

RÉPONSES AUX QUESTIONS – COURRIEL DU 19 JUIN 2023



- Q1 : Le calendrier de mise en œuvre des travaux présenté dans le document de demande de soustraction n'est pas assez précis. Veuillez donner davantage de détails sur l'échéancier en précisant notamment à quelle période de l'année la mise en place des mesures de protection est envisagée.
- R1 : [Le calendrier en Annexe 1 détaille l'échéancier du projet.](#)
- Q2 : Le ministère de la Sécurité publique (MSP) a produit un avis technique le 4 avril 2022 qui recommandait déjà une intervention urgente dans le secteur de l'Anse-aux-Coques afin de sécuriser plusieurs dizaines de bâtiments. Ce document contient des éléments importants en soutien à la demande de soustraction, mais n'a pas été déposé en appui à celle-ci. Veuillez déposer officiellement le document afin qu'il fasse partie de la demande de soustraction ou déposer un avis similaire faisant état de l'urgence d'intervenir dans le secteur.
- R2 : [Vous trouverez en Annex 2 le rapport produit en avril 2022.](#)
- Q3 : L'avis technique produit par le MSP en avril 2022 a été rédigé avant que ne survienne la tempête du 23 et 24 décembre 2022. Veuillez préciser si des éléments de cet avis ne sont plus à jour et les corriger le cas échéant.
- R3 : [Vous trouverez en Annex 3 la mise à jour du rapport en date du 5 juillet 2023.](#)
- Q4 : Le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs est préoccupé par l'éventualité que l'initiateur souhaite développer les secteurs adjacents à la plage à la suite de la mise en place des mesures de protection. La recharge de plage, qui est la solution envisagée par l'initiateur pour la protection de l'Anse-aux-Coques, est un ouvrage dynamique offrant généralement une protection temporaire (30 ans). Ainsi, l'initiateur doit préciser quelles sont ses intentions par rapport à l'aménagement futur du secteur de l'Anse-aux-Coques. De plus, l'initiateur doit s'engager à éviter de surdimensionner l'ouvrage dans l'optique de développer le secteur adjacent et limiter la recharge à ce qui est nécessaire pour assurer la sécurité des personnes et des biens.
- R4 : [La recharge de plage est un ouvrage de protection d'une durée de vie utile estimée à environ 30 ans, au même titre qu'un enrochement ou un ouvrage rigide de protection. Même si l'ouvrage est dynamique, ce n'est pas un ouvrage temporaire, car le concepteur dimensionnera l'ouvrage de manière à protéger les bâtiments et les infrastructures actuels, ainsi que la sécurité des personnes. Même si un ouvrage de protection est mis en place par la Municipalité, la zone de contrainte à l'aménagement liée à l'érosion côtière reste intacte et les usages sont contrôlés par un cadre normatif qui interdit, notamment, de nouvelles constructions.](#)



La Municipalité a bien développé un plan directeur d'aménagement pour le secteur l'Anse-aux-Coques pour le rendre plus attrayant, plus accessible et plus vert à la population, considérant l'alignement actuel de stationnement asphalté, sans végétaux, situé en arrière de la promenade. Cependant, l'ouvrage de protection ne vise pas à faciliter sa mise en œuvre ou à le bonifier. Vous pouvez accéder au plan directeur à partir de ce lien :

(https://ssl.pqm.net/gestions/files/58e277410f348cd2cd3918930f5f2c2d/fichiers/files/Ste-Luce-plan%20Dir%20ANSE%20aux%20Cocques%2011mai2021_Rapport%20final-V%20AC_03_Vr%C3%A9d%20.pdf)



FÉDÉRATION
QUÉBÉCOISE DES
MUNICIPALITÉS

Ingénierie et Infrastructures



ANNEXE 1 – CALENDRIER DÉTAILLÉ DE L'ÉCHÉANCIER DU PROJET



FÉDÉRATION
QUÉBÉCOISE DES
MUNICIPALITÉS

Ingénierie et Infrastructures



ANNEXE 2 – AVIS TECHNIQUE DU 4 AVRIL 2022, MSP

Le 4 avril 2022

Objet : Avis technique pour le projet de protection côtière

Endroit : Secteur de l'Anse-aux-Coques, à Sainte-Luce

1. MISE EN CONTEXTE

La municipalité de Sainte-Luce a été marquée par plusieurs tempêtes majeures, dont particulièrement celle du 6 décembre 2010, qui a provoqué des dommages importants aux résidences et aux infrastructures côtières. Rapidement, des équipes de terrain ont pu constater l'ampleur des dégâts dans les zones habitées. À la suite de ces constats, le ministère de la Sécurité publique (MSP) a mandaté l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), afin d'analyser les impacts de la tempête, notamment sur les reculs de la côte par érosion et sur les niveaux d'eau atteints par la submersion côtière. Plusieurs dizaines de résidences ont dû être déplacées en urgence sur un site sécuritaire ou démolies, à la suite d'une aide financière pour une indemnité de départ dans le cadre du *Programme général d'indemnisation et d'aide financière lors de sinistres réels ou imminents* du MSP.

En 2014, la Municipalité de Sainte-Luce, en collaboration avec le MSP, avait privilégié un ouvrage de protection par une recharge de plage, en y déposant 11 200 m³ de sédiments grossiers, afin de réparer les dommages subis aux infrastructures municipales lors de la tempête de 2010, et ce, en remédiant aux problèmes de disparition de la plage, de franchissement du mur de la promenade par les vagues, de submersion et de projection de débris sur la route municipale. Ce type d'ouvrage constituait, dans le contexte, un projet pilote, notamment en raison de son important volume de recharge et de la présence de 14 émissaires pluviaux maintenus sous l'ouvrage. Au cours des années subséquentes, la Municipalité a ajouté de petites quantités de matériaux granulaires supplémentaires, essentiellement à des fins esthétiques.

En 2015, le MSP a mandaté l'UQAR, pour développer une méthodologie pour analyser les risques associés à l'érosion et à la submersion côtières, pour la municipalité de Sainte-Luce. Cette analyse, livrée en août 2018, a permis au MSP d'évaluer le risque pour l'ensemble du territoire et des résidences exposées à l'érosion et à la submersion côtières, puis d'identifier les secteurs et certaines résidences où le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des biens et des personnes face à un prochain événement a été jugé élevé. Une analyse de solutions a permis de déterminer que le déplacement des résidences était la seule solution possible, étant donné le coût des travaux et l'étendue du territoire.

En mars 2019, une entente de financement a été conclue entre le MSP et la Municipalité de Sainte-Luce, pour assurer la sécurité des citoyens face aux aléas d'érosion et de submersion côtières, en permettant à une vingtaine de propriétaires ciblés de choisir entre le déplacement de leur résidence sur un site sécuritaire ou une indemnité de départ, puis la démolition de leur résidence.

Cependant, dans l'Anse-aux-Coques, où la densité des bâtiments et des infrastructures est plus grande, le MSP a mandaté Consultants Ropars inc., pour évaluer les conditions hydrodynamiques dans lesquelles les épisodes de submersion/érosion se produisent, afin de dimensionner une protection de la berge répondant à ces conditions. Le MSP souhaite une solution qui assure la sécurité des personnes ainsi que de biens et qui soit durable (au moins 30 ans), adaptée au milieu et préservant l'usage de la plage, qui est fortement utilisée à des fins récréotouristiques.

En mars 2020, une deuxième entente de financement a été conclue avec la Municipalité de Sainte-Luce, pour la réalisation des étapes préalables aux travaux contre l'érosion et la submersion côtières, dans le secteur de l'Anse-aux-Coques (figure 1). Ces travaux consistent à protéger des bâtiments résidentiels et commerciaux, ainsi que des infrastructures municipales, par le prolongement de la recharge de plage construite en 2014, ainsi que sa mise à niveau en deux phases.

En lien avec la mise en œuvre de cette entente, l'objectif du présent avis technique est d'évaluer le niveau de risque relativement aux aléas côtiers du secteur de l'Anse-aux-Coques, puis de statuer sur la meilleure solution à la lumière des analyses de solutions produites par des experts en génie côtier, en tenant compte de l'avantage-coût.

2. IDENTIFICATION DES ALÉAS SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LE PROJET OU LE MILIEU D'IMPLANTATION

Description du site

Les berges de la municipalité de Sainte-Luce sont constituées presque exclusivement de terrasses de plage, dont plus de la moitié sont artificialisées (figure 2). Les plages, principalement sableuses, ont une largeur qui varie entre 10 et 30 m. En avant de celles-ci, on retrouve souvent une plateforme rocheuse, constituée de roches sédimentaires, sauf dans l'Anse-aux-Coques, où l'on retrouve un très large bas estran de sable fin (figure 3).

Le secteur des travaux se retrouve dans la cellule hydrosédimentaire de l'Anse-aux-Coques, où l'on retrouve des dérives littorales convergentes vers le centre de l'anse (figure 2). Comme ces courants de dérive transportent principalement les sédiments vers ce point de convergence, cela en fait un site favorable à un projet de recharge de plage, puisqu'ils éviteraient les pertes en sédiment à l'extérieur de l'anse.

Aléa submersion

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est très vulnérable à la submersion côtière, particulièrement durant les épisodes d'onde de tempête, où plusieurs bâtiments peuvent se retrouver sévèrement inondés.

Les niveaux d'eau et leur récurrence ont été calculés à partir des données d'une station virtuelle, provenant du modèle de l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) (1979 à 2011).

Les niveaux d'eau à Sainte-Luce atteignent les élévations suivantes selon Consultants Ropars inc. (2019) (tableau 1).

Tableau 1. Niveaux d'eau à Sainte-Luce

Réccurrence	Niveau d'eau (NMM)
50 ans avec changements climatiques	4,09 m
50 ans	3,94 m
10 ans	3,53 m
2 ans	3,12 m
1 an	2,94 m

L'analyse des vagues au large a été faite à partir des données du modèle de l'UQAR (Wave Watch III), pour une série temporelle de 1980 à 2015. La hauteur des vagues est de 2,6 m pour une période de retour de 50 ans. À l'approche de la côte, la transformation des vagues, influencée par la bathymétrie, a été simulée avec le modèle X-Beach, pour obtenir les niveaux d'eau atteints, incluant la remontée des vagues sur la plage. Les résultats de ces simulations se retrouvent à la figure 4.

Lors de la tempête du 6 décembre 2010, le niveau d'eau maximal mesuré à la station marégraphique de Rimouski a été particulièrement exceptionnel, puisqu'il a été le plus élevé depuis 1914 (Bernatchez et al., 2012). La figure 5 montre que les niveaux d'eau maximaux ont atteints une altitude jusqu'à 6 m avec la remontée des vagues, ce qui se traduit par une épaisseur d'eau d'environ 1,5 m au-dessus du sol, dont l'altitude varie autour de 4,5 m.

Les enrochements et les murets, servant à protéger les propriétés et les infrastructures routières, ont été dans certains cas lourdement endommagés par les vagues de tempête et ont amplifié la submersion côtière lors de l'événement du 6 décembre 2010. En effet, la réflexion des vagues de tempête sur les murs ou les enrochements a augmenté l'intensité du déferlement, ce qui a provoqué de l'agitation et de l'affouillement à la base de l'ouvrage. Cet abaissement de la plage a entraîné une augmentation de l'épaisseur d'eau devant les ouvrages, ce qui a favorisé la propagation et le franchissement des vagues au-dessus des structures de protection (figure 6). Ce franchissement a provoqué de la submersion côtière sur les propriétés, avec une accumulation d'eau et une vitesse d'écoulement suffisamment importante pour projeter du sable et des débris de tailles importantes, tels que des troncs d'arbre ou des blocs de glace. L'infiltration d'eau dans le sol a aussi provoqué une évacuation des sédiments derrière les ouvrages et une déstabilisation, voir un effondrement de ces derniers. Outre la tempête du 6 décembre 2010, d'autres tempêtes ont sévèrement affecté les berges de Sainte-Luce, soit celles des 7 et 8 décembre 1983, 16 et 17 octobre 1988, 16 et 17 octobre 2004, 16 octobre 2005, 2 décembre 2005 et 30 décembre 2016 (Direction régionale de la sécurité civile et de la sécurité incendie du Bas-Saint-Laurent).

Aléa érosion

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est affecté par l'érosion côtière, mais la plupart des propriétés sont protégées par des ouvrages de protection, qui ont limité les reculs durant leur durée de vie utile. Cependant, ces ouvrages ont perdu leur effet de protection lors d'événements de tempête majeure, notamment celui du 6 décembre 2010, où les niveaux d'eau ont été très hauts. Les mesures de l'UQAR montrent que le recul moyen mesuré pour cette tempête a été de près de 4 m et que le recul maximum a été de près de 13 m, autant sur les côtes naturelles que celles artificielles. Ce recul, derrière les murets ou les enrochements, s'explique par l'affouillement devant les ouvrages et le franchissement par les vagues, comme expliqué dans la section

précédente. Ces forts reculs événementiels peuvent facilement atteindre les bâtiments en place et causer des dommages importants (figure 7).

Changements climatiques

Les niveaux d'eau et leur récurrence ont été calculés à partir des données d'une station virtuelle provenant du modèle de l'ISMER (1979 à 2011), comme expliqué précédemment. Cependant, pour tenir compte des changements climatiques, une hausse du niveau moyen des océans, estimée par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat à 0,25 m/50 ans, a été ajoutée, ainsi qu'une remontée de la croûte terrestre de 2,08 mm/an, fournie par Ressources naturelles Canada (tableau 1).

De plus, comme l'analyse des vagues a été faite à partir des données du modèle de l'UQAR (Wave Watch III), pour une série temporelle de 1980 à 2015, les impacts des changements climatiques sur la réduction des glaces et l'augmentation des tempêtes ont été pris en compte pour cette période, puisque ces phénomènes ont commencé à être observés au milieu des années 90. En projetant ces conditions de vagues sur les 30 prochaines années lors de la modélisation à long terme pour estimer l'évolution de la côte et la pérennité de la recharge de plage (Lasalle-NHC, 2021), l'ingénieur concepteur tiendra compte des augmentations de tempêtes en lien avec la réduction de glace dans le dimensionnement de l'ouvrage de protection. La conception tiendra compte aussi du rehaussement marin en climat futur. Un suivi géomorphologique et biologique est prévu sur les cinq prochaines années (minimum), à raison de trois visites par année pour le suivi géomorphologique. Au besoin, des ajustements à la recharge pourraient être envisagés.

3. IDENTIFICATION DES COMPOSANTES DU PROJET SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉES PAR CES ALÉAS

Une analyse de risques a permis d'identifier les éléments exposés dans l'Anse-aux-Coques, derrière la zone des travaux projetés pour atténuer le risque de submersion et d'érosion côtières. Le tableau 2 montre l'usage et le nombre de bâtiments. On y retrouve des résidences principales et secondaires, des commerces, des restaurants, des lieux d'hébergement, ainsi qu'une rue municipale, avec un réseau d'aqueduc et d'égout (figure 8). Une partie de la plage est bordée d'une promenade aménagée et d'aires de repos.

Tableau 2. Bâtiments exposés situés dans la zone des travaux de protection

Occupation	Nombre de bâtiments
Résidence	175
Motel	3
Commerce/Restaurant	3
Bâtiment municipal	2

Pour établir un profil de vulnérabilité, l'UQAR a développé une méthodologie, basée sur un indice, qui tient compte de plusieurs paramètres :

- l'exposition à l'érosion;
- la sécurité liée au processus d'érosion;
- l'exposition à la submersion;
- la sécurité liée au processus de submersion;
- la sécurité liée au déferlement;
- le type de bâtiment;
- la population affectée;
- le rang côtier.

Cet indice a permis au MSP de déterminer le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des personnes et des biens pour l'ensemble des résidences et des infrastructures situées à moins de 150 m de la côte (section 5). Sur les 11 résidences les plus à risque dans la municipalité de Sainte-Luce, neuf se retrouvent toujours en situation de danger dans l'Anse-aux-Coques.

4. DESCRIPTION DES CONSÉQUENCES POUR LE PROJET ET POUR LE MILIEU DE RÉALISATION

Les terrasses de plage de l'Anse-aux-Coques sont affectées par une combinaison d'aléas, soit la submersion et l'érosion côtières. Ces aléas menacent l'intégrité des bâtiments et des infrastructures exposés. L'évolution rapide et l'intensité de ces aléas présents dans ce secteur, ainsi que la probabilité de leur manifestation, combinées aux conséquences, pourraient provoquer un nouveau sinistre majeur. De plus, comme l'intensité de ces aléas est fortement liée au climat, les impacts des changements climatiques amplifieront le risque de sinistre majeur avec le temps.

Au cours des 15 dernières années, de nombreux dommages ont été observés en lien avec ces tempêtes (en particulier celles des 2 décembre 2005, 6 décembre 2010 et 30 décembre 2016). En réponse à ces événements, de nombreuses protections de berges (enrochements, murs de bois ou de béton, etc.) ont été mises en place au fil des ans, par les citoyens et les autorités municipales, pour tenter de protéger les résidences et les infrastructures municipales. Malgré la présence d'ouvrages de protection, la zone côtière de l'Anse-aux-Coques est toujours fortement exposée et affectée par les aléas côtiers, particulièrement à cause du franchissement par les vagues lors des grandes marées, qui provoquent de la submersion et de la projection de débris (figures 6, 7 et 9).

Sinistre réel et appréhendé

Lors de la tempête du 6 décembre 2010, c'est 72 % des propriétés de Sainte-Luce qui ont été touchées par la submersion et l'érosion côtières, dont 58 % ont eu des dommages avec des impacts sévères sur les bâtiments et les infrastructures (Quintin et al., 2013), ce qui constitue un sinistre majeur au sens de la *Loi sur la sécurité civile*. Outre la tempête du 6 décembre 2010, les autres tempêtes (7 et 8 décembre 1983, 16 et 17 octobre 1988, 16 et 17 octobre 2004, 16 octobre 2005, 2 décembre 2005 et 30 décembre 2016) ont aussi sévèrement affecté les berges de Sainte-Luce, nécessitant une intervention de la Direction régionale de la sécurité civile et de la sécurité incendie du Bas-Saint-Laurent. Plusieurs de ces dommages concernaient aussi les structures de protection, où l'affouillement et le franchissement par les vagues ont provoqué une infiltration derrière les ouvrages, une évacuation des sédiments, une fissuration et un effondrement de plusieurs structures (figures 6 et 7). Les pierres et les blocs de béton, de

plus faibles calibres, provenant des enrochements et des murets, ont même constitué des projectiles, qui ont contribué aux dommages des infrastructures.

Les impacts appréhendés d'un sinistre sont de deux types. Les premiers englobent les impacts directs associés aux aléas côtiers (érosion et submersion). Ils comprennent essentiellement l'ensemble des dommages causés aux terrains, aux bâtiments et aux infrastructures, mais surtout les impacts liés à la sécurité des personnes. Le second type d'impacts découle principalement des effets collatéraux des impacts directs. Ces impacts peuvent être également de nature économique, environnementale ou sociale.

Si aucune mesure n'est prise, l'évolution de ces aléas va assurément causer des dommages aux bâtiments et infrastructures dans le secteur, des pertes importantes de terrain, ainsi qu'un danger réel et appréhendé pour la population.

Conséquences associées à la sécurité publique

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est très vulnérable, étant donné que les résidences sont très près de la côte, que les terrains sont bas et que les plages sont basses et étroites à cause de la mise en place d'ouvrages de protection, ne permettant plus d'atténuer efficacement la remontée des vagues. Les propriétés sont fortement exposées à la submersion côtière, particulièrement durant les épisodes d'ondes de tempête, où plusieurs bâtiments peuvent se retrouver sévèrement inondés. L'épaisseur d'eau sur le sol, pouvant atteindre 1,5 m, représente un danger considérable pour la sécurité des citoyens. À cela s'ajoute la vitesse du courant, la force de déferlement des vagues et la projection de débris parfois imposants (troncs d'arbres, blocs de glace, pierres provenant des enrochements), qui peuvent être dangereux pour la sécurité des citoyens et potentiellement mortels (figure 9). Considérant l'intensité de ces aléas, un nouveau sinistre pourrait causer de graves préjudices aux citoyens.

Pour l'ensemble de la zone nécessitant des travaux de protection, la forte exposition des infrastructures publiques et des résidences aux aléas côtiers s'avère une préoccupation constante pour la sécurité des personnes, puisque le secteur est très fréquenté par la population et les touristes, mais aussi plusieurs personnes y vivent.

Conséquences de nature économique

La plage, très prisée par la population locale, régionale et touristique, est un attrait touristique majeur pour la région du Bas-Saint-Laurent. Une partie de la plage est bordée d'une promenade aménagée et d'aires de repos, elle est fortement achalandée lors de la saison estivale. Le secteur visé par les travaux constitue le cœur du village de Sainte-Luce, avec ses nombreuses résidences principales, ses commerces, ses restaurants et ses lieux d'hébergement. La valeur des actifs à protéger dans le secteur de l'Anse-aux-Coques est estimée à 34,3 M\$ (figure 8). Advenant un sinistre majeur, les pertes ou les dommages à ces actifs, ainsi que les délais et les coûts de la remise en état de lieux, pourraient avoir des conséquences économiques très importantes pour la Municipalité et le gouvernement du Québec.

Conséquences de nature sociale

L'insécurité et le stress associés au danger pour la sécurité des personnes et des biens lors des épisodes de tempête sont des conséquences importantes pour les résidents du secteur, étant donné la récurrence des tempêtes qui frappent la côte régulièrement. La plupart des gens gardent un souvenir fort ou un traumatisme du sinistre majeur provoqué par la grande marée du 6 décembre 2010, mais aussi par rapport aux conséquences des autres tempêtes.

La dégradation du littoral de l'Anse-aux-Coques par des épisodes de tempêtes successives pourrait entraîner une perte de la valeur d'usage accordée au site par les touristes et les résidents, de même que des changements négatifs au niveau des comportements touristiques et de l'achalandage. La valeur d'usage correspond à la valeur accordée par chacun des visiteurs lorsqu'ils se rendent au site pour profiter de l'atmosphère, des commerces et du paysage. Une baisse d'achalandage des touristes pourrait avoir des conséquences économiques importantes sur la région.

5. IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES RISQUES POUR LE PROJET ET POUR LE MILIEU

Pour classifier le niveau de risques selon leur importance relative, en fonction d'une évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa et de ses conséquences potentielles, le MSP utilise une matrice de classification des risques selon quatre niveaux, tirée du guide *Gestion des risques en sécurité civile* (MSP, 2008). Cette matrice traduit le fait que même si un aléa a une probabilité d'occurrence qualifiée de *peu probable*, le niveau de risque est considéré comme *élevé* si les conséquences sont majeures ou comme *extrême* si celles-ci sont catastrophiques (figure 10).

Le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des personnes et des biens a été évalué à la lumière de cette grille de classification des risques, développée et reconnue par le gouvernement du Québec.

À court, moyen et long termes, les conséquences liées aux aléas côtiers se traduisent par un niveau de risque variant d'extrême à faible pour la sécurité des citoyens, ainsi que pour les dommages aux bâtiments, aux équipements et aux infrastructures. Pour démontrer le résultat du niveau de risque relatif aux aléas côtiers pour le secteur de l'Anse-aux-Coques, quatre niveaux de risque ont été retenus pour l'ensemble de la zone faisant l'objet des travaux de protection, auxquels a été superposé le cadre bâti (figures 11, 12 et 13).

Extrême

Le niveau de risque extrême correspond à une bande de 7,2 m, déterminée par les éléments suivants :

- un recul événementiel moyen supérieur jusqu'à 7,2 m;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,5 m lors d'un événement de récurrence 10 ou 50 ans;
- une possibilité de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme probable ou presque certaine, avec des conséquences potentielles majeures (blessures graves et infrastructures et bâtiments endommagés ou emportés) ou même catastrophiques (morts). Cette bande comprend 32 bâtiments (résidences ou commerces), ainsi que 45 m de route municipale.

Élevé

Le niveau de risque élevé correspond à une bande entre 7,2 et 10 m, déterminée par les éléments suivants :

- un recul événementiel élevé jusqu'à 10 m;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,5 m lors d'un événement de récurrence 10 ou 50 ans;
- une possibilité de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme probable ou presque certaine, avec des conséquences potentielles majeures (blessures graves et infrastructures et bâtiments endommagés ou emportés) ou même catastrophiques (morts). Cette bande comprend 23 bâtiments (résidences ou commerces), ainsi que 67 m de route municipale.

Modéré

Le niveau de risque modéré correspond à une bande de 10 m jusqu'à la limite de la zone de contrainte à l'érosion. Elle est déterminée par les éléments suivants :

- une zone de contrainte à l'érosion;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,1 m lors d'un événement de récurrence 10, 50 ou 100 ans;
- hors de la zone de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme rare, avec des conséquences potentielles modérées. Cette bande comprend 1 commerce, ainsi que 1310 m de route municipale.

Faible

Le niveau de risque faible correspond à une bande de 10 m jusqu'à la limite de la zone de submersion. Elle est déterminée par les éléments suivants :

- hors de la zone de contrainte à l'érosion;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,1 m lors de l'événement du 6 décembre 2010;
- hors de la zone de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme rare, avec des conséquences potentielles modérées. Cette bande ne comprend aucun bâtiment (résidence ou commerce), mais 980 m de route municipale.

Le reste des bâtiments ne sont pas directement exposés aux aléas côtiers, mais reste vulnérable à cause de l'unique voie d'accès qui, elle, est exposée aux aléas côtiers.

L'analyse de risques a permis de mieux comprendre les enjeux de sécurité civile et de les quantifier. Elle a aussi permis d'établir que le niveau de risque pour le secteur de l'Anse-aux-Coques soumis aux aléas côtiers varie d'extrême à faible. L'examen de ces résultats a été effectué sur la base des critères de sélection et de priorisation des demandes de financement du *Cadre pour la prévention de sinistre*, adopté par le gouvernement du Québec en 2013. Le traitement des secteurs identifiés à risque élevé à extrême nécessite une intervention dans les meilleurs délais.

Dans ce contexte, la demande de financement pour la réalisation de travaux de protection de l'Anse-aux-Coques par la Municipalité de Sainte-Luce a été jugée prioritaire, sur la base de ces analyses, et ce, pour l'ensemble de la zone identifiée à la figure 1. La signature d'une entente de financement a été recommandée par le Comité sur la prévention des sinistres naturels aux autorités du MSP.

6. IDENTIFICATION DES MESURES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR DIMINUER LES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse de risques, les spécialistes du MSP ont identifié des bâtiments pour lesquels le niveau de risque a été jugé élevé à extrême. Dans le cadre de *l'Entente de financement visant la mise en œuvre de mesures permettant d'éliminer le risque de sinistres associés à l'érosion et la submersion côtières menaçant des résidences principales à Sainte-Luce*, tous les propriétaires de ces bâtiments ont reçu une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire, si celui-ci était considéré comme une résidence principale et s'il était située dans les secteurs en périphérie, moins densément habités. Cela correspond à une première mesure d'adaptation aux changements climatiques, celle qui soit la plus environnementale, car elle ne nécessite pas d'intervenir dans le littoral et celle qui soit la plus sécuritaire, car elle élimine le risque. 35 propriétaires ont reçu une offre, 4 ont accepté de se déplacer et 16 ont accepté l'allocation de départ (figure 14).

Dans l'Anse-aux-Coques, le cœur du village, la mise en place d'un ouvrage de protection a été recommandée, notamment parce que la densité des bâtiments et des infrastructures est beaucoup plus grande et que l'avantage-coût est clairement démontré. Cependant, 55 bâtiments avec un niveau de risque élevé à extrême se retrouvent toujours en place dans l'Anse-aux-Coques (figure 15). Les propriétaires de ces résidences les plus à risque auraient pu recevoir une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire dans le cadre de l'entente de financement, mais ils ont été volontairement exclus. S'il advenait un événement de tempête majeur, plusieurs familles pourraient se retrouver en situation de danger, car certains bâtiments se retrouvent à moins de 4 m de la côte et sur des terrains si bas que l'épaisseur d'eau peut atteindre plus de 1 m, avec déferlement de vagues et projection de débris. Le niveau de danger est non seulement considéré comme extrême, mais potentiellement mortel, si l'événement se produit la nuit. D'où la nécessité d'intervenir le plus rapidement possible pour sécuriser le secteur, comme deuxième mesure d'adaptation aux changements climatiques.

Dans ce contexte, l'étude hydraulique de Consultants Ropars inc. (2019) a évalué les conditions hydrodynamiques de l'Anse-aux-Coques et a proposé deux variantes de solution, avec une conception et une estimation des coûts préliminaires. Les deux variantes analysées étaient l'enrochement et la recharge de plage avec des sédiments grossiers. Cette dernière avait été recommandée comme solution. Par la suite, Consultants Ropars inc. (2022) a produit une note technique complémentaire, afin de présenter une série de solutions alternatives qui répondaient au souhait, exprimé par certains citoyens, de préserver une plage avec une granulométrie sableuse. Ce document présente une description sommaire de différentes options de protection, soit l'enrochement, le riprap, le brise-lames détaché, la plage suspendue et la recharge de plage.

À la lumière de cette analyse préliminaire, la recharge de plage avec des sédiments grossiers s'avère toujours la solution privilégiée par les spécialistes du MSP, car elle atteint tous les objectifs souhaités, mentionnés ci-dessous :

- assurer la sécurité des personnes et des biens;
- être durable (au moins 30 ans de vie utile sans entretien);
- être adaptée au milieu;
- préserver les paysages (la vue sur la mer);
- respecter les avantages et les coûts de la solution;
- préserver l'usage de la plage, qui est régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques.

Quant à l'enrochement et le riprap, ils ne sont pas recommandés comme solution, car l'ouvrage deviendrait un obstacle majeur en termes de vue sur le fleuve pour les riverains et d'accès au rivage, étant donné que le sommet de l'enrochement se trouverait à plus de 2 m au-dessus de la rive (le riprap à plus de un mètre) (Consultants Ropars, inc. 2022). De plus, l'empiètement important de l'enrochement sur la plage impliquerait la destruction de celle-ci sur plus de 15 m de largeur (20 m pour le riprap), soit sur le haut de plage qui correspond à la partie la plus populaire de la plage. Finalement, la présence de ces ouvrages provoquerait à moyen et long termes une baisse de la plage située au large de l'enrochement, réduisant encore plus sa largeur et son accès. Ces inconvénients vont à l'encontre des objectifs d'être adapté au milieu, puis de préserver les paysages et les usages de la plage.

Le brise-lames détaché n'est pas non plus recommandé, même s'il préserverait une plage plus sableuse, car cette solution est complexe. En effet, cette solution interfère dans les conditions hydrosédimentaires du milieu, ce qui pourrait provoquer des impacts négatifs, parfois plus importants que les effets positifs escomptés. D'où l'importance de prévoir une modélisation longue et coûteuse, avant de mettre en place ces structures, ce qui augmente les coûts. Comme l'enrochement au large aurait une hauteur de 4,5 m sur plus de 20 m, il aurait un empiètement important sur le milieu hydrique, ce qui impliquerait de prévoir un ou des projets de compensation pour la destruction de l'habitat du poisson par le ministère Pêches et Océans Canada, ce qui pourrait représenter des coûts supplémentaires importants. Il deviendrait aussi un obstacle majeur en termes de vue, pour ceux qui voudraient s'étendre sur la plage, puis d'accès à la large plateforme littorale, qui est utilisée à marée basse.

En résumé, le projet de stabilisation de l'Anse-aux-Coques vise la résilience du cœur du village de Sainte-Luce, dans un contexte de changements climatiques. Le projet permettra la conservation de la valeur des bâtiments, ainsi que le maintien et la consolidation des activités économiques et touristiques du secteur. Il vise également la réduction des impacts économiques associés aux événements en lien avec la submersion et l'érosion côtières. Les délais et les coûts associés à la remise en état des lieux à la suite des épisodes de tempêtes seront grandement réduits par la réalisation de ce projet de protection, ce qui diminuera les risques pour la sécurité des personnes et des biens.

De plus, un ouvrage de protection aurait pour effets d'accroître le sentiment de sécurité et de bonifier la qualité de vie des résidents. L'analyse et l'évaluation des risques de sinistres ont démontré que les niveaux de risque extrême et élevé sont présents dans l'Anse-aux-Coques et qu'une intervention est nécessaire pour réduire le risque pour l'ensemble de celle-ci, afin d'éviter des situations de sinistres réels et appréhendés, qui pourraient potentiellement causer la mort.

Il est important de rappeler que ce projet ne vise pas une restauration de plage à des fins récréotouristiques, mais qu'il vise la sécurité des personnes et des biens à long terme.

S'il va de l'avant, l'option de recharge de plage avec des sédiments grossiers devra faire l'objet d'une modélisation numérique des conditions hydrosédimentaires à court et à long termes par une firme spécialisée. Les résultats de cette modélisation fourniront les données de base pour que l'ingénieur concepteur puisse dimensionner la recharge de plage en fonction de ces conditions. La modélisation permettra aussi d'évaluer la performance à long terme de l'ouvrage, soit de concevoir une recharge pour une durée de vie utile de 30 ans, sans recharge d'entretien. Les travaux seraient sous la responsabilité de la Municipalité, puis se dérouleraient en deux étapes. La première comprend l'importation des matériaux granulaires qui seront utilisés pour la recharge et la deuxième comprend la réalisation des travaux, soit la mise en place des matériaux. Ces travaux nécessitent des autorisations environnementales dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Les travaux devront être terminés au plus tard à l'automne 2024.

7. RÉFÉRENCES

Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S. et Morissette, A., 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.

Consultants Ropars inc., 2019, *Protection de berge – Sainte-Luce*, Québec. Pour le ministère de la Sécurité publique.

Consultants Ropars inc., 2022, *Note technique. Protection de berge – Sainte-Luce*, Québec. Pour le ministère de la Sécurité publique.

Drejza, S., Didier, D., Bernatchez, P., Lambert, A., Beaudry, J. 2018. *Développement et application d'une méthodologie d'analyse de risque associée à l'érosion et à la submersion côtière*. Rapport final. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, août 2018, 96 p.

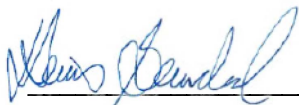
Institut océanographique de Bedford, 2021, *Outil canadien d'adaptation aux niveaux d'eau extrêmes* (OCANEE), <https://www.bio.gc.ca/science/data-donnees/can-ewlat/index-fr.php>

Ministère de la Sécurité publique (MSP), 2008. *Gestion des risques en sécurité civile*, 78 p.

Quintin, C., Bernatchez, P., Jolivet, Y. 2013. *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, Février 2013, Volume I : 48p. + Volume II : 170 p.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction du rapport :	Jean-Denis Bouchard Conseiller en gestion des risques naturels
Révision et validation :	Josée Desgagné Chef d'équipe, Aléas côtiers et mouvements de terrain
Soutien cartographique :	Simon Benoît Technicien en géomatique
Correction et mise en page :	Joannie Petit Technicienne en administration



Jean-Denis Bouchard, géo., Océanographie, M.Sc., n° OGQ 829

Josée Desgagné, géo. M.A.P., n° OGQ 1745

ANNEXE DE FIGURES

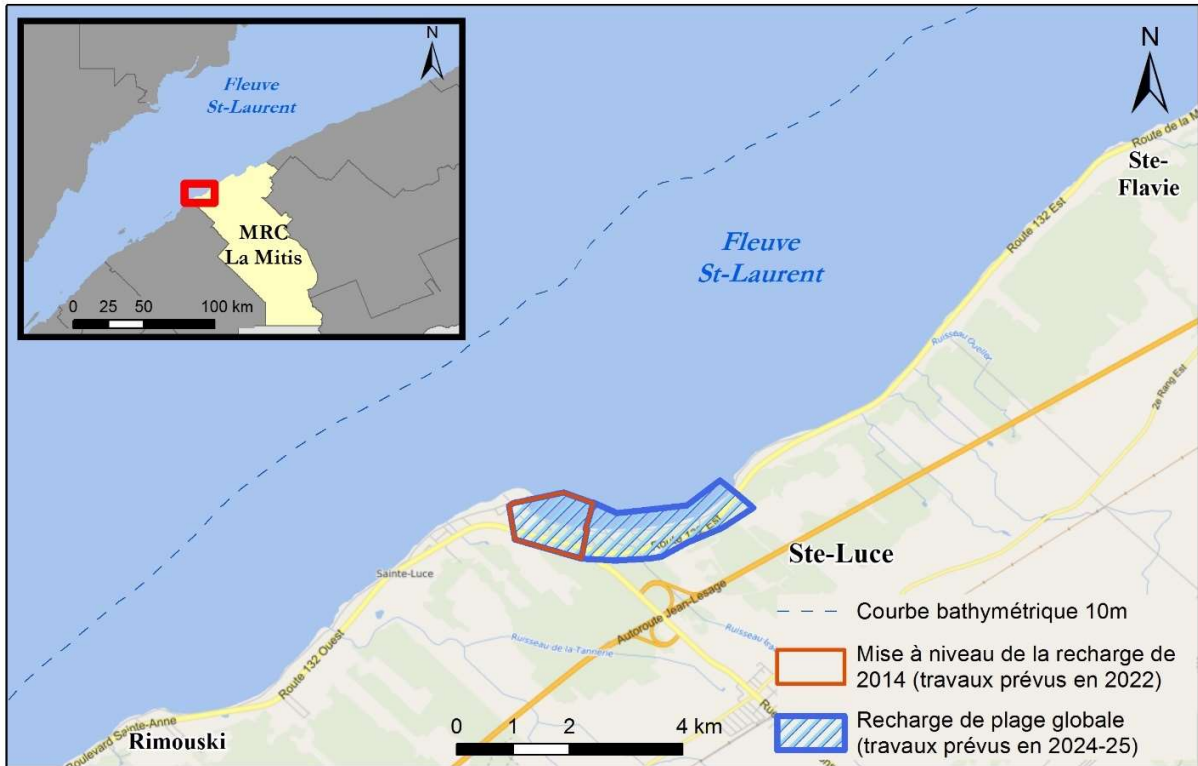


Figure 1. Localisation des travaux

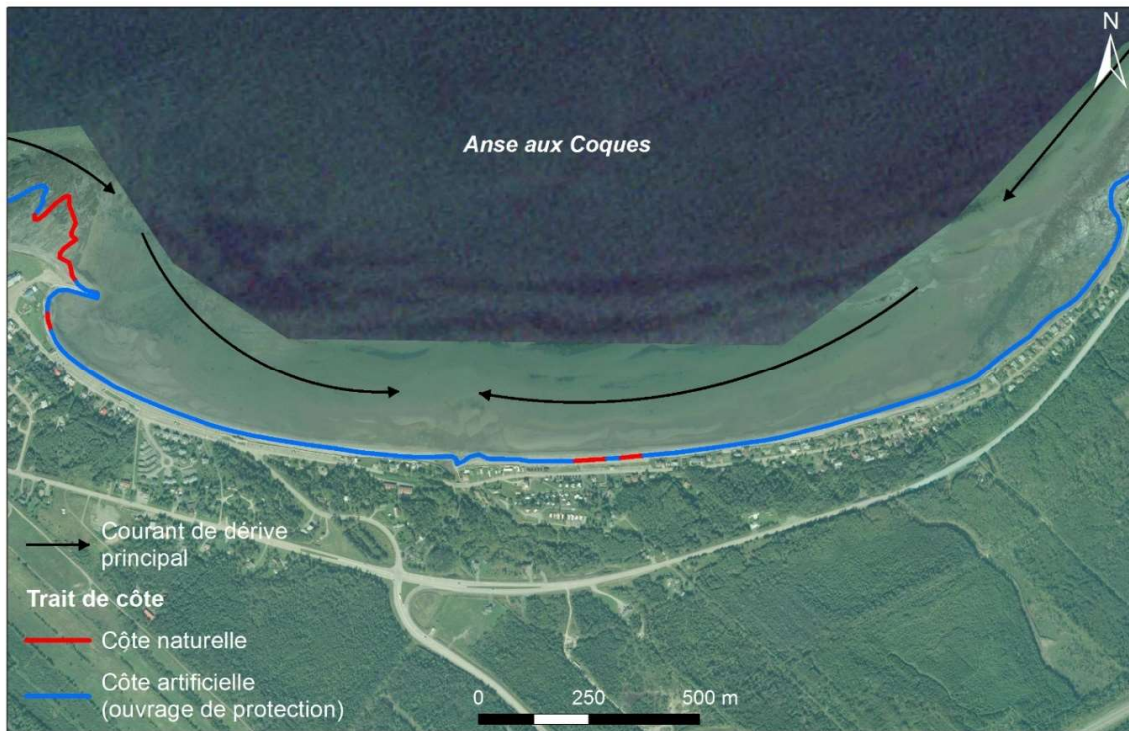


Figure 2. Artificialité de la côte et dynamique côtière



Figure 3. Littoral de l'Anse-aux-Coques, une plage sableuse et un très large bas estran de sable fin

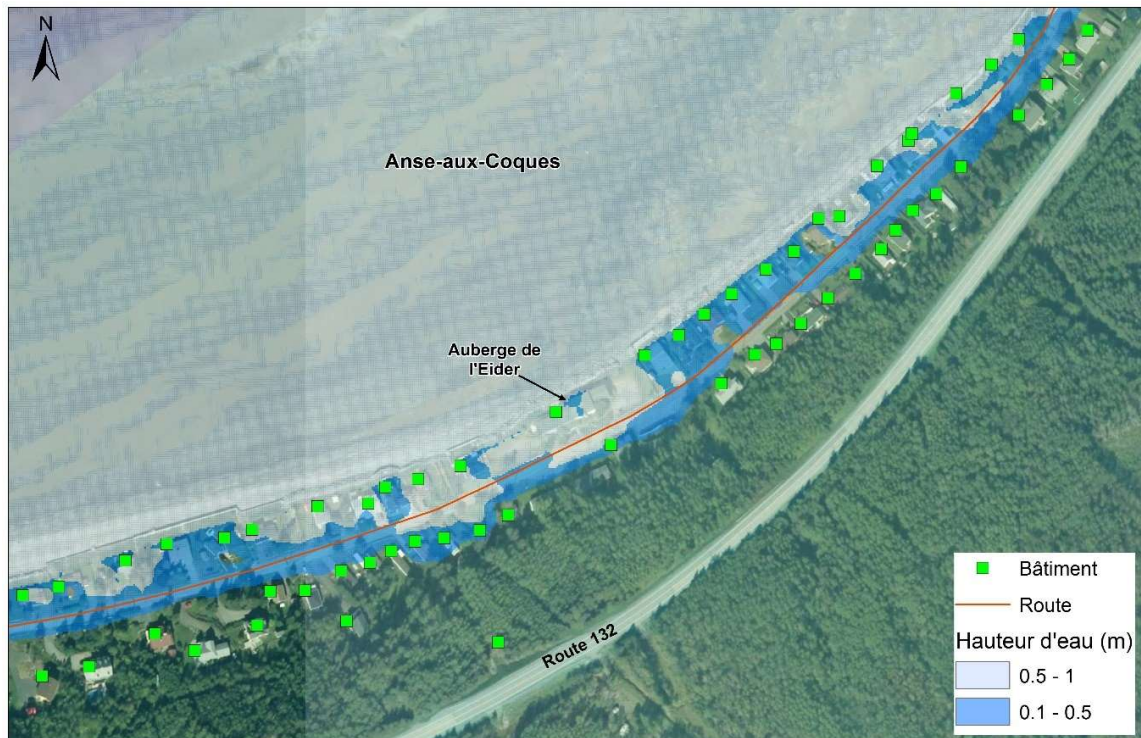


Figure 4. Hauteurs d'eau à la suite d'une simulation de la remontée des vagues lors d'une tempête de récurrence 50 ans

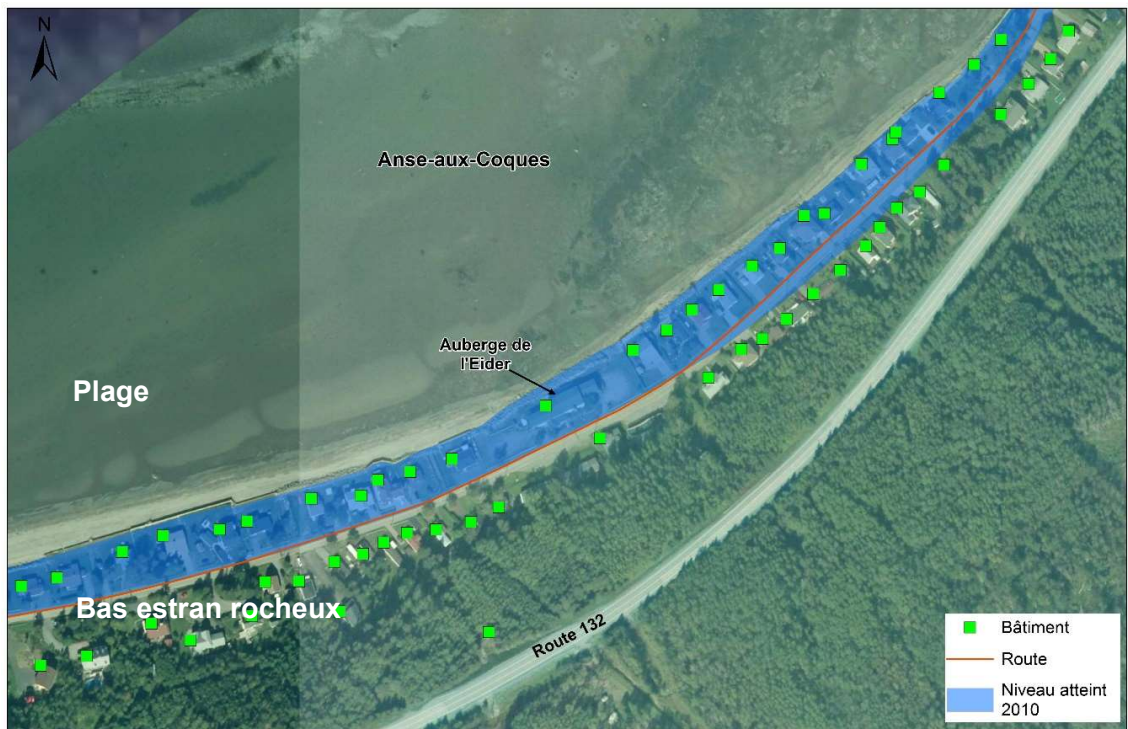


Figure 5. Niveau d'eau atteint lors de l'événement du 6 décembre 2010



Figure 6. Franchissement par les vagues au-dessus des ouvrages de protection et projection de débris lors de la tempête du 6 décembre 2010



Figure 7. Photos prises avant et après la tempête du 6 décembre 2010, montrant les forts reculs derrière les ouvrages de protection

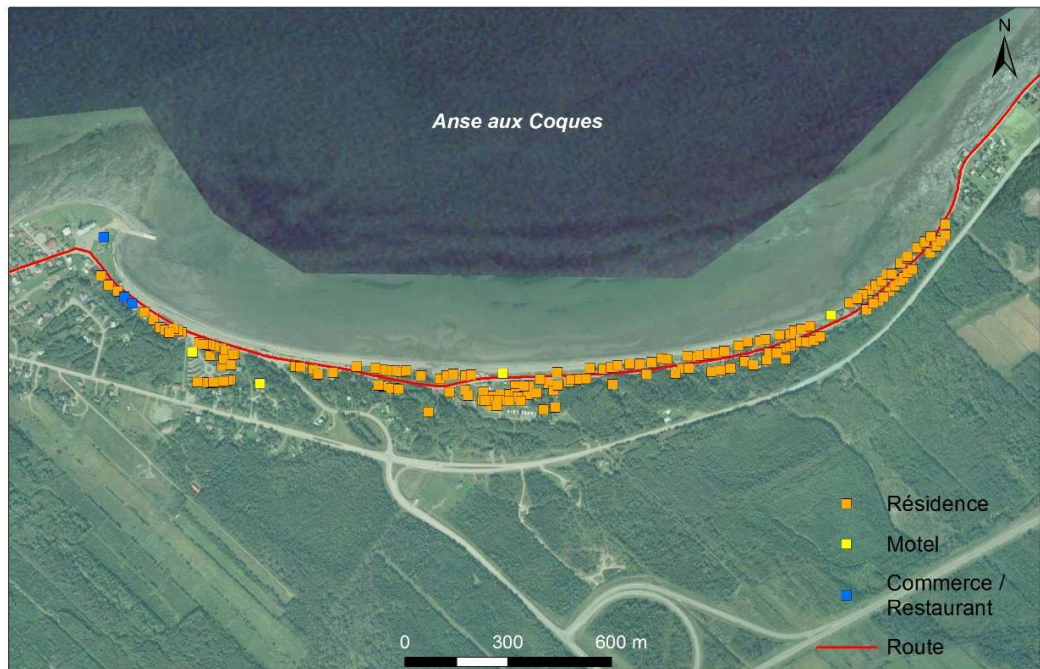


Figure 8. Enjeux derrière la zone des travaux



Figure 9. Projection de débris lors de la tempête du 6 décembre 2010

PROBABILITÉS D'OCCURRENCE	CONSÉQUENCES				
	1 Négligeables	2 Mineures	3 Modérées	4 Majeures	5 Catastrophiques
A Presque certain	M	É	EX	EX	EX
B Probable	M	É	É	EX	EX
C Possible	F	M	É	EX	EX
D Peu probable	F	F	M	É	EX
E Rare	F	F	M	É	É

NIVEAU DE RISQUE
 EX : Extrême
 É : Élevé
 M : Modéré
 F : Faible

Figure 10. Matrice de classification des risques

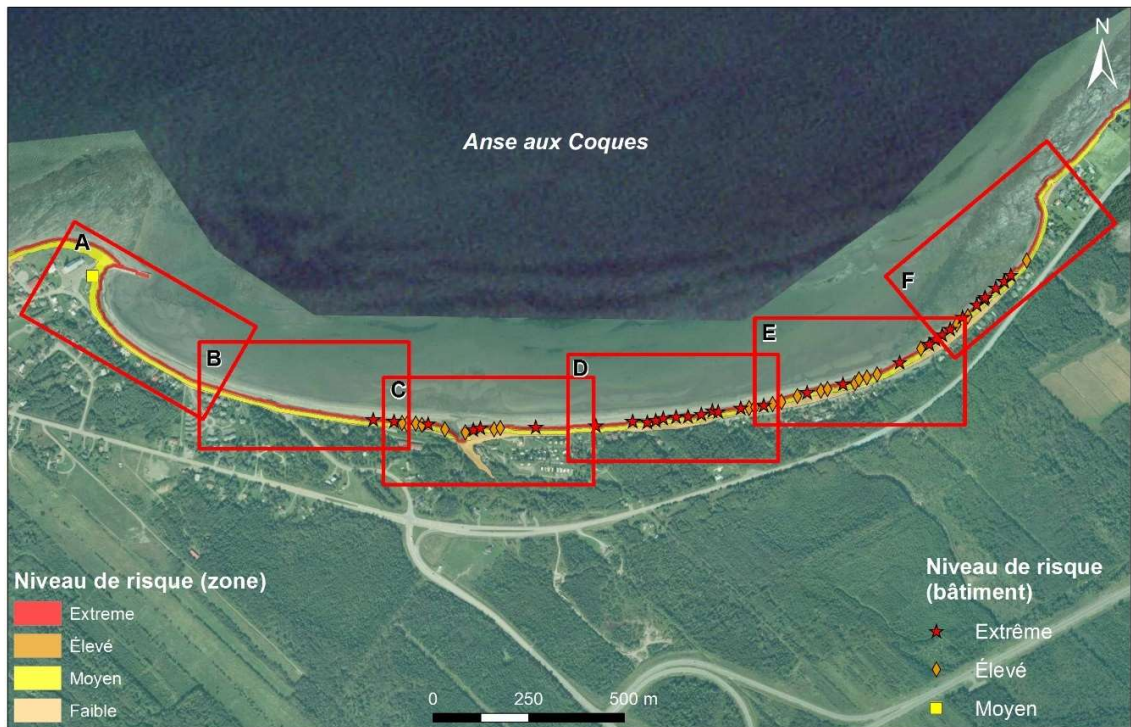


Figure 11. Niveaux de risque dans le secteur des travaux

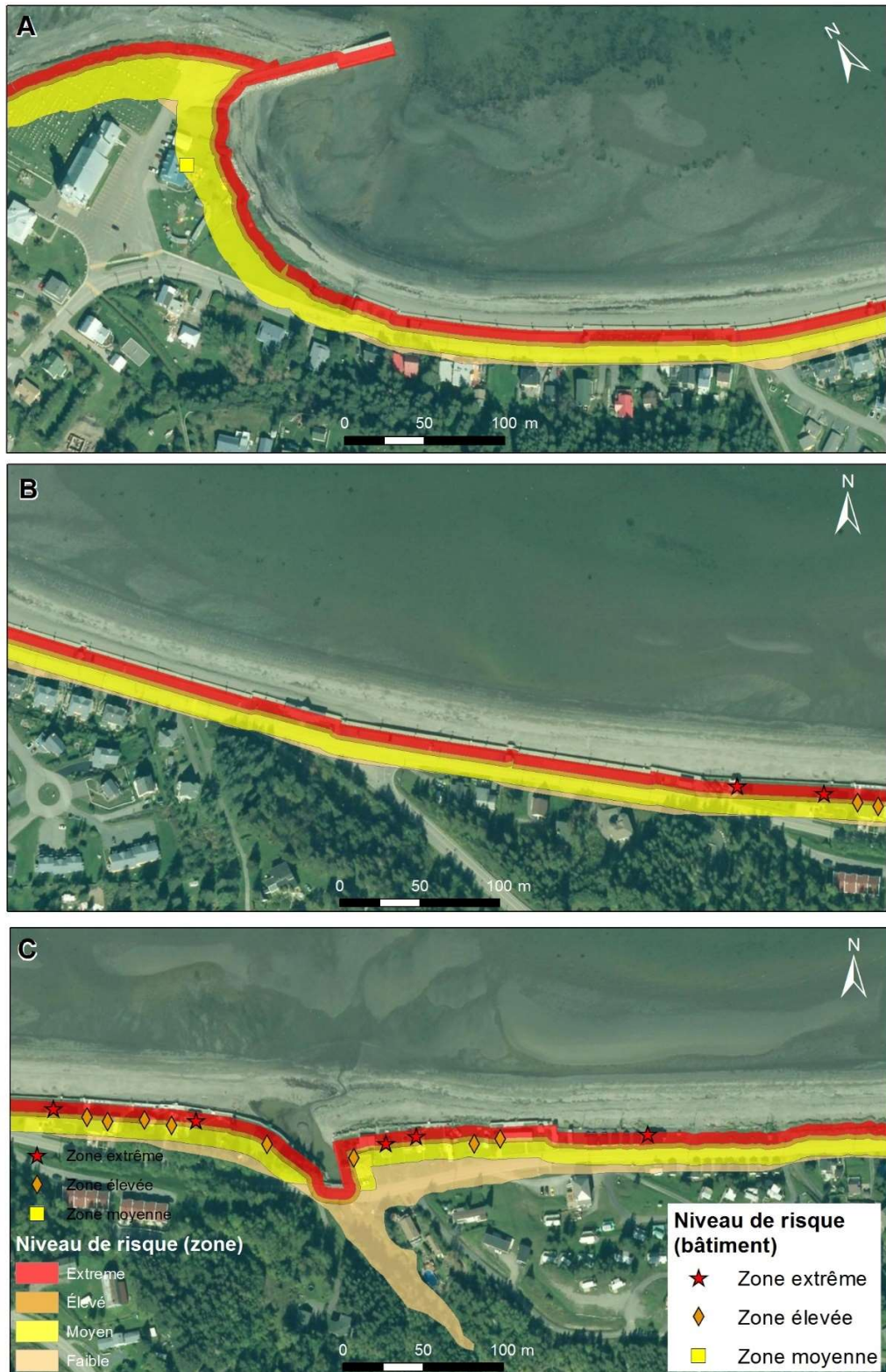


Figure 12. Niveaux de risque dans le secteur ouest des travaux



Figure 13. Niveaux de risque dans le secteur est des travaux

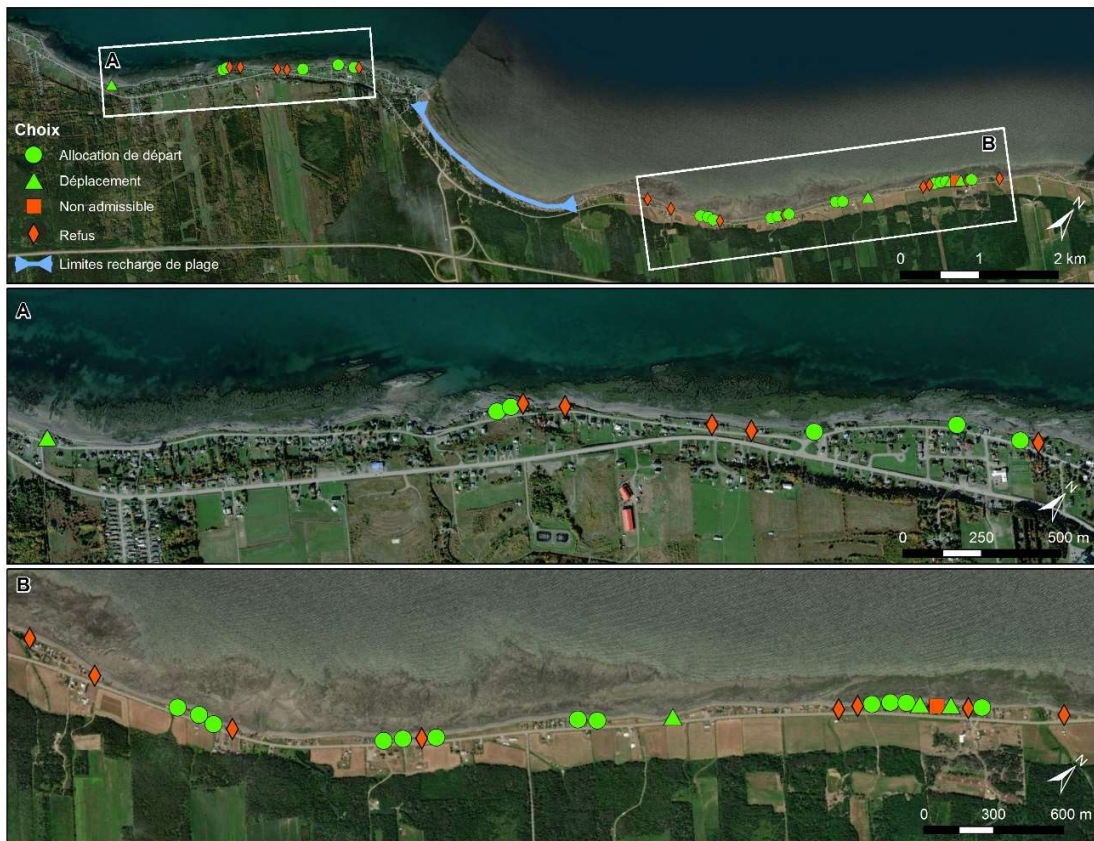


Figure 14. Localisation des propriétés qui ont reçu une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire dans le cadre de l'entente de financement



Figure 15. Bâtiments avec niveau de risque élevé à extrême dans l'Anse-aux-Coques

ANNEXE 3 – AVIS TECHNIQUE MISE À JOUR EN DATE DU 5 JUILLET 2023



Le 5 juillet 2023

Objet : Avis technique pour le projet de protection côtière

Endroit : Secteur de l'Anse-aux-Coques, à Sainte-Luce

1. MISE EN CONTEXTE

La municipalité de Sainte-Luce a été marquée par plusieurs tempêtes majeures, dont particulièrement celle du 6 décembre 2010, qui a provoqué des dommages importants aux résidences et aux infrastructures côtières. Rapidement, des équipes de terrain ont pu constater l'ampleur des dégâts dans les zones habitées. À la suite de ces constats, le ministère de la Sécurité publique (MSP) a mandaté l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), afin d'analyser les impacts de la tempête, notamment sur les reculs de la côte par érosion et sur les niveaux d'eau atteints par la submersion côtière. Plusieurs dizaines de résidences ont dû être déplacées en urgence sur un site sécuritaire ou démolies, à la suite d'une aide financière pour une indemnité de départ dans le cadre du *Programme général d'indemnisation et d'aide financière lors de sinistres réels ou imminents* du MSP.

En 2014, la Municipalité de Sainte-Luce, en collaboration avec le MSP, avait privilégié un ouvrage de protection par une recharge de plage, en y déposant 11 200 m³ de sédiments grossiers, afin de réparer les dommages subis aux infrastructures municipales lors de la tempête de 2010, et ce, en remédiant aux problèmes de disparition de la plage, de franchissement du mur de la promenade par les vagues, de submersion et de projection de débris sur la route municipale. Ce type d'ouvrage constituait, dans le contexte, un projet pilote, notamment en raison de son important volume de recharge et de la présence de 14 émissaires pluviaux maintenus sous l'ouvrage. Au cours des années subséquentes, la Municipalité a ajouté de petites quantités de matériaux granulaires supplémentaires, essentiellement à des fins esthétiques.

En 2015, le MSP a mandaté l'UQAR, pour développer une méthodologie pour analyser les risques associés à l'érosion et à la submersion côtières, pour la municipalité de Sainte-Luce. Cette analyse, livrée en août 2018, a permis au MSP d'évaluer le risque pour l'ensemble du territoire et des résidences exposées à l'érosion et à la submersion côtières, puis d'identifier les secteurs et certaines résidences où le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des biens et des personnes face à un prochain événement a été jugé élevé. Une analyse de solutions a permis de déterminer que le déplacement des résidences était la seule solution possible, étant donné le coût des travaux et l'étendue du territoire.

En mars 2019, une entente de financement a été conclue entre le MSP et la Municipalité de Sainte-Luce, pour assurer la sécurité des citoyens face aux aléas d'érosion et de submersion côtières, en permettant à une vingtaine de propriétaires ciblés de choisir entre le déplacement de leur résidence sur un site sécuritaire ou une indemnité de départ, puis la démolition de leur résidence.

Cependant, dans l'Anse-aux-Coques, où la densité des bâtiments et des infrastructures est plus grande, le MSP a mandaté Consultants Ropars inc., pour évaluer les conditions hydrodynamiques dans lesquelles les épisodes de submersion/érosion se produisent, afin de dimensionner une protection de la berge répondant à ces conditions. Le MSP souhaite une solution qui assure la sécurité des personnes ainsi que de biens et qui soit durable (au moins 30 ans), adaptée au milieu et préservant l'usage de la plage, qui est fortement utilisée à des fins récréotouristiques.

En mars 2020, une deuxième entente de financement a été conclue avec la Municipalité de Sainte-Luce, pour la réalisation des étapes préalables aux travaux contre l'érosion et la submersion côtières, dans le secteur de l'Anse-aux-Coques (figure 1). Ces travaux consistent à protéger des bâtiments résidentiels et commerciaux, ainsi que des infrastructures municipales, par le prolongement de la recharge de plage construite en 2014, ainsi que sa mise à niveau en deux phases.

En octobre 2022, la municipalité a effectué la première phase de la mise à niveau de la recharge de plage de 2014 sur une longueur d'environ 490 m, ainsi que les réparations aux émissaires. Ces travaux s'inscrivaient dans le Décret gouvernemental 693-2014 qui a autorisé le projet de recharge de plage de 2014 et qui prévoyait aussi des recharges d'entretien jusqu'au 31 décembre 2024 (figure 1). Contrairement à la recharge de 2014, la municipalité avait prévu deux importantes mesures d'atténuation, afin d'offrir une granulométrie plus intéressante aux usagers dans la partie la plus fréquentée de la plage. La première mesure d'atténuation consistait à tamiser les matériaux directement à la gravière, donc avant livraison, afin d'enlever les particules les plus grosses. La deuxième mesure d'atténuation consistait à recharger la crête de la plage avec une couche supérieure sableuse au printemps 2023, ce qui constitue une amélioration intéressante pour les usagers.

Ces travaux ont permis de protéger la promenade, la route du Fleuve et les infrastructures souterraines de la municipalité dans l'attente du projet définitif. Sans ces travaux, ces infrastructures auraient pu subir des dégâts importants lors de la tempête du 23 décembre 2022.

En lien avec la mise en œuvre de cette entente, l'objectif du présent avis technique est d'évaluer le niveau de risque relativement aux aléas côtiers du secteur de l'Anse-aux-Coques, puis de statuer sur la meilleure solution à la lumière des analyses de solutions produites par des experts en génie côtier, en tenant compte de l'avantage-coût.

2. IDENTIFICATION DES ALÉAS SUSCEPTIBLES D'AFFECTER LE PROJET OU LE MILIEU D'IMPLANTATION

Description du site

Les berges de la municipalité de Sainte-Luce sont constituées presque exclusivement de terrasses de plage, dont plus de la moitié sont artificialisées (figure 2). Les plages, principalement sableuses, ont une largeur qui varie entre 10 et 30 m. En avant de celles-ci, on retrouve souvent une plateforme rocheuse, constituée de roches sédimentaires, sauf dans l'Anse-aux-Coques, où l'on retrouve un très large bas estran de sable fin (figure 3).

Le secteur des travaux se retrouve dans la cellule hydrosédimentaire de l'Anse-aux-Coques, où l'on retrouve des dérives littorales convergentes vers le centre de l'anse (figure 2). Comme ces courants de dérive transportent principalement les sédiments vers ce point de convergence, cela en fait un site favorable à un projet de recharge de plage, puisqu'ils éviteraient les pertes en sédiment à l'extérieur de l'anse.

Aléa submersion

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est très vulnérable à la submersion côtière, particulièrement durant les épisodes d'onde de tempête, où plusieurs bâtiments peuvent se retrouver sévèrement inondés.

Les niveaux d'eau et leur récurrence ont été calculés à partir des données d'une station virtuelle, provenant du modèle de l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) (1979 à 2011).

Les niveaux d'eau à Sainte-Luce atteignent les élévations suivantes selon Consultants Ropars inc. (2019) (tableau 1).

Tableau 1. Niveaux d'eau à Sainte-Luce

Récurrence	Niveau d'eau (NMM)
50 ans avec changements climatiques	4,09 m
50 ans	3,94 m
10 ans	3,53 m
2 ans	3,12 m
1 an	2,94 m

L'analyse des vagues au large a été faite à partir des données du modèle de l'UQAR (Wave Watch III), pour une série temporelle de 1980 à 2015. La hauteur des vagues est de 2,6 m pour une période de retour de 50 ans. À l'approche de la côte, la transformation des vagues, influencée par la bathymétrie, a été simulée avec le modèle X-Beach, pour obtenir les niveaux d'eau atteints, incluant la remontée des vagues sur la plage. Les résultats de ces simulations se retrouvent à la figure 4.

Pour les besoins de conception, Lasalle-NHC fournira de nouvelles données sur les niveaux d'eau et les conditions de vagues sur 42 ans de données (1980-2021) au large et à proximité de la berge à l'étape de modélisation numérique des conditions hydrosédimentaires.

Lors de la tempête du 6 décembre 2010, le niveau d'eau maximal mesuré à la station marégraphique de Rimouski a été particulièrement exceptionnel, puisqu'il a été le plus élevé depuis 1914 (Bernatchez et al., 2012). La figure 5 montre que les niveaux d'eau ont atteint une altitude jusqu'à 6 m avec la remontée des vagues, ce qui se traduit par une épaisseur d'eau d'environ 1,5 m au-dessus du sol, dont l'altitude varie autour de 4,5 m. Cependant, le niveau d'eau maximum enregistré dans la municipalité de Sainte-Luce a atteint une altitude jusqu'à 6,7 m.

Les enrochements et les murets, servant à protéger les propriétés et les infrastructures routières, ont été dans certains cas lourdement endommagés par les vagues de tempête et ont amplifié la submersion côtière lors de l'événement du 6 décembre 2010. En effet, la réflexion des vagues de tempête sur les murs ou les enrochements a augmenté l'intensité du déferlement, ce qui a provoqué de l'agitation et de l'affouillement à la base de l'ouvrage. Cet abaissement de la plage a entraîné une augmentation de l'épaisseur d'eau devant les ouvrages, ce qui a favorisé la propagation et le franchissement des vagues au-dessus des structures de protection (figure 6). Ce franchissement a provoqué de la submersion côtière sur les propriétés, avec une accumulation d'eau et une vitesse d'écoulement suffisamment importante pour projeter du sable et des débris de tailles importantes, tels que des troncs d'arbre ou des blocs de glace (figure 7). L'infiltration d'eau dans le sol a aussi provoqué une évacuation des sédiments derrière les ouvrages et une déstabilisation, voir un effondrement de ces derniers. Outre la tempête du 6 décembre 2010, d'autres tempêtes ont sévèrement affecté les berges de Sainte-Luce, soit

celles des 7 et 8 décembre 1983, 16 et 17 octobre 1988, 16 et 17 octobre 2004, 16 octobre 2005, 2 décembre 2005, 30 décembre 2016 et récemment celle du 23 et 24 décembre 2022 (Direction régionale de la sécurité civile et de la sécurité incendie du Bas-Saint-Laurent).

Aléa érosion

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est affecté par l'érosion côtière, mais la plupart des propriétés sont protégées par des ouvrages de protection, qui ont limité les reculs durant leur durée de vie utile. Cependant, ces ouvrages ont perdu leur effet de protection lors d'événements de tempête majeure, notamment celui du 6 décembre 2010, où les niveaux d'eau ont été très hauts. Les mesures de l'UQAR montrent que le recul moyen mesuré pour cette tempête a été de près de 5,3 m et que le recul maximum a été de près de 13 m, autant sur les côtes naturelles que celles artificielles. Ce recul, derrière les murets ou les enrochements, s'explique par l'affouillement devant les ouvrages et le franchissement par les vagues, comme expliqué dans la section précédente. Ces forts reculs événementiels peuvent facilement atteindre les bâtiments en place et causer des dommages importants (figure 8).

Changements climatiques

Les niveaux d'eau et leur récurrence ont été calculés à partir des données d'une station virtuelle provenant du modèle de l'ISMER (1979 à 2011), comme expliqué précédemment. Cependant, pour tenir compte des changements climatiques, une hausse du niveau moyen des océans, estimée par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat à 0,25 m/50 ans, a été ajoutée, ainsi qu'une remontée de la croûte terrestre de 2,08 mm/an, fournie par Ressources naturelles Canada (tableau 1).

De plus, comme l'analyse des vagues a été faite à partir des données du modèle de l'UQAR (Wave Watch III), pour une série temporelle de 1980 à 2015, les impacts des changements climatiques sur la réduction des glaces et l'augmentation des tempêtes ont été pris en compte pour cette période, puisque ces phénomènes ont commencé à être observés au milieu des années 90. En projetant ces conditions de vagues sur les 30 prochaines années lors de la modélisation à long terme pour estimer l'évolution de la côte et la pérennité de la recharge de plage (Lasalle-NHC, à venir), l'ingénieur concepteur tiendra compte des augmentations de tempêtes en lien avec la réduction de glace dans le dimensionnement de l'ouvrage de protection. La conception tendra compte aussi du rehaussement marin en climat futur. Un suivi géomorphologique et biologique est prévu sur les cinq prochaines années (minimum), à raison de trois visites par année pour le suivi géomorphologique. Au besoin, des ajustements à la recharge pourraient être envisagés.

3. IDENTIFICATION DES COMPOSANTES DU PROJET SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉES PAR CES ALÉAS

Une analyse de risques a permis d'identifier les éléments exposés dans l'Anse-aux-Coques, derrière la zone des travaux projetés pour atténuer le risque de submersion et d'érosion côtières. Le tableau 2 montre l'usage et le nombre de bâtiments. On y retrouve des résidences principales et secondaires, des commerces, des restaurants, des lieux d'hébergement, ainsi qu'une rue municipale, avec un réseau d'aqueduc et d'égout (figure 9). Une partie de la plage est bordée d'une promenade aménagée et d'aires de repos.

Tableau 2. Bâtiments exposés situés dans la zone des travaux de protection

Occupation	Nombre de bâtiments
Résidence	175
Motel	3
Commerce/Restaurant	3
Bâtiment municipal	2

Pour établir un profil de vulnérabilité, l'UQAR a développé une méthodologie, basée sur un indice, qui tient compte de plusieurs paramètres :

- l'exposition à l'érosion;
- la sécurité liée au processus d'érosion;
- l'exposition à la submersion;
- la sécurité liée au processus de submersion;
- la sécurité liée au déferlement;
- le type de bâtiment;
- la population affectée;
- le rang côtier.

Cet indice a permis au MSP de déterminer le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des personnes et des biens pour l'ensemble des résidences et des infrastructures situées à moins de 150 m de la côte (section 5). Sur les 11 résidences les plus à risque dans la municipalité de Sainte-Luce, neuf se retrouvent toujours en situation de danger dans l'Anse-aux-Coques.

4. DESCRIPTION DES CONSÉQUENCES POUR LE PROJET ET POUR LE MILIEU DE RÉALISATION

Les terrasses de plage de l'Anse-aux-Coques sont affectées par une combinaison d'aléas, soit la submersion et l'érosion côtières. Ces aléas menacent l'intégrité des bâtiments et des infrastructures exposés. L'évolution rapide et l'intensité de ces aléas présents dans ce secteur, ainsi que la probabilité de leur manifestation, combinées aux conséquences, pourraient provoquer un nouveau sinistre majeur. De plus, comme l'intensité de ces aléas est fortement liée au climat, les impacts des changements climatiques amplifieront le risque de sinistre majeur avec le temps.

Au cours des 15 dernières années, de nombreux dommages ont été observés en lien avec ces tempêtes (en particulier celles des 2 décembre 2005, 6 décembre 2010 et 30 décembre 2016). En réponse à ces événements, de nombreuses protections de berges (enrochements, murs de bois ou de béton, etc.) ont été mises en place au fil des ans, par les citoyens et les autorités municipales, pour tenter de protéger les résidences et les infrastructures municipales. Malgré la présence d'ouvrages de protection, la zone côtière de l'Anse-aux-Coques est toujours fortement exposée et affectée par les aléas côtiers, particulièrement à cause du franchissement par les vagues lors des grandes marées, qui provoquent de la submersion et de la projection de débris (figures 6, 7 et 8).

Sinistre réel et appréhendé

Lors de la tempête du 6 décembre 2010, c'est 72 % des propriétés de Sainte-Luce qui ont été touchées par la submersion et l'érosion côtières, dont 58 % ont eu des dommages avec des

impacts sévères sur les bâtiments et les infrastructures (Quintin et al., 2013), ce qui constitue un sinistre majeur au sens de la *Loi sur la sécurité civile*. Outre la tempête du 6 décembre 2010, les autres tempêtes (7 et 8 décembre 1983, 16 et 17 octobre 1988, 16 et 17 octobre 2004, 16 octobre 2005, 2 décembre 2005 et 30 décembre 2016) ont aussi sévèrement affecté les berges de Sainte-Luce, nécessitant une intervention de la Direction régionale de la sécurité civile et de la sécurité incendie du Bas-Saint-Laurent. Plusieurs de ces dommages concernaient aussi les structures de protection, où l'affouillement et le franchissement par les vagues ont provoqué une infiltration derrière les ouvrages, une évacuation des sédiments, une fissuration et un effondrement de plusieurs structures (figures 6, 7 et 8). Les pierres et les blocs de béton, de plus faibles calibres, provenant des enrochements et des murets, ont même constitué des projectiles, qui ont contribué aux dommages des infrastructures.

Récemment, la tempête du 23 et 24 décembre 2022 a provoqué de la submersion côtière sur la promenade, par franchissement des vagues au-dessus de la recharge de plage (figure 10). Sans les travaux de la phase 1 de la mise à niveau, la promenade, la route du Fleuve et les infrastructures souterraines auraient pu subir de dégâts importants lors de cette tempête. De plus, s'il y avait eu une concordance entre le plus haut niveau d'eau atteint (marée et surcote) et les plus hautes vagues, cela aurait pu être catastrophique pour le secteur.

Les impacts appréhendés d'un sinistre sont de deux types. Les premiers englobent les impacts directs associés aux aléas côtiers (érosion et submersion). Ils comprennent essentiellement l'ensemble des dommages causés aux terrains, aux bâtiments et aux infrastructures, mais surtout les impacts liés à la sécurité des personnes. Le second type d'impacts découle principalement des effets collatéraux des impacts directs. Ces impacts peuvent être également de nature économique, environnementale ou sociale.

Si aucune mesure n'est prise, l'évolution de ces aléas va assurément causer des dommages aux bâtiments et infrastructures dans le secteur, des pertes importantes de terrain, ainsi qu'un danger réel et appréhendé pour la population.

Conséquences associées à la sécurité publique

Le secteur de l'Anse-aux-Coques est très vulnérable, étant donné que les résidences sont très près de la côte, que les terrains sont bas et que les plages sont basses et étroites à cause de la mise en place d'ouvrages de protection, ne permettant plus d'atténuer efficacement la remontée des vagues. Les propriétés sont fortement exposées à la submersion côtière, particulièrement durant les épisodes d'ondes de tempête, où plusieurs bâtiments peuvent se retrouver sévèrement inondés. L'épaisseur d'eau sur le sol, pouvant atteindre 1,5 m, représente un danger considérable pour la sécurité des citoyens. À cela s'ajoute la vitesse du courant, la force de déferlement des vagues et la projection de débris parfois imposants (troncs d'arbres, blocs de glace, pierres provenant des enrochements), qui peuvent être dangereux pour la sécurité des citoyens et potentiellement mortels (figure 7). Considérant l'intensité de ces aléas, un nouveau sinistre pourrait causer de graves préjudices aux citoyens.

Pour l'ensemble de la zone nécessitant des travaux de protection, la forte exposition des infrastructures publiques et des résidences aux aléas côtiers s'avère une préoccupation constante pour la sécurité des personnes, puisque le secteur est très fréquenté par la population et les touristes, mais aussi plusieurs personnes y vivent.

Conséquences de nature économique

La plage, très prisée par la population locale, régionale et touristique, est un attrait touristique majeur pour la région du Bas-Saint-Laurent. Une partie de la plage est bordée d'une promenade

aménagée et d'aires de repos, elle est fortement achalandée lors de la saison estivale. Le secteur visé par les travaux constitue le cœur du village de Sainte-Luce, avec ses nombreuses résidences principales, ses commerces, ses restaurants et ses lieux d'hébergement. La valeur des actifs à protéger dans le secteur de l'Anse-aux-Coques est estimée à 34,3 M\$ (figure 8). Advenant un sinistre majeur, les pertes ou les dommages à ces actifs, ainsi que les délais et les coûts de la remise en état de lieux, pourraient avoir des conséquences économiques très importantes pour la Municipalité et le gouvernement du Québec.

Conséquences de nature sociale

L'insécurité et le stress associés au danger pour la sécurité des personnes et des biens lors des épisodes de tempête sont des conséquences importantes pour les résidents du secteur, étant donné la récurrence des tempêtes qui frappent la côte régulièrement. La plupart des gens gardent un souvenir fort ou un traumatisme du sinistre majeur provoqué par la grande marée du 6 décembre 2010, mais aussi par rapport aux conséquences des autres tempêtes.

La dégradation du littoral de l'Anse-aux-Coques par des épisodes de tempêtes successives pourrait entraîner une perte de la valeur d'usage accordée au site par les touristes et les résidents, de même que des changements négatifs au niveau des comportements touristiques et de l'achalandage. La valeur d'usage correspond à la valeur accordée par chacun des visiteurs lorsqu'ils se rendent au site pour profiter de l'atmosphère, des commerces et du paysage. Une baisse d'achalandage des touristes pourrait avoir des conséquences économiques importantes sur la région.

5. IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES RISQUES POUR LE PROJET ET POUR LE MILIEU

Pour classifier le niveau de risques selon leur importance relative, en fonction d'une évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa et de ses conséquences potentielles, le MSP utilise une matrice de classification des risques selon quatre niveaux, tirée du guide *Gestion des risques en sécurité civile* (MSP, 2008). Cette matrice traduit le fait que même si un aléa a une probabilité d'occurrence qualifiée de *peu probable*, le niveau de risque est considéré comme *élevé* si les conséquences sont majeures ou comme *extrême* si celles-ci sont catastrophiques (figure 11).

Le niveau de risque (ou le danger) pour la sécurité des personnes et des biens a été évalué à la lumière de cette grille de classification des risques, développée et reconnue par le gouvernement du Québec.

À court, moyen et long termes, les conséquences liées aux aléas côtiers se traduisent par un niveau de risque variant d'extrême à faible pour la sécurité des citoyens, ainsi que pour les dommages aux bâtiments, aux équipements et aux infrastructures. Pour démontrer le résultat du niveau de risque relatif aux aléas côtiers pour le secteur de l'Anse-aux-Coques, quatre niveaux de risque ont été retenus pour l'ensemble de la zone faisant l'objet des travaux de protection, auxquels a été superposé le cadre bâti (figures 12, 13 et 14).

Extrême

Le niveau de risque extrême correspond à une bande de 7,2 m, déterminée par les éléments suivants :

- un recul événementiel moyen supérieur jusqu'à 7,2 m;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,5 m lors d'un événement de récurrence 10 ou 50 ans;
- une possibilité de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme probable ou presque certaine, avec des conséquences potentielles majeures (blessures graves et infrastructures et bâtiments endommagés ou emportés) ou même catastrophiques (morts). Cette bande comprend 32 bâtiments (résidences ou commerces), ainsi que 45 m de route municipale.

Élevé

Le niveau de risque élevé correspond à une bande entre 7,2 et 10 m, déterminée par les éléments suivants :

- un recul événementiel élevé jusqu'à 10 m;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,5 m lors d'un événement de récurrence 10 ou 50 ans;
- une possibilité de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme probable ou presque certaine, avec des conséquences potentielles majeures (blessures graves et infrastructures et bâtiments endommagés ou emportés) ou même catastrophiques (morts). Cette bande comprend 23 bâtiments (résidences ou commerces), ainsi que 67 m de route municipale.

Modéré

Le niveau de risque modéré correspond à une bande de 10 m jusqu'à la limite de la zone de contrainte à l'érosion. Elle est déterminée par les éléments suivants :

- une zone de contrainte à l'érosion;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,1 m lors d'un événement de récurrence 10, 50 ou 100 ans;
- hors de la zone de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme rare, avec des conséquences potentielles modérées. Cette bande comprend 1 commerce, ainsi que 1310 m de route municipale.

Faible

Le niveau de risque faible correspond à une bande de 10 m jusqu'à la limite de la zone de submersion. Elle est déterminée par les éléments suivants :

- hors de la zone de contrainte à l'érosion;
- une épaisseur d'eau supérieure à 0,1 m lors de l'événement du 6 décembre 2010;
- hors de la zone de déferlement et de projection de débris.

Dans cette bande, la probabilité d'occurrence des aléas côtiers est considérée comme rare, avec des conséquences potentielles modérées. Cette bande ne comprend aucun bâtiment (résidence ou commerce), mais 980 m de route municipale.

Le reste des bâtiments ne sont pas directement exposés aux aléas côtiers, mais reste vulnérable à cause de l'unique voie d'accès qui, elle, est exposée aux aléas côtiers.

L'analyse de risques a permis de mieux comprendre les enjeux de sécurité civile et de les quantifier. Elle a aussi permis d'établir que le niveau de risque pour le secteur de l'Anse-aux-Coques soumis aux aléas côtiers varie d'extrême à faible. L'examen de ces résultats a été effectué sur la base des critères de sélection et de priorisation des demandes de financement du *Cadre pour la prévention de sinistre*, adopté par le gouvernement du Québec en 2013. Le traitement des secteurs identifiés à risque élevé à extrême nécessite une intervention dans les meilleurs délais.

Dans ce contexte, la demande de financement pour la réalisation de travaux de protection de l'Anse-aux-Coques par la Municipalité de Sainte-Luce a été jugée prioritaire, sur la base de ces analyses, et ce, pour l'ensemble de la zone identifiée à la figure 1. La signature d'une entente de financement a été recommandée par le Comité sur la prévention des sinistres naturels aux autorités du MSP.

6. IDENTIFICATION DES MESURES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR DIMINUER LES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse de risques, les spécialistes du MSP ont identifié des bâtiments pour lesquels le niveau de risque a été jugé élevé à extrême. Dans le cadre de *l'Entente de financement visant la mise en œuvre de mesures permettant d'éliminer le risque de sinistres associés à l'érosion et la submersion côtières menaçant des résidences principales à Sainte-Luce*, tous les propriétaires de ces bâtiments ont reçu une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire, si celui-ci était considéré comme une résidence principale et s'il était située dans les secteurs en périphérie, moins densément habités. Cela correspond à une première mesure d'adaptation aux changements climatiques, celle qui soit la plus environnementale, car elle ne nécessite pas d'intervenir dans le littoral et celle qui soit la plus sécuritaire, car elle élimine le risque. 35 propriétaires ont reçu une offre, 4 ont accepté de se déplacer et 16 ont accepté l'allocation de départ (figure 15).

Dans l'Anse-aux-Coques, le cœur du village, la mise en place d'un ouvrage de protection a été recommandée, notamment parce que la densité des bâtiments et des infrastructures est beaucoup plus grande et que l'avantage-coût est clairement démontré. Cependant, 55 bâtiments avec un niveau de risque élevé à extrême se retrouvent toujours en place dans l'Anse-aux-Coques (figure 16). Les propriétaires de ces résidences les plus à risque auraient pu recevoir une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire dans le cadre de l'entente de financement, mais ils ont été volontairement exclus. S'il advenait un événement de tempête majeur, plusieurs familles pourraient se retrouver en situation de danger, car certains bâtiments se retrouvent à moins de 4 m de la côte et sur des terrains si bas que l'épaisseur d'eau peut atteindre plus de 1 m, avec déferlement de vagues et projection de débris. Le niveau de danger est non seulement considéré comme extrême, mais potentiellement mortel, si l'événement se produit la nuit. D'où la nécessité d'intervenir le plus rapidement possible pour sécuriser le secteur, comme deuxième mesure d'adaptation aux changements climatiques.

Dans ce contexte, l'étude hydraulique de Consultants Ropars inc. (2019) a évalué les conditions hydrodynamiques de l'Anse-aux-Coques et a proposé deux variantes de solution, avec une conception et une estimation des coûts préliminaires. Les deux variantes analysées étaient l'enrochement et la recharge de plage avec des sédiments grossiers. Cette dernière avait été recommandée comme solution. Par la suite, Consultants Ropars inc. (2022) a produit une note technique complémentaire, afin de présenter une série de solutions alternatives qui répondaient au souhait, exprimé par certains citoyens, de préserver une plage avec une granulométrie sableuse. Ce document présente une description sommaire de différentes options de protection, soit l'enrochement, le riprap, le brise-lames détaché, la plage suspendue et la recharge de plage.

À la lumière de cette analyse préliminaire, la recharge de plage avec des sédiments grossiers s'avère toujours la solution privilégiée par les spécialistes du MSP, car elle atteint tous les objectifs souhaités, mentionnés ci-dessous :

- assurer la sécurité des personnes et des biens;
- être durable (au moins 30 ans de vie utile sans entretien);
- être adaptée au milieu;
- préserver les paysages (la vue sur la mer);
- respecter les avantages et les coûts de la solution;
- préserver l'usage de la plage, qui est régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques.

Quant à l'enrochement et le riprap, ils ne sont pas recommandés comme solution, car l'ouvrage deviendrait un obstacle majeur en termes de vue sur le fleuve pour les riverains et d'accès au rivage, étant donné que le sommet de l'enrochement se trouverait à plus de 2 m au-dessus de la rive (le riprap à plus de un mètre) (Consultants Ropars, inc. 2022). De plus, l'empiètement important de l'enrochement sur la plage impliquerait la destruction de celle-ci sur plus de 15 m de largeur (20 m pour le riprap), soit sur le haut de plage qui correspond à la partie la plus populaire de la plage. Finalement, la présence de ces ouvrages provoquerait à moyen et long termes une baisse de la plage située au large de l'enrochement, réduisant encore plus sa largeur et son accès. Ces inconvénients vont à l'encontre des objectifs d'être adapté au milieu, puis de préserver les paysages et les usages de la plage.

Le brise-lames détaché n'est pas non plus recommandé, même s'il préserverait une plage plus sableuse, car cette solution est complexe. En effet, cette solution interfère dans les conditions hydrosédimentaires du milieu, ce qui pourrait provoquer des impacts négatifs, parfois plus importants que les effets positifs escomptés. D'où l'importance de prévoir une modélisation longue et coûteuse, avant de mettre en place ces structures, ce qui augmente les coûts. Comme l'enrochement au large aurait une hauteur de 4,5 m sur plus de 20 m, il aurait un empiètement important sur le milieu hydrique, ce qui impliquerait de prévoir un ou des projets de compensation pour la destruction de l'habitat du poisson par le ministère Pêches et Océans Canada, ce qui pourrait représenter des coûts supplémentaires importants. Il deviendrait aussi un obstacle majeur en termes de vue, pour ceux qui voudraient s'étendre sur la plage, puis d'accès à la large plateforme littorale, qui est utilisée à marée basse.

En résumé, le projet de stabilisation de l'Anse-aux-Coques vise la résilience du cœur du village de Sainte-Luce, dans un contexte de changements climatiques. Le projet permettra la conservation de la valeur des bâtiments, ainsi que le maintien et la consolidation des activités économiques et touristiques du secteur. Il vise également la réduction des impacts économiques

associés aux événements en lien avec la submersion et l'érosion côtières. Les délais et les coûts associés à la remise en état des lieux à la suite des épisodes de tempêtes seront grandement réduits par la réalisation de ce projet de protection, ce qui diminuera les risques pour la sécurité des personnes et des biens.

De plus, un ouvrage de protection aurait pour effets d'accroître le sentiment de sécurité et de bonifier la qualité de vie des résidents. L'analyse et l'évaluation des risques de sinistres ont démontré que les niveaux de risque extrême et élevé sont présents dans l'Anse-aux-Coques et qu'une intervention est nécessaire pour réduire le risque pour l'ensemble de celle-ci, afin d'éviter des situations de sinistres réels et appréhendés, qui pourraient potentiellement causer la mort. Il est important de rappeler que ce projet ne vise pas une restauration de plage à des fins récréotouristiques, mais qu'il vise la sécurité des personnes et des biens à long terme.

L'option de recharge de plage avec des sédiments grossiers fait l'objet d'une modélisation numérique des conditions hydrosédimentaires à court et à long termes par une firme spécialisée. Les résultats de cette modélisation fourniront les données de base pour que l'ingénieur concepteur puisse dimensionner la recharge de plage en fonction de ces conditions. La modélisation permettra aussi d'évaluer la performance à long terme de l'ouvrage, soit de concevoir une recharge pour une durée de vie utile de 30 ans, sans recharge d'entretien. Les travaux seraient sous la responsabilité de la Municipalité, puis se dérouleraient en deux étapes. La première comprend l'importation des matériaux granulaires qui seront utilisés pour la recharge et la deuxième comprend la réalisation des travaux, soit la mise en place des matériaux.

Étant donné le niveau de risque élevé pour plusieurs résidences, commerces et infrastructures publiques dans le cœur du village de Sainte-Luce, il est recommandé d'effectuer les travaux de protection de berge dans les meilleurs délais, afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens. Les travaux devront être terminés au plus tard à l'automne 2024.

7. RÉFÉRENCES

Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S. et Morissette, A., 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.

Consultants Ropars inc., 2019, *Protection de berge – Sainte-Luce*, Québec. Pour le ministère de la Sécurité publique.

Consultants Ropars inc., 2022, *Note technique. Protection de berge – Sainte-Luce*, Québec. Pour le ministère de la Sécurité publique.

Drejza, S., Didier, D., Bernatchez, P., Lambert, A., Beaudry, J. 2018. *Développement et application d'une méthodologie d'analyse de risque associée à l'érosion et à la submersion côtière*. Rapport final. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, août 2018, 96 p.

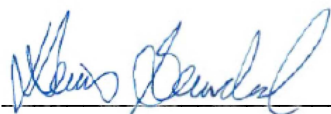
Institut océanographique de Bedford, 2021, *Outil canadien d'adaptation aux niveaux d'eau extrêmes* (OCANEE), <https://www.bio.gc.ca/science/data-donnees/can-ewlat/index-fr.php>

Ministère de la Sécurité publique (MSP), 2008. *Gestion des risques en sécurité civile*, 78 p.

Quintin, C., Bernatchez, P., Jolivet, Y. 2013. *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, Février 2013, Volume I : 48p. + Volume II : 170 p.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction du rapport :	Jean-Denis Bouchard Conseiller en gestion des risques naturels
Révision et validation :	Josée Desgagné Chef d'équipe, Aléas côtiers et mouvements de terrain
Soutien cartographique :	Simon Benoît Technicien en géomatique
Correction et mise en page :	Joannie Petit Technicienne en administration



Jean-Denis Bouchard, géo., Océanographie, M.Sc., n° OGQ 829

Josée Desgagné, géo. M.A.P., n° OGQ 1745

ANNEXE DE FIGURES

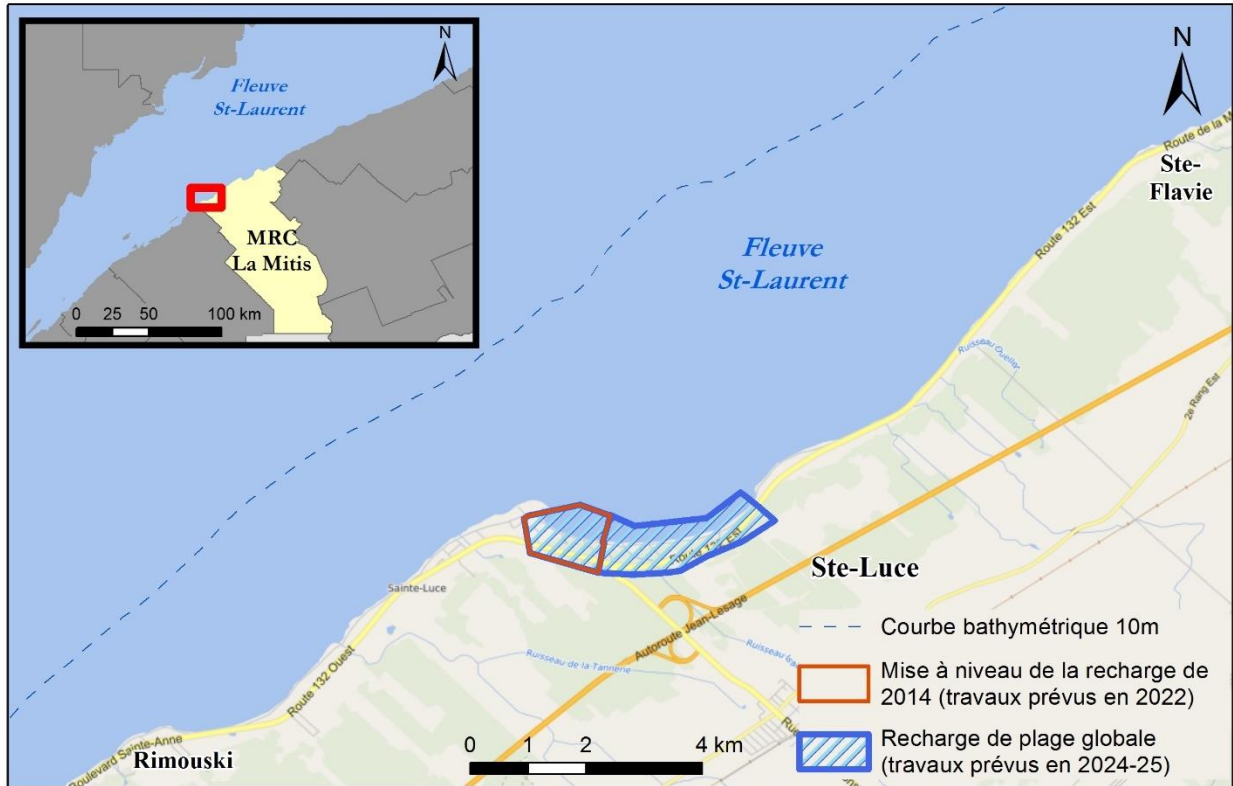


Figure 1. Localisation des travaux



Figure 2. Artificialité de la côte et dynamique côtière



Figure 3. Littoral de l'Anse-aux-Coques, une plage sableuse et un très large bas estran de sable fin

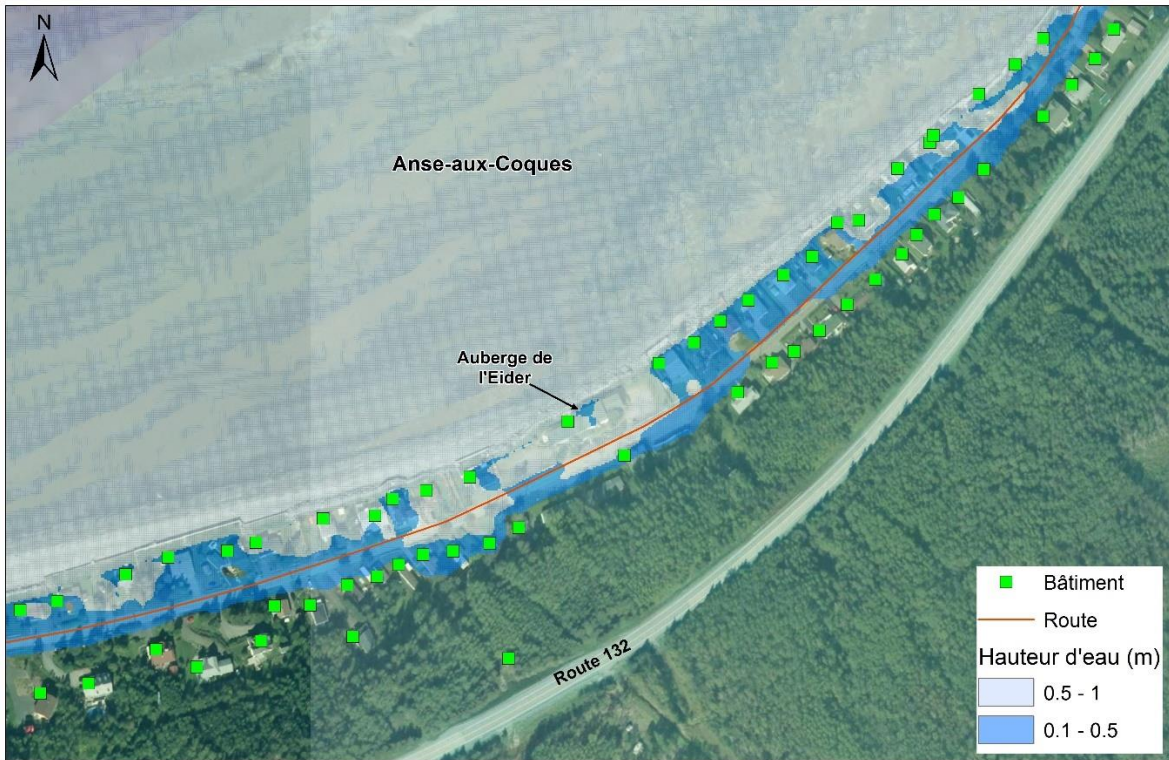


Figure 4. Hauteurs d'eau à la suite d'une simulation de la remontée des vagues lors d'une tempête de récurrence 50 ans

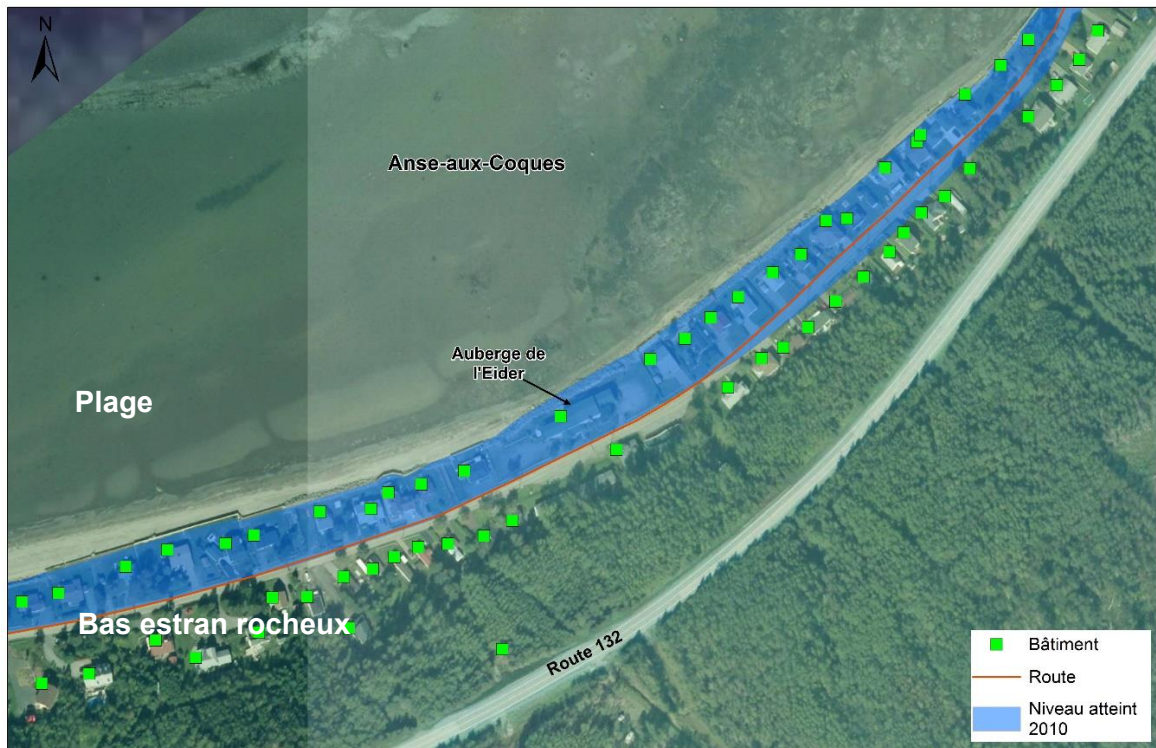


Figure 5. Niveau d'eau atteint lors de l'événement du 6 décembre 2010



Figure 6. Franchissement par les vagues au-dessus des ouvrages de protection et projection de débris lors de la tempête du 6 décembre 2010



Figure 7. Projection de débris lors de la tempête du 6 décembre 2010



Figure 8. Photos prises avant et après la tempête du 6 décembre 2010, montrant les forts reculs derrière les ouvrages de protection



Figure 9. Enjeux derrière la zone des travaux



Figure 10. Franchissement par les vagues et projection de débris sur la promenade, au-dessus de la recharge de plage, lors de la tempête du 23 et 24 décembre 2022

PROBABILITÉS D'OCCURRENCE	CONSÉQUENCES				
	1 Négligeables	2 Mineures	3 Modérées	4 Majeures	5 Catastrophiques
A Presque certain	M	É	EX	EX	EX
B Probable	M	É	É	EX	EX
C Possible	F	M	É	EX	EX
D Peu probable	F	F	M	É	EX
E Rare	F	F	M	É	É

NIVEAU DE RISQUE
EX : Extrême
É : Élevé
M : Modéré
F : Faible

Figure 11. Matrice de classification des risques

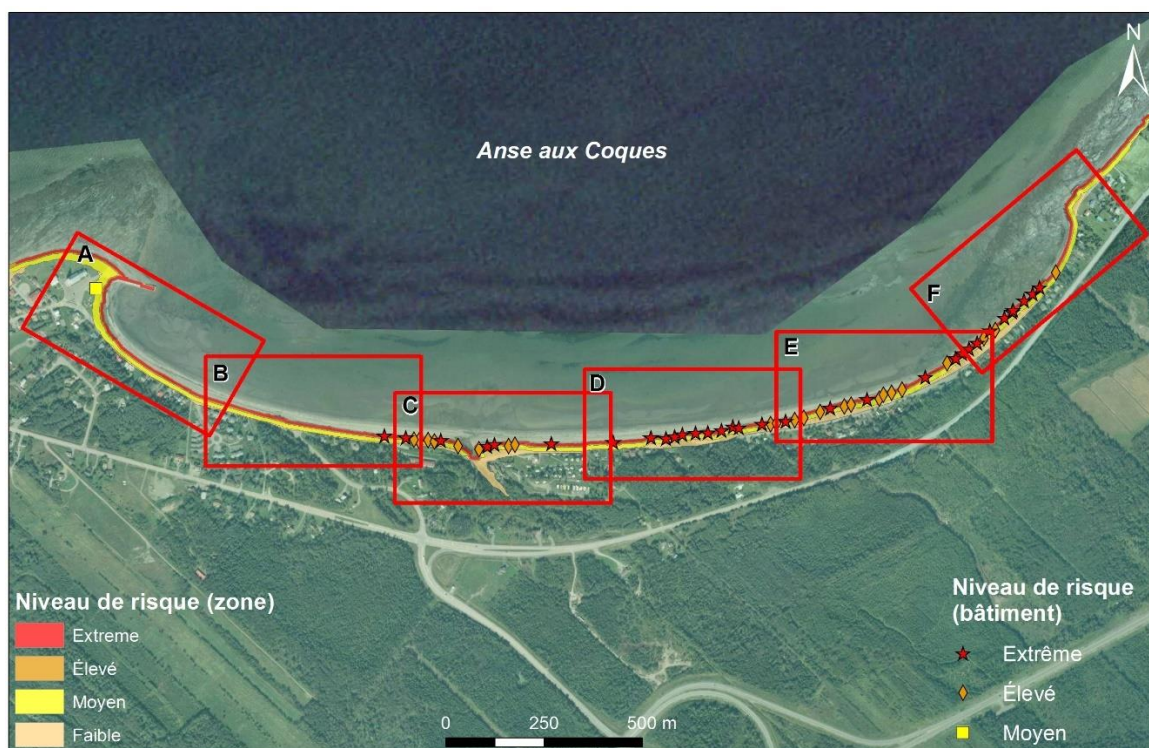


Figure 12. Niveaux de risque dans le secteur des travaux

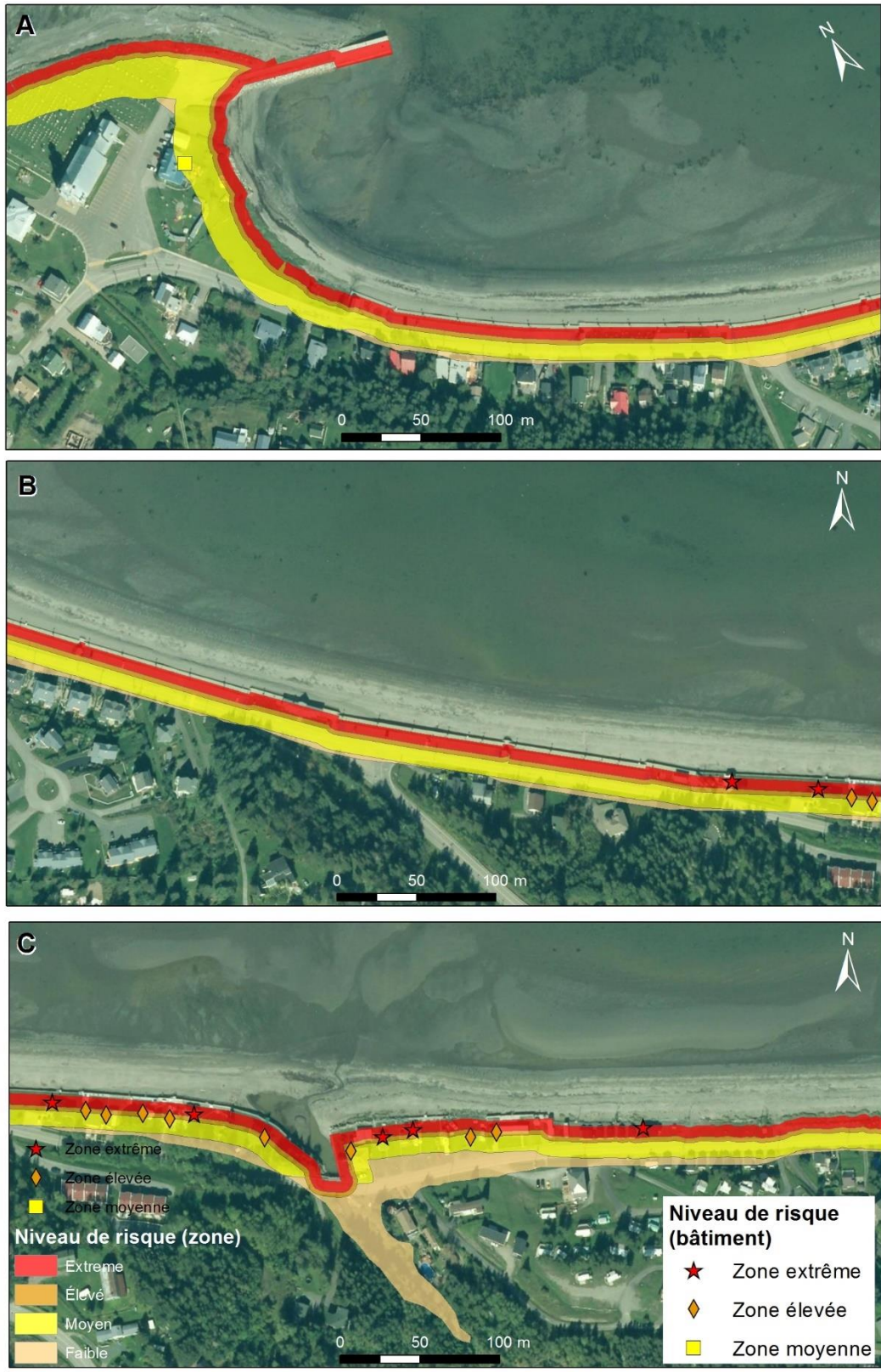


Figure 13. Niveaux de risque dans le secteur ouest des travaux



Figure 14. Niveaux de risque dans le secteur est des travaux

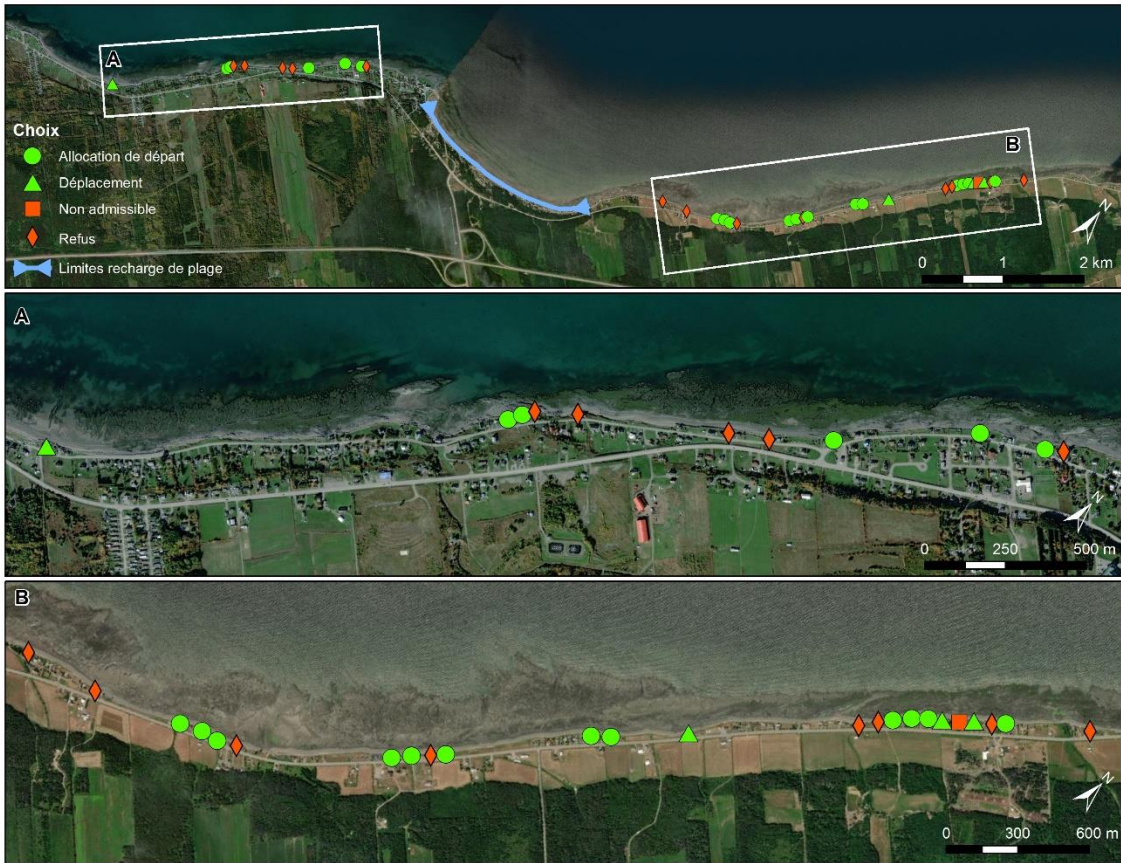


Figure 15. Localisation des propriétés qui ont reçu une offre de retrait ou de déplacement sur un site sécuritaire dans le cadre de l'entente de financement



Figure 16. Bâtiments avec niveau de risque élevé à extrême dans l'Anse-aux-Coques