analysée, trois d'entre eux enregistrent leur taux de recul moyen le plus élevé lors de cette période. La période de 1996 à 2006 a enregistré un recul pour la majorité des types de côtes, à l'exception des terrasses de plage et des terrasses alluviales (Figure 79). Pour les secteurs A et B, c'est plutôt la période 1950-1964 qui a connu les plus forts reculs. Malgré, un taux de recul moyen faible de -0,10 m/an, la période de 1987 à 1996 est l'une des seules à présenter un bilan négatif pour la majorité des secteurs. Les côtes à flèche littorale et à terrasse de plage ont connu surtout de l'accumulation (Figure 79).

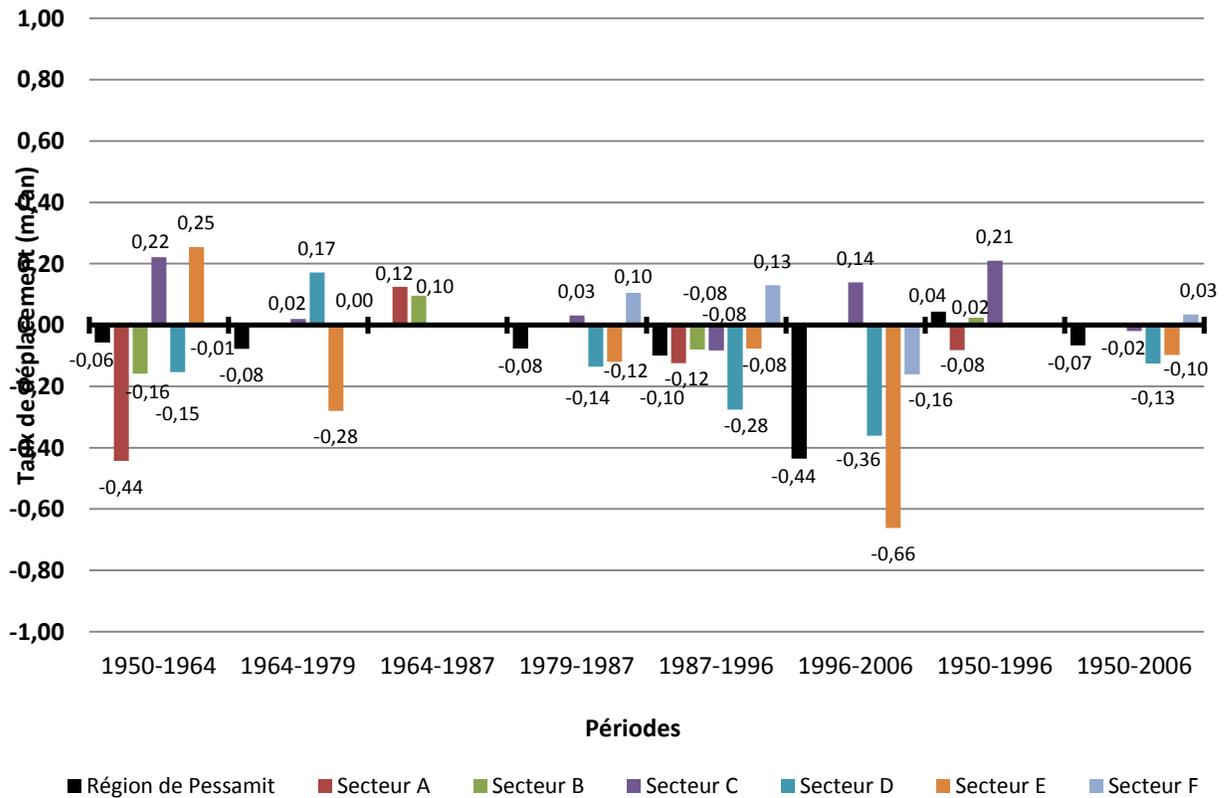


Figure 88. Taux de déplacement des secteurs de la région de Pessamit par période

5.4.2 Région de la pointe Paradis

5.4.2.1 Analyse globale et par zones des taux de déplacement

La région de la pointe Paradis utilisée par certains résidents de la communauté de Pessamit comme terrain de cueillette de petits fruits a surtout connu de l'érosion (Figure 89 et Planche 5). Comme le montre les résultats, les taux de déplacement moyen de l'ensemble du secteur varient entre -0,20 m/an et -0,42 m/an. Pour la période de 1965 à 2006, le taux de la région de la pointe Paradis est négatif et atteint -0,33 m/an (Figure 89). L'unité 1, caractérisée par une falaise meuble, a subi un recul tout au long de la période à l'étude avec un taux moyen de -0,35 m/an entre 1965 et 2006. Son taux de recul moyen le plus important a été enregistré entre 1979 et 1987 (-0,53 m/an). Entre 1996 et 2006, le recul a été relativement faible, soit de -0,18 m/an. L'unité 2 est composée d'une terrasse de plage et demeure relativement stable lors des premières périodes à l'étude, soit entre 1965 et 1987. Par la suite, elle connaît une avancée de sa ligne de rivage selon un taux moyen de 0,44 m/an entre 1987 et 1996. Cette avancée est possiblement due au déplacement des sédiments de l'ouest vers l'est grâce à la dérive littorale principale et à l'érosion de la falaise meuble de l'unité 1. La terrasse de plage de l'unité 2 a ensuite connu un recul important de -1,36 m/an au cours de la période récente. La moyenne globale est donc de -0,22 m/an pour cette unité.

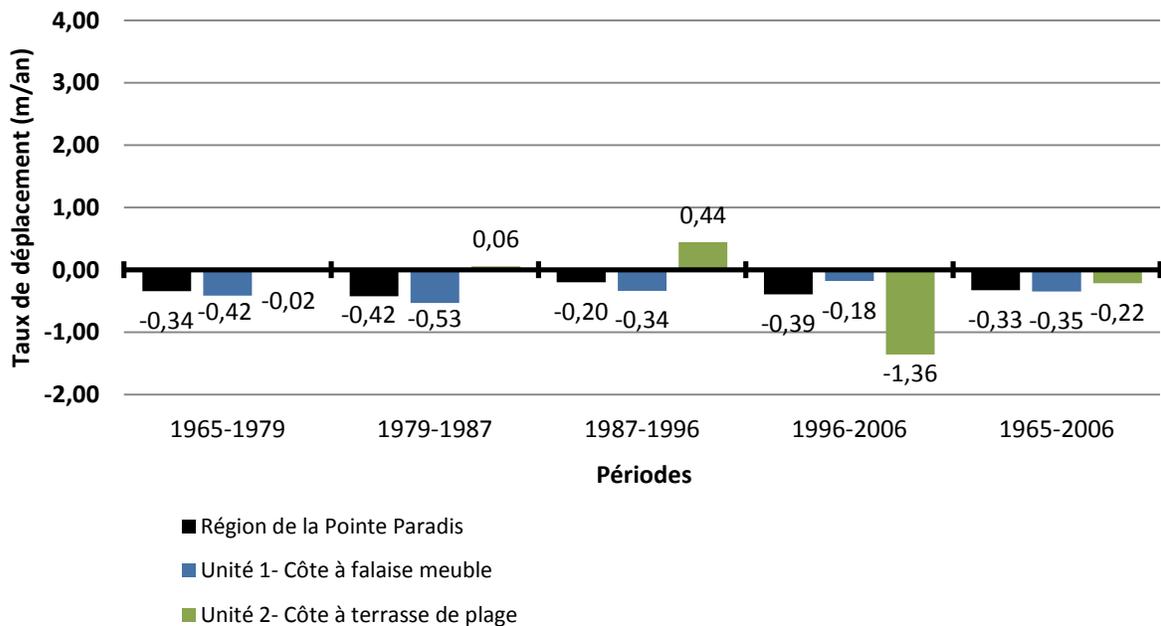
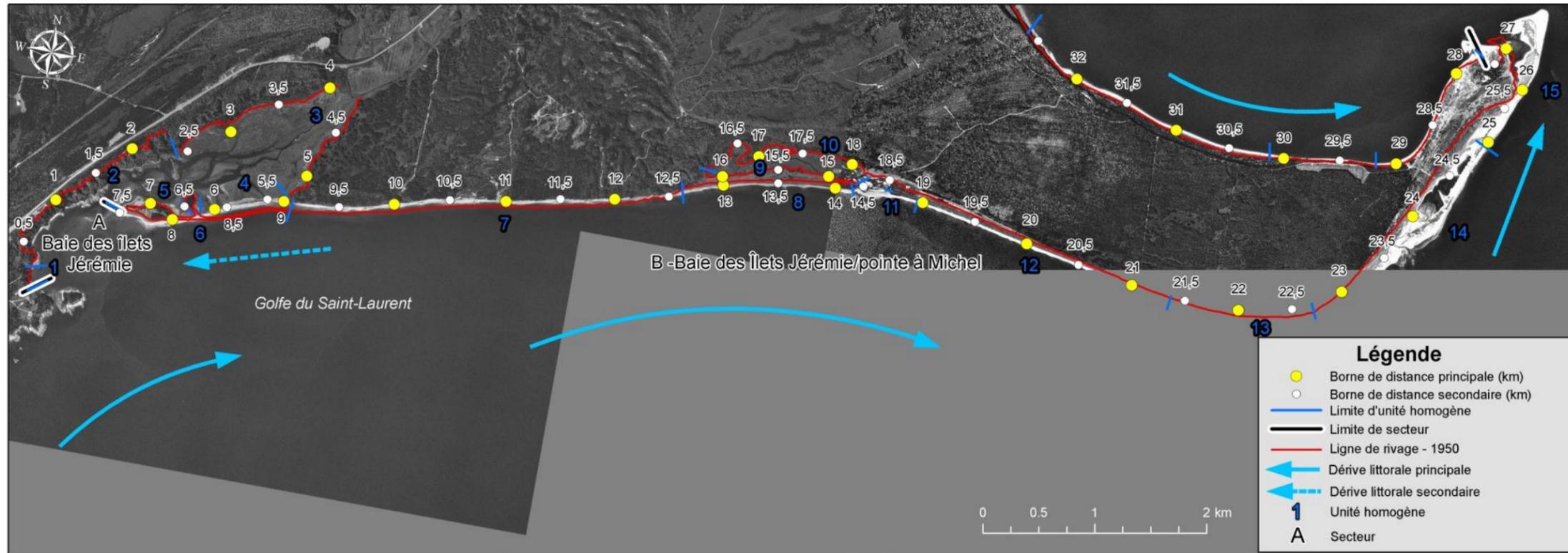
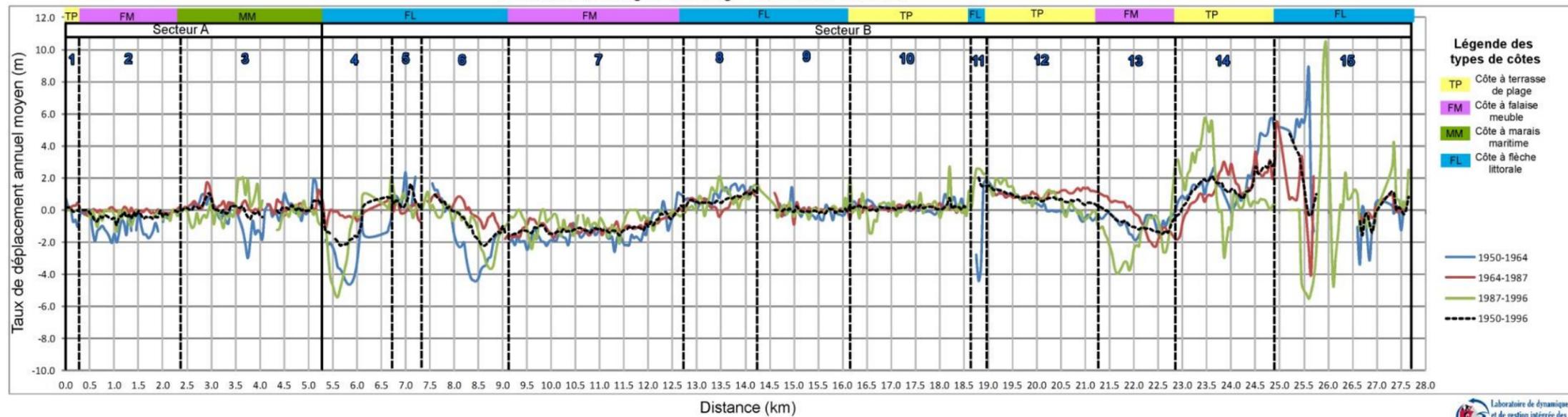


Figure 89. Taux de déplacement de la région de la Pointe Paradis par unité et par période

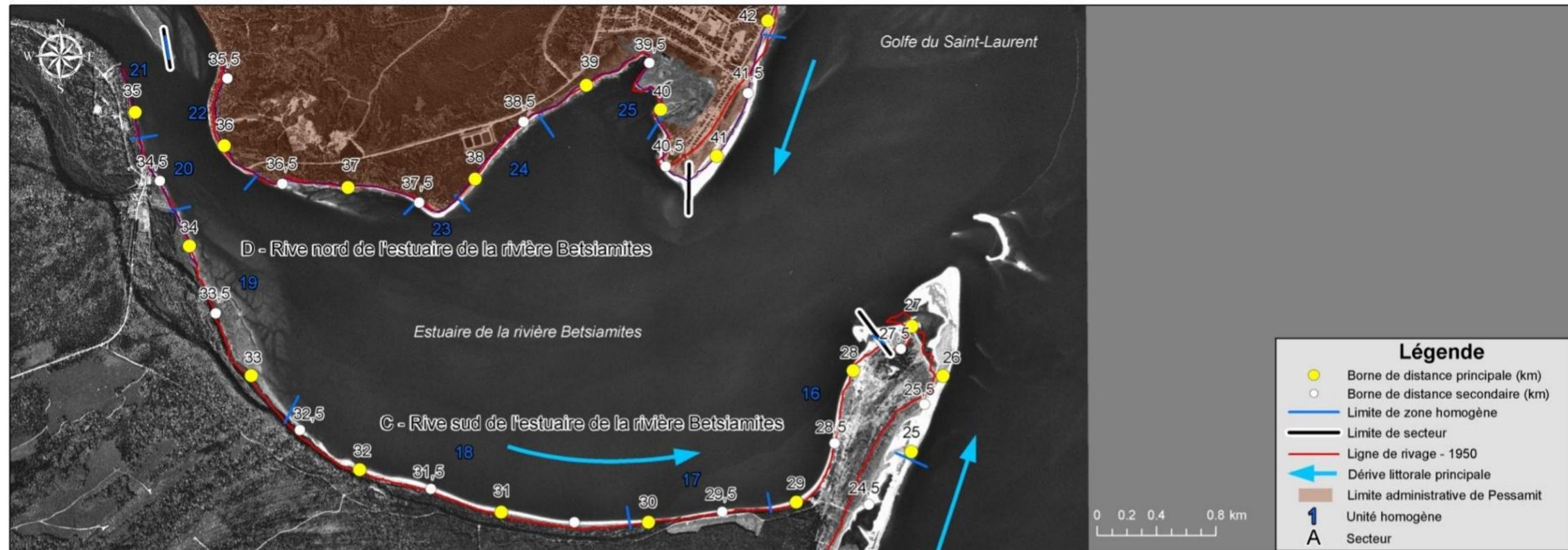


Évolution de la ligne de rivage entre 1950 et 1996.

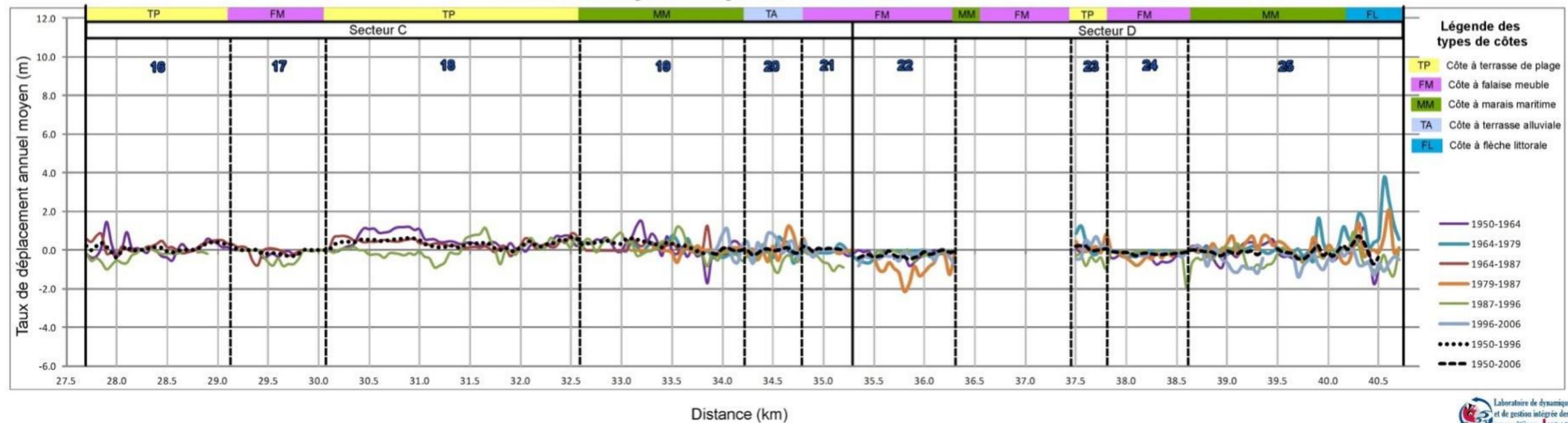


Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 6. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 1. Évolution côtière historique des secteurs A et B entre 1950 et 1996 (Baie des Îlets Jérémie à la pointe à Michel)

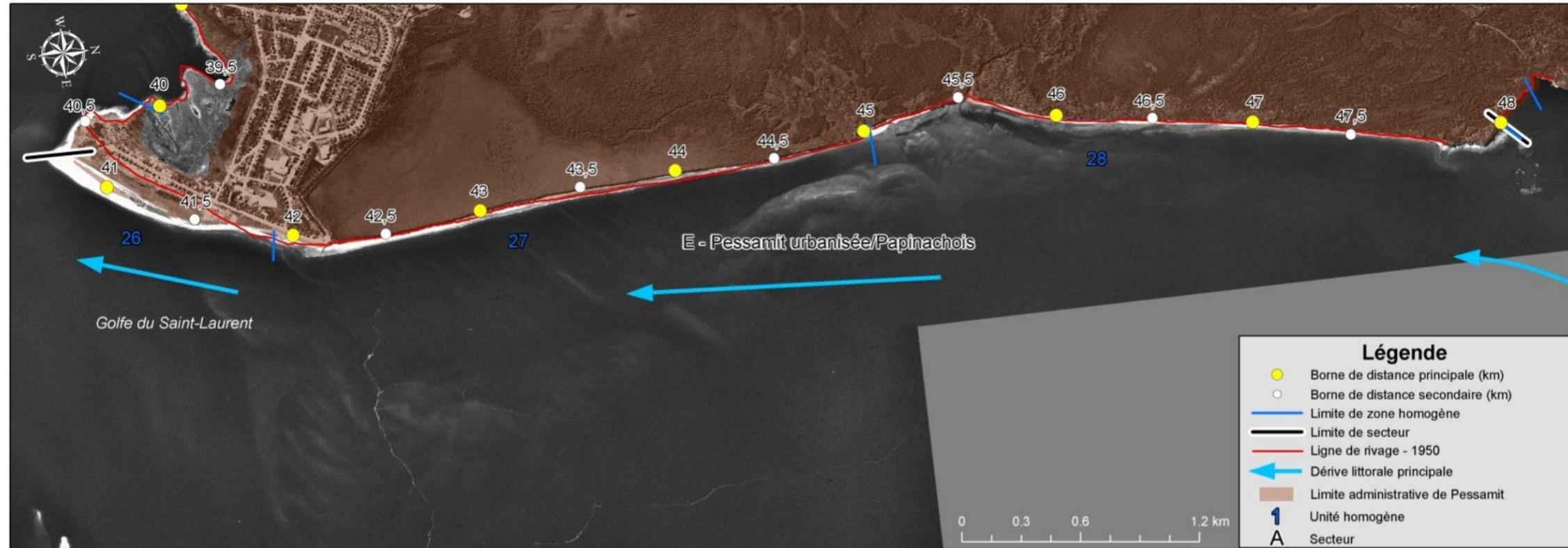


Évolution de la ligne de rivage entre 1950 et 2006.

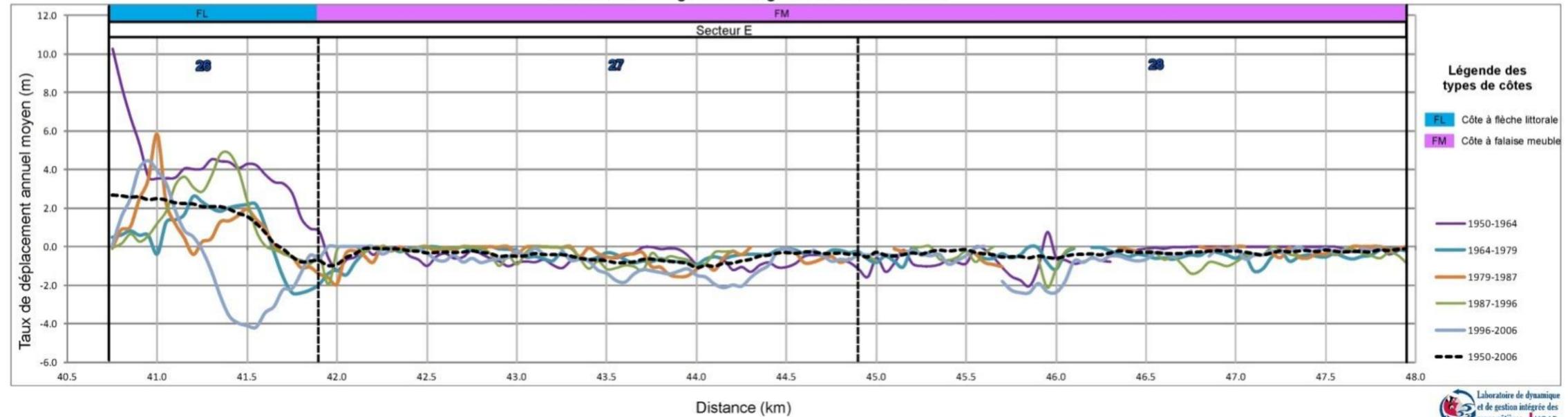


Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 6. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 2. Évolution côtière historique des secteurs C et D entre 1950 et 2006 (Estuaire de la rivière Betsiamites)

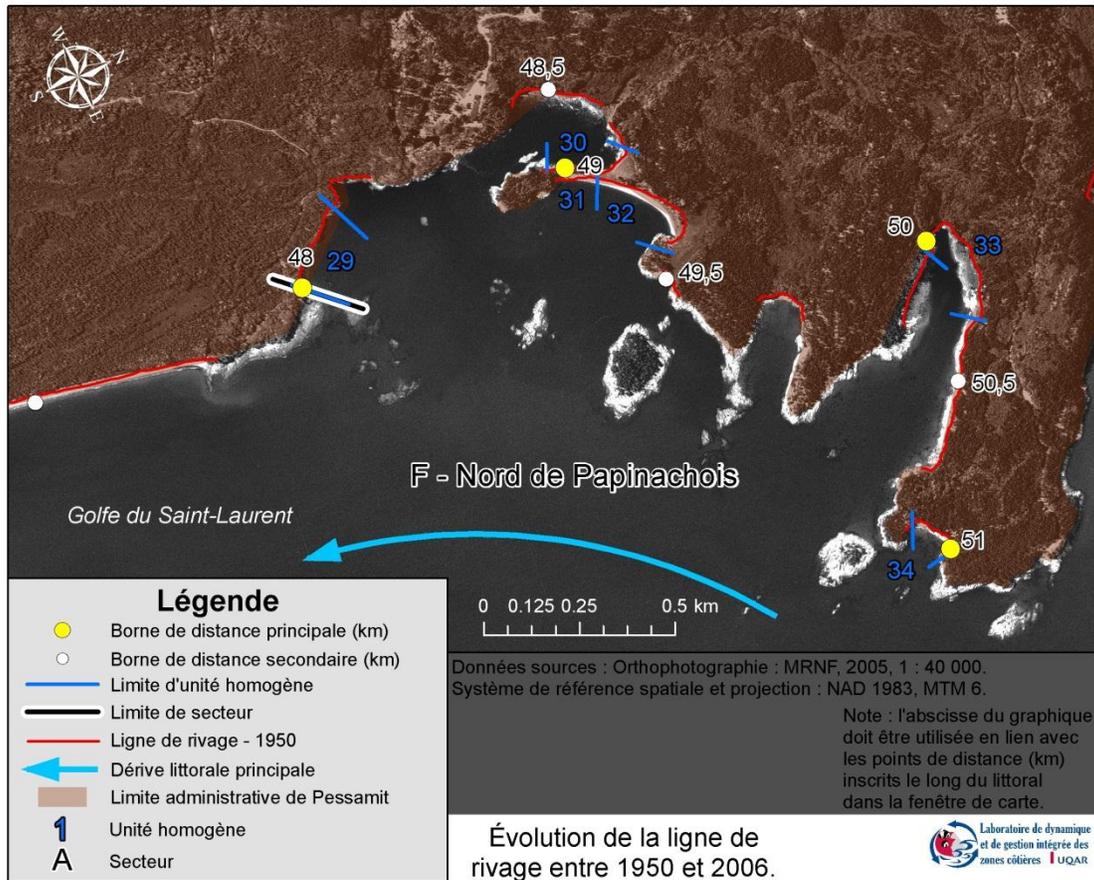


Évolution de la ligne de rivage entre 1950 et 2006.



Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 6. Note : l'abscisse du graphique doit être utilisée en lien avec les points de distance (km) inscrits le long du littoral dans la fenêtre de carte.

Planche 3. Évolution côtière historique du secteur E entre 1950 et 2006 (Secteur urbanisé à Papinachois)



Évolution de la ligne de rivage entre 1950 et 2006.

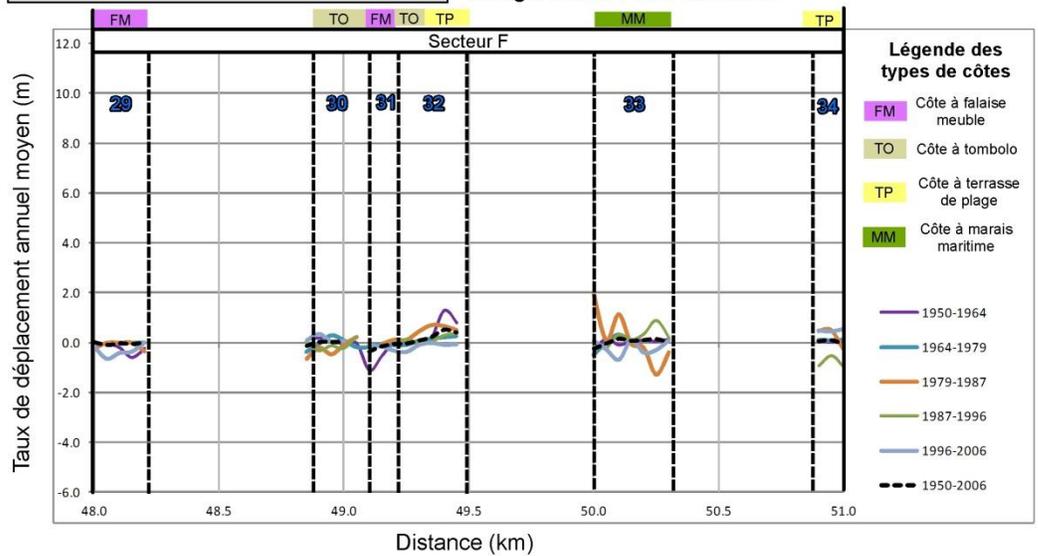
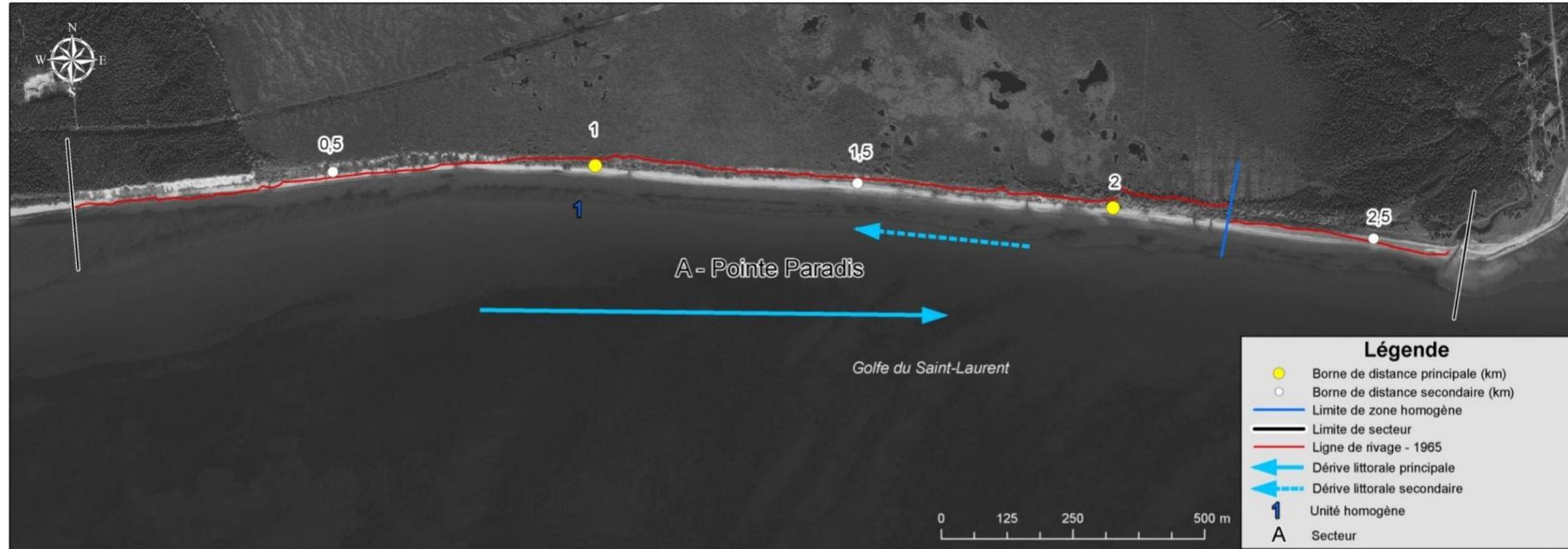
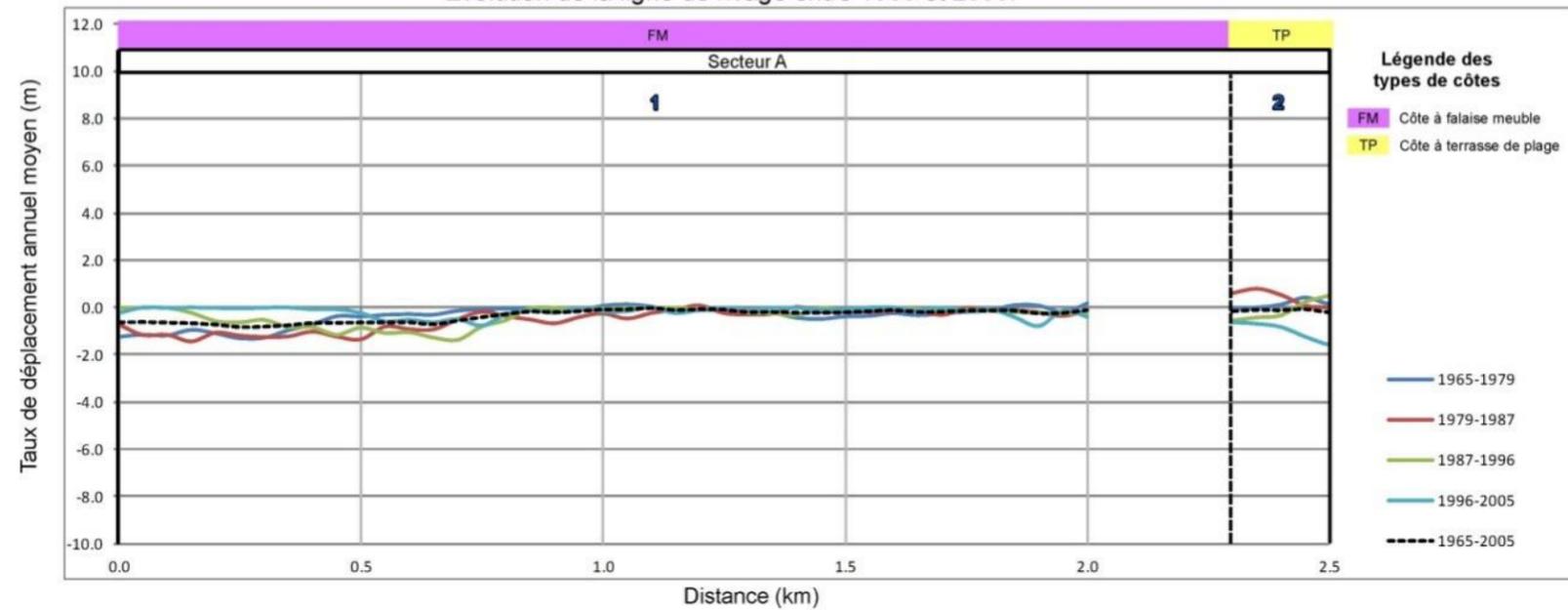


Planche 4. Évolution côtière historique du secteur F entre 1950 et 2006 (Nord de Papinachois)



Évolution de la ligne de rivage entre 1965 et 2005.



Données sources : Orthophotographie : MRNF, 2005, 1 : 40 000. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 6. 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 5. Évolution côtière historique du secteur de la pointe Paradis entre 1965 et 2005

6 Projection de l'évolution côtière

6.1 Méthodologie

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

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

Tableau 29. Facteurs-clés d'évolution de la côte de la région de Pessamit et de la pointe Paradis

Type de côte	Falaise meuble côtière	Terrasse de plage	Marais maritime	Flèche littorale	Terrasse alluviale	Falaise meuble estuaire
Processus	- Décrochement superficiel - Suffosion - Gel-dégel - Coulées boueuses - Vagues	- Vagues - Transit sédimentaire	- Vagues - Glaces	- Vagues - Surcotes - Vent - Transit sédimentaire	- Écoulement fluvial	- Décrochement superficiel - Écoulement fluvial - Gel-dégel
Constats sur l'évolution côtière historique	Les périodes de 1950-1964 et 1996-2006 enregistrent généralement les taux de recul les plus élevés en raison de la conjonction de plusieurs événements : température hivernales chaudes, un grand nombre de pluies diluviennes, une plus grande exposition aux vagues de tempête en raison de la réduction de la couverture de glace.	Les terrasses de plage présentent généralement un bilan positif, elles sont donc des zones d'accumulation. La période récente (1996-2006) présente toutefois un bilan nettement plus négatif que les autres périodes.	L'érosion des marais s'est principalement effectuée lors de la période récente (1996-2006).	Les périodes d'érosion des flèches littorales sont variables selon les secteurs. La pointe de Betsiamites a connu sa période de plus forte érosion entre 1996-2006 alors que la flèche littorale dans la baie des îlets Jérémie a connu sa plus forte période d'érosion entre 1950-1964.	La période de 1987-1996 a été propice à l'érosion des terrasses alluviales.	Les périodes de 1979-1987 et de 1987-1996 ont été propices à l'érosion des talus meubles de l'estuaire.
Facteurs-clés	<p>Température Les hivers chauds avec des précipitations favorisent l'érosion des falaises meubles par les processus cryogéniques et hydrogéologiques</p> <p>Précipitations Les pluies diluviennes favorisent les processus hydrogéologiques.</p> <p>Tempêtes Les falaises à base sableuse sont affectées par les vagues de tempête. La réduction de la couverture de glace augmente l'exposition des falaises aux vagues de tempête.</p>	<p>Transit sédimentaire Les terrasses de plage réagissent aux apports sédimentaires disponibles. Lorsqu'elles sont en aval d'une falaise meuble, elles reçoivent les sédiments par la dérive littorale. La forte érosion des falaises entre 1950-1964 a favorisé une forte accumulation des terrasses de plage.</p> <p>Tempêtes Les terrasses de plage peuvent aussi être affectées directement par les vagues de tempête comme ce fut le cas pour le secteur de la pointe Paradis entre 1996 et 2006.</p>	<p>Couverture glacielle La réduction importante de la couverture de glace engendre l'érosion des marais maritimes parce qu'ils sont plus exposés aux vagues de tempête. Les glaces sont plus mobiles lorsque la couverture est plus faible provoquant un arrachement de radeaux de marais.</p> <p>Tempêtes La période récente a enregistré un grand nombre de tempêtes hivernales.</p>	<p>Tempêtes La flèche littorale de la pointe de Betsiamites réagit rapidement aux vagues de tempête. La réduction de la couverture de glace avec un nombre élevé de tempête à l'hiver a favorisé le recul lors de la période récente. De même la forte fréquence de tempêtes entre 1950-1964 a favorisé l'érosion de la flèche de la baie des îlets Jérémie.</p> <p>Surcote Les flèches littorales se font submerger à chaque événement de tempête. Ceci ne crée cependant pas toujours de l'érosion.</p> <p>Transit sédimentaire Certaines flèches littorales localisées immédiatement en aval d'une falaise sableuse enregistrent de forts taux d'accumulation lors des périodes de fort recul des falaises, notamment entre 1950-1964.</p>	<p>Débit fluvial Les terrasses alluviales sont sensibles au régime hydrologique de la rivière, principalement aux variations du niveau d'eau et du débit de la rivière. Les événements de pluies diluviennes survenues à cette époque sont possiblement les causes d'une augmentation du débit de la rivière et donc, de l'érosion des terrasses.</p>	<p>Précipitations Dans la période 1979-1996, les pluies diluviennes particulièrement importantes au printemps au moment de la fonte du couvert nival ont influencé le recul des falaises dans l'estuaire de la rivière Betsiamites.</p> <p>Débit fluvial Malgré que la rivière soit régie par Hydro-Québec (HQ), lorsque les précipitations sont abondantes, HQ ouvre les valves et augmente le débit de la rivière. Les berges sont sujettes à l'érosion fluviale.</p> <p>Température Les falaises meubles sont sensibles aux variations des températures durant l'hiver. Le nombre de jours de redoux influence son recul.</p>

6.1.2 Définition des scénarios d'évolution

Deux scénarios ont été déterminés afin de projeter l'évolution du littoral jusqu'en 2060 en fonction des changements climatiques. Le premier scénario, tiré de Bernatchez *et al.* (2008), est basé sur le taux moyen d'évolution historique qui a été calculé pour toute la période d'étude, soit de 1950 à 1996 ou de 1950 à 2006 selon les secteurs. 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 10 ou 15 ans la plus intense comprise entre 1950 et 2006. Ce scénario implique donc une accélération de l'érosion côtière par rapport à la moyenne historique en raison des changements climatiques.

Le choix du scénario nécessite une bonne compréhension des facteurs et des processus qui conditionnent l'évolution côtière et comment ils seront affectés par les changements climatiques appréhendés (Tableau 29). Nous avons choisi un des deux scénarios pour chacune des 41 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.

De manière générale, la période récente (1996 à 2006) est celle où les taux d'érosion ont été les plus élevés depuis 1950. Cette période constitue aussi 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. Malheureusement, pour les secteurs A et B, la période de 1996-2006 n'a pu être analysée. Pour ces secteurs, la période 1950-1964 est définitivement la période où les taux de recul sont les plus élevés. Cependant, les données climatiques ne couvrent pas la période 1950-1964. Sur la base d'autres stations climatiques de la Côte-Nord, on peut tout de même observer que les anomalies climatiques pour cette période pour la température moyenne hivernale, les degrés-jours de gel, les jours de redoux hivernaux et les précipitations de pluie annuelle sont comparables aux résultats d'anomalies de la période de 1996 à 2005. La période 1950-1964 est donc aussi une période chaude. Pour les secteurs A et B, le couplage entre les paramètres climatiques et l'évolution côtière présente donc une plus grande incertitude. L'évolution future va tout de même être basée en fonction des caractéristiques des systèmes côtiers et sur les changements appréhendés des processus qui les affectent.

6.2 Région de Pessamit

6.2.1 Secteur A (Baie des Îlets Jérémie)

6.2.1.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

L'origine du secteur A est directement liée à un important glissement de terrain survenu en 1663 lors d'un séisme majeur (Bernatchez, 2003). La partie terrestre de l'amphithéâtre du glissement de terrain couvre une superficie de 6,5 km² dont le sommet prend son origine au niveau de la terrasse de 60 m d'altitude. Cet événement majeur a provoqué un apport soudain d'une importante quantité de sédiments qui ont glissé vers la mer. C'est à partir de cet apport sédimentaire que le marais s'est formé. Le secteur de la baie des Îlets Jérémie est donc composé de trois unités homogènes. On y retrouve une terrasse de plage (P-01), une falaise meuble (P-02) et un marais abrité (P-03). Globalement, la terrasse de plage et le marais maritime présentent une certaine stabilité alors que la falaise meuble enregistre un taux moyen d'érosion de -0,32 m/an (1950-1996).

Dans le contexte des changements climatiques, la terrasse de plage (unité P-01) devrait continuer à évoluer selon un rythme très lent (-0,02 m/an), d'autant plus qu'une partie de la terrasse est à base rocheuse (Figure 90). Pour ce qui est de l'unité P-02, elle évolue beaucoup plus rapidement que la terrasse de plage. En effet, la falaise meuble a connu son recul le plus important entre 1950 et 1964 (-0,93 m/an). La partie sommitale de cette falaise est entaillée de nombreuses cicatrices de glissements de terrain et de suffosion. Elle évolue clairement en fonction des processus hydrogéologiques et est donc sensible aux précipitations. Les tendances des précipitations totales et des pluies hivernales sont positives. Ces conditions changeantes dans le climat devraient amener une accélération de l'érosion de la falaise meuble qui évolue surtout par des processus gravitaires, tels que les décrochements superficiels et des glissements rotationnels. Si la tendance se maintient, elle devrait reculer d'environ 55 m pour 2060 (Figure 90). Ensuite, l'unité du marais maritime (P-03) ne recule pas énormément (taux maximum de -0,13 m/an atteint entre 1950 et 1964), d'ailleurs, son bilan global est positif (0,1 m/an). Il est alors difficile d'effectuer un couplage entre son évolution et le climat. Certes, le marais maritime est actuellement protégé par la flèche littorale et subit rarement les effets des vagues de tempête. La stabilité des taux d'évolution s'explique donc par l'emplacement géographique du marais. Il devrait évoluer selon la tendance du passé avec un recul d'environ 8 m au niveau du trait de côte jusqu'en 2060 (Figure 91). Cependant, sa superficie devrait se réduire avec la migration de la flèche littorale qui a tendance à favoriser l'ensablement du marais. Il est aussi possible, avec la réduction du couvert de glace, qu'il y ait une plus grande mobilité des glaces, ce qui pourrait favoriser la formation de marelles dans le marais et une érosion accrue de ce dernier.

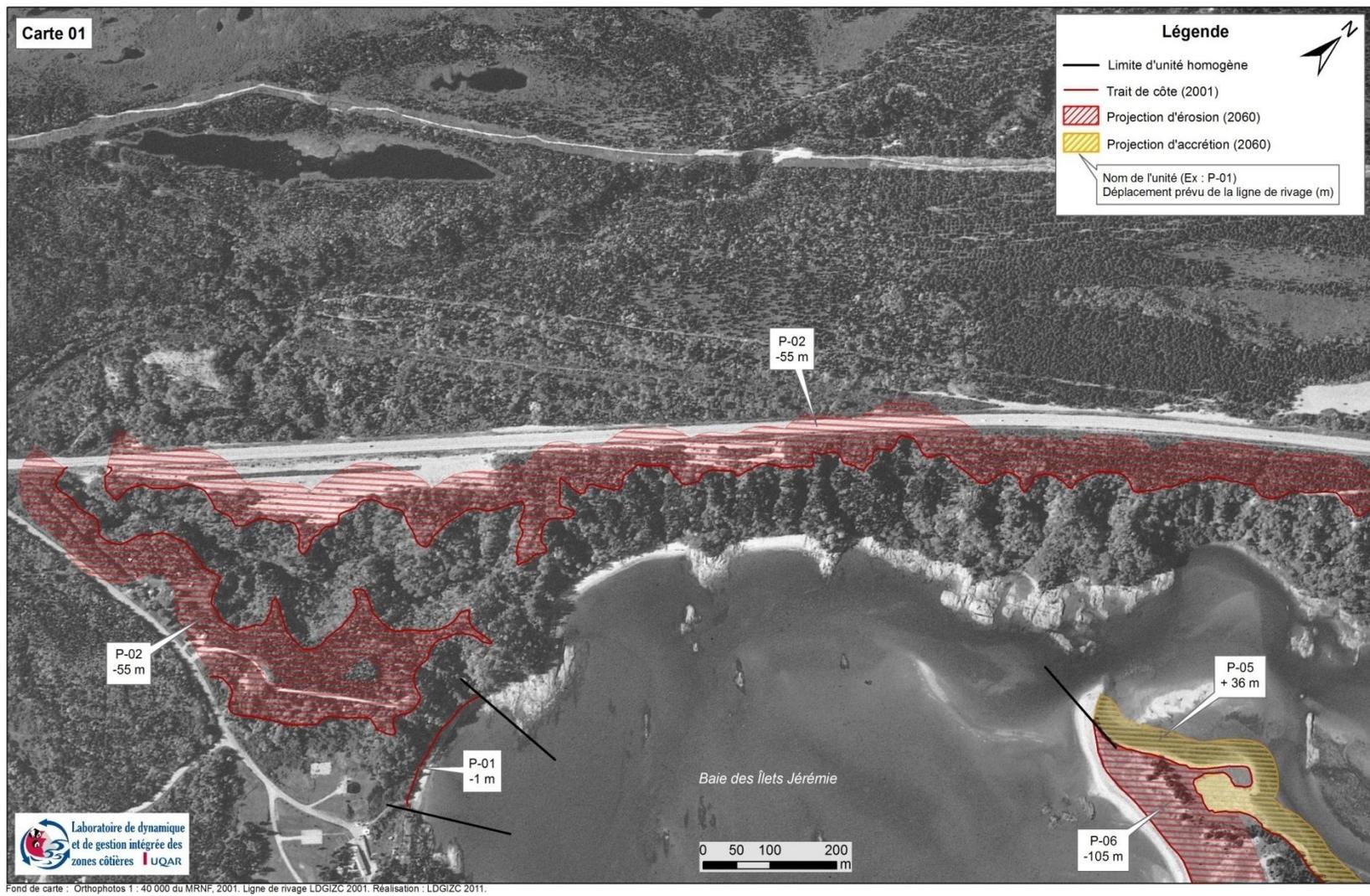


Figure 90. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-01, P-02, P-05 et P-06

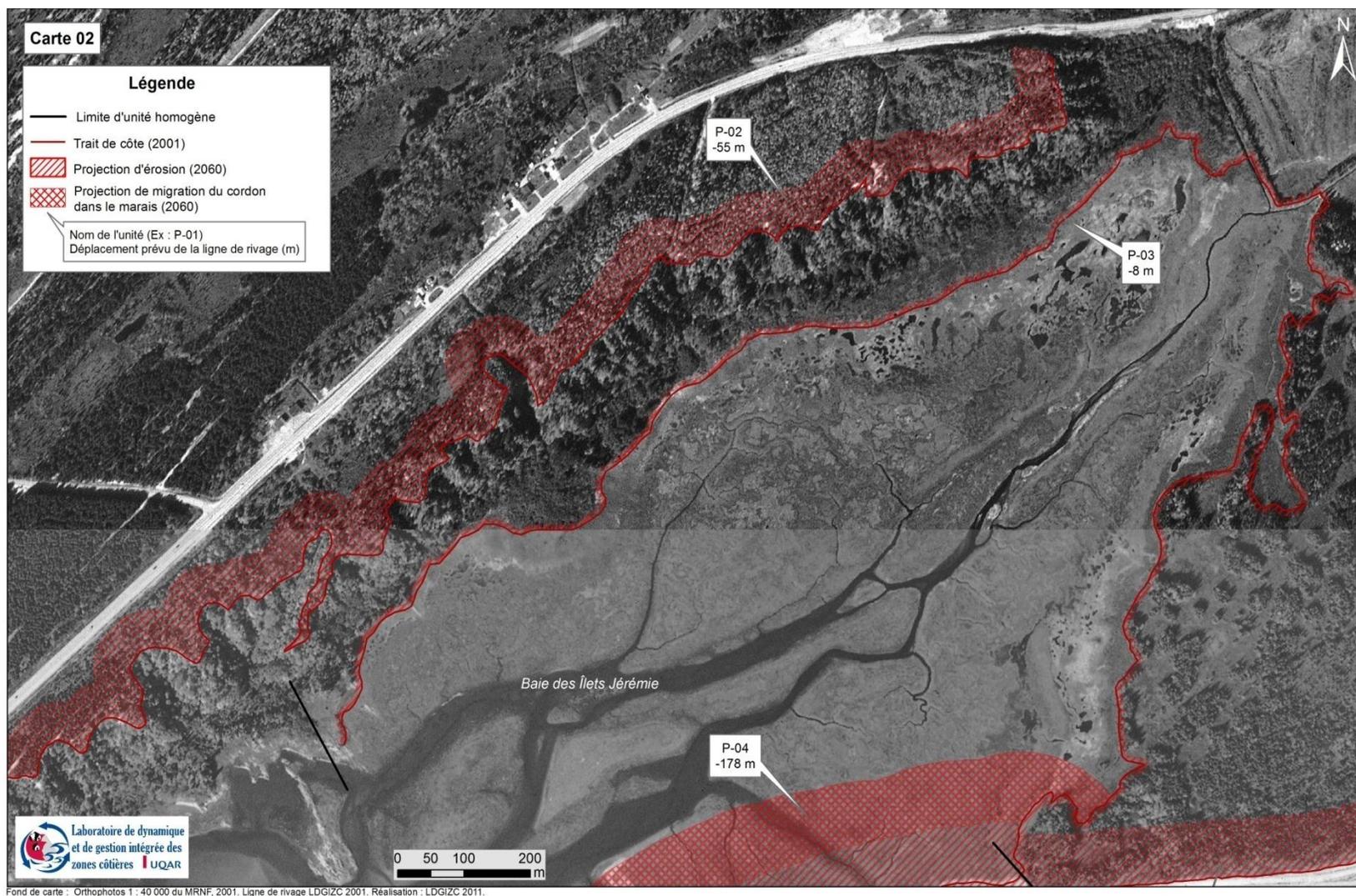


Figure 91. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-02, P-03 et P-04

6.2.2 Secteur B (Baie des Îlets Jérémie/pointe à Michel)

6.2.2.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

Le secteur B comprend douze unités homogènes, P-04 à P-15, alternant entre des flèches littorales et des terrasses de plage séparées de falaises meubles. Pour l'ensemble du secteur, les taux d'évolution montrent une stabilité globale (Figure 81). Cependant, cette évolution à long terme de l'ensemble du secteur est conditionnée par d'importants reculs des falaises meubles qui viennent alimenter les terrasses de plage et les flèches littorales, qui elles, connaissant de fortes accumulations.

Les unités P-04, P-05 et P-06 correspondent au système de flèche littorale qui protège le marais. L'origine de ce système côtier est aussi en lien avec l'important glissement de terrain de 1663. La falaise de l'unité P-07 a été taillée dans le lobe du glissement de terrain. L'érosion de cette falaise a contribué à la formation de la flèche littorale des unités P-04 à P-06. La flèche littorale est en fait une forme d'accumulation d'origine composite, c'est-à-dire que le pédoncule est formé d'un cordon littoral qui est attaché à l'est à la côte et à l'ouest à un îlot rocheux à la manière d'un tombolo alors que la partie distale ouest évolue librement comme une flèche littorale. Le cordon littoral a connu une forte migration vers l'intérieur des terres qui a été particulièrement prononcée entre 1950 et 1964. Ce cordon migre sur le marais. Comme mentionné plus haut, même si l'évolution du trait de côte du marais montre une certaine stabilité, la migration du cordon sableux sur le marais provoque une réduction de sa superficie. L'extrémité ouest de la flèche littorale s'est allongée depuis 1950, particulièrement entre 1950 et 1964. Ce type d'évolution est directement lié aux événements de tempête. Il semble donc que cette période ait été propice à de hauts niveaux d'eau. D'ailleurs, la station météorologique de Sept-Îles qui couvre cette période indique que l'intervalle de 1950 à 1964 a été de loin la période qui a enregistré le plus grand nombre d'événements de tempête avec une vitesse de vent supérieure à 70 km/h, soit en moyenne 3 à 5 fois plus d'événements que les autres périodes. D'ailleurs, la falaise meuble de l'unité P-07, sur laquelle le pédoncule vient s'attacher à la côte, est aussi principalement influencée par l'action des vagues de tempête. Cette falaise a aussi enregistré son taux de recul moyen le plus élevé dans la même période (1950 à 1964) avec une valeur de -1,53 m/an. Avec la réduction de la couverture de glace côtière et la hausse appréhendée du niveau marin relatif, la migration vers le marais de l'ensemble de la flèche littorale devrait se poursuivre et s'ajuster au rythme de recul de la falaise du segment P-07. C'est l'ensemble du système qui devrait se déplacer vers les terres (Figure 92). Toutefois, comme la flèche est aussi attachée à un îlot rocheux stable, il est fort possible qu'il se produise une brèche et que le cordon migre plus rapidement vers l'intérieur des terres et forme alors soit une nouvelle flèche littorale ou encore un nouveau tombolo si le cordon maintient sa connexion avec l'îlot rocheux. On peut s'attendre à ce que la partie externe du cordon migre d'environ 100 m vers le marais et sa partie interne de près de 180 m selon une projection de 2060 (Figure 92). L'extrémité ouest de la flèche littorale accolée à l'îlot rocheux devrait recevoir moins de

sédiments avec la formation d'une brèche à l'est et avec le temps elle devrait connaître une érosion plus sévère alors qu'il y aura de l'accumulation derrière l'îlot rocheux.

Malgré qu'une partie de l'érosion de la falaise de l'unité P-07 vienne alimenter à l'occasion la flèche littorale à l'ouest grâce à la dérive littorale secondaire, la majeure partie des sédiments érodés de la falaise transite vers l'est. Avec un taux moyen élevé de $-1,12$ m/an entre 1950 et 1996, l'érosion de la falaise alimente un système de flèches doubles à l'embouchure d'un ruisseau. La flèche littorale du côté ouest (P-08 et P-09) est beaucoup plus longue que celle du côté est (P-11). Elle a connu un engraissement selon un taux moyen de $0,67$ m/an entre 1950 et 1996. L'extrémité des deux flèches évolue en fonction du déplacement de l'embouchure du ruisseau qui vient parfois tronquer l'une des deux flèches. La flèche localisée du côté est du ruisseau est beaucoup plus étroite et courte et est beaucoup plus instable. Elle s'érode et se reforme selon les périodes. Ce système de flèches littorales protège une terrasse de plage (P-10) plutôt stable, avec un taux déplacement positif de $0,16$ m/an entre 1950 et 1996. L'érosion de la falaise de l'unité P-07 vient aussi alimenter une terrasse de plage un peu plus à l'est (P-12) qui a avancé selon un taux moyen de $0,75$ m/an entre 1950 et 1996. Avec le réchauffement climatique et la réduction du couvert de glace, la falaise meuble devrait continuer à reculer de manière accélérée jusqu'à la régularisation de la côte entraînant un recul de 90 m selon une projection de 2060 (Figure 93). Cet apport sédimentaire devrait particulièrement être profitable au segment P-08 qui devrait connaître une avancée de 40 m d'ici 2060 (Figure 94). L'engraissement de la flèche littorale ouest devrait favoriser la stabilité des segments P-09 et P-10 (Figure 95). L'évolution de la flèche littorale est (P-11) est plus difficile à prédire en raison de son érosion sporadique par le ruisseau. Malgré qu'elle puisse connaître des phases d'érosion, son bilan à long terme devrait tout de même être positif, à moins que l'allongement de la flèche ouest entraîne du même coup le déplacement vers l'est de l'embouchure du ruisseau et la disparition de la flèche est. L'unité P-11 devrait sensiblement suivre la même évolution que l'unité adjacente P-12A ($+ 50$ m d'ici 2060; Figure 95). Cette terrasse de plage (P-12A) devrait aussi bénéficier des apports sédimentaires de l'érosion de la falaise à l'ouest et connaître une avancée d'ici 2060 de 50 m (Figure 95). La partie la plus à l'est de la terrasse de plage (P-12B) devrait quant à elle reculer de -29 m pour 2060 (Figure 96).

La falaise meuble (P-13) qui a connu un recul moyen de $-0,94$ m/an entre 1950 et 1996 alimente avec son recul les terrasses de plage et les flèches littorales des unités P-14 et P-15 localisées en aval de la dérive littorale principale, qui elles ont connu une avancée moyenne respective de $1,39$ m/an (P-14) et de $0,80$ m/an (P-15). La falaise a connu son plus grand recul dans la période de 1987 à 1996 entraînant par le fait même une forte accumulation immédiatement vers l'est dans le sens du transit sédimentaire. Cependant, les taux moyens de déplacement de la ligne de rivage ne donnent qu'un bilan partiel de la dynamique sédimentaire de ces unités. L'analyse des photographies aériennes de 1950 à 1996 montre clairement qu'il s'est produit des changements géomorphologiques majeurs dans la zone côtière lors de la période entre 1964 et 1987 (Figure 97). L'analyse des données météorologiques de la station de Baie-Comeau A. indique que cette

période a enregistré le plus grand nombre d'événements de tempête avec des vents supérieurs à 50 km/h et des vents supérieurs à 70 km/h. Le transit sédimentaire a été très important lors de cette période entraînant des modifications importantes aux systèmes de flèches littorales des unités P-14 et P-15. Dans un contexte de changements climatiques, la falaise meuble de l'unité P-13 devrait continuer à reculer de manière assez importante avec la diminution de la couverture de glace et sa plus grande exposition aux vagues de tempête. Par conséquent, son recul devrait atteindre 126 m d'ici 2060 (Figure 98). Ces sédiments vont continuer à alimenter les segments P-14 et P-15 de la pointe à Michel. Malgré un bilan sédimentaire plutôt positif, ces segments vont tout de même continuer à changer de configuration de sorte que certaines portions seront en accumulation, mais d'autres connaîtront une forte érosion (Figure 99). Avec la réduction du couvert de glace et une plus grande exposition aux vagues de tempête, les flèches auront tout de même tendance à migrer vers les terres. Il est donc difficile de réaliser une cartographie de la projection d'évolution pour ce type de système côtier.

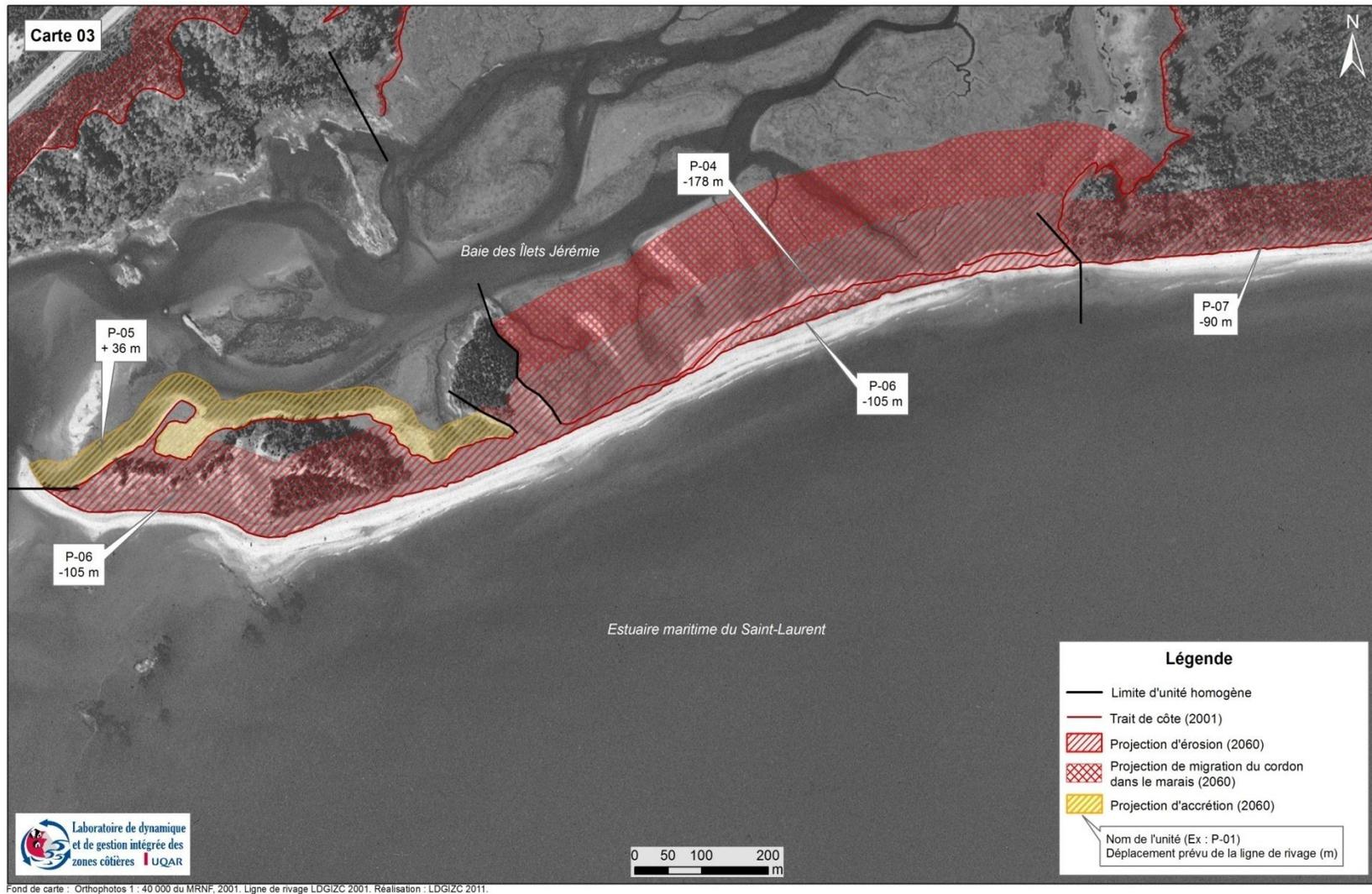


Figure 92. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-04, P-05, P-06 et P-07

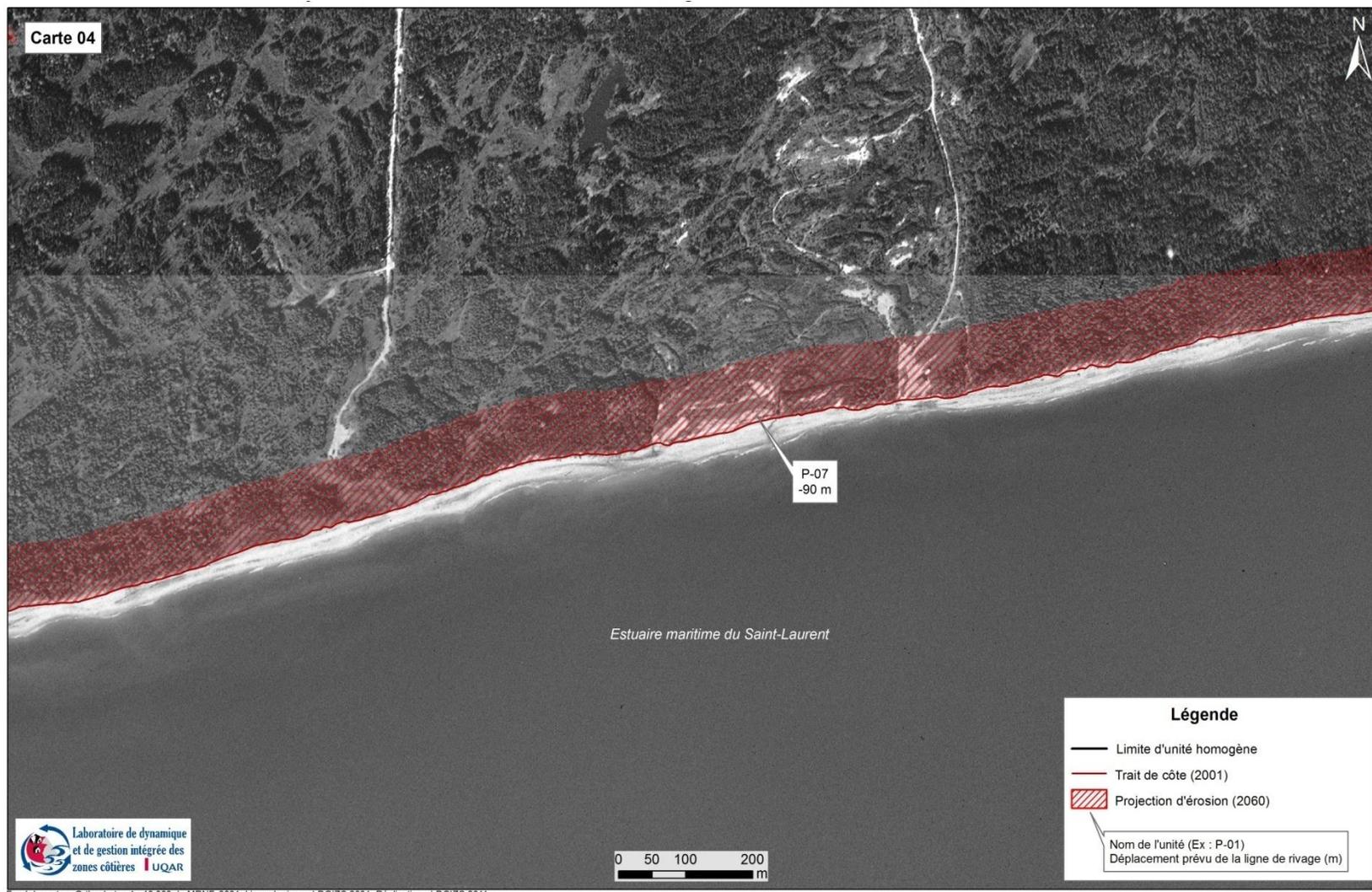


Figure 93. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unité homogène P-07

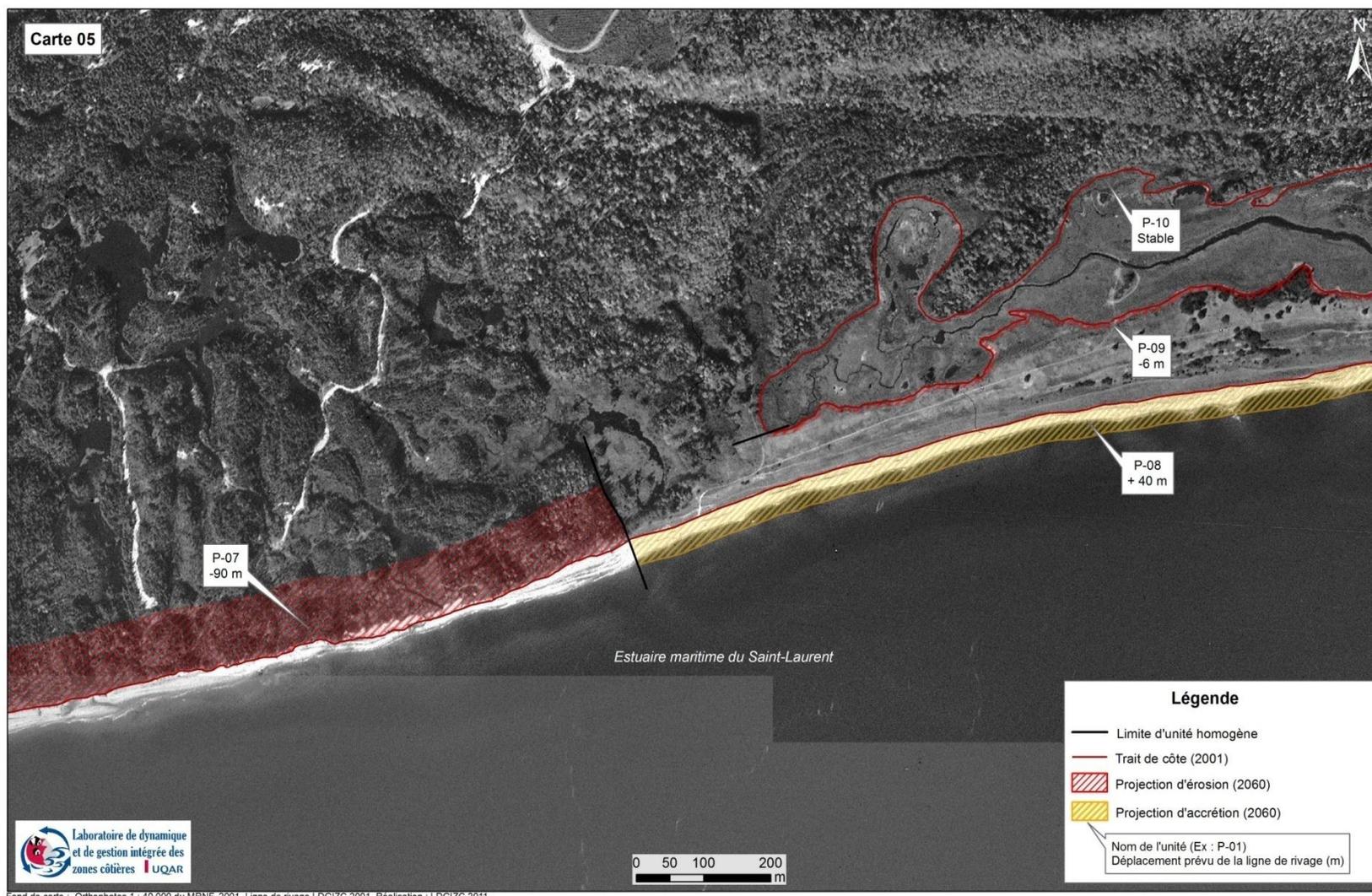


Figure 94. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-07, P-08, P-09 et P-10

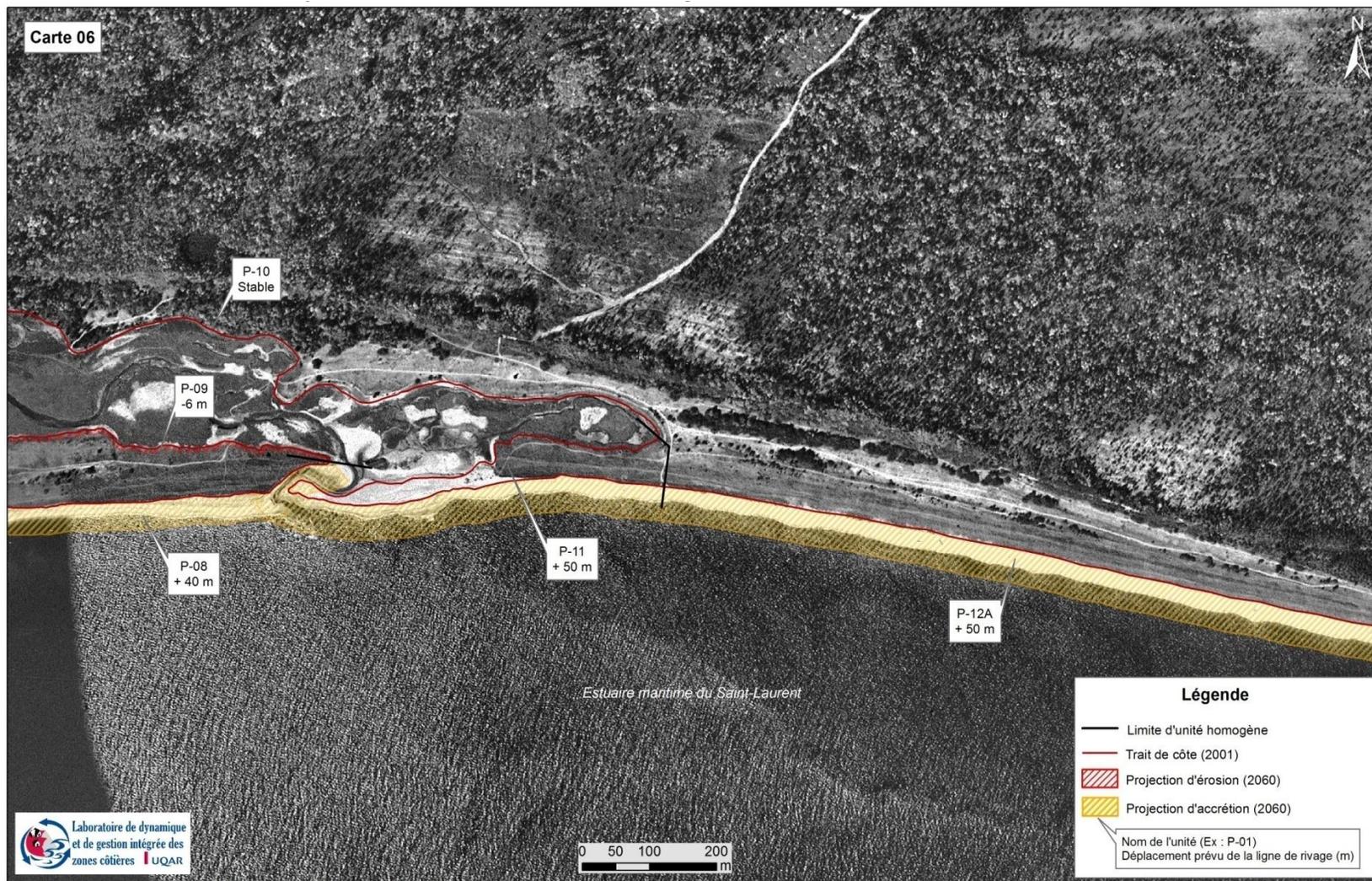
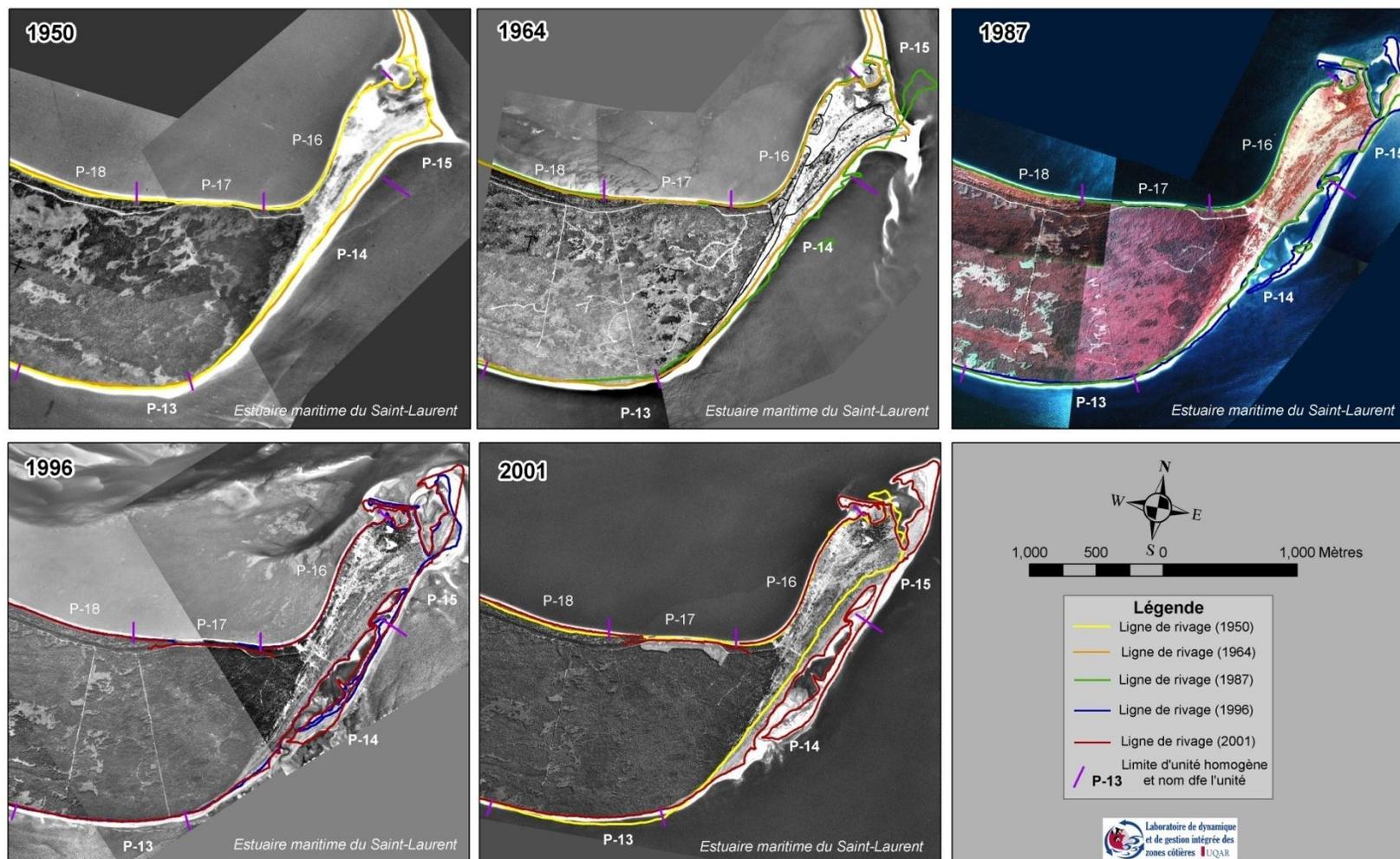


Figure 95. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-08, P-09, P-10, P-11 et P-12A



Figure 96. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-12A, P-12B et P-13



Photographies aériennes: Ressources Naturelles Canada (1950) et Ressources Naturelles et de la Faune Québec (1964, 1987, 1996 et 2001). Ligne de rivage LDGIZC. Réalisation : LDGIZC 2012.

Figure 97. Évolution historique des unités homogènes 13 à 18 entre 1950 et 2001

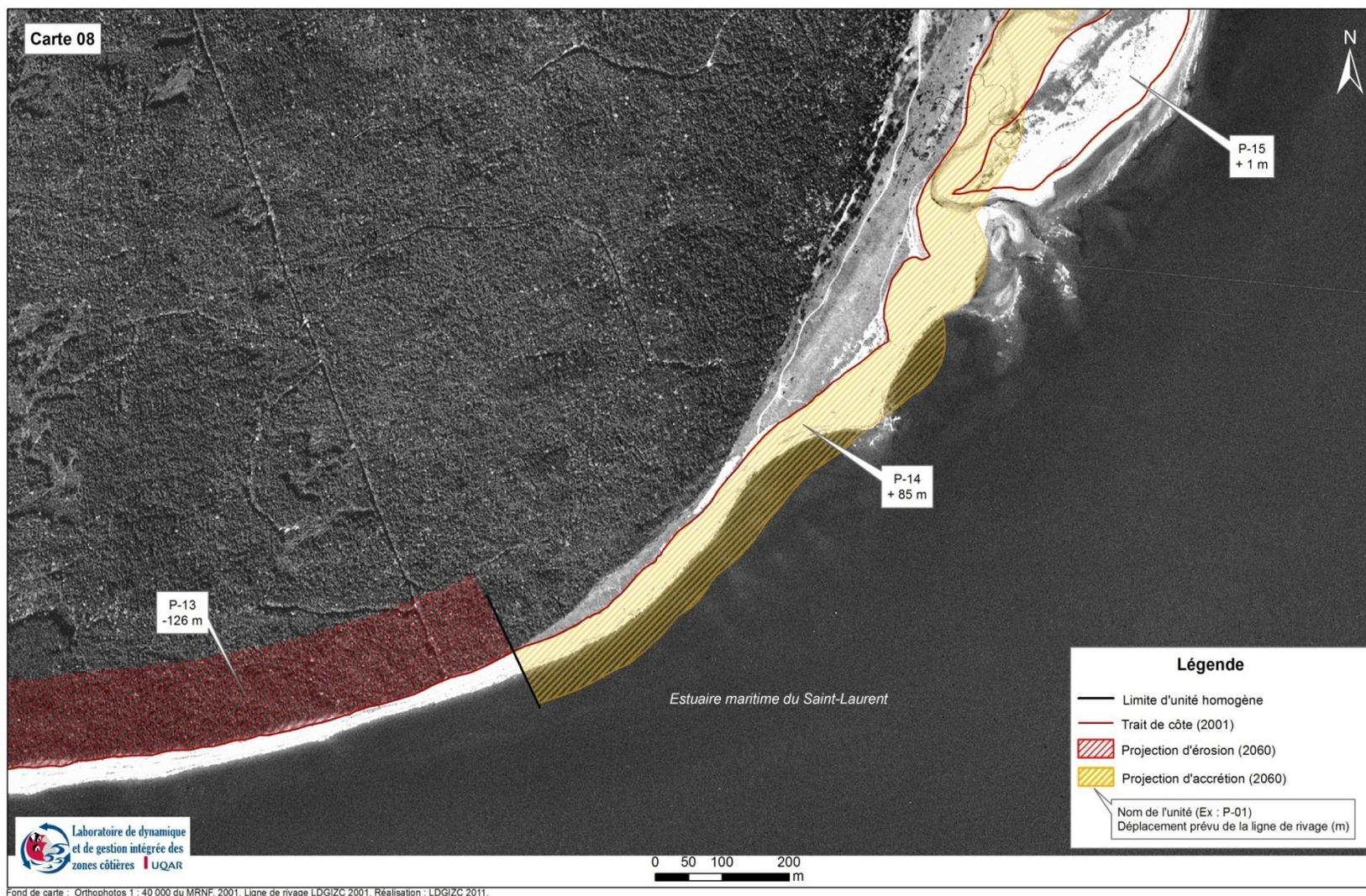


Figure 98. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-13, P-14 et P15



Figure 99. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-14, P-15 et P16

6.2.3 Secteur C (Rive sud de l'estuaire de la rivière Betsiamites)

6.2.3.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

Le secteur C représente la rive sud de l'estuaire de la rivière Betsiamites de la pointe à Michel au pont de la route 138 et est composé de 6 unités homogènes (P16-P21). Il est formé de terrasses de plage, de falaises meubles, d'un marais maritime et d'une terrasse alluviale. Ce secteur est donc conditionné par une dynamique estuarienne et par le régime hydrologique de la rivière Betsiamites. Malheureusement, les données du régime hydrologique n'ont pu qu'être partiellement analysées de 1978 à 1999 à l'aide de l'étude de Savard, 2000 (Tableau 20). Le débit de la rivière est contrôlé par des barrages d'Hydro-Québec. La période de 1987 à 1996 a été la seule qui a enregistré un bilan négatif et où les taux de recul ont été les plus élevés. Selon les archives, trois événements de pluies importants sont survenus en 1988 et deux en 1994 (Friesinger, 2009). Ces événements peuvent expliquer les forts taux de recul mesurés aux unités P-16, P-17, P-20 et P-21. Par ailleurs, la terrasse de plage (P-18) et le marais (P-19) présentent plutôt un bilan positif, peu importe les périodes. Nous supposons que ce bilan est dû à la diminution du débit général de la rivière. Plusieurs répondants de l'enquête effectuée lors de cette étude ont affirmé que l'estuaire s'ensablait en raison de la diminution du courant de la rivière. L'engraissement de la terrasse de plage est possiblement une conséquence de cet ensablement.

Il est plus difficile de faire des projections pour le secteur C en raison des incertitudes liées au régime hydrologique de la rivière et à la gestion du barrage. Cependant, les unités P-20 et P-21 en amont devraient connaître une tendance au recul avec dans les deux cas une valeur de -22 m d'ici 2060 (Figure 103). L'unité P-19 immédiatement en aval, devrait connaître une stabilité relative (- 2 m) alors que l'unité P-18 devrait connaître une accumulation de 21 m. Cependant, les segments P-16 et P-17 devraient être affectés davantage par les vagues de tempête en raison de la diminution du couvert de glace et devraient donc reculer respectivement de 17 et 15 m si la tendance se maintient d'ici 2060 (Figure 100).

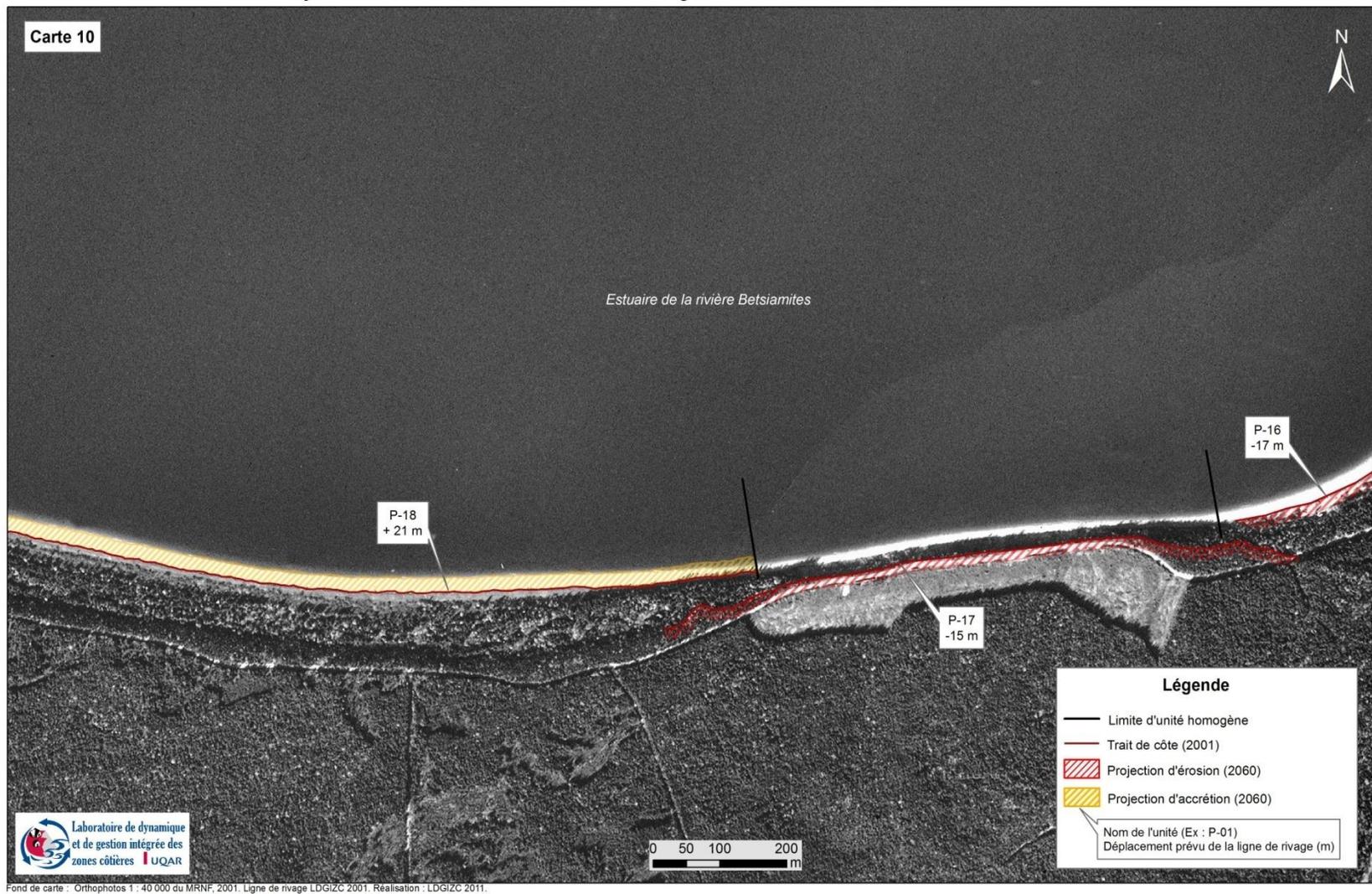


Figure 100. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-16, P-17 et P18

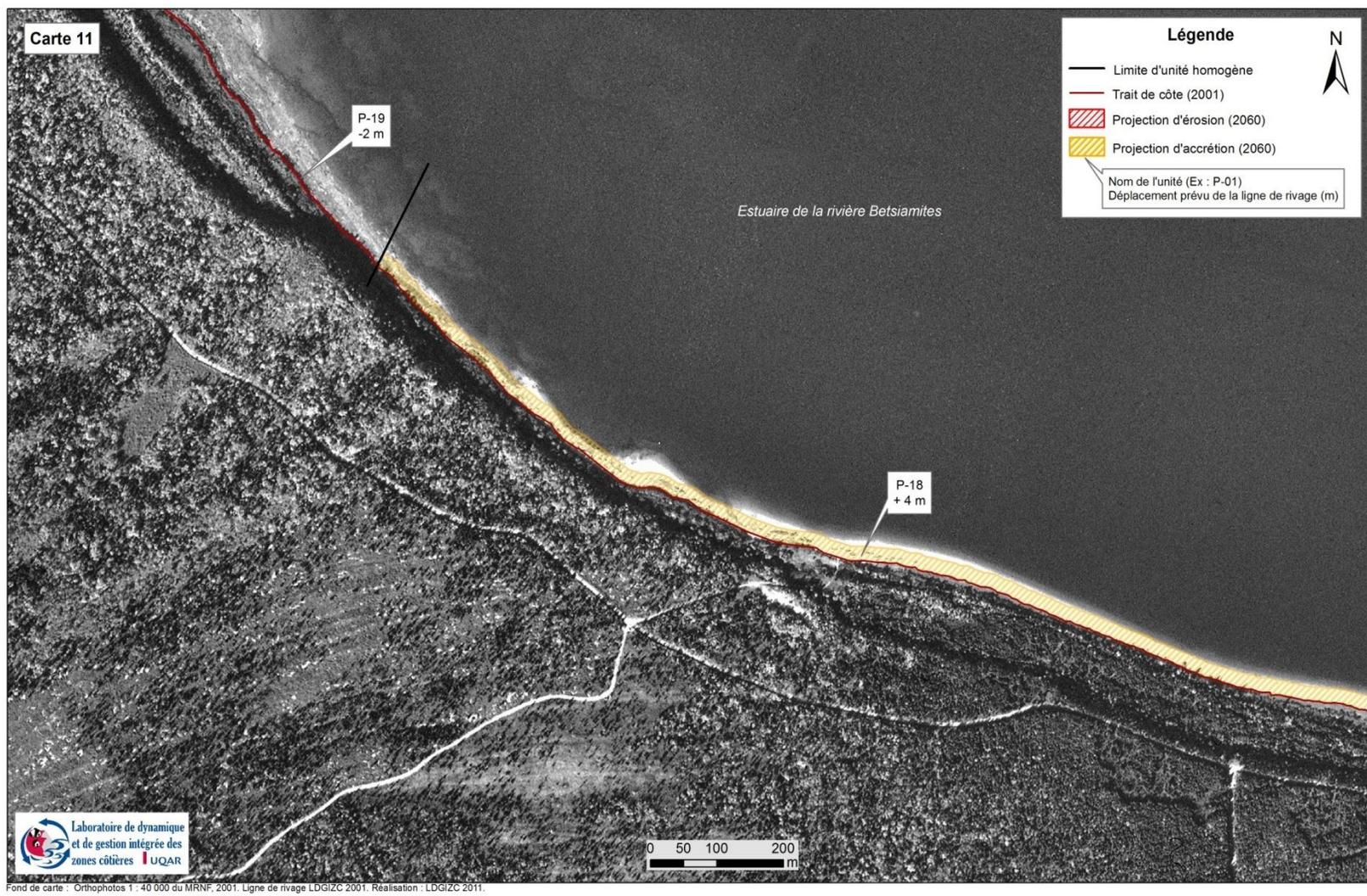


Figure 101. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-18 et P-19

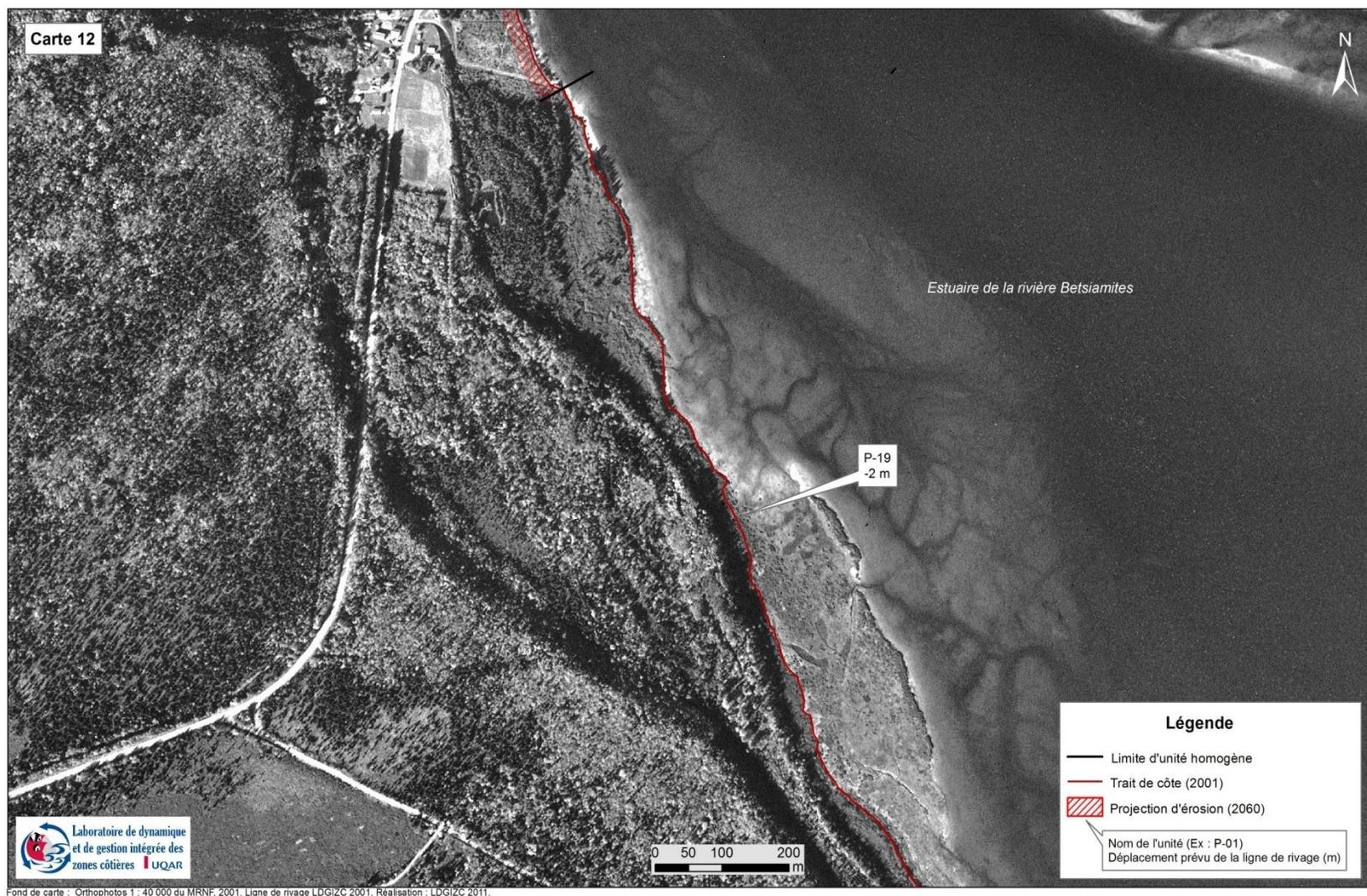


Figure 102. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2001 et 2060, unités homogènes P-19

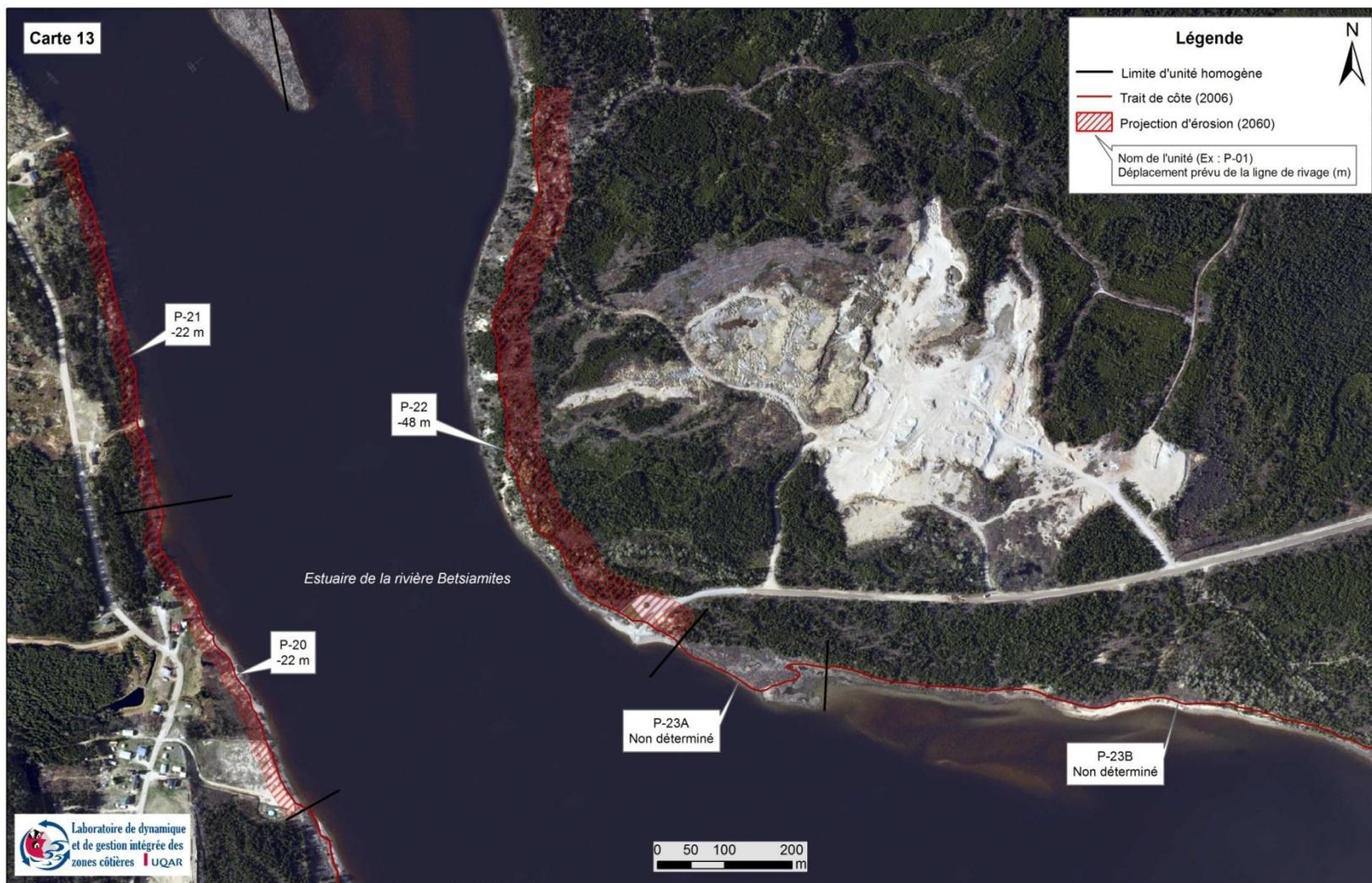


Figure 103. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-20, P-21, P-22 et P-23

6.2.4 Secteur D (Rive nord de la l'estuaire de la rivière Betsiamites)

6.2.4.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

Le secteur D est localisé sur la rive nord de l'estuaire de la rivière Betsiamites et est composé de 4 unités homogènes (P-22 à P-25). Ce secteur est constitué de deux segments de falaises meubles séparés par une terrasse de plage et d'un marais maritime protégé partiellement par une flèche littorale.

La falaise meuble qui borde la rivière Betsiamites (P-22 et P-24) est principalement influencée par des processus hydrogéologiques qui favorisent le déclenchement de glissements de terrain et de ravins de suffosion. La base silteuse de la falaise, lorsqu'elle est dénudée de végétation, est aussi affectée par les processus cryogéniques, notamment les coulées boueuses et la gélifraction. Les périodes chaudes avec de fortes précipitations sont donc propices au recul de cette falaise. La période de 1979 à 1987 a enregistré les valeurs de recul les plus élevées. La période récente a aussi été active. Ces périodes sont caractérisées par des températures plus chaudes que la normale, particulièrement en hiver, un nombre important de redoux hivernaux par rapport à la moyenne, des précipitations de pluies annuelles et hivernales nettement au-dessus de la normale et le plus grand nombre d'événements de pluies de 30 mm et plus en moins de 24 heures. Dans le contexte des changements climatiques, cette falaise devrait être plus sensible aux processus d'érosion. Par conséquent, la projection pour 2060 du recul pour les unités P-22 et P-24 devrait atteindre respectivement 48 m et 18 m (Figure 103 et Figure 104).

L'unité P-23C est caractérisée par une terrasse de plage. Tout comme pour les terrasses de la rive sud, le recul le plus intense s'est produit dans la période de 1987 à 1996 (-0,50 m/an). Ce segment est influencé par le régime hydrologique de la rivière, notamment les variations du niveau d'eau de la rivière ainsi que son débit. Il est donc difficile de prédire l'évolution future de ce segment en raison de nombreuses incertitudes, notamment la gestion du barrage et le contrôle du débit. Si la tendance historique se maintient, la terrasse devrait être plutôt stable (5 m) alors que si les conditions de 1987 à 1996 se reproduisent et que le milieu devient plus exposé aux vagues de tempête, le recul pourrait atteindre 27 m d'ici 2060 (Figure 104).

L'unité P-25A est composée d'une côte à marais maritime ainsi qu'une partie de la flèche littorale située dans la zone urbanisée de Pessamit. Contrairement aux autres unités du secteur, celle-ci a surtout reculé dans la séquence 1996-2005. Cette période est caractérisée par des moyennes de températures qui se situent en deuxième rang en importance après 2006-2010. De plus, l'époque 1996-2005 a connu un nombre élevé de tempêtes avec des vents de plus de 50 km/h (67) dont 26 sont survenues en hiver lorsque la couverture de glace était faible. Ces conditions sont favorables à l'érosion d'un marais et d'une flèche littorale. Lorsque les températures sont plus chaudes que la normale durant l'hiver, le couvert de glace a du mal à se construire et la glace demeure mobile. Ces types de glace peuvent facilement former des radeaux de glace et arracher des morceaux du marais créant ainsi son érosion. Le marais a possiblement évolué aussi en raison des pluies qui affichent des résultats à la hausse, en

comptant celles d'hiver. Les pluies diluviennes peuvent avoir également joué dans le recul du marais maritime vu que les chenaux et les ruisseaux sont nombreux à l'intérieur du marais. Le ruissellement en surface peut aussi avoir une influence sur l'évolution du marais. Avec la réduction du couvert de glace prévue dans un contexte de changements climatiques, l'érosion du marais devrait se maintenir et atteindre un recul de près de 29 m entre 2005 et 2060 (Figure 104Figure 103).



Figure 104. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-23C, P-24, P-25A et P-26

6.2.5 Secteur E (Pessamit urbanisée/Papinachois)

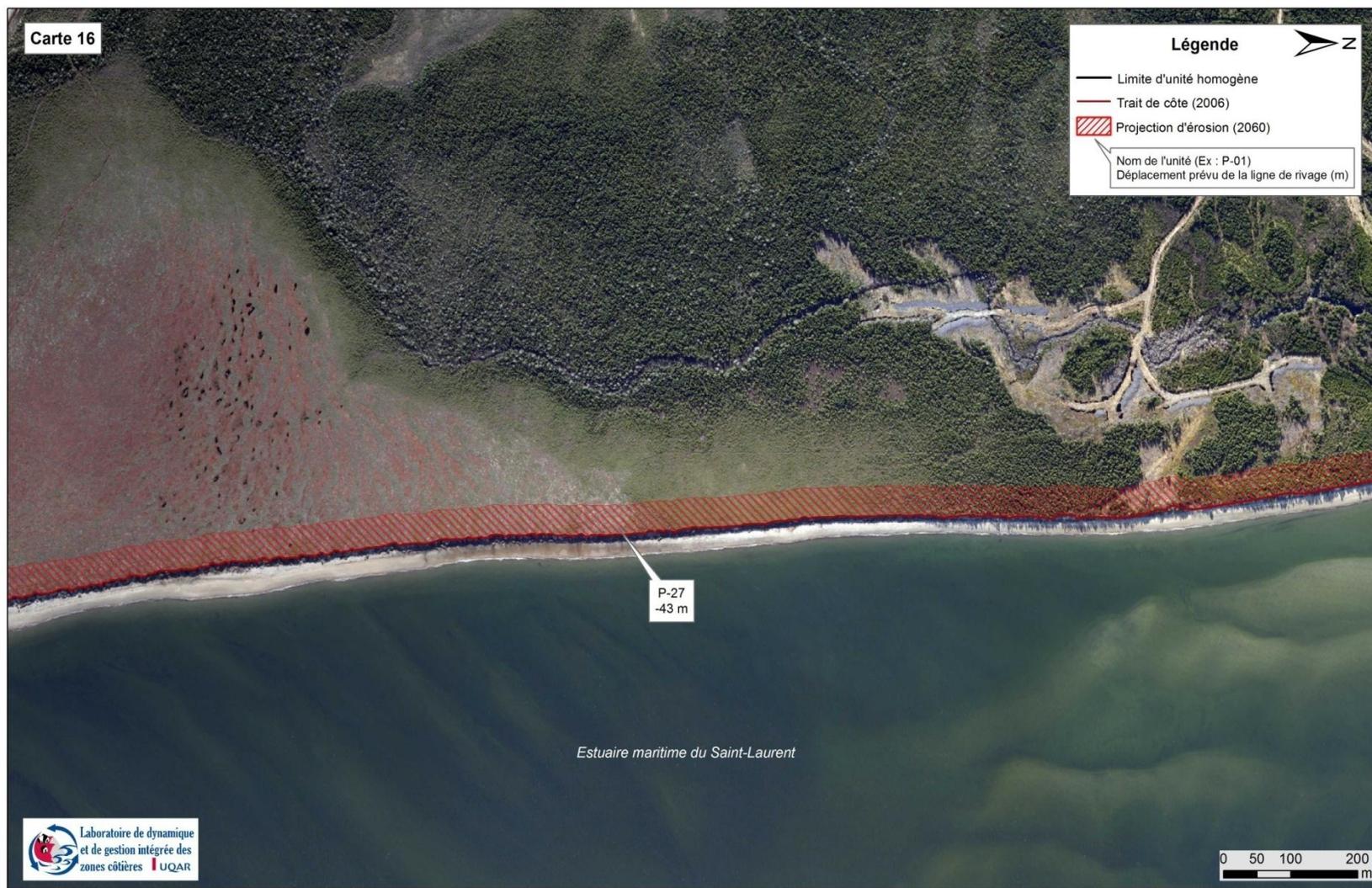
6.2.5.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

Le secteur E représente la zone urbanisée de Pessamit et s'étend jusqu'à Papinachois. Il comprend 3 unités (P-26 à P-29). Ce secteur est caractérisé par une flèche littorale et une falaise meuble. Peu importe le type de côte, la période récente (1996-2006) a été de loin la période avec les taux de recul les plus élevés. La flèche littorale de la zone urbanisée faisant face à l'estuaire maritime du Saint-Laurent (P-26) a connu un taux de recul de -0,42 m/an au cours de cette période alors qu'elle était en accumulation de 1950 à 1996. Ce recul s'explique par le nombre de jours de tempête assez élevé de 1996 à 2006, mais aussi par le nombre de jours de tempêtes élevé survenu seulement dans la saison hivernale (26). La flèche littorale est directement exposée à ces types de tempêtes. La couverture de glace fut très faible au cours de ces années, les tempêtes hivernales ont pu avoir un impact important sur la côte. Les falaises meubles (P-27 et P-28), en plus d'être sensibles aux vagues de tempête, sont sensibles aux processus hydrogéologiques qui engendrent de la suffosion et des décrochements superficiels. La période récente a enregistré le plus grand nombre d'événements de pluies diluviennes de plus de 50 mm en 24 heures. Les segments à base silteuse sont aussi influencés par les processus cryogéniques, d'autant plus qu'ils font face au sud-est. Comme la période récente a été caractérisée par des températures hivernales particulièrement chaudes, les variations thermiques survenues pendant les saisons hivernales ainsi que les pluies hivernales et les redoux hivernaux qui furent plus élevés que la normale ont pu engendrer des coulées boueuses liées au dégel du matériel meuble. Dans le contexte des changements climatiques appréhendés, le réchauffement des températures et la diminution de la couverture de glace seront favorables à une accélération de l'érosion côtière sur l'ensemble du secteur E. Ainsi, selon la projection pour 2060, l'érosion pourrait atteindre -23 m pour la flèche littorale du secteur urbanisé de Pessamit (P-26) alors que le recul de la falaise des unités P-27 et P-28 pourrait atteindre respectivement -43 m et -35 m (Figure 105 à 108).



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 105. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-26 et P-27



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 106. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-27



Figure 107. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-27 et P-28



Figure 108. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-28 et P-29

6.2.6 Secteur F (Nord de Papinachois)

6.2.6.1 *Fonctionnement des systèmes côtiers et scénarios d'évolution pour 2060*

Le secteur F est formé de 6 unités homogènes (P29 à P-34), dont une falaise meuble, un tombolo, un marais maritime et une terrasse de plage.

L'unité P-29, une côte à falaise meuble, a connu son recul le plus important dans la période de 1996 à 2006, soit durant la même période que la falaise meuble du secteur E (P-27 et P-28). Les causes sont les mêmes, soit les variations thermiques importantes durant les hivers, les pluies hivernales et les pluies diluviennes favorisant les processus cryogéniques et hydrogéologiques dans la falaise. D'ailleurs, la deuxième période de forte érosion (1950-1964) est aussi une période avec des hivers chauds. Les tempêtes ont probablement eu moins d'influence ici puisque la falaise est plutôt protégée par une pointe rocheuse. Ainsi, dans un contexte de changements climatiques, la falaise devrait reculer de 18 m d'ici 2060 (Figure 109).

Les unités P-30 à P-32 font partie d'un même système de côte à tombolo, mais avec des niveaux d'exposition et des caractéristiques différentes. Ce type de côte est surtout influencé par les vagues de tempête. La côte de l'unité P-30 est plutôt protégée et présente un bilan entre 1950 et 2006 plutôt stable (-0,03 m/an). Il est donc difficile de lui attribuer une cause spécifique à l'érosion. Du côté extérieur, la falaise meuble (P-31) qui s'attache à l'îlot rocheux a connu sa période la plus intense d'érosion entre 1950 et 1964 avec un taux de -0,84 m/an. Cette période a été caractérisée par la plus grande fréquence de tempêtes, en plus d'être relativement chaude. L'unité adjacente (P-32) qui forme l'autre partie du tombolo qui s'attache à la côte a connu sa seule période d'érosion lors de la période récente (1996-2006), qui a aussi été la deuxième période en importance d'érosion pour l'unité P-31. Cette période avec une forte réduction de la couverture de glace et un grand nombre de tempêtes hivernales a été propice à l'érosion par les vagues de tempête. Dans le contexte des changements climatiques, ce système sera sensible à une exposition plus grande aux vagues de tempête en raison de la réduction de la couverture de glace. Le recul de la côte d'ici 2060 devrait être respectivement de 12 m (P-30), 45 m (P-31) et de 9 m (P-32) (Figure 109).

L'unité qui suit (P-33) est séparée de l'unité P-32 par une côte rocheuse. L'unité P-33 est un marais maritime partiellement protégée par des pointes rocheuses. Malgré sa localisation dans le fond d'une baie échanquée, le marais a subi de l'érosion dans la période la plus récente à l'étude (-0,21 m/an). La réduction de la couverture de glace associée à cette période et la plus grande mobilité des glaces qui en résulte ont été favorables à l'érosion du marais. La mobilité des glaces augmente l'arrachement de radeaux de marais qui provoque alors de nombreuses marelles. Le recul du marais estimé pour 2060 est de 11 m (Figure 109). La dernière unité (P-34) est formée d'une terrasse de plage. Son bilan entre 1950 et 2006 est plutôt stable (0,02 m/an). Cette terrasse de plage est située profondément entre deux pointes rocheuses réduisant l'apport sédimentaire, d'autant plus que les sources en sédiments sont plutôt rares dans ce secteur. L'érosion à long terme sera possiblement engendrée par l'absence d'apport en

sédiments. Il est en ce moment difficile de prévoir qu'elle sera la vitesse de recul de la ligne de rivage lorsque le milieu ne sera plus en équilibre sédimentaire. Si la tendance se maintient, le milieu devrait demeurer plutôt stable.

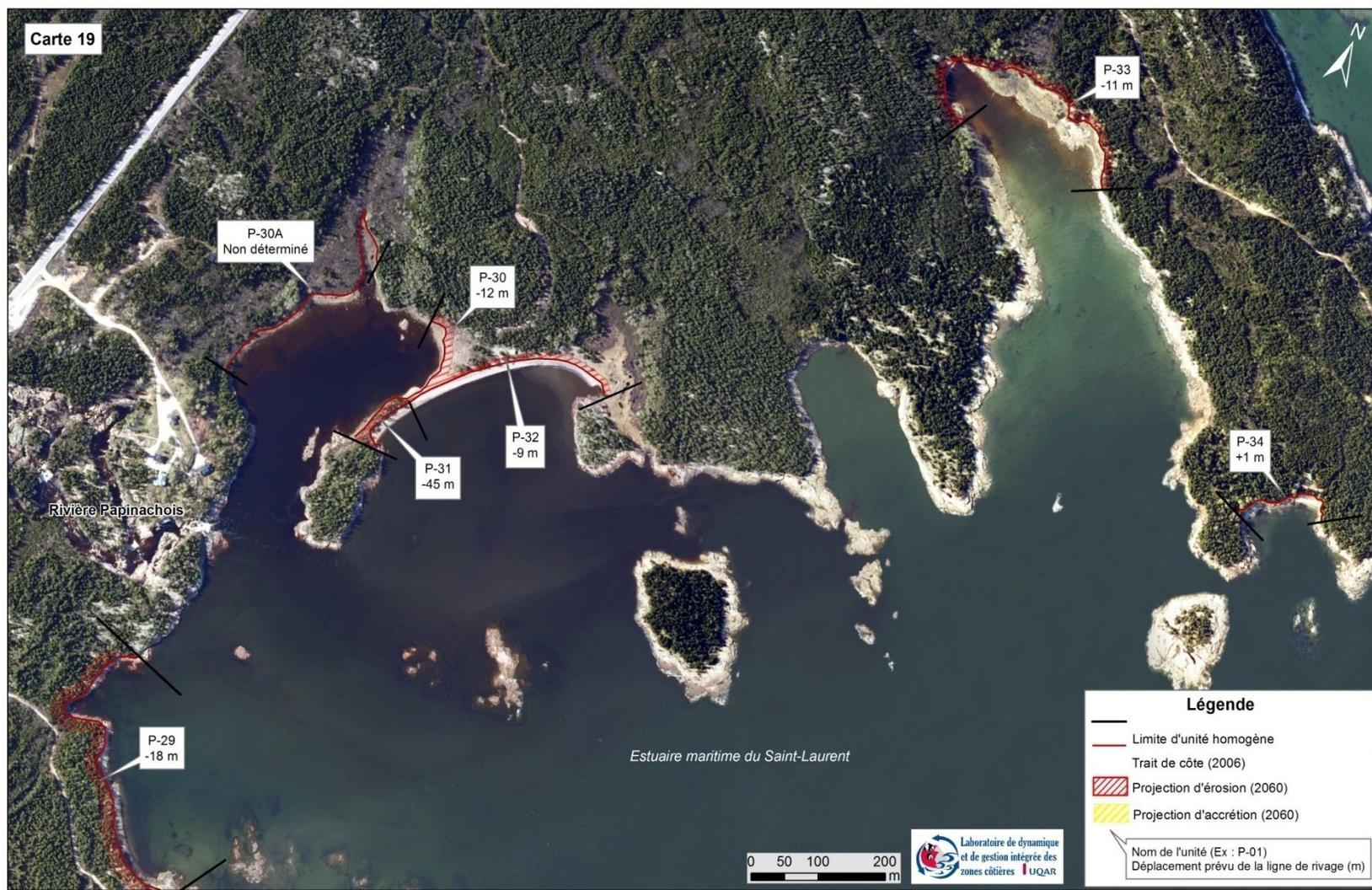


Figure 109. Projection de l'évolution côtière de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-29 à P-34

6.3 Région de la pointe Paradis

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

La région de la pointe Paradis est composée de deux unités homogènes, soit une unité caractérisée en falaise meuble (PAR-01) et une autre en terrasse de plage (PAR-02). La falaise meuble (PAR-01) est principalement influencée par les processus hydrogéologiques et dans une moindre mesure par les processus cryogéniques. Elle a connu son recul le plus important entre 1979 et 1987 avec un taux moyen de $-0,53$ m/an. À cette période, les précipitations totales, de pluies et de pluies hivernales furent au-dessus des normales. Ces conditions ont été propices aux décrochements superficiels et à la suffosion. Cette période a aussi été caractérisée de températures plus chaudes que la normale. Les hivers ont donc également connus des températures élevées ce qui a pu provoquer des coulées boueuses liées au dégel des sédiments fins dans la falaise. L'évolution de la falaise est aussi influencée par le transit sédimentaire qui a entraîné pour certaines périodes la formation de terrasses de plage au pied de la falaise, notamment entre 1992 et 2000 (Bernatchez, 2003). Celles-ci ont pour effet de réduire la vitesse de recul de la falaise. Récemment, le déficit sédimentaire de cette région a eu pour effet d'éroder les terrasses de plage et de réactiver la falaise. Si la tendance se maintient, le recul projeté de la falaise pour 2060 sera de 28 m (Figure 110).

Pour ce qui est de la terrasse de plage (PAR-02), la séquence 1996-2005 a été de loin la période la plus intense en érosion avec un taux de recul moyen de $-1,36$ m/an. Durant cette période, la réduction du couvert de glace a exposé la côte aux vagues de tempête. Le nombre de jours de tempête s'élevait à 67 jours dont 26 se sont passés en hiver. Cette unité devrait reculer de près de 75 m d'ici 2060 (Figure 110). En fait, un segment de la terrasse de plage localisée au pied de la falaise devrait disparaître d'ici 2060 et ensuite la falaise meuble se réactivera. La vitesse à laquelle la falaise meuble s'érodera est difficilement estimable, mais on peut croire qu'elle aura un taux d'érosion similaire à la falaise meuble adjacente.



Sources : Imagerie satellitaire DIGITALGLOBE, 2005. Système de référence spatiale et projection : NAD 1983, MTM 6. Trait de côte LDGIZC 2005. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 110. Projection de l'évolution côtière de la région de la pointe Paradis entre 2005 et 2060, unités homogènes PAR-01 et PAR-02

7 Vulnérabilité aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

7.1 Méthodologie

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

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

où 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 (2006). Cet inventaire a été complété en 2010, sur le terrain, grâce à l'enquête auprès de la population et des gestionnaires de la communauté. Toutefois, l'évaluation de la vulnérabilité ne tient pas compte des changements futurs du cadre bâti et des activités pratiquées. Enfin, mentionnons que la présence de structures de protection réduit généralement l'exposition à l'érosion et donc la vulnérabilité.

7.1.1 Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures

L'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures tient compte du cadre bâti et des voies de communication. Grâce à un système d'information géographique, tous les éléments compris dans les périmètres affectés par l'érosion future ont été répertoriés en tranche de 5, 10, 20, 30, 40 et 50 ans. Le décompte de ces éléments, leur localisation et leur typologie proviennent des données présentées au tableau 30. Le niveau de vulnérabilité a été considéré en fonction de l'horizon de temps auquel l'infrastructure sera vulnérable et est illustré par un gradient de couleur présenté au tableau 31. De plus, certains bâtiments secondaires de la rue Tausut ayant été submergés lors de l'évènement du 6 décembre 2010 ont été identifiés d'un contour et d'un point rouge.

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

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

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

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

7.1.2 Évaluation de la vulnérabilité des activités

L'inventaire des activités et l'identification des territoires où elles se pratiquent sont issus de l'enquête réalisée auprès des résidents et des gestionnaires de la communauté (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 32, un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé a été accordé aux activités qui sont ou seront menacées, soit d'être fortement altérées ou de disparaître en raison de leur faible résilience aux changements environnementaux. Déjà certains sites d'activités ont été abandonnés en raison des changements environnementaux. Les activités qui seront affectées, mais qui se maintiendront en raison d'une bonne résilience ont été caractérisées par un niveau de vulnérabilité modéré. Enfin, un niveau de vulnérabilité nul à très faible a été accordé aux activités qui ne seront pas affectées par les changements environnementaux ou que très rarement par des événements épisodiques. Le code de couleur utilisé pour illustrer le niveau de vulnérabilité est présenté au tableau 32. L'évaluation de la vulnérabilité des aires d'activités a été réalisée en fonction des projections d'évolution côtière. Le code de couleur utilisé pour illustrer le niveau de vulnérabilité est le même que pour les infrastructures (Tableau 31).

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

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

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

7.2.1 Vulnérabilité des infrastructures ponctuelles

Le tableau 33 présente les infrastructures ponctuelles vulnérables à l'érosion côtière, par type d'infrastructure et par niveau de vulnérabilité. Les infrastructures de Pessamit sont généralement localisées assez loin du littoral et des berges, de sorte que seulement une des 34 infrastructures vulnérables à l'érosion d'ici 2060 le sera avant 2015 (Figure 115). On remarque que 56 % des infrastructures présentent un niveau de vulnérabilité faible à très faible. Ce constat offre la possibilité d'agir en prévention et permet une meilleure capacité d'adaptation. Il est intéressant de remarquer que 33 % des infrastructures menacées par l'érosion côtière sont des résidences principales situées sur la rue Laletaut (Figure 115). Si la tendance se maintient et qu'aucune mesure d'adaptation n'est mise en place, 9 des 11 résidences principales vulnérables le seront entre 2030 et 2040. Un total de 17 bâtiments secondaires sera également vulnérable à l'érosion côtière. Cependant, 71 % de ces bâtiments le seront à partir de 2050. Dès 2030, un premier bâtiment secondaire situé sur la rue Tausut deviendra vulnérable à l'érosion alors que quatre autres le seront plus tard en 2040 (Figure 115). Parmi les autres infrastructures ponctuelles, quatre chalets localisés près de l'embouchure de la rivière de Papinachois seront vulnérables entre 2030 et 2060 (Figure 114). La croix située sur la rue Laletaut, qui est caractérisée comme une infrastructure patrimoniale, sera vulnérable à partir de 2020. Chaque année, les pèlerins marchent à la fête de Sainte-Anne-de-Beaupré et se réunissent près de la croix. Un site de mise à l'eau, qui est situé dans l'estuaire de la rivière Betsiamites et qui est caractérisé comme un site traditionnel, est déjà menacé par l'érosion côtière et le sera encore plus d'ici 2015. Les deux bâtiments de la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites (SRSRB) sont également menacés par l'érosion, mais en raison de la dynamique fluviale principalement. Ces bâtiments n'ont donc pas été comptabilisés dans le tableau 33 puisque ce dernier porte uniquement sur les infrastructures vulnérables à l'érosion côtière.

Certaines infrastructures ne sont pas vulnérables à l'érosion, mais aux inondations ou à la submersion. Même si aucune projection des aléas inondation et submersion n'a été réalisée, grâce aux données scientifiques et aux informations récoltées lors de l'enquête, on peut tout de même affirmer que les bâtiments du centre de villégiature de Papinachois sont vulnérables à l'inondation par la rivière Papinachois en cas de crue extrême et que certains bâtiments de la rue Tausut sont vulnérables aux événements de submersion (Figure 120 et Figure 121). Deux chalets à l'ouest des bassins d'épuration ont été évalués à un niveau de vulnérabilité très élevé puisqu'ils ont été submergés lors de la tempête du 6 décembre 2010.

Tableau 33. Type d'infrastructures ponctuelles selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2006-2015 Très élevé	2015-2020 Élevé	2020-2030 Modéré à élevé	2030-2040 Modéré	2040-2050 Faible	2050-2060 Très faible	Total
Type d'infrastructures							
Résidence principale			1	9	1		11
Cabanon/garage				1	4	12	17
Chalet				3	1	1	5
Infrastructure patrimoniale (croix)			1				1
Infrastructure récréative (Escalier, accès au littoral)							
Site traditionnel (mise à l'eau)	1						1
Total	1		2	12	6	13	34

7.2.2 Vulnérabilité des infrastructures linéaires

Le tableau 34 présente les infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion côtière, par type d'infrastructure linéaire et par niveau de vulnérabilité. Sur un total de 2 853 m d'infrastructures linéaires vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 20 % présente un niveau de vulnérabilité très élevé à élevé (2006 à 2020) et 38 % présente un niveau de vulnérabilité faible à très faible (2040 à 2060). Les principales infrastructures linéaires qui seront vulnérables à l'érosion sont des voies de communication, soit 2 356 m linéaires ou 83 % de l'ensemble des infrastructures linéaires. De ce nombre, 15 % seront vulnérables à l'érosion d'ici 2020. Les voies de communication comprennent une partie de la route nationale (route 138), des routes locales pavées et non pavées comprises dans la réserve de Pessamit, des chemins non pavés, une entrée d'accès aux chalets et des sentiers de VTT qui servent de voie de communication (Figure 120 à Figure 122). La route 138 sera dès 2015 vulnérable à l'érosion sur 14 m dans le secteur de la baie des Îlets Jérémie (Figure 116). Cinq ans plus tard, c'est 74 m de la route 138 qui seront vulnérables à l'érosion. Les sentiers de VTT seront les premiers à être les plus vulnérables à l'érosion, et ce sur 194 m. Ces sentiers sont principalement situés en continuité de la rue Tausut et à l'ouest de la station d'épuration et représentent un niveau de vulnérabilité très élevé (Figure 115). À partir de 2020, l'infrastructure qui sera la plus vulnérable sera la rue pavée Laletaut sur 213 m (Figure 121) si l'entretien de l'enrochement ne se poursuit pas régulièrement lorsqu'il se fait endommager par l'érosion côtière. Des parties de routes non pavées locales seront aussi vulnérables à partir de 2020 sur 203 m. Au même moment, les sentiers récréatifs seront également vulnérables sur 118 m. La plus grande partie de la route locale non pavée

commencera à être vulnérable dans l'horizon de temps suivant, soit entre 2030 et 2040. Ensuite, la route 138 sera de plus en plus vulnérable à l'érosion. D'ailleurs, 306 m deviendront vulnérables entre 2040 et 2050 et 314 m le seront entre 2050 et 2060. C'est alors que 772 m de la route 138 seront vulnérables entre 2006 et 2060.

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

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2006-2015 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							
Voie de communication	230	122	548	447	496	513	2 356
Route nationale (route 138)	14	13	74	51	306	314	772
Route pavée (locale)		71	213				284
Route non pavée (locale)	8	5	203	303	95	41	655
Chemin non pavé	14	9	28	68	52	43	214
Chemin d'accès (entrée pour les chalets)						59	59
Sentier de VTT	194	24	30	25	43	56	372
Sentier récréatif	139	75	118	24	16	15	387
Chemin d'accès au littoral et halte routière	2	2	31	26	45	4	110
Total (m)	371	199	697	497	557	532	2 853

7.2.3 Vulnérabilité des activités

Le tableau 35 et la figure 111 détaillent les aires et les types d'activité selon leur niveau de vulnérabilité à l'érosion côtière. Sur une superficie totale de 77 051 m² de territoire utilisé pour des activités qui seront vulnérables à l'érosion d'ici 2060, 27 % le sera entre aujourd'hui et 2020 et présente donc un niveau de vulnérabilité de très élevé à élevé. Près de 37 % du territoire présente un niveau de vulnérabilité de faible à très faible. Les activités vulnérables à l'érosion et dont l'impact se fait sentir directement sur l'aire de pratique sont principalement la cueillette de petits fruits (fraises des champs et chicoutai), les sites de campement et les lieux de rassemblement. Leur niveau de vulnérabilité est très élevé puisqu'ils sont vulnérables dès maintenant. Sur une superficie totale de 13 966 m² vulnérables d'ici 2015, 89 % du territoire est utilisé pour la cueillette de petits fruits. Ces endroits sont situés dans les tourbières qui subissent de l'érosion par des glissements superficiels et de terrain ainsi que de l'érosion par le sapement des vagues au bas des falaises. Les aires d'activités 3 (tourbière de Pessamit) et 5

(tourbière de la pointe Paradis) sont les plus touchées. Cependant, malgré une perte de territoire de 54 426 m² pour le site de la pointe Paradis, il sera possible de poursuivre les activités de cueillette de petits fruits en raison de la superficie importante de la tourbière, d'où un niveau de vulnérabilité modéré. Ensuite, la marche, le VTT et la détente sur la plage sont aussi des activités vulnérables à l'érosion côtière. Le secteur au nord de la zone urbanisée de Pessamit représente un secteur relativement dangereux puisque les glissements de terrain qui surviennent dans la falaise empêchent certaines personnes de pratiquer ces activités (Figure 120). De plus, comme l'ont constaté plusieurs répondants lors de l'enquête, l'érosion de la plage entraîne une modification de sa texture sédimentaire, réduit sa largeur et augmente son temps d'inondation par les marées. Ce phénomène sera exacerbé dans le contexte de la hausse du niveau marin relatif, ce qui augmentera le niveau de vulnérabilité des activités pratiquées sur la plage, notamment la détente sur la plage. Le canot, la chasse aux oiseaux migrateurs, la cueillette de myes, la pêche sur la glace, la chasse aux phoques et la motoneige sont évalués comme des activités vulnérables aux changements environnementaux, tels que l'ensablement, le déplacement des bancs sableux et la diminution de la glace. Les changements morphosédimentaires dans l'estuaire et la zone intertidale modifient certains habitats, notamment l'habitat de la mye, et perturbent les déplacements en canot. La réduction de la couverture de glace de mer et en rivière observée par une majorité de répondants affecte déjà plusieurs activités. La réduction appréhendée du couvert de glace entraînera des modifications importantes et la disparition d'activités hivernales pratiquées par la communauté innue. Ces activités ont donc un niveau de vulnérabilité modéré (canot, chasse aux oiseaux, cueillette de myes) à très élevé (chasse aux phoques, motoneige, pêche sur la glace). Le quai et la rampe de mise à l'eau situés à l'ouest de la zone urbanisée sont déjà vulnérables (niveau très élevé de vulnérabilité). Le tuyau de trop-plein de la station d'épuration sera vulnérable à partir de 2015 (niveau de vulnérabilité élevé). Dans la partie urbanisée de Pessamit, l'entrepôt du conseil de bande et le garage près de la rue Tausut ont un niveau de vulnérabilité modéré et sont vulnérables particulièrement à la submersion côtière et non à l'érosion côtière. Les activités hivernales, comme le patin sur la glace, le hockey et la glissade sur la neige, ne peuvent plus être pratiquées en raison de la diminution de la glace et la couverture de neige. Les activités qui furent cessées ont été évaluées à un niveau très élevé de vulnérabilité puisque soit l'érosion, la submersion ou d'autres changements environnements ont contribué à la disparition de l'activité.

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

Niveau de vulnérabilité selon l'horizon de temps	2006-2015	2015-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050	2050-2060	Total (m ²)
	Très élevé (m ²)	Élevé (m ²)	Modéré à élevé (m ²)	Modéré (m ²)	Faible (m ²)	Très faible (m ²)	

Aire d'activités	Types d'activités							
1	Cueillette de petits fruits						199	199
2	Lieu de rassemblement campement	1 490	628	1 251	1 245	1 258	1 264	7 137
3	Cueillette de petits fruits	2 560	1 419	2 824	2 812	2 803	2 790	15 208
4	Campement			8	19	25	30	81
5*	Cueillette de petits fruits	9 916	4 953	9 901	9 889	9 886	9 879	54 426
Aire totale affectée projetée		13 966	7001	13 984	13 965	13 972	14 162	77 051

* Aire d'activité située sur la péninsule Manicouagan, la pointe Paradis (Figure 113)

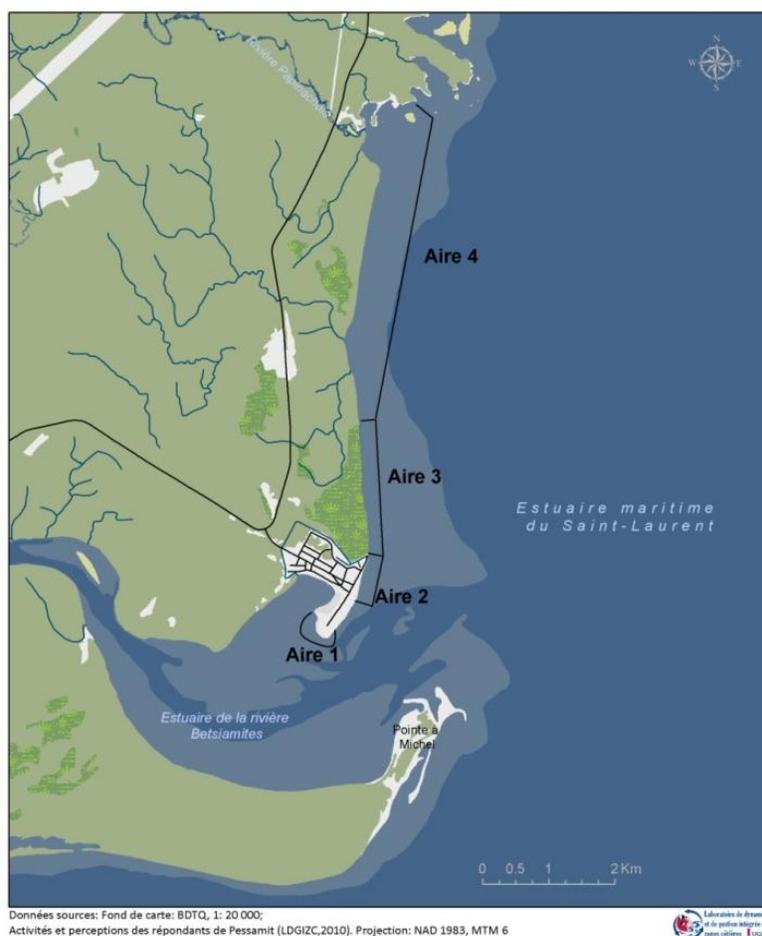


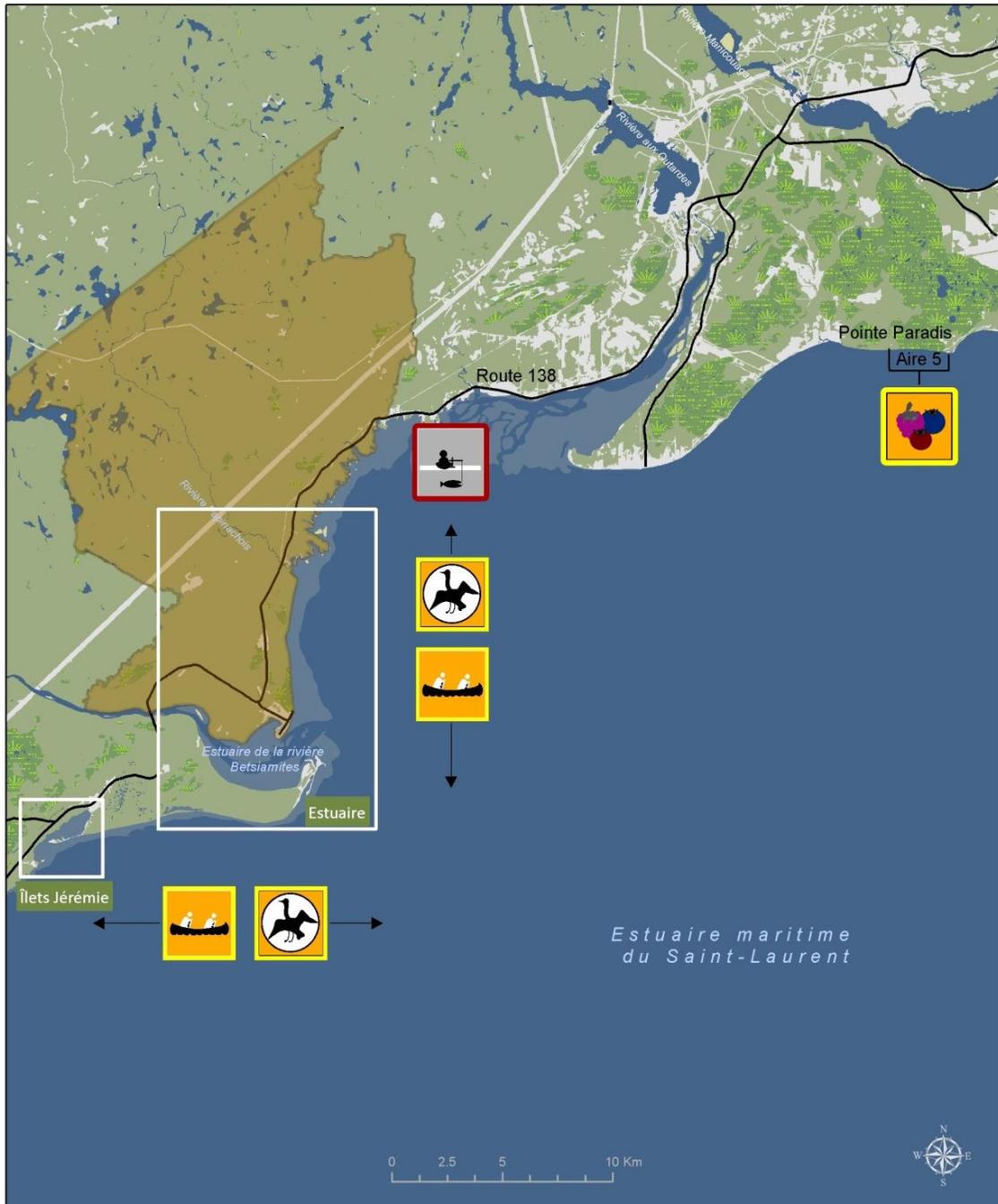
Figure 111. Localisation des aires d'activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

Légende des infrastructures et activités vulnérables aux aléas côtiers

Activités affectées par les aléas côtiers et les changements environnementaux	Niveau de vulnérabilité des activités (contour uniquement)	Type de propriété affectée
Accès au littoral	Très élevé	Résidence
Baignade, détente et pique-nique	Élevé	Bâtiment secondaire
Campement	Modéré +	Bâtiment secondaire ayant été submergé
Chasse aux oiseaux migrateurs	Modéré +	Chalet
Chasse aux phoques	Modéré	Niveau de vulnérabilité des propriétés
Cueillette de petits fruits	Faible	Très élevé
Cueillette de plantes médicinales	Très faible	Élevé
Cueillette de mye	Nul	Modéré +
Déplacement en bateau	Nul	Modéré
Déplacement en motoneige	État des activités (Trame de fond)	Faible
Jeux d'hiver	Activité non affectée présentement	Très faible
Marche	Activité affectée	Type d'infrastructure linéaire affectée
Pêche	Activité cessée	Route nationale
Pêche sur la glace	Données topographiques	Route non pavée
Rampe de mise à l'eau	Réseau routier	Chemin non pavé
Services publics	Cours d'eau	Sentier de vtt
Site de rassemblement	Bâtiments	chemin d'accès
Site patrimonial	Limites administratives de la réserve	Niveau de vulnérabilité des infrastructures linéaires
Véhicule tout-terrain	Végétation	Très élevé
	Milieux humides	Élevé
	Étendue d'eau	Modéré +
	Dépôts alluviaux	Modéré
	Île	Faible
		Très faible

Figure 112. Légende des infrastructures et des activités vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux

(en lien avec les figures qui suivent)



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Pessamit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 113. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, échelle de l'ensemble de la zone d'étude

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



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Pessamit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 114. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux, échelle de l'estuaire de la rivière Betsiamites

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



Données sources: Fond de carte: BDTQ, 1: 20 000; Activités et perceptions des répondants de Pessamit (LDGIZC,2010). Projection: NAD 1983, MTM 6



Figure 115. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux dans la zone urbanisée de Pessamit

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

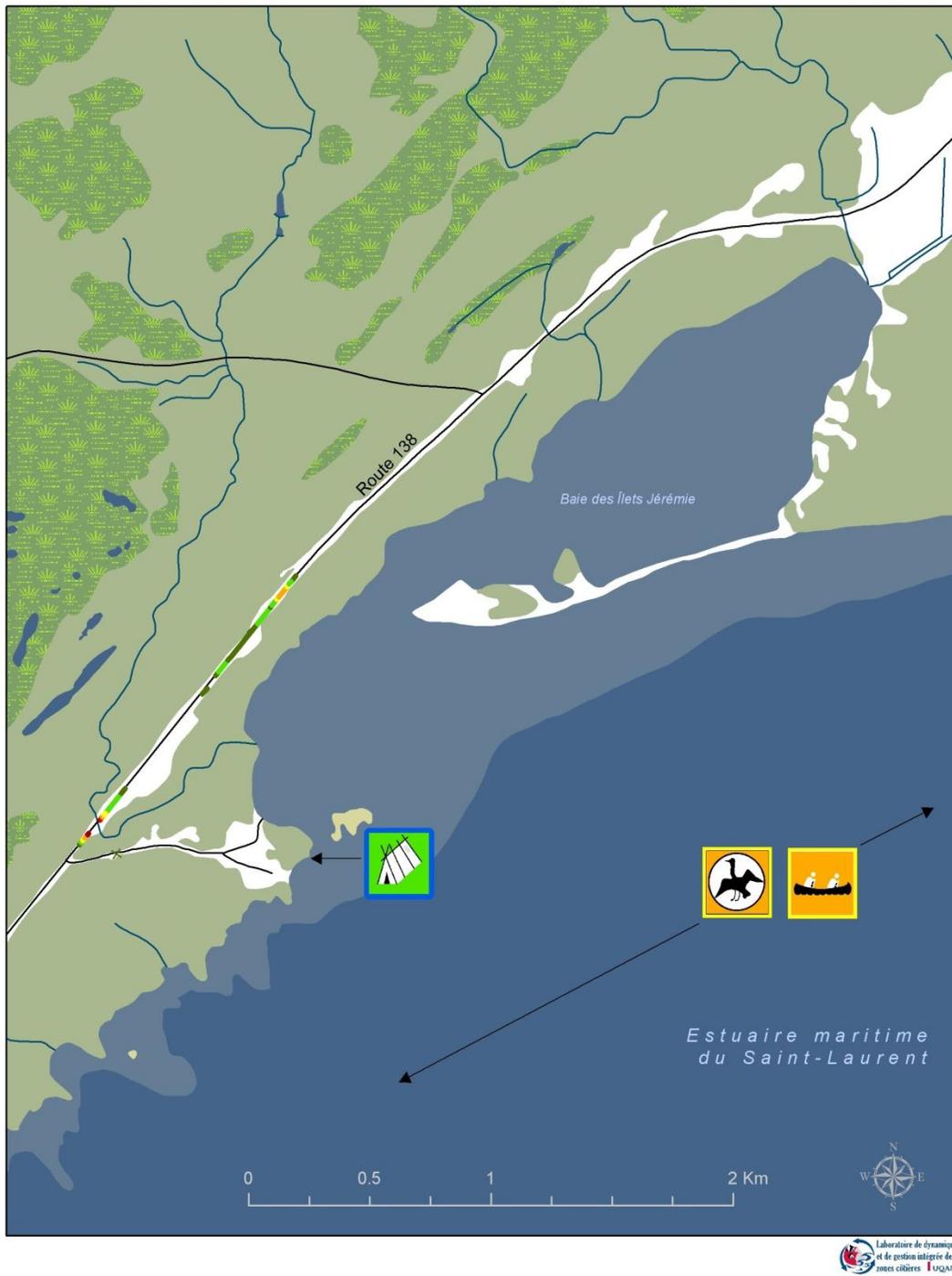


Figure 116. Localisation des activités et des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux dans le secteur de la baie des Îlets Jérémie

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

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

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

8.1 Méthodologie du 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 Pessamit. Nous recommandons d'interdire de nouvelles constructions permanentes dans ces zones afin de limiter la vulnérabilité de la communauté. La cartographie des marges de recul en érosion côtière est en partie basée sur des principes méthodologiques établis par le comité d'experts scientifiques sur l'érosion côtière coordonné par le ministère de la Sécurité civile du Québec (Bernatchez *et al.*, 2010). L'équation utilisée pour déterminer la marge de sécurité en érosion côtière est la suivante :

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

Dans le cadre de cette étude, l'horizon de temps utilisé est de 54 ans, car nous considérons l'évolution probable de la côte pour 2060 (soit 54 ans par rapport aux photographies aériennes les plus récentes utilisées pour faire la cartographie, soit 2006). Le tableau 36 indique le recul maximum mesuré selon les types de côte lors d'un événement. La valeur de ces reculs a été obtenue à partir du réseau de suivi de l'érosion côtière du laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski.

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

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

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

Source : Bernatchez *et al.*, 2010

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

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

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

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

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

Source : Bernatchez *et al.*, 2010

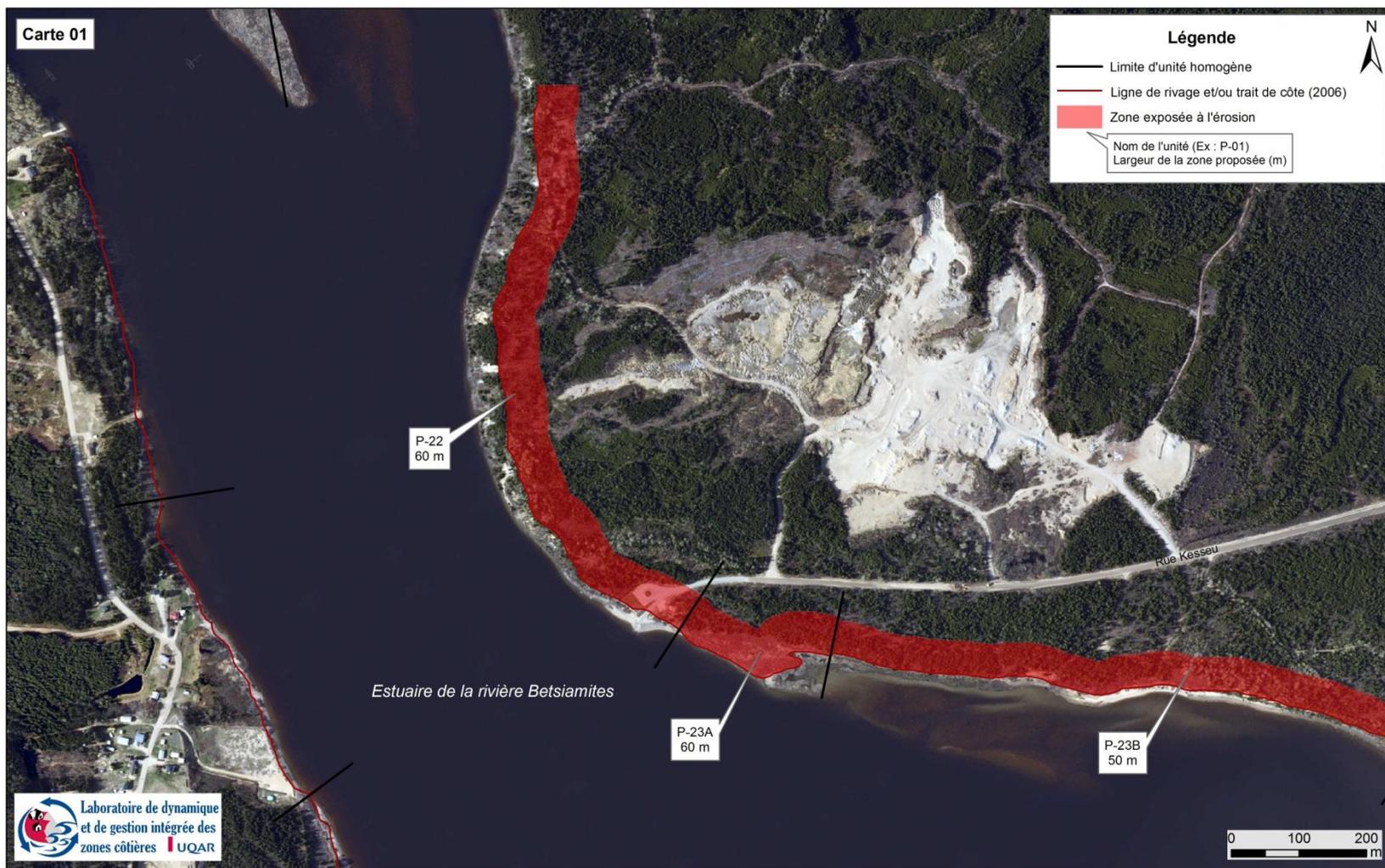
8.2 Résultats du zonage du risque d'érosion côtière

Le tableau 38 ainsi que les figures 117 à 127 présentent les marges de recul à préconiser suite à la cartographie du zonage préliminaire du risque d'érosion littorale. De manière générale, les marges de recul préconisées sont de 20 à 60 m. Sur les berges de la rivière Betsiamites, des marges de 50 à 60 m sont proposées à partir du sommet du talus. Le secteur de la halte routière et de la rampe de mise à l'eau fait partie de cette zone (Figure 117). Une marge minimale est appliquée à la falaise de l'unité P-24 (Figure 118). Une partie des bassins d'épuration est alors touchée par le zonage proposé. L'ensemble du marais est zoné inconstructible alors qu'une bande de protection de 20 m est proposée à partir de la limite supérieure du marais. La marge de recul pour l'intérieur de la flèche littorale a été définie à 23 m ce qui équivaut au scénario le plus probable. Cette marge a été choisie en raison de la dynamique côtière de l'unité. Cet endroit est à l'abri des vagues de tempête, mais peut être soumis à la submersion lors des événements extrêmes. La partie extérieure de la flèche faisant face à l'estuaire maritime est soumise à l'action des vagues plus régulièrement. C'est pourquoi nous avons opté pour une marge de recul prenant compte de la géomorphologie de la flèche littorale (Figure 119). Pour la falaise meuble au nord de la zone urbanisée de Pessamit jusqu'à la rivière Papinachois, des marges de recul de 55 m (P-27) et de 50 m (P-28 et P-29) sont proposées (Figure 119, Figure 120, Figure 121 et Figure 122). Ce zonage englobe donc une partie de la rue Laletaut et quelques résidences de la même rue (17 résidences) (Figure 119). Le tombolo, les marais maritimes, les terrasses de plage et les falaises meubles qui suivent furent tous délimités d'une marge minimale de recul de 60 m.

Aucun scénario n'a pu être déterminé pour les unités P-35 à P-48 en raison soit de la qualité des photographies aériennes ou du niveau d'incertitude de la ligne de rivage. Une marge de recul minimale de 60 m est donc proposée (Figure 123 à Figure 127).

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

Unité (type de côte)	Équation utilisée	Marge de recul à préconiser
P-22 (Falaise meuble)	$-0,89 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -59,53 \text{ m}$	60 m
P-23a (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-23b (Falaise meuble)	Aucune mesure d'évolution	50 m
P-23c (Terrasse de plage)	$-0,50 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,05 \text{ m} = -39,05 \text{ m}$	60 m
P-24 (Falaise meuble)	$-0,33 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -29,62 \text{ m}$	50 m
P-25a (Marais maritime)	$-0,53 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,50 \text{ m} = -41,12 \text{ m}$	L'ensemble du marais maritime
P-25b (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	20 m
P-26 (intérieur de la flèche)	$-0,42 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} = -22,68 \text{ m}$ (résultat de la projection)	23 m
P-26 (extérieur de la flèche littorale)	Aucune équation	Zonage adapté à la géomorphologie de la flèche littorale
P-27 (Falaise meuble)	$-0,79 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -54,13 \text{ m}$	55 m
P-28 (Falaise meuble)	$-0,64 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -46,03 \text{ m}$	50 m
P-29 (Falaise meuble)	$-0,33 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -46,29 \text{ m}$	50 m
P-30A (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-30 (Tombolo)	$-0,23 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,05 \text{ m} = -24,47 \text{ m}$	60 m
P-31 (Falaise meuble)	$-0,84 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 11,47 \text{ m} = -56,83 \text{ m}$	60 m
P-32 (Tombolo, terrasse de plage)	$-0,16 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,05 \text{ m} = -20,69 \text{ m}$	60 m
P-33 (Marais maritime)	$-0,21 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,50 \text{ m} = -23,84 \text{ m}$	60 m
P-34 (Terrasse de plage)	$0,02 \text{ m/an} \times 54 \text{ ans} + 12,05 \text{ m} = +13,13 \text{ m}$ (accumulation)	60 m
P-35 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-36 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-37 (Terrasse de plage)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-38 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-39 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-40 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-41 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-42 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-43 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-44 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-45 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-46 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-47 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m
P-48 (Marais maritime)	Aucune mesure d'évolution	60 m



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 117. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-22, P-23A et P-23B



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 118. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-23C, P24 et P-25 et P-26



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 119. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P25, P-26 et P-27



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 120. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-27



Figure 121. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-28



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 122. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-28 et P-29

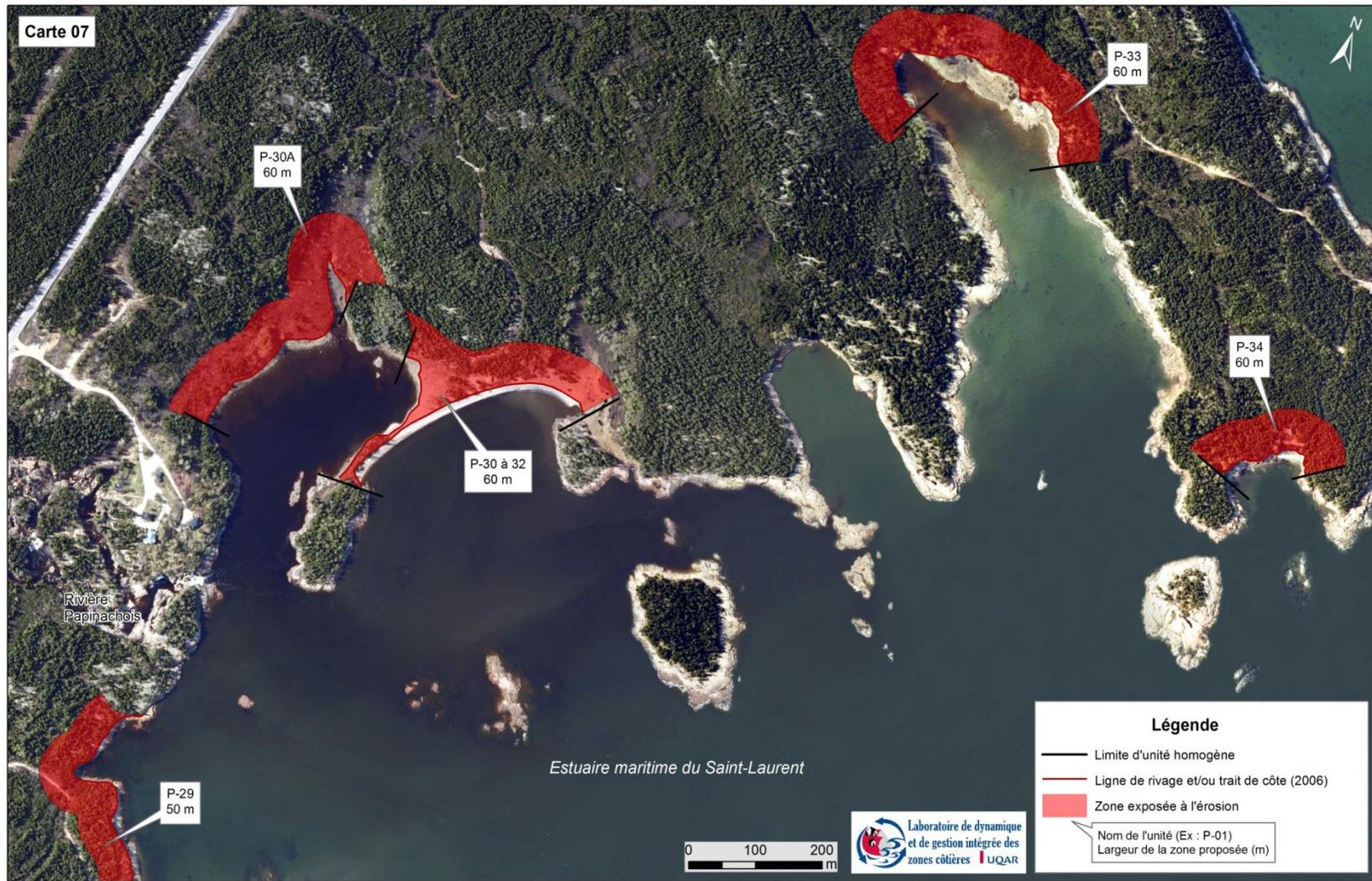


Figure 123. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-29, P-30, P-31, P-32, P-33 et P-34

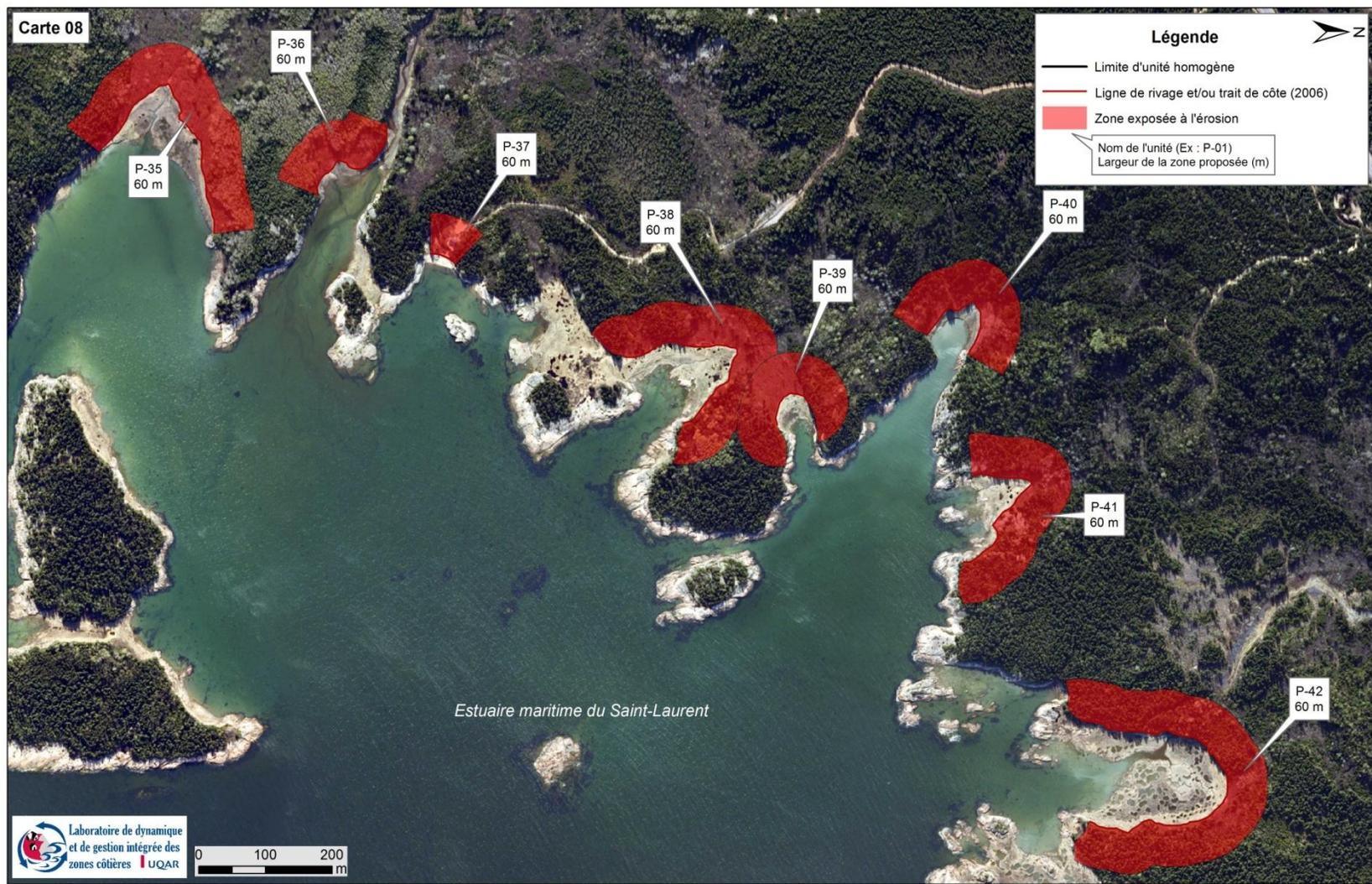


Figure 124. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-35 à P-42



Figure 125. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unités homogènes P-42 à P-45

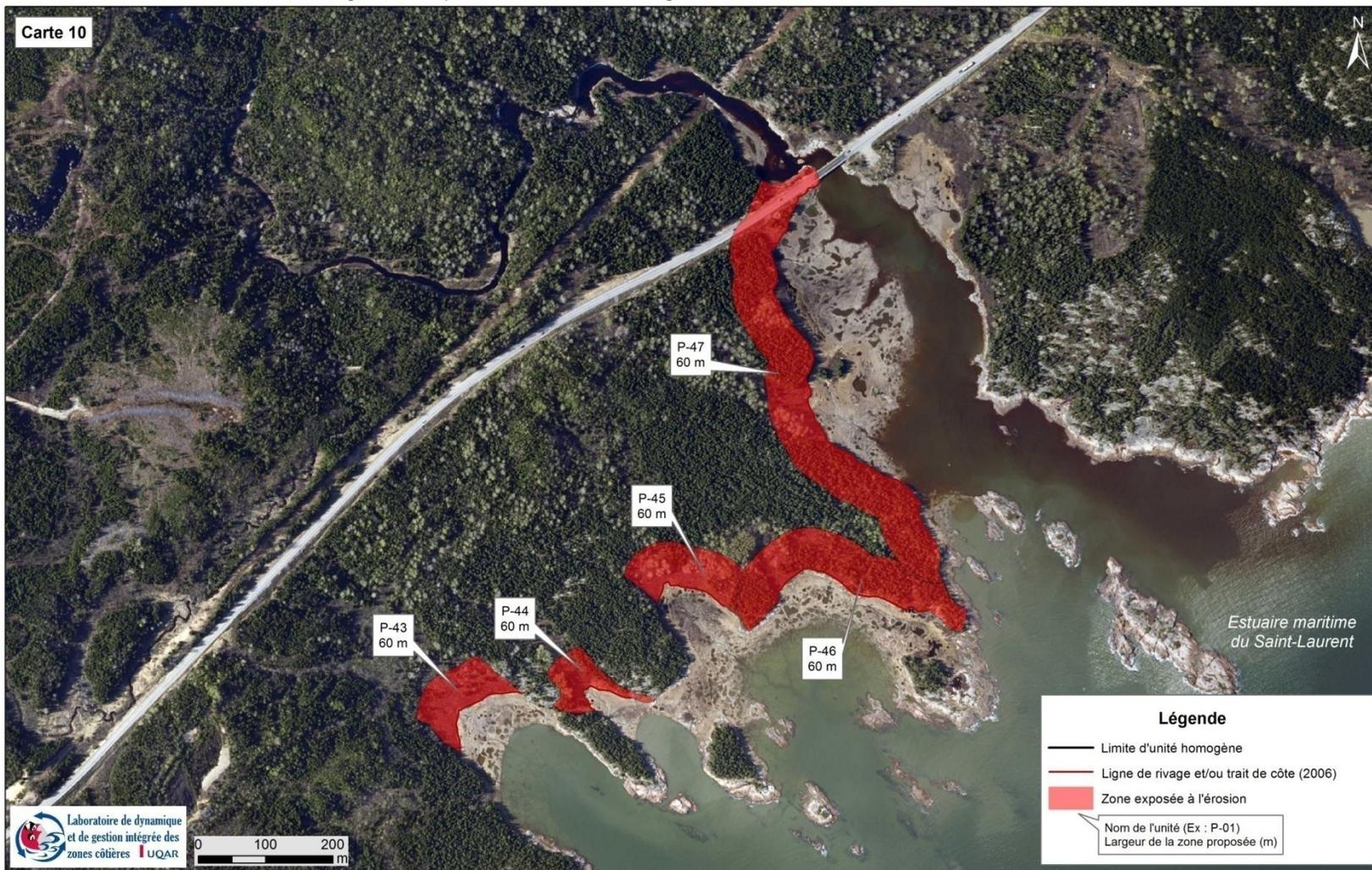


Figure 126. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-43 à P-47



Sources : Orthophoto couleur, Ressources naturelles Canada, 2006. Ligne de rivage LDGIZC 2006. Réalisation : LDGIZC 2011.

Figure 127. Zonage du risque d'érosion de la région de Pessamit entre 2006 et 2060, unité homogène P-48

8.3 Secteurs d'intervention prioritaire

À la lumière des résultats de l'analyse préliminaire du risque d'érosion littorale, trois secteurs nécessiteront une intervention à court et à moyen terme. Le premier secteur est celui de la rue Laletaut, particulièrement entre l'entrepôt du conseil de bande et l'extrémité nord de la rue. Dans ce secteur les résidences présentent généralement un niveau de vulnérabilité modéré alors que le niveau de vulnérabilité de la rue est de modéré à élevé. Un segment de la falaise en bordure de la rue est enroché. Ce secteur est localisé au niveau du point d'attache de la flèche littorale à la falaise ce qui en fait un milieu très sensible et névralgique en terme de dynamique côtière. La zone intertidale est d'ailleurs en déséquilibre sédimentaire depuis au moins 1979, probablement à la suite de la mise en place d'un canal de drainage de l'arrière-côte, déséquilibre qui semble s'être accentué à la suite de l'implantation de l'enrochement. Une analyse détaillée du régime hydrosédimentaire devrait être réalisée avant toute intervention pour identifier la meilleure solution d'adaptation et pour éviter de déplacer le problème ou de l'augmenter. Les interventions passées semblent avoir provoqué une réduction importante de la largeur de la plage. La mise en place d'une structure rigide parallèle à la côte semble donc être à proscrire. Le déficit sédimentaire de la plage augmente ainsi la sensibilité de la côte aux vagues de tempête. La solution devrait donc viser à rétablir un équilibre sédimentaire au niveau de la plage. Aussi, devant l'entrepôt du conseil de bande qui se fait submerger systématiquement lors des grosses tempêtes, la construction de dunes artificielles végétalisées pourrait être envisagée.

Le deuxième secteur ciblé est celui des rues Tausut et Metsheteu du côté du marais maritime. Ce secteur est tout de même actuellement protégé par la flèche littorale et le marais maritime, ce qui réduit la sensibilité à l'érosion. Il est toutefois plus vulnérable à la submersion. Des travaux d'immunisation pourraient être réalisés pour minimiser les effets des événements de submersion (étanchéité des sous-sols et rehaussement du terrain). Il est primordial d'éviter toutes interventions ou activités qui peuvent augmenter la sensibilité à l'érosion du marais et de la flèche littorale. La circulation en VTT dans ces milieux devrait être interdite. Les sentiers devraient être balisés pour éviter le piétinement sur de grandes surfaces. La protection de la flèche littorale est importante pour assurer son équilibre sédimentaire qui assure actuellement une protection naturelle contre les vagues de tempête à la rue Metsheteu et aux résidences.

Le troisième secteur concerne les bassins d'épuration qui se retrouveront en marge de la falaise d'après les projections de 2060. Ceci présente un grand problème pour la communauté surtout que celle-ci est en développement et en expansion démographique. Dans une perspective du besoin d'agrandissement des étangs soulignés par plusieurs intervenants, nous proposons de nouveaux lotissements au nord de la rue Kesseeu. De plus, comme les bassins actuels bordent une falaise, nous suggérons une étude géotechnique pour évaluer le niveau de stabilité du talus et la nécessité de mettre en place un enrochement au pied de la falaise. Dans ce même secteur, la rue Kesseeu sera touchée par l'érosion. Il faudra alors envisager le déplacement éventuel de la rue vers le nord. Cette rue est importante puisqu'elle donne accès aux étangs d'épuration, à une sablière et à un site de mise à l'eau.

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. La qualité des témoignages recueillis oriente et complète la revue de littérature ainsi que les relevés de terrain et permet de mieux comprendre les processus à l'origine des aléas côtiers et des changements environnementaux qui se déroulent à Pessamit. L'augmentation de l'érosion côtière, des glissements de terrain et des événements de submersion ainsi que la diminution de la glace côtière et l'ensablement de l'estuaire de la rivière Betsiamites sont les processus les plus relatés par les répondants. Leur connaissance des zones affectées a permis de cibler plus rapidement les enjeux du milieu grâce à une approche de cartographie interactive. Ils ont fait ressortir l'importance des impacts des événements de submersion. La participation des répondants a aussi été essentielle à l'inventaire et la cartographie des infrastructures et des activités potentiellement vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux. Elle a aussi permis d'identifier des activités qui sont déjà affectées et certaines dont la pratique a dû être cessée. Cet échange de connaissances a permis de répertorier les lieux, les activités et les infrastructures d'une importance majeure pour la communauté. Des chalets, des sites de rassemblement, des sites de cueillette de petits fruits et des activités économiques telles que la cueillette de myes 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, outre l'amélioration de la réglementation des milieux côtiers et une modification des comportements néfastes pour l'environnement, la sensibilisation pour mieux comprendre la dynamique côtière est la première solution préconisée tant par les gestionnaires que par la population. Ils sont toutefois divisés sur la décision d'ériger des infrastructures de protection rigides, et globalement, peu enclins au déplacement des infrastructures. 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 Pessamit en lien avec les conditions climatiques et océanographiques. L'analyse de l'évolution côtière historique de 1950 à 2006, en fonction des cycles climatiques selon des intervalles variant entre 10 et 15 ans, a permis d'identifier les facteurs-clés d'évolution du littoral par type de côte. La période de 1996 à 2006, caractérisée comme étant la plus chaude avec la plus faible étendue de glace, a été la plus érosive pour tous les types de côtes confondus (-0,44m/an). Le dynamisme des flèches littorales a aussi été démontré par une très grande variabilité des taux de déplacement de la ligne de rivage. Les falaises meubles se sont avérées être particulièrement

actives lors de la période récente en raison de l'augmentation des températures, des redoux hivernaux et des précipitations hivernales. Les falaises meubles, les marais maritimes et les flèches littorales sont notamment sensibles aux périodes avec peu d'englacement car elles deviennent exposées aux vagues de tempêtes.

Il aurait été intéressant d'avoir accès à une plus grande base de données hydrologiques afin d'approfondir les interactions entre la dynamique estuarienne et l'évolution côtière. Enfin, il serait intéressant d'inclure les données sur les surcotes de tempête dans l'analyse de l'évolution côtière historique afin de prendre en compte les impacts des événements de submersion.

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 Pessamit 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 Pessamit. Par conséquent, la période de 1996 à 2006, qui a connu des conditions semblables, est un bon analogue des conditions climatiques et côtières appréhendées pour le futur et laisse présager une accélération de l'érosion côtière. La diminution de la glace côtière entraînera une exposition plus grande du littoral aux vagues de tempête qui sont d'ailleurs plus fréquentes en hiver. Ces changements environnementaux auront pour effet d'accélérer le recul des falaises meubles, des marais maritimes et des flèches littorales. Les terrasses de plage demeurent des zones tampons qui fluctuent selon les apports sédimentaires disponibles. Il est important de préciser que la projection du littoral tient compte uniquement du recul possible du trait de côte ou de la ligne de rivage et ne prend pas en compte les événements de submersion dus à des surcotes de tempête. Dans un contexte de hausse du niveau marin relatif et d'augmentation de l'exposition de la côte aux vagues de tempête, une analyse approfondie devrait être réalisée sur le risque de submersion.

Cette étude a aussi permis d'identifier les infrastructures et les activités qui seront vulnérables aux aléas côtiers et aux changements environnementaux d'ici 2060. La vulnérabilité des Innus s'étend au-delà des limites administratives et des infrastructures physiques. L'ensemble des infrastructures et des activités qui sont ou seront vulnérables est présenté selon la projection de l'évolution du littoral d'ici 2060. Plusieurs activités et infrastructures sont déjà vulnérables. D'ailleurs, la tempête du 6 décembre 2010 l'a démontré avec l'inondation de quelques bâtiments. Toutefois, puisque la majorité des infrastructures menacées sont généralement assez éloignées du littoral, la communauté de Pessamit devrait avoir le temps de mettre en branle une stratégie d'adaptation.

Cette étude propose des pistes de solutions et surtout un outil de planification de l'aménagement du territoire qui pourront guider la communauté de Pessamit vers une occupation durable et sécuritaire du littoral. En fonction des projections de l'évolution du littoral et des éléments menacés par les aléas côtiers, un zonage préliminaire du risque d'érosion côtière est présenté. Il est proposé de ne pas construire et/ou intervenir dans cette

marge qui varie de 20 à 60 m. Dans le cas de la flèche littorale, compte tenu du dynamisme de cette forme littorale, c'est la flèche dans son entier qui est incluse dans la marge de sécurité. Il est vrai que le zonage contraint la communauté dans un contexte où elle est déjà enclavée entre une tourbière, un marais maritime et un affleurement rocheux. 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 une majorité de répondants**, il est proposé de créer un comité côtier formé d'experts, de membre 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. Certaines interventions telles que le dépôt de neige usée et la dégradation de la végétation sur la plage et l'arrière-plage ne sont pas appropriées. Des ateliers de sensibilisation sont essentiels à l'adhésion de tous dans une démarche de gestion intégrée de la zone côtière. Ces ateliers de sensibilisation pourront notamment permettre de mettre à niveau les connaissances sur la dynamique côtière ainsi que les solutions d'adaptation à privilégier. Les décisions d'aménagement de la flèche littorale soulèvent un défi de taille afin de respecter l'importance de ce lieu pour la poursuite des activités des Innus de Pessamit et le maintien de l'équilibre fragile de cet environnement naturel qui assure actuellement une protection naturelle contre les vagues de tempête à la rue Metsseteu et aux résidences. En raison de leur vulnérabilité à l'érosion, des interventions à court et moyen terme devront être réalisées dans le secteur de la rue Laletaut, particulièrement entre l'entrepôt du conseil de bande et l'extrémité nord de la rue ainsi que dans le secteur des bassins d'épuration et de la rue Kesseeu. Une expertise devrait être réalisée pour identifier la méthode à privilégier pour assurer la stabilité de la falaise de la rue Kesseeu et Laletaut. Enfin, il est essentiel que le plan de mesures d'urgence soit mis à jour.

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 Pessamit, qui ont aussi reçu une formation pour assurer une autonomisation du suivi du phénomène d'érosion (Annexe 7 et Annexe 8). La prise en charge de la documentation des impacts de la tempête du 6 décembre 2010 témoigne du succès de ce transfert de connaissance. Le manque de ressources pécuniaires pourrait toutefois constituer un frein important à la mise en place de solutions d'adaptation et le maintien d'un réseau de suivi des aléas côtiers. La totalité des répondants indique que le gouvernement fédéral devrait être le principal bailleur de fonds pour financer les solutions d'adaptation, suivi de près par le gouvernement provincial. **Enfin, une rencontre d'échange est prévue à l'automne 2012 avec les gestionnaires de Pessamit pour échanger sur les principaux résultats et 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 Pessamit. Page consultée le 2 février 2010. [en ligne] <http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100020135>
- Alessa, L. N., Kliskey, A. A., Williams, P. et M. Barton, 2008. Perception of change in freshwater in remote resource-dependent Arctic communities. *Global Environmental Change*, 18; 1; 153-164
- Alison, I., Bindoff N.L., Bindschadler R.A., Cox P.M., De Noblet N., England M.H., Francis J.E., Gruber N., Haywood A.M., Karoly D.J., Kaser G., Le Quéré C., Lenton T.M., Mann M.E., McNeil B.I., Pitman A.J., Rahmstorf S., Rignot E., Schellnhuber H.J., Schneider S.H., Sherwood S.C., Somerville R.C.J., Steffen K., Steig E.J., Visbeck M. et A.J. Weaver, 2009. The Copenhagen Diagnosis 2009 : Updating the world on the Latest Climate Science. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australie, 60 p.
- 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
- Cauchon-Voyer, G., Locat, J. et G. St-Onge, 2008. Late-quaternalymorpho-sedimentology and submarine mass movements of the Betsiamites area, Lower St.Lawrence Estuary, Quebec, Canada. *Marine Geology*, 251; 233-252

Centre d'expertise hydrique du Québec, 2003. Répertoire des barrages – Barrage de Betsiamites. Page consultée le 22 mars 2011 [en ligne] http://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/detail.asp?no_mef_lieu=X0003128

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

Dresser, J. A., 1933. Rapport annuel du service des mines du Québec pour l'année 1932. Province de Québec, Canada, Service des mines. Imprimé par R. Paradis, de Sa Majesté le Roi. 158 p.

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

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

Environnement Canada, 2010. Rapport de données quotidiennes, Station de Baie-Comeau. Page consultée le 3 mars 2010 [en ligne] http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/dailydata_f.html?timeframe=2&Prov=XX&StationID=26889&Year=2010&Month=3&Day=1

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

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

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

Fontaine, M. et A.C. Steinemann, 2009. Assessing vulnerability to natural hazards: An impact-based method and application to drought in Washington State. *Natural Hazards Review*; 10; 1; 11-18

Fraser, J. K., (1959). Freeze-thaw frequencies and mechanical weathering in Canada. *Artic*, 12, p.40-52

- Franconi, A., Sharma, K.N.M. et A.F. Laurin, 1975. Région des rivières Betsiamites (Bersimis), Papinachois, Aux Outardes, Manicouagan, Sainte-Marguerite et Moisie (Comté de Saguenay), (Projet Grenville 1968-1969). Ministère des Ressources Naturelles de la Faune du Québec (MRNFQ). 138p. 4 maps, DP127
- French, P., 2004. The changing nature of, and approaches to, UK coastal management at the start of the twenty-first century. *The Geographical Journal*, 170; 2; 116-125
- Friesinger, S., 2009. Géorisques côtiers: adaptation et perceptions des communautés côtières dans le golfe du Saint-Laurent. Mémoire de maîtrise en géographie, Université du Québec à Rimouski, 168 p.
- Füssel H-M., 2007. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17; 2; 155-167
- Gallopin, G.C., 2006. Linkages among vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16; 3; 293–303
- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat, 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.
- Grenier, A., Dubois, J.-M.M. 1992. *Évolution littorale récente par télédétection: synthèse méthodologique*. Photo-interprétation. n. 1990-6. p. 3-16.
- Kinncar, P. et C. Gray, 2005. *SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales : maîtriser le traitement des données*. Éditions De Boeck, Belgique, 432 p.
- Koozare, A; Vanicek, P. et M. Santos, 2008. Pattern of recent vertical crustal movements in Canada. *Journal of Geodynamics*, 45; 133–145.
- Lacroix, J. et D.-J. Boivin, 1991. Étude du phénomène des pluies diluviennes en tant que catastrophe naturelle: une évaluation en matière de protection civile et de vulnérabilité municipale, Québec, Université Laval, Centre de recherche en aménagement et en développement, 85 p.
- Meur-Férec, C., 2006. Essai inédit - De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe. HDR, Université de Nantes, France, 247 p.
- Morton, R.A., 1978. Standards for measuring shoreline changes. Report of a Workshop on coastal research, Department of Geology. Florida State University, Tallahassee (Florida), 43 p.
- Myatt, L. B., Scrimshaw, M. D. et J.N. Lester, 2003a. Public perceptions and attitudes towards an established managed realignment scheme: Orplands, Essex, UK. *Journal of Environmental Management*, 68; 173–181

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

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

Pêches et Océans Canada, 2004. Températures moyennes journalières et degrés-jours de gel, région du Québec. Page consultée le 21 octobre 2011 [pdf] <http://www.marinfo.gc.ca/Doc/Degres%20jours%20de%20gel.pdf>

Pfeffer, W.T., J.T. Harper et S. O'Neel, 2008. Kinematic constraints on glacier contributions to 21st century sea-level rise. *Science*, 321-5894, p. 1340-1343

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

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

Savard, J.P., 2000. Hydrodynamique et dynamique sédimentaire de l'estuaire de la Betsiamites. InteRivesItée et Naturam Environnement inc. pour Hydro-Québec. 89 p. et annexes

Senneville, S. et F.J. Saucier, 2007. Étude de sensibilité de la glace de mer au réchauffement climatique dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport préparé pour OURANOS, 28 p.

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

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. Betsiamites, Québec (Code 2496802). 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 2496802). 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

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

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

Annexes

Annexe 1. Questionnaire élaboré pour les acteurs publics

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

Date : _____ Heure : _____

Transcripteur : _____ Réf audio : _____

Communauté : _____

Les questions de cet entretien sont regroupées en quatre sections :

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

A. Identification du répondant

Organisme/Service : _____

Poste : _____

Nb d'années en poste : _____

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

Sexe : Masculin Féminin

Lieu de résidence : _____

Nombre d'années de résidence à cet endroit: _____

B. Identification des préoccupations

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

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

Oui Non Ne sait pas

2.1. Si oui, comment?

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

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

Oui Non

6.1. Si oui, nom du shapefile : _____

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

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

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

Oui Non Ne sait pas

7.1. Si oui, lesquelles?

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

Oui Non Ne sait pas

9.1. Si oui, comment?

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

Oui Non Ne sait pas

9.1. Si oui, comment?

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

Oui Non Ne sait pas

10.1. Si oui, lesquelles?

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

Oui Non Ne sait pas

11.1. Si oui, lesquelles?

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

Oui Non Ne sait pas

12.1. Si oui, comment?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ENTREVUE AUPRÈS DES COMMUNAUTÉS INNUES DE LA CÔTE-NORD

Date : _____ Heure : _____

Équipe : _____ Réf audio : _____

Communauté : _____

Les questions de cet entretien sont regroupées en cinq sections.

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

A. IDENTIFICATION DU RÉPONDANT

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

Sexe : masculin féminin

Lieu de résidence : _____

Nb d'années de résidence à cet endroit : _____

B. IDENTIFICATION DES PRÉOCCUPATIONS

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

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

Oui Non Ne sait pas

2.1. Si oui, comment?

C. IDENTIFICATION DES ACTIVITÉS PRATIQUÉES ET DU TERRITOIRE UTILISÉ

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

3.1. Si oui, quelles activités pratiquez-vous ?

3.2. Où les pratiquez-vous?

3.2.a. Shapefile : _____

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

3.3.1. Si oui, par quoi?

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

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

4.1. Si oui, lesquelles?

4.2. Pouvez-vous les localiser?

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

4.1. Activités cessées	4.2. Localisation	4.3. Phénomènes responsables

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

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

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

Oui Non Ne sait pas

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

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

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

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

9.1. Si oui, nom du shapefile : _____

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

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

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

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

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

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

Oui Non Ne sait pas

14.1. Si oui, lesquelles?

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

Oui Non Ne sait pas

15.1. Si oui, comment?

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

D. PERCEPTION DU RÉPONDANT À L'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 réglementation / zonage				
l. Création comité côtier				
m. Autres :				

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

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

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

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

Annexe 3. Résultats du test G

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

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

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

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

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

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

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

Changements environnementaux	Changements observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Largeur de la plage	4.02	4	0.403	Non
	Niveau de la mer	6.98	4	0.137	Non
	Niveau de la rivière	8.62	4	0.071	Non
	Glace de mer	3.92	3	0.270	Non
	Glace de rivière	1.44	3	0.697	Non

Phénomènes naturels	Phénomènes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Érosion côtière	x*	x*	x*	x*
	Érosion fluviale	1.18	2	0.555	Non
	Glissement de terrain	x*	x*	x*	x*
	Vagues de tempête	3.49	2	0.175	Non
	Pluies diluviennes	0.01	1	0.924	Non
	Inondation fluviale	1.57	2	0.456	Non
	Inondation côtière	0.10	1	0.748	Non
	Redoux hivernaux	1.11	1	0.292	Non
	Embâcle	5.82	2	0.055	Non
Séisme	0.83	1	0.364	Non	

* Les réponses étaient positives à l'unanimité.

Causes de l'érosion	Causes observés	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Côtier-Vagues de tempête	2.69	2	0.261	Non
	Côtier-Augmentation du niveau marin	7.39	2	0.025	Oui
	Côtier-Diminution de la glace	7.57	2	0.023	Oui
	Côtier-Homme	3.94	2	0.139	Non
	Côtier-Pluies diluviennes	2.22	2	0.329	Non
	Côtier-Eau souterraine	1.31	2	0.519	Non
	Côtier-Cours d'eau	0.71	2	0.703	Non
	Côtier-Vent	3.61	2	0.164	Non
	Côtier-Redoux hivernaux	2.95	2	0.229	Non
Côtier-Changements climatiques	2.40	2	0.301	Non	

Saison à laquelle survient l'érosion	Saison	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Été	1.95	2	0.378	Non
	Automne	1.11	2	0.573	Non
	Hiver	1.78	2	0.410	Non
	Printemps	1.38	2	0.501	Non

Solutions d'adaptation	Types de solution	Valeur G	DDL	Degré de signification	Relation (p. 0,05)
	Déplacement	10.71	3	0.013	Oui
	Enrochement	17.73	3	0.000	Oui
	Brise-lame	1.42	2	0.491	Non
	Épis	2.62	3	0.453	Non
	Recharge en sable	2.92	3	0.405	Non
	Restauration des dunes	10.35	3	0.016	Oui
	Muret	13.72	3	0.003	Oui
	Plantation de végétaux	6.12	2	0.047	Oui
	Modification des comportements	5.17	3	0.160	Non
	Sensibilisation	6.88	3	0.076	Non
	Réglementation	3.66	2	0.160	Non
	Comité côtier	3.06	3	0.383	Non

Annexe 4. Changements environnementaux observés par les acteurs publics

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
Changements dans la zone côtière	
Dégradation/disparition des arbustes sur l'arrière-plage	3
Allongement de la pointe à Michel	3
Abaissement des dunes	1
Affleurement d'argile sur la plage/abaissement de la plage	1
Augmentation de la nappe phréatique (sable toujours humide sur la plage)	1
Disparition des cordons de plage et aplanissement du bas estran	1
Ensablement de la batture	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Betsiamites	
Ensablement de l'estuaire (apparition d'îles, déplacements du sable)	2
Augmentation de la température de l'eau	1
Diminution de la diversité des poissons	1
Perturbation de l'habitat du saumon	1
Changements dans la zone urbanisée	
Augmentation du niveau de la nappe phréatique	2
Changements affectant le territoire	
Déforestation	3
Barrages hydro-électriques	1

Annexe 5. Impacts détaillés des aléas selon les acteurs publics

Impacts sur les infrastructures	Nbre d'observations
Entrepôt inondé	6
Rues Laletaut et Metsheteu menacées	4
Route 138 fermée	2
La croix est menacée	1
Trop plein des étangs d'épuration dégagé par l'érosion	1
Maisons inondées près du marais	1
Garage inondé (près du cimetière)	1
Sentier pédestre jusqu'à la croix est parti	1
Impacts sur l'aménagement du territoire	Nbre d'observations
La construction de nouvelles routes et de nouveau lotissement est effectuée en prenant en compte les géorisques côtiers	3
Interdiction de construire sur les rues Laletaut et Metsheteu	2
Perte de territoire engendrée par l'érosion	2
Besoin de méthodes pour atténuer les impacts de l'érosion côtière	2
Essayer de conserver la flèche malgré l'érosion	1
Comme la flèche est en érosion, le conseil de bande va peut-être devoir réorganiser le territoire	1
Des gens vont peut-être devoir être expropriés	1
Projet d'agrandissement des étangs d'épuration est révisé en prenant en compte les géorisques côtiers	1
Questionnement sur la pertinence de réglementer ou d'intervenir pour les chalets vulnérables aux géorisques côtiers	1
Impacts sur l'économie	Nbre d'observations
Augmentation des coûts pour les infrastructures endommagées	4
La mise en place de mesures d'adaptation va engendrer des dépenses	3
Les dépenses associées à la prévention et à la gestion des géorisques côtiers pénalisent d'autres enveloppes budgétaires	1
L'économie basée sur la cueillette de mye pourrait être affectée	1
Impacts sur les ressources biologiques	Nbre d'observations
Perturbation du comportement du phoque (Banc de phoque exceptionnel en 2008, absence de banquise, diminution des prédateurs)	5
Diminution de la population de saumon	4
Diminution de la taille des myes	3
Le marais est affecté par la submersion et l'érosion	2
Diminution de la diversité des poissons (plie, sole, etc.)	2
Perturbation de l'habitat du saumon (argile provenant des glissements de terrain colmate les frayères, augmentation de la température de l'eau)	2
Disparition des graines rouges sur la flèche littorale	1
Augmentation des populations de mammifères marins	1
Augmentation de la superficie de cueillette de mye	1

Impacts sur les activités traditionnelles et culturelles	Nbre d'observations
Diminution de la pratique de la pêche au saumon	3
Ne tente plus devant l'église sur la terrasse de plage de Pessamit	3
Pratique moins la cueillette de petits fruits dans le marais et la tourbière	2
Les cueilleurs de mye peuvent aller plus au large	2
Diminution de l'espace de rassemblement annuel	2
Moins de déplacement sur la rivière	1
Diminution de la pratique de la pêche sur glace	1
Accès au territoire limité suite aux pluies diluviennes ou lorsqu'il n'y a pas de neige	1
Impacts sur la santé	Nbre d'observations
Craintes chez les aînés et les personnes habitant près des zones à risques	4
Les impacts des géorisques côtiers engendrent du stress	2
Crises d'anxiété chez certaines personnes lors d'évènements extrêmes	1
Préoccupé par le sujet des géorisques côtiers	1

Annexe 6. Changements environnementaux observés par les résidents

Thèmes	Nbre d'observations
Changements observés	
Changements dans la zone côtière	16
Dégradation des arbustes sur l'arrière-plage	5
Abaissement des dunes	4
Ensablement de la batture	4
Disparition de l'étang au bout de la flèche	2
Augmentation de la pente de la plage	1
Ensablement du marais	1
Changements dans l'estuaire de la rivière Betsiamites	20
Ensablement de l'estuaire	7
Division du chenal principal en deux chenaux	3
Changement morphologique de l'île de sable en face de la pointe à Michel	2
Élargissement de la rivière	2
Rétrécissement du chenal de la rivière	2
Barrage	1
Disparition d'un banc alluvial	1
Rapprochement des glaces	1
Changements dans la zone urbanisée	8
Affaissement du sol	4
Augmentation du niveau d'eau de la nappe phréatique	2
Déforestation	2
Changements affectant le territoire	5
Déforestation	2
Augmentation de la température de l'eau à cause du barrage hydro-électrique	1
Diminution des vents de l'est	1
Neuf barrages hydro-électriques	1

Déroulement de la formation

En juin 2010, nous avons effectué un atelier de formation avec deux personnes ciblées par le conseil de bande afin de mettre en place un réseau de suivi de l'érosion côtière. L'atelier consistait à sensibiliser les personnes concernées à l'érosion côtière et à leur montrer la démarche établie par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski pour le relevé des bornes d'érosion effectué à travers le Québec maritime. Cette partie se tenait en salle offerte par le conseil de bande et s'est déroulée de façon théorique avec un support visuel. Par la suite, nous avons invités les participants à aller à l'extérieur pour une formation pratique sur le relevé des bornes et des infrastructures à risque. De plus, nous avons implanté ensemble quelques bornes (station d'érosion) afin que les participants puissent eux-mêmes, en notre compagnie, effectuer l'implantation des stations de suivi d'érosion. Au total, 85 stations de suivi d'érosion ont été implantées sur le territoire de Pessamit, dont 51 d'entre elles ont été implantées par le LDGIZC (Figure 128 et Figure 129). L'information de toutes les bornes a été transmise aux participants et à la personne qui les supervise. Deux chalets ont aussi été intégrés dans la base de données d'infrastructures à risque ainsi qu'une section de la rue Laletaut.

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

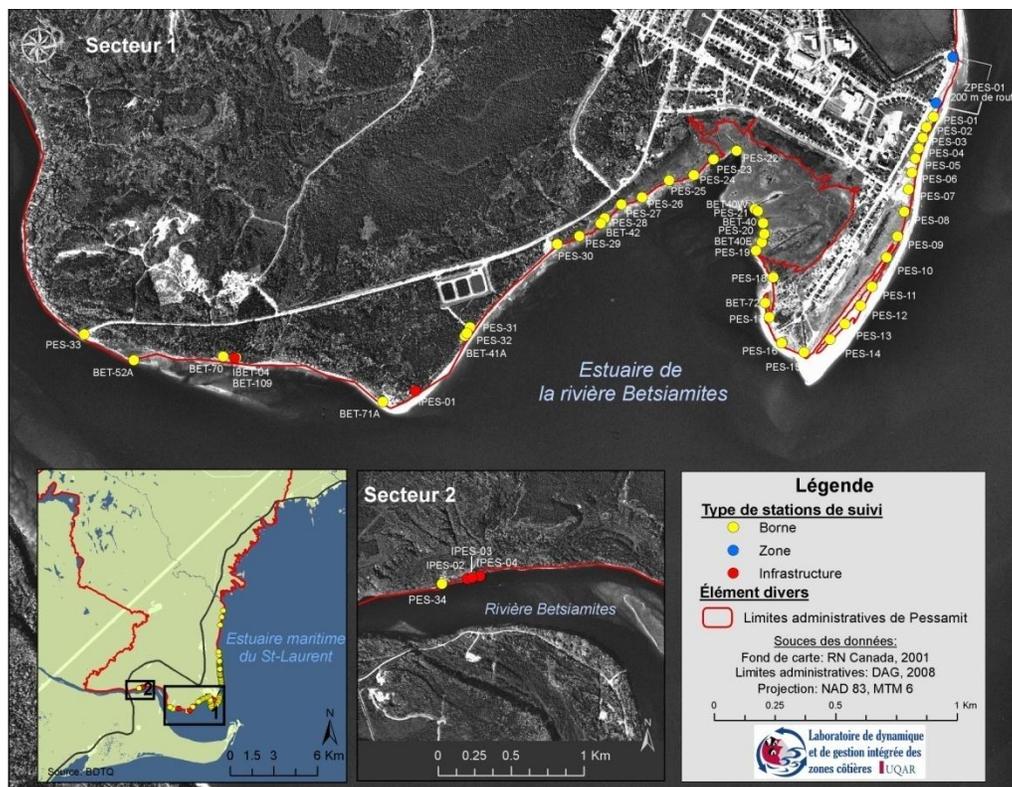


Figure 128. Stations de suivi de l'érosion côtière (bornes et infrastructures) à Pessamit (secteurs 1 et 2)

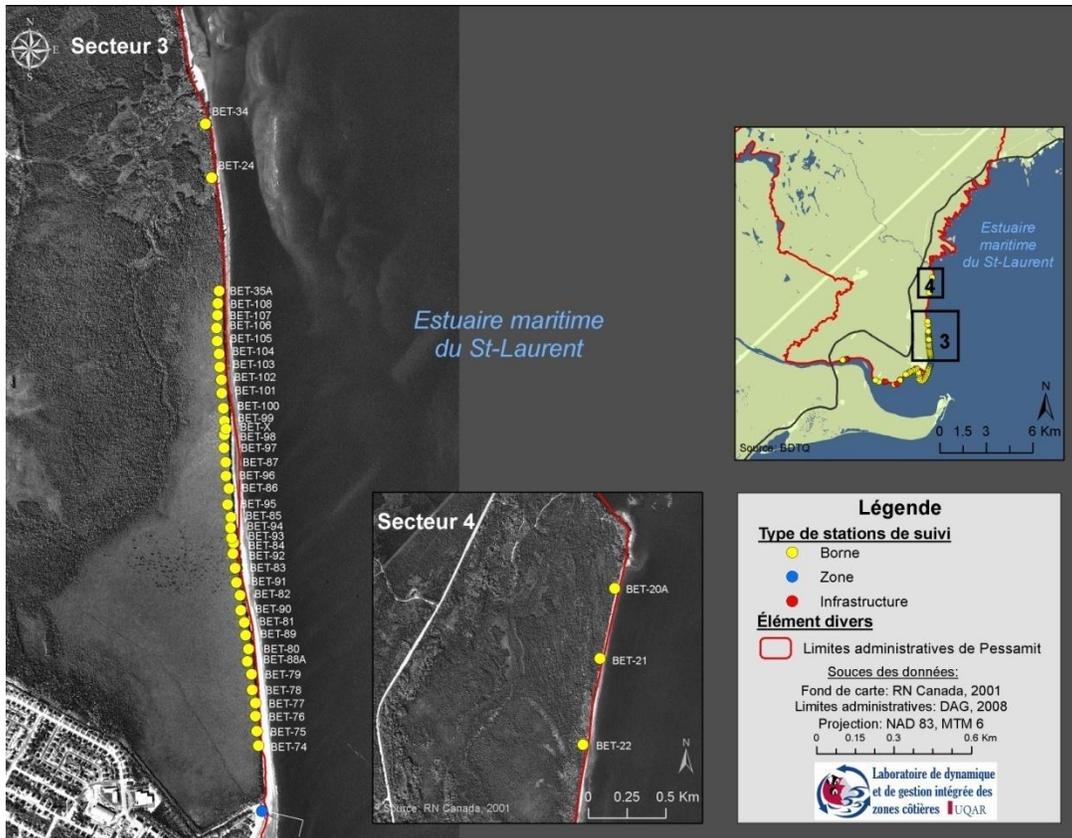


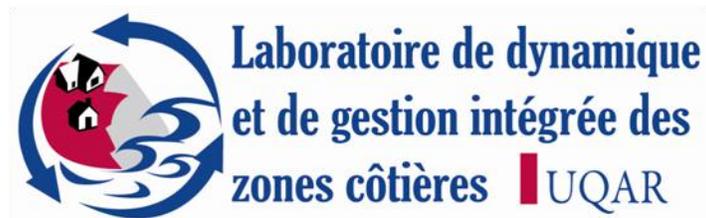
Figure 129. Stations de suivi de l'érosion côtière (bornes et infrastructures) à Pessamit (secteurs 3 et 4)

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

Roch Guevremont Bsc Géographie

Steeve Dugas Bsc Géographie

Juin 2010



Quelques conseils

Configurer le GPS

-format de position degré, décimale : hddd.ddddd

-système géodésique : WGS84

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

1.1 Implantation des bornes

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

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

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

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

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

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

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

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

7) Indiquer le type de côte et son état.

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

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

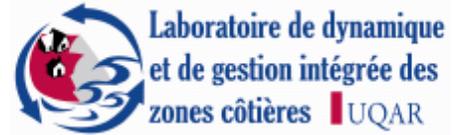
10) Mesurer la largeur du débord organique si présent.

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

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

Fiche de suivi de l'érosion côtière

7 juillet 2010 _____ 13h20 _____ CD _____
 Date Heure Observateur



Borne

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

À l'extrémité est de la rue Laletaut, accès à pied _____

Détails sur la localisation et l'accès

Borne existante

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

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

B3 : _____ (_____) B4 : _____ (_____)

Nouvelle implantation

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

Infrastructure

_____ Numéro d'infrastructure (I-) _____ Numéro de début de zone (Z-) _____ Numéro de fin de zone (Z-__f)

Coordonnées géographiques _____

Description de(s) infrastructure(s) _____

Description du point de mesure et de la visée _____

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

Caractérisation côtière

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

NA _____
 Largeur du débord organique

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

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

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

_____ cd, vg _____
 Aléas Processus actifs

PES-01 07 07 10 A, PES-01 07 07 10 B, PES-01 07 07 10 _____

No de photos _____

Commentaires : _____

1.2 Suivi des bornes d'érosion

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

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

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

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

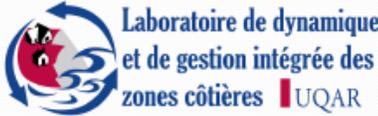
Si vous repositionnez une borne, le noter sur la fiche de terrain ainsi que les nouvelles coordonnées.

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

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

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

Exemple de prise de données pour le suivi des bornes

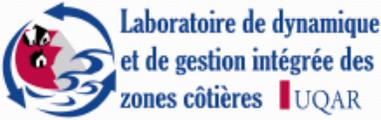
Fiche de suivi de l'érosion côtière			
7 juillet 2010 Date	13h20 Heure	CD Observateur	
			
Borne	BET-37 Numéro de borne	48.943552W, 68.634456N Coordonnées géographiques	
	Sur la rue Laletaut, près de l'Église Détails sur la localisation et l'accès		
	Borne existante <input checked="" type="checkbox"/>		
	Borne repositionnée <input type="checkbox"/> Borne perdue et réimplantée <input type="checkbox"/> Ajout d'une borne de sureté <input checked="" type="checkbox"/> (B4)		
B1 : ND Distance actuelle/type de borne (Distance initiale)	(ND)	B2 : 2 m / piquet (15 m)	
B3 : 7 m / piquet Distance actuelle	(20 m)	B4 : 12 m / piquet Type de borne (25 m)	
Nouvelle implantation <input type="checkbox"/>	B1 : Distance actuelle	B2 : Type de borne	
B3 : Type de borne	B4 : Type de borne		
Infrastructure	Numéro d'infrastructure (I-)	Numéro de début de zone (Z-)	Numéro de fin de zone (Z-__f)
	Coordonnées géographiques		
	Description de(s) infrastructure(s)		
	Description du point de mesure et de la visée		
	Distance actuelle de(s) infrastructure(s) au trait de côte		
Caractérisation côtière	Flèche littorale	a	NA
	Type de côte	État de la côte	Infrastructure et état
	NA		
	Largeur du débord organique		
	1,2 m	sm	
	Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise	Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise	
	15 m	sm	
	Largeur du haut estran	Substrat du haut estran	
	NA	NA	
	Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)	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

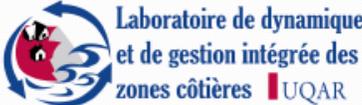
Fiche de suivi de l'érosion côtière		
7 juillet 2010 Date	13h20 Heure	CD Observateur
		
Borne	Numéro de borne _____	
	Coordonnées géographiques _____	
	Détails sur la localisation et l'accès	
	Borne existante <input type="checkbox"/> Borne repositionnée <input type="checkbox"/> Borne perdue et réimplantée <input type="checkbox"/> Ajout d'une borne de sureté <input type="checkbox"/> (____) B1 : _____ (____) B2 : _____ (____) Distance actuelle/type de borne (Distance initiale) B3 : _____ (____) B4 : _____ (____) Nouvelle implantation <input type="checkbox"/> B1 : _____ (____) B2 : _____ (____) B3 : _____ (____) Distance actuelle Type de borne	
Infrastructure	IPES-09 _____	
	Numéro d'infrastructure (I-)	Numéro de début de zone (Z-)
	Numéro de fin de zone (Z-__f) _____	
	48.943552W, 68.634456N	
	Coordonnées géographiques	
	Hangar gris du Conseil de bande face à l'église sur la rue Laletaut	
Description de(s) infrastructure(s)		
Mesure pris du coin est, aligné avec le mur est de l'édifice		
Description du point de mesure et de la visée		
8,30 m		
Distance actuelle de(s) infrastructure(s) au trait de côte		
Caractérisation côtière	Flèche littorale _____	a _____
	Type de côte	État de la côte
	NA	NA
	Infrastructure et état	
	Largeur du débord organique	
	0,80 m	s _____
	Hauteur de la falaise ou de la micro-falaise	Stratigraphie de la côte, de la falaise ou de la micro-falaise
	32,5 m	s _____
	Largeur du haut estran	Substrat du haut estran
	NA	NA
Largeur du haut de plage végétalisé (+ 75%)	Largeur du haut de plage semi-végétalisé ou non végétalisé (- de 75%)	
Er, sub _____	vg, eol, vtt _____	
Aléas	Processus actifs	
IPES-09 07 07 10 _____		
No de photos _____		
Commentaires : _____		

1.4 Inventaire des zones d'infrastructures

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

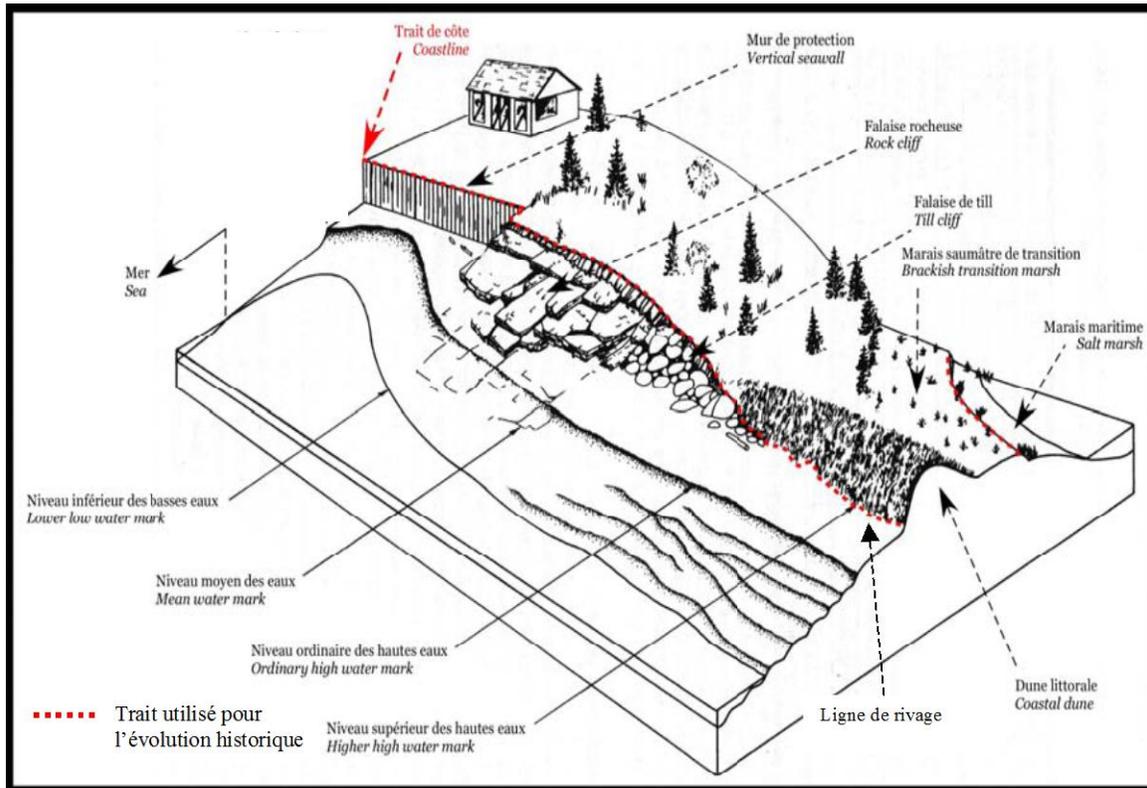
- 1) Prendre la position GPS au début de la zone, lui donner un nom commençant par « ZI » suivie des 3 premières lettres du nom de la communauté et d'un chiffre (Ex. ZIMEC-01). Prendre un deuxième point GPS à la fin de la zone en ajoutant un « F » à la fin (Ex. ZIMEC-01F).
- 2) Évaluer la distance des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

Exemple de prise de données pour les zones d'infrastructures

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

1.5 Méthodologie de la prise de mesure

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

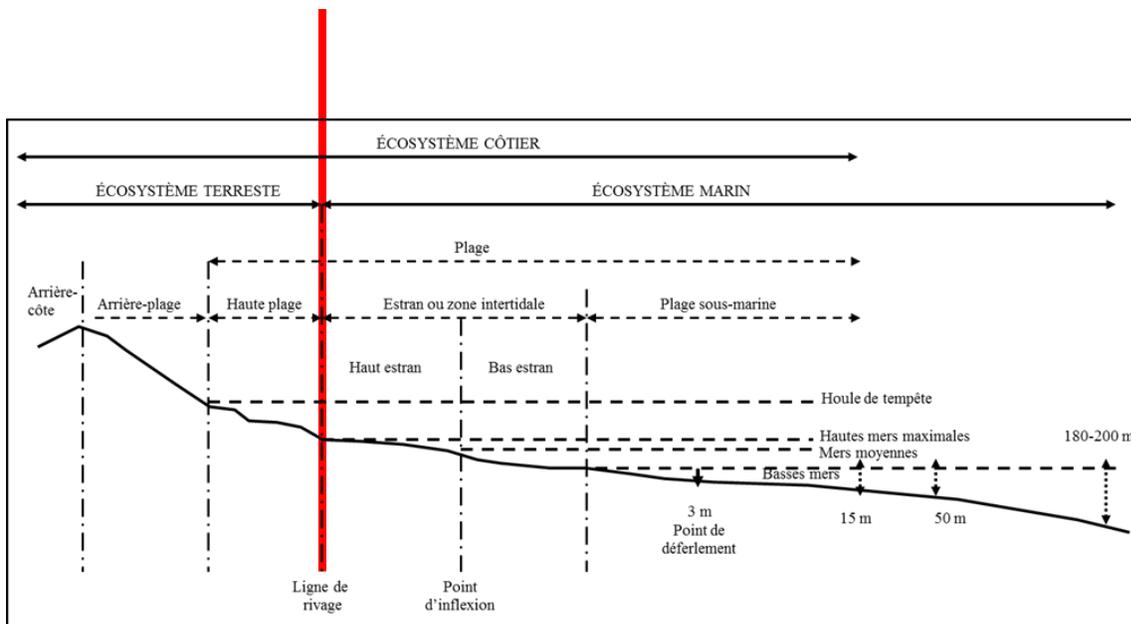


Modifié de Daigle et al., 2006

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

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

Mesure de l'évolution côtière



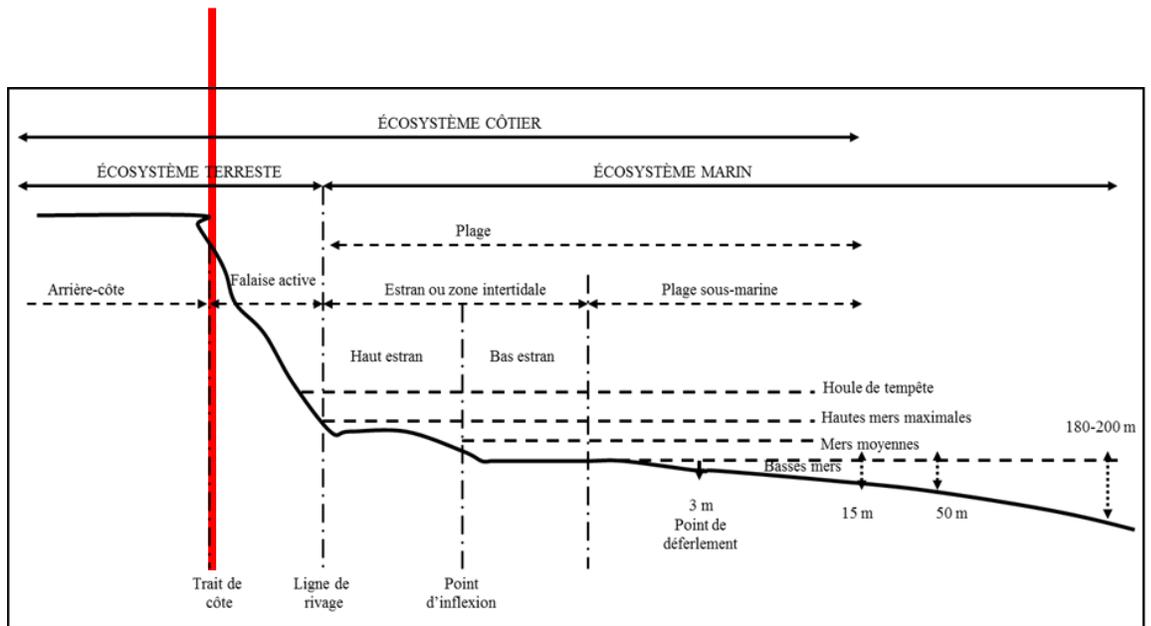
Terrasse de plage, flèche littorale, tombolo et dune avec microfalaise

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

Falaise

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

Mesure de l'évolution côtière

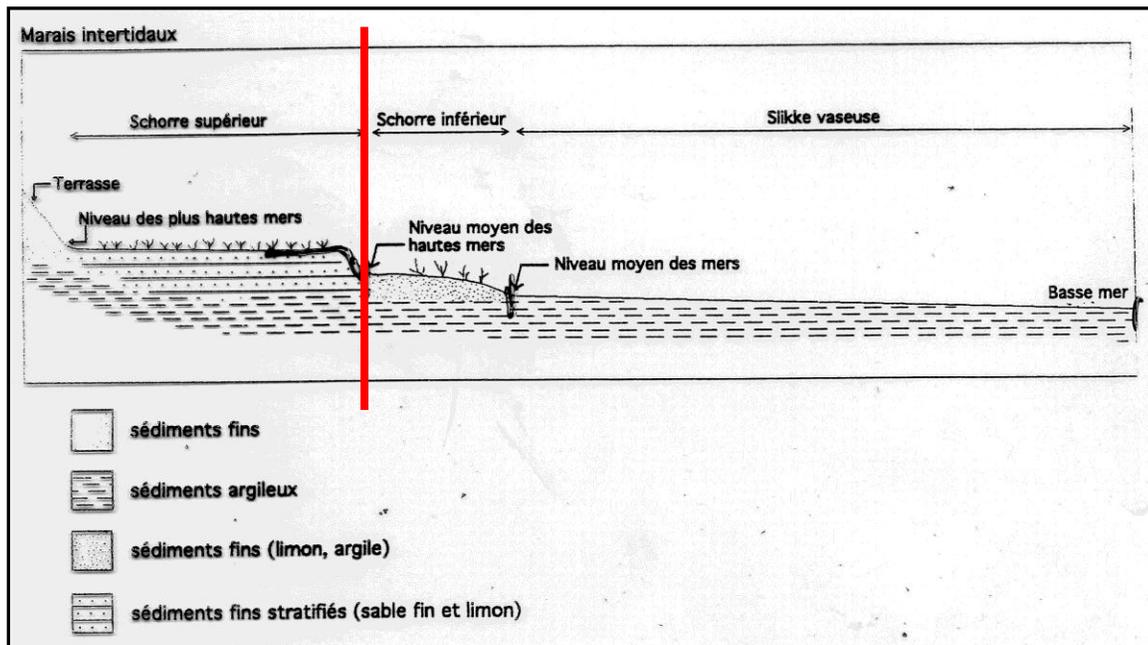


Marais maritime

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

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

Mesure de l'évolution côtière



Modifié de Dionne, 2004

1.6 Nomenclature des photos

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

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

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

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

