

Québec, le 9 avril 2024

Madame Isabelle Nault, Biol. M. Sc. eau

Directrice

Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques
 Ministère de l'Environnement, de la Lutte
 contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
 Édifice Marie-Guyart, 6^e étage
 675, boulevard René-Lévesque Est, boîte 83
 Québec (Québec) G1R 5V7

**Objet : Demande de modification du décret de soustraction 999-2023
 Projet de protection contre la submersion et l'érosion côtière
 Municipalité de Maria**

Madame,

Au cours des derniers mois, la Municipalité de Maria a dû décréter l'état d'urgence à trois reprises, soit le 27 novembre 2023 et les 10 et 13 janvier 2024, en raison de tempêtes majeures qui ont entraîné des vents violents, du déferlement de vagues avec de la projection de débris, de la submersion et des bris sur diverses infrastructures. Lors de ces évènements, de nombreuses résidences ont été évacuées, la route 132 a été fermée et le secteur des rues des Tournepierrres et des Pluviers a été inondé jusqu'à 1,0 m d'accumulation d'eau et le réseau d'égout a été temporairement fermé.

De plus, les tempêtes ont causé des dommages importants au mur de protection de la route 132 à l'ouest du village de Maria. Comme démontré dans l'avis technique du ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) ci-joint, le mur s'est dégradé rapidement et est actuellement dans un état critique. Il pourrait ne pas assurer son rôle de protection contre les aléas côtiers lors d'un prochain évènement de tempête. En effet, il est fort probable qu'un seul évènement de tempête endommage l'infrastructure routière de manière telle que la circulation routière n'y soit plus possible. Ceci pourrait empêcher l'accès au CHSLD en plus de complexifier l'accès à l'hôpital.

Le tronçon de la route 132, entre la rue des Colibris et la halte routière à proximité de la rue des Engoulevents, est extrêmement vulnérable aux aléas côtiers et un sinistre, engendré par l'érosion et la submersion côtière, pourrait survenir à tout moment lors d'une tempête. Les conséquences de ce sinistre seraient majeures, notamment en raison de la perte du lien routier, et la sécurité des citoyens en serait ébranlée.

Comme spécifié dans l'avis technique du ministère de la Sécurité publique (MSP), lors des tempêtes, les vagues frappent directement le mur et submergent la route en projetant également des débris. Ainsi, ce segment de la route et le secteur au nord de celle-ci sont particulièrement exposés à la submersion côtière. Les simulations démontrent que les débits estimés lors du franchissement par les vagues sont élevés et dangereux lors des tempêtes. En effet, ces débits peuvent provoquer une grande force de déferlement et ainsi projeter des débris tels que des troncs d'arbres, des blocs de glace et des pierres. Ces débits peuvent générer une vitesse d'écoulement capable d'entraîner un piéton, ce qui pourrait provoquer des blessures graves, voire des décès. Également, la route est dans une zone où le niveau de risque est évalué d'extrême pour la voie de circulation du côté de la Baie-des-Chaleurs et des bâtiments sont localisés dans la zone avec un niveau de risque élevé.

De plus, le CHSLD de Maria, lequel possède une seule entrée située sur le boulevard Perron, subit du déferlement très violent lors d'événements de tempête. L'accès à ce service pour une clientèle vulnérable ne peut y être assuré et sécuritaire durant les périodes de tempête.

Rappelons également que la route 132 est un accès stratégique pour accéder aux services de l'hôpital de Maria, établissement de santé essentiel pour les services d'urgence de la région. Le détour nécessaire pour accéder à l'établissement via son deuxième accès sur la 1^{re} Avenue engendrerait des délais qui pourraient être critiques pour l'accès aux soins médicaux essentiels, lors d'une situation urgente.

En résumé, tout comme pour le secteur adjacent, ayant fait l'objet du décret 999-2023 pour la soustraction à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement, un seul événement de tempête pourrait générer un sinistre important pour la municipalité, notamment en coupant son principal lien routier et en engendrant potentiellement des blessures et des décès.

Ainsi, le secteur de la route 132 et le secteur sous décret sont exposés de manière équivalente aux aléas côtiers et sont susceptibles d'être affectés par un sinistre avec des conséquences majeures. La sécurité des biens et des personnes se trouve menacée par une éventuelle tempête pouvant survenir à tout moment et qui pourrait endommager les infrastructures exposées. Cette situation exigerait à la collectivité de mettre en place des mesures exceptionnelles pour faire face à un tel sinistre.

Dans ce contexte, il est essentiel de procéder le plus rapidement possible à des travaux de protection contre l'érosion et la submersion côtière pour les secteurs présentant la plus grande vulnérabilité. Une solution globale permettant de réduire l'ensemble des risques sur la population de Maria s'avère nécessaire.

Un projet global et intégré de protection côtière incluant le secteur le long de la route 132 entre la rue des Colibris et la halte routière et celui déjà prévu au décret 999-2023 est nécessaire afin d'assurer une protection adéquate du secteur, bien adaptée à l'environnement et qui sera pérenne. De plus, la mise en place d'une recharge de place sur l'ensemble du secteur permettrait de travailler sur une plus grande portion de la cellule hydrosédimentaire, ce qui augmenterait la stabilité de l'ouvrage projeté et réduirait les besoins ultérieurs d'entretien. Il s'agit de la stratégie la plus porteuse et la plus efficace de réduction des risques et, de ce fait, c'est la voie privilégiée par la Municipalité.

La mise en œuvre du projet doit être réalisée le plus rapidement possible, sans négliger la qualité des interventions, afin de limiter la période pour laquelle la population de Maria, ainsi que les usagers de la route 132, sont exposés au risque de sinistre.

D'un point de vue technique, il est nettement préférable que les travaux soient réalisés en une seule phase. En effet, le volume global de granulat à mettre en place serait moindre (la reprise des travaux va impliquer l'ajout de matériaux dans la zone de transition entre les phases). L'ensemble de l'ouvrage serait homogène et une seule mobilisation/démobilisation serait nécessaire à la réalisation des travaux. De plus, selon la durée de la période entre les deux phases, des ajustements significatifs devraient être prévus dans la zone de transition entre les deux phases, ce qui viendrait compliquer la conception et surtout la réalisation des travaux (nouvelle intervention dans des zones ayant déjà fait l'objet de travaux).

Du point de vue environnemental, il serait également préférable de procéder en une seule phase, et ce, afin de ne perturber le milieu qu'une seule fois et moins longtemps, et ainsi limiter les impacts des travaux sur la faune, la flore et les résidents.

Finalement, des travaux en une seule phase seraient également préférables en regard de l'acceptabilité sociale. Procéder à des travaux qui ne protègent que partiellement la population d'un sinistre imminent et les exposer à ce risque plus longtemps sur un tronçon pourrait être jugé comme inacceptable.

La solution optimale, qui permettrait de protéger la population de Maria d'un sinistre appréhendé en raison de l'exposition aux aléas côtiers, est la réalisation des travaux en une seule phase regroupant le secteur entre la rue des Colibris et la halte routière, à proximité de la rue des Engoulevents et celui déjà sous décret. Cette solution présente les avantages suivants :

- Prévenir tout dommage que pourrait causer un sinistre appréhendé (qui pourrait survenir lors du prochain événement de tempête);
- Limiter la durée de l'exposition aux risques côtiers pour la population de Maria et les usagers de la route 132;
- Diminuer le stress et l'insécurité associés aux risques à la sécurité des biens et personnes;
- Limiter les impacts sur l'environnement, notamment sur la faune benthique et l'avifaune, en n'y intervenant qu'une seule fois;
- Éviter la construction d'ouvrages temporaires comme des épis pour stabiliser la première section de la recharge qui aurait été mise en place;
- Optimiser les coûts du projet, notamment en évitant la construction d'ouvrages temporaires;
- Limiter les impacts dans le secteur touristique en période estivale;
- Éviter des interventions supplémentaires urgentes sur le mur de la route 132.

Ces travaux doivent être réalisés le plus rapidement possible, mais ils nécessitent également une conception minutieuse et selon les règles de l'art pour assurer la pérennité des aménagements. Une réalisation des travaux en 2025 est donc ciblée.

Dans ce contexte et selon votre recommandation à la suite de la demande de modification du décret qui vous été déposée en février dernier, la Municipalité entreprend les démarches d'autorisation suivantes :

- Dépôt d'une demande de décret de soustraction à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement afin de réaliser un projet de protection côtière pour le secteur de la route 132;
- Demande de modification du décret actuel afin que l'échéancier permette la réalisation d'un projet global permettant d'optimiser la réalisation des travaux et d'offrir aux citoyens une solution de protection optimale pour le secteur.

La demande d'obtention d'un décret pour le tronçon de la 132 vous est transmise séparément. Ainsi, afin de permettre une conception adéquate et la réalisation des travaux, nous demandons par la présente que le décret 999 -2023 soit prolongé jusqu'au 31 décembre 2025 et de permette des travaux de remise en état jusqu'au 30 septembre 2026.

En espérant que vous pourrez donner suite à cette demande cruciale pour la sécurité des citoyens de Maria, soyez assurée de notre entière collaboration dans ce projet.

Veuillez accepter, Madame Nault, nos plus cordiales salutations.

Dominic Lachance, ing. MBA
Directeur
Direction de l'ingénierie et infrastructures

- p.j. Annexe 1 – Plans de localisation
Annexe 2 – Calendrier du projet
Annexe 3 – Résolution du conseil municipal demandant la participation du MTMD
Annexe 4 – Lettre du MTMD
Annexe 5 – Avis technique MSP
Annexe 6 – Avis technique MTMD
- c.c. M. Thomas Romagné, directeur général – Municipalité de Maria
Mme Catherine Denis, conseillère en gestion des risques naturels – MSP
M. Jean-Denis Bouchard, conseiller en gestion des risques naturels – MSP
Mme Josée Pelland, conseillère en gestion des risques naturels – MSP
M. Antoine Racine, chargé de projet – Direction de l'évaluation environnementale des projets hydrauliques - MELCCFP
M. François Delaître, chef d'équipe - Projets d'aménagement de cours d'eau et de plans d'eau - MELCCFP

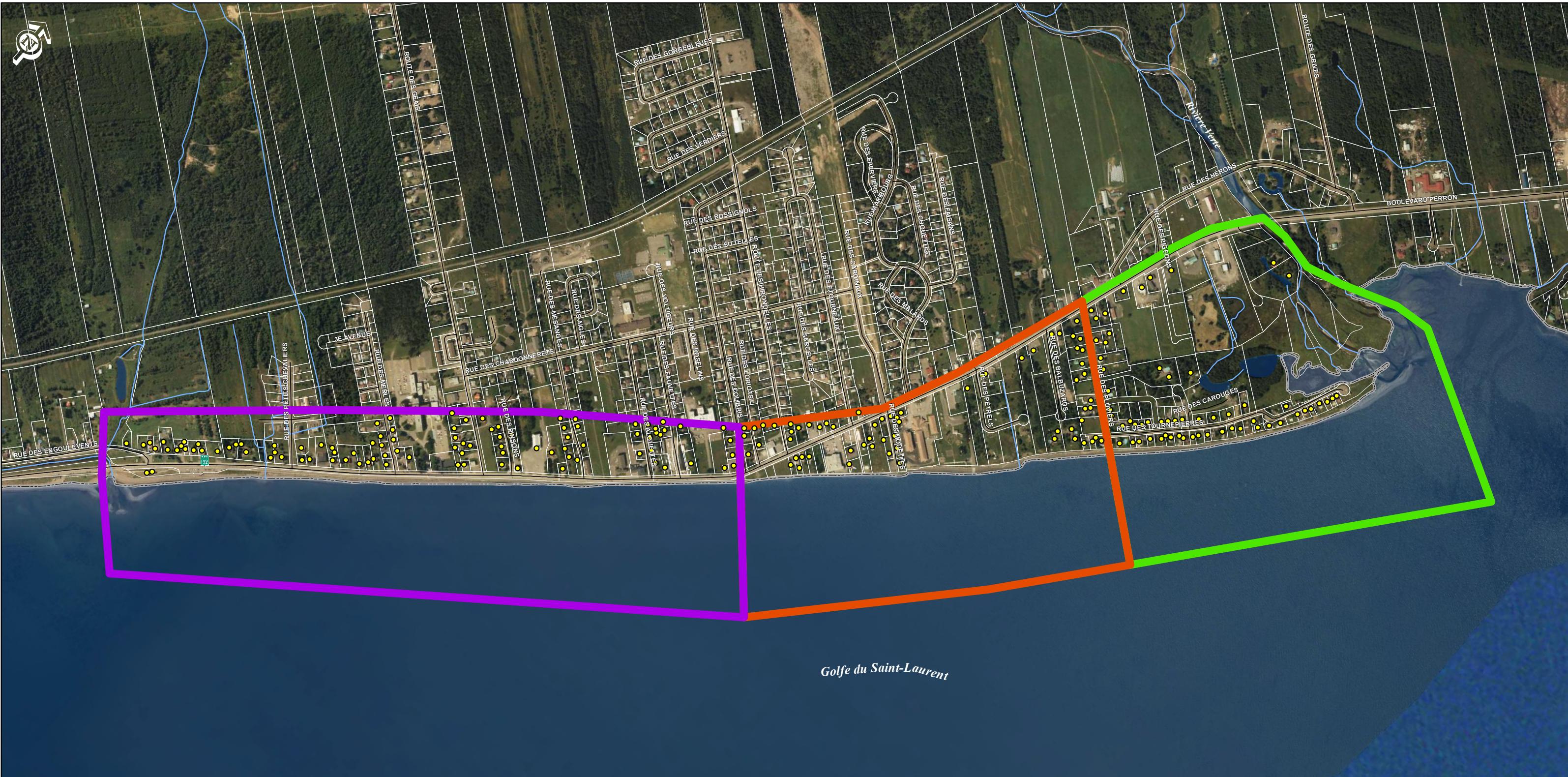


FÉDÉRATION
QUEBÉCOISE DES
MUNICIPALITÉS

Ingénierie et Infrastructures



ANNEXE 1 – Plans de localisation



Municipalité de Maria



**Plan de localisation - Demande de décret de soustraction
Secteurs des travaux de protection- Municipalité de Maria
No. de projet 53-2-06005-2201**

- Bâtiment
- Secteur commercial
- Limite municipal
- △ Réseau routier
- Secteur de la Pointe verte
- Secteur de la route 132
- Limite de lot
- ~~~~ Hydrographie



FÉDÉRATION
QUÉBÉCOISE DES
MUNICIPALITÉS
Ingénierie et Infrastructures

Approuvé par : Amélie Paiement ing., agr., MBA
Ingénierie en environnement

Préparé par : Claudia Larrota
Cartographie

0 50 100 200 300
Mètres
1:10 000

Annexe 2 – Calendrier du projet



Annexe 3 – Résolution du conseil municipal demandant la participation du MTMD



Province de Québec
MRC D'Avignon
Comté de Bonaventure

**EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL
OU
COPIE DE RÉSOLUTION
CONSEIL MUNICIPAL DE MARIA**

À la séance ordinaire du conseil municipal de Maria, tenue le 5 février 2024, et à laquelle séance étaient présents son honneur le maire, monsieur Jean-Claude Landry, et les conseillères et conseillers suivants :

Mesdames les conseillères Cindy Gagné, Guylaine Audet, France Leblanc et Patricia Chartier et monsieur le conseiller Daniel Audet.

Est absent monsieur le conseiller David Philippe.

Résolution 25-24 - Travaux publics - Cadre de prévention des sinistres - Sollicitation de la participation du ministère des Transports et de la Mobilité durable dans le projet de protection des berges de la municipalité de Maria

Considérant que le cœur du village de Maria est particulièrement vulnérable aux aléas d'érosion et de submersion côtières qui menacent la pérennité des bâtiments et des infrastructures en place, dont la route 132;

Considérant qu'une entente de financement a été signée entre le ministère de la Sécurité publique (MSP) et la Municipalité de Maria en mars 2022, pour permettre la réalisation des travaux d'atténuation des risques liés à l'érosion et à la submersion côtières du boulevard Perron, de la rue des Tournepiennes et de la rue des Mouettes;

Considérant qu'à l'ouest de cette zone de travaux d'atténuation projetés se retrouve 1,7 km de route nationale (route 132), sous la responsabilité du ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD), lesquels sont particulièrement vulnérables à l'érosion et à la submersion côtières, au déferlement des vagues et à la projection de débris, impactant significativement la population de Maria;

Considérant qu'une solution concertée face aux enjeux d'adaptation aux risques d'érosion et de submersion côtières est souhaitée;

Considérant que la réalisation du projet global, intégrant la protection de la route 132 comprise entre le cours d'eau Glenburnie et l'édifice de Postes Canada de Maria au tronçon déjà prévu dans l'entente avec le MSP, serait avantageuse en regard de la sécurité de la population, de la faisabilité technique, des coûts et des impacts environnementaux;

En conséquence, il est proposé par monsieur le conseiller Daniel Audet, dûment appuyé par madame la conseillère France Leblanc et résolu à l'unanimité :

Que la Municipalité s'adresse à madame la ministre Geneviève Guilbault et au MTMD afin de négocier un protocole d'entente permettant la réalisation d'un projet commun de protection contre les aléas côtiers, tant pour la portion la plus vulnérable de la route 132 sous la responsabilité du MTMD que pour le secteur du village ciblé dans l'entente avec le ministère de la Sécurité publique (MSP).

ADOPTÉ

Thomas Romagné
Directeur général et greffier-trésorier

ADOPTÉ À LA SÉANCE DU 5 FÉVRIER 2024
VRAIE COPIE CERTIFIÉE, CE 7 FÉVRIER 2024

Annexe 4 – Lettre du MTMD



PAR COURRIEL

Rimouski, le 9 février 2024

Monsieur Jean-Claude Landry
Maire
Municipalité de Maria
maire@mari Quebec.com

Monsieur le Maire,

J'ai pris connaissance de votre lettre par laquelle vous sollicitez la participation du ministère des Transports et de la Mobilité durable pour la réalisation d'un projet commun d'atténuation des risques liés à l'érosion et à la submersion côtières au cœur du village de Maria.

Le Ministère est concerné par la problématique d'érosion et de submersion côtières en Gaspésie, compte tenu de la présence d'infrastructures routières longeant la côte sur plusieurs kilomètres. En ce sens, une action concertée dans le secteur côtier de Maria, notamment par l'intégration du mur M-11336 situé le long de la route 132 dans l'analyse de la solution, de la conception et de la modélisation de l'infrastructure de protection côtière globale projetée, pourrait s'avérer une option avantageuse pour toutes les parties concernées.

Conséquemment, le Ministère est disposé à participer au projet comme proposé initialement dans votre lettre. Toutefois, sa participation est conditionnelle à l'obtention des autorisations environnementales requises pour la réalisation du projet. De plus, la répartition des coûts entre la Municipalité et le Ministère devra faire l'objet de discussions lors de l'élaboration d'une entente de collaboration. À cet effet, un représentant du Ministère communiquera avec vous au moment opportun afin de convenir de la suite du dossier.

... 2

Pour plus de renseignements, vous pouvez communiquer avec monsieur Thomas Fortin-Chevalier, ingénieur et chargé de projet au Module des aléas naturels et de l'adaptation aux changements climatiques, au numéro 581 887-7052, ou à l'adresse courriel thomas.fortin-chevalier@transports.gouv.qc.ca.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Maire, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le directeur général par intérim,



Original signé électroniquement. S'y référer pour authenticité

Roger Gagnon

RG/CM/ig

c. c. MM. Thomas Romagné, directeur général de Maria
Pascal Chouinard, directeur général de la prévention et
de la planification – Ministère de la Sécurité publique
Félix Caron, directeur régional de la sécurité civile et de
la sécurité incendie de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine –
Ministère de la Sécurité publique
Sylvain Grisé, chef du Centre de services de New Carlisle

Annexe 5 – Avis technique du MSP



Le 16 février 2024

Objet : Avis technique pour le projet d'atténuation des risques liés à l'érosion et à la submersion côtières

Endroit : Centre-ville de Maria (de la halte routière à l'extrémité est de la pointe Verte)

1. MISE EN CONTEXTE

La municipalité de Maria a été marquée par plusieurs tempêtes majeures, dont particulièrement celle du 2 décembre 2005 et celle du 6 décembre 2010, qui ont provoqué des dommages importants aux résidences et aux infrastructures côtières municipales et provinciales. Au cours de la période récente, la récurrence des ondes de tempête affectant le site d'étude s'est grandement accélérée. Le secteur de la pointe Verte a fait l'objet de trois déclarations d'urgence locales accompagnées d'avis d'évacuation en raison des risques côtiers en moins de deux mois (27-11-2023; 10-01-2024; 13-01-2024).

Les aléas survenus dans la municipalité de Maria ont été bien documentés par des équipes de terrain qui se sont déployés rapidement pendant ou immédiatement après les événements et qui ont pu constater l'ampleur des dégâts dans les zones habitées. Depuis 2005, de multiples acquisitions de données et travaux de recherche ont eu lieu à Maria afin de mieux comprendre la situation relative aux aléas côtiers. Ces projets découlent de demandes du MSP, mais aussi du MTMD et de projets de recherche universitaires (Fraser et Bernatchez, 2006; Bernatchez *et al.*, 2008; Quintin *et al.*, 2013; Fraser *et al.* 2014; Drejza *et al.*, 2015; Didier *et al.*, 2015; Didier *et al.*, 2019; Corriveau *et al.*, 2019; Caulet *et al.*, 2021).

En mars 2022, une entente de financement a été conclue entre le MSP et la municipalité de Maria, pour assurer la sécurité des citoyens face aux aléas côtiers en réalisant des travaux d'atténuation des risques liés à l'érosion et à la submersion côtières.

Par la suite, le MSP a mandaté Lasalle-NHC., pour évaluer les conditions hydrodynamiques dans lesquelles les épisodes de submersion/érosion se produisent, et Consultant Ropars inc. 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 les usages effectués sur la côte.

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 centre-ville de Maria, 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

La municipalité de Maria est située dans la baie des Chaleurs, dans la MRC d'Avignon en Gaspésie (figure 1). Le site à l'étude se retrouve dans la partie ouest de la baie de Cascapédia, dans la cellule hydrosédimentaire de Maria/Gesgapegiac (figure 2). La dérive littorale principale se dirige vers le nord-est et une dérive littorale secondaire est présente dans la direction inverse vers le sud-ouest. La baie de Cascapédia (environ 15 km sur 8 km) présente de grands herbiers de zostère. Sa profondeur est de moins de 20 m.

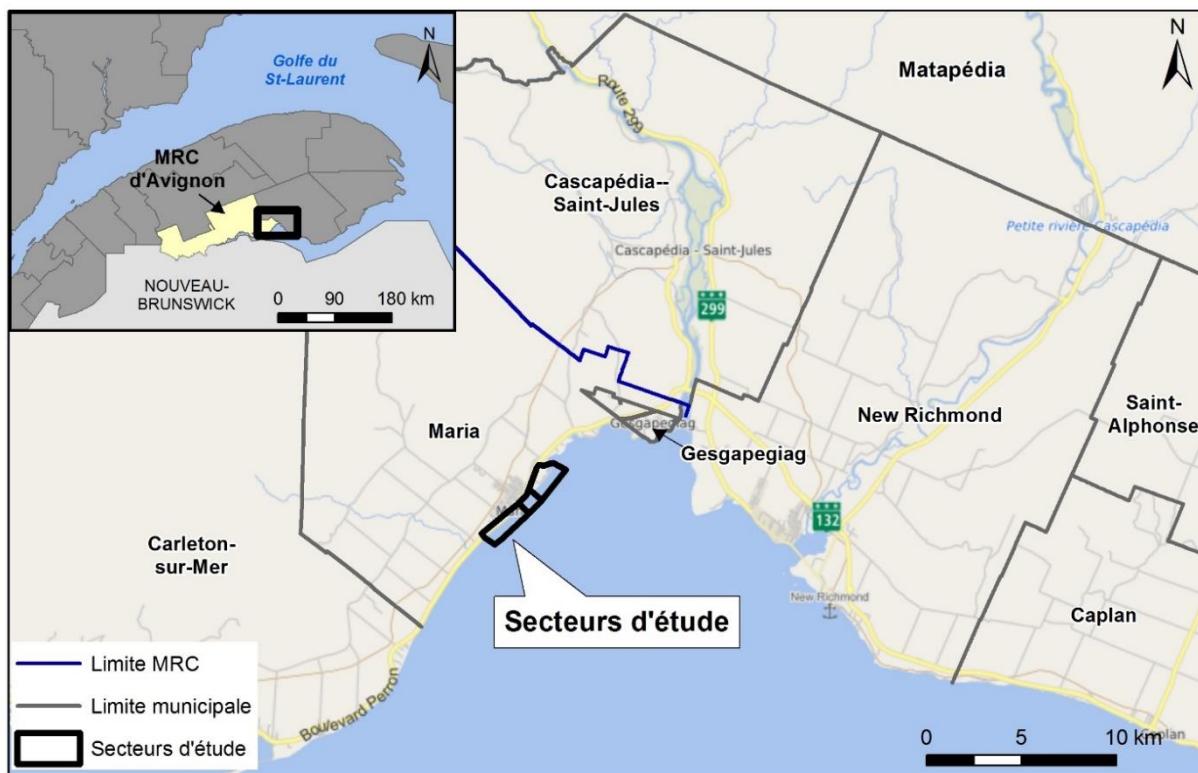


Figure 1. Localisation du site et des secteurs d'étude



Figure 2. Type de côtes et dynamique côtière du site d'étude

Les berges de la municipalité de Maria s'étirent sur 18 km et sont constituées à plus de 90 % de côtes basses (figure 2 et figure 4), dont plus d'un tiers sont artificialisées. Pour le site à l'étude, qui est situé au centre de la municipalité et s'étire sur 5,2 km, les côtes sont constituées de terrasses de plage (62 %) et d'une flèche littorale (16 %) en arrière de laquelle on retrouve un marais maritime (22 %) et l'embouchure de la rivière Verte. Pour ce site d'étude, plus des deux tiers de la côte à terrasse de plage sont artificialisés. Les ouvrages sont presque exclusivement des murs de béton ou de bois (près de 90 %).

Les plages, principalement constituées de galets, graviers et sables, ont une largeur qui varie entre 5 et 20 m. La plage est plus large devant les côtes naturelles (jusqu'à 20 m) et se réduit devant les ouvrages rigides de protection (environ 5 m). L'impact des ouvrages de protection rigides sur la diminution de la largeur et de l'épaisseur des plages est documenté ailleurs au Québec par Bernatchez et Fraser (2012) et correspond bien à ce qui est mesuré à Maria (Bernatchez et al., 2011). On retrouve un bas estran sablo-vaseux mesurant 70 à 130 m environ.

Les apports en sédiments proviennent de l'érosion des falaises meubles des caps de Carleton au sud-ouest ainsi que de la rivière Cascapedia au nord-est et selon Morneau et al. (2001) et Long (2006) les apports principaux arriveraient de l'avant-côte.

Le site à l'étude peut être divisé en trois secteurs (figure 3)

- **Secteur dit de la route 132** : Ce secteur de 1,7 km de côtes s'étend de l'exutoire du ruisseau Glenburnie à l'ouest jusqu'au bureau de Postes Canada à l'est. La route 132 longe la côte à grande proximité sur presque tout le secteur.
- **Secteur dit commercial** : Ce secteur débute lorsque la route 132 (le boulevard Perron) s'éloigne de la côte et s'étend jusqu'au parc du Vieux-Quai sur 0,7 km de côtes. Ce secteur comprend la rue des Mouettes.
- **Secteur dit de la pointe Verte** : Ce secteur débute au parc du Vieux-Quai et s'étend à l'est jusqu'à l'embouchure de la rivière Verte. La côte s'étire sur 2,7 km si on inclut les circonvolutions du marais maritime ou 1,3 km si l'on se limite au front de la côte jusqu'au bout de la pointe Verte. La pointe Verte est aussi connue sous le nom micmac Megasuig Gwesewei. Ce secteur comprend la rue des Pétrels, la rue des Balbuzards, la rue des Pluviers, la rue des Grands-Ducs, la rue des Carouges et la rue des Tournepierrres. Il s'étend en arrière-côte jusqu'à la route 132.

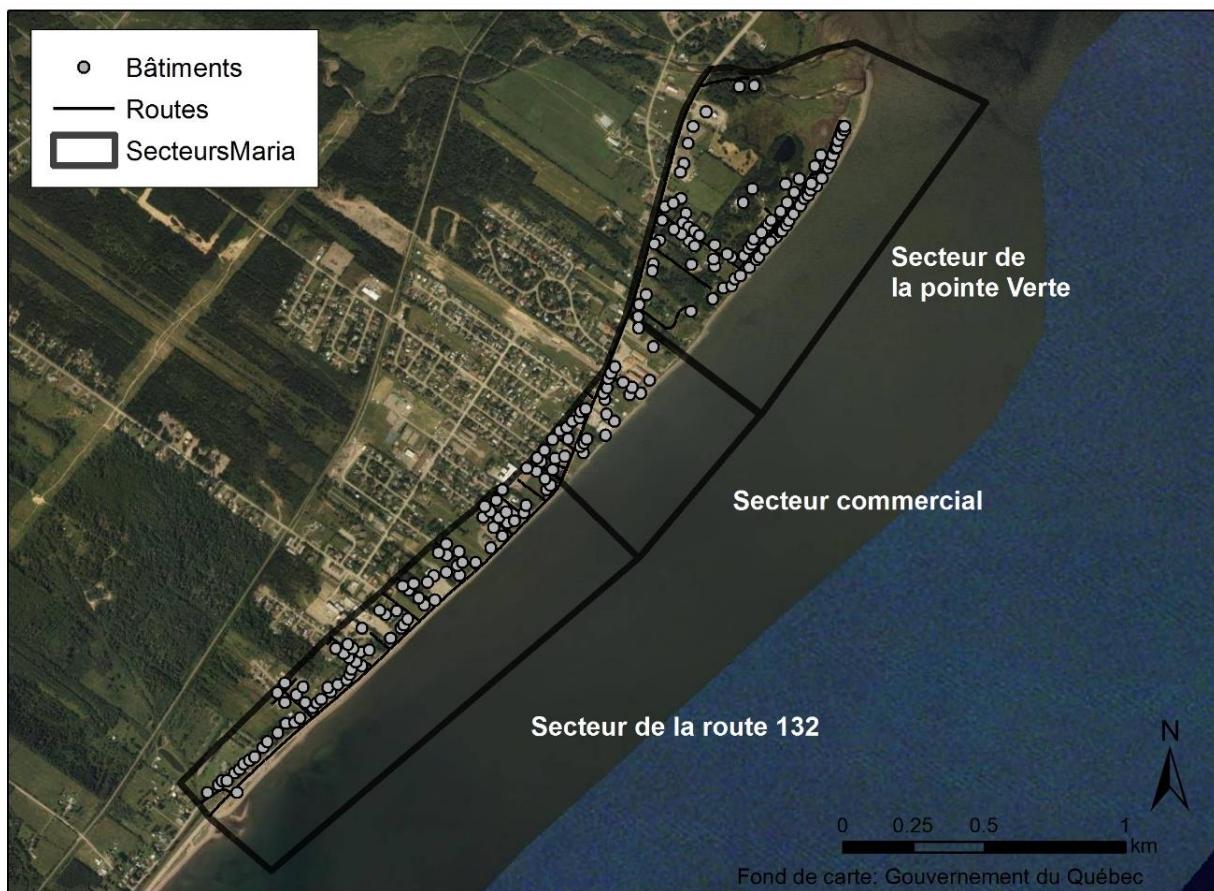


Figure 3. Secteurs au sein du site d'étude de Maria



Figure 4. Littoral des secteurs à l'étude

Historique des aléas côtiers

Le tableau 1 présente les événements qui ont eu un impact important sur la côte de Maria depuis les années 1980 dont le MSP a été mis au courant. On constate que l'érosion et la submersion côtières surviennent la plupart du temps de manière concomitante lors de tempêtes hivernales et que la fréquence des aléas s'accélère. Le territoire de la municipalité est également affecté par des épisodes d'inondation fluviale (p.ex. : rivière Verte, ruisseau Glenburnie). Cet aléa n'est cependant pas inclus dans le présent avis technique.

L'historique des démolitions et déplacements résultant des aléas côtiers indique que trois résidences auraient été déplacées à la suite de l'événement de décembre 2010 (deux à la jonction de la route 132 avec la côte et une sur la rue des Mouettes). De plus, deux garages ont été déplacés ou démolis.

Tableau 1. Historique des aléas côtiers

Date	Aléas	Impacts
1983-12-07	Érosion Vents violents - Marées hautes	Recul de la côte Dommages aux résidences
2000-01-21	Grandes marées Vents violents Dépression Submersion: 3 à 4 pieds de hauteur	8 résidences inondées Rues Engoulevents, Pluviers et Tournepierrres fermées et inondées Réseau d'égout sous-vide affecté
2000-12-12	Grandes marées Vents violents Fortes précipitations	3 à 5 résidences inondées Routes municipales chargées de débris et de glace
2005-12-02 Fraser et Bernatchez (2006)	Submersion Période de retour - Climat actuel : 40 ans Période de retour - Climat 2052 : 10 ans	Dommages importants aux propriétés côtières et à leurs protections
2010-12-06 Quintin et al., 2013	Grandes marées - Submersion et érosion Déferlement de vagues avec projection de débris Période de retour - Climat actuel : 100 ans Période de retour - Climat 2052 : 50 ans	Évacuation des résidents Route 132 : déferlement avec débris: fermée Accès aux véhicules d'urgence compromis par endroit Débris projetés avec violence : bris résidences et commerces Rues inondées jusqu'à plus de 100 m de la côte
2021-12-06	Tempête hivernale Déferlement de vagues Submersion	Rue des Tournepierrres et une partie des Pluviers: inondées Une résidence et un commerce sont sous surveillance par la municipalité
2022-12-23	Tempête hivernale - Submersion	Rue des Tournepierrres inondée
2023-11-27	Vents violents Marées hautes Déferlement avec projection de débris Submersion	Évacuation rues Tournepierrres et Pluviers Fermeture d'une voie de la route 132 Rues Tournepierrres et Pluviers: inondées - jusqu'à 0,6 m Réseau d'égout fermé temporairement
2024-01-10	Vents violents synchronisés avec marée haute Déferlement avec projection de débris Submersion	Évacuation des résidences - Rues Tournepierrres et Pluviers Fermeture de la route 132 Rues Tournepierrres et Pluviers: inondées - jusqu'à 1,0 m Réseau d'égout fermé temporairement
2024-01-13	Vents violents Submersion	Évacuation des résidences - Rues Tournepierrres et Pluviers Rues Tournepierrres et Pluviers inondées - jusqu'à 0,3 m Réseau d'égout fermé temporairement

Aléa submersion

Les côtes basses sableuses et graveleuses telles que les terrasses de plage et les flèches littorales sont des environnements qui, par leur nature et leur hauteur, sont particulièrement sensibles aux aléas côtiers d'érosion et de submersion. Ceci, particulièrement durant les épisodes d'onde de tempête. Pour le site d'étude, plusieurs bâtiments peuvent se retrouver sévèrement submergés lors des tempêtes (parfois appelées « grandes marées »).

À Maria, l'aléa de submersion se manifeste de diverses manières selon la dynamique côtière et les processus géomorphologiques, que ce soit à différents endroits ou de manière concomitante ou successive en un même lieu (figure 5) :

- La submersion par déferlement violent des vagues sur les terrains côtiers particulièrement dans les endroits où la côte est artificialisée par un ouvrage vertical de protection (figure 5- A);
- La projection de différents types de débris tels que des galets et blocs (p. ex. à l'extrémité de la rue des Mouettes ou en arrière de l'épicerie IGA), des troncs d'arbres, des branches, du sable, des blocs de glace... (figure 5-B);
- La submersion par la nappe d'eau alors que le niveau moyen de l'eau s'étend sur des terrains et des biens (p. ex. au parc du Vieux-Quai ou à l'extrémité de la rue des Tournepierres avec l'eau arrivant du marais) (figure 5-C);
- La présence de courants dans la nappe d'eau (figure 5 -D sur la rue des Tournepierres);

Chaque type d'inondation entraîne des conséquences et un niveau de risque qui peut être différent pour les personnes et les biens qui y sont exposés.



Figure 5. Différents types de submersion lors de tempêtes à Maria

L'étendue de la submersion sur le site d'étude ne se limite pas uniquement aux terrains immédiatement en bordure de la baie des Chaleurs. En effet, l'eau a affecté des terrains sur une bande de près de 200 m par rapport à la côte (figure 6 et figure 7). Cependant le déferlement violent s'étend, lui, généralement sur une bande d'environ 10 m (LDGIZC, communications internes).

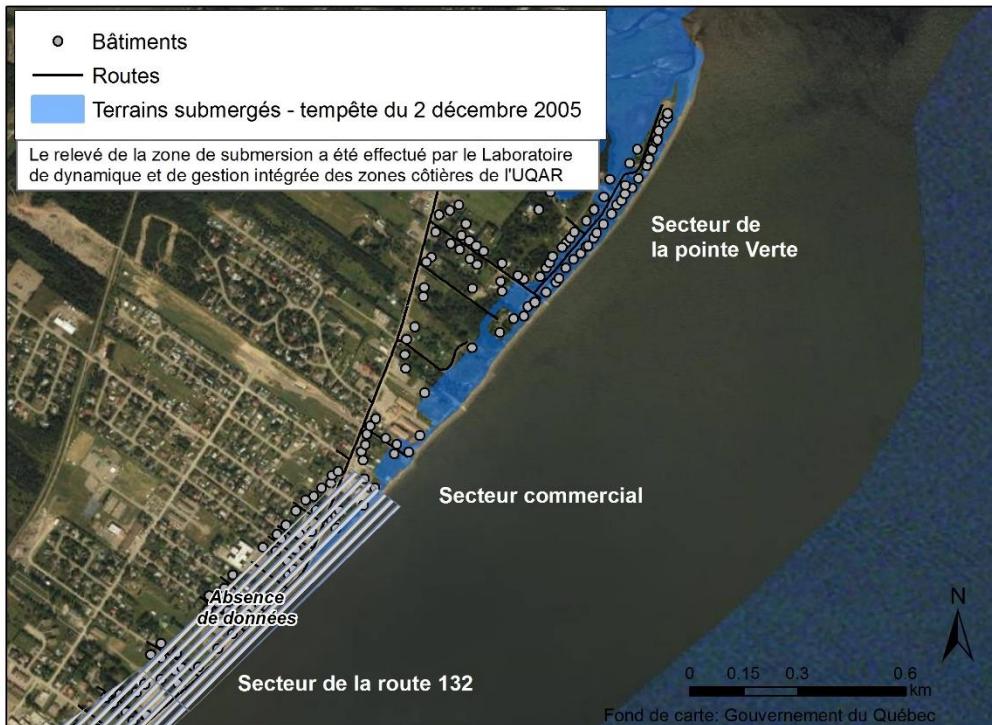


Figure 6. Submersion lors de la tempête du 2 décembre 2005

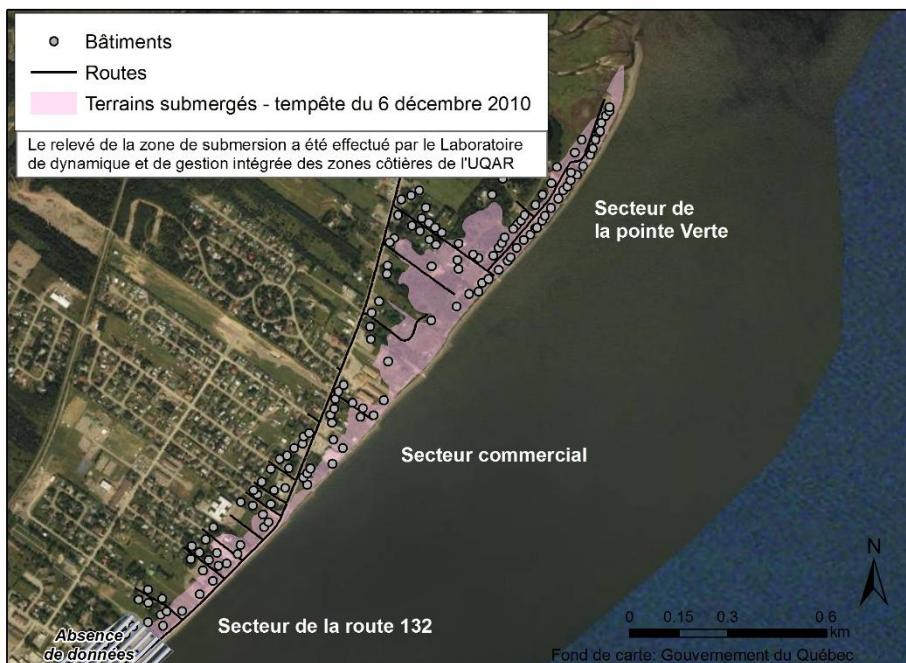


Figure 7. Submersion lors de la tempête du 6 décembre 2010

Il est intéressant de noter que le niveau d'eau atteint sur les terrains en présence et en absence de structures de protection côtière rigides est différent. Lors des relevés effectués à la suite de la tempête du 6 décembre 2010 par l'UQAR (Quintin *et al.*, 2013), le niveau maximum atteint en arrière des côtes avec des ouvrages de protection était 0,96 m plus élevé qu'en arrière de côtes naturelles. Ceci avait également été mesuré lors de la tempête du 2 décembre 2005 (Fraser et Bernatchez, 2006). Le type d'ouvrage de protection mis en place pour faire face à l'aléa d'érosion peut ainsi empirer la problématique pour l'aléa de submersion.

Étant donné la configuration du site d'étude à Maria, les terrains soumis à la submersion voient également des courants être présents dans la nappe d'eau. Selon Caulet *et al.* (2021), les modélisations effectuées pour une tempête similaire à celle du 6 décembre 2010, mais dans les conditions de niveau d'eau projetées de 2070, prévoient « un courant au croisement de la rue des Pluviers et des Tournepières dirigé vers la mer de près de 1 m/s et de l'ordre de 0,5 m/s le long de la rue des Tournepières dirigé vers le nord-est ». Selon l'indice de danger de la DEFRA (Annexe 2), ces vitesses peuvent s'avérer problématiques pour la sécurité des personnes vulnérables avec aussi peu que 0,2 ou 0,25 m de profondeur d'eau. Avec les profondeurs d'eau modélisées pour le secteur d'étude à Maria par Caulet *et al.* (2021), lesquelles atteignent de 0,85 à 1,0 m pour 2070, l'indice de danger indique alors un risque qui se pose pour la population en général voire pour les services d'urgences par endroits.

Comme on peut le constater sur la figure 8-A et B et la figure 5-B, des débris importants ont été projetés sur les terrains durant la tempête de 2010, soit des troncs d'arbres et des roches de plusieurs dizaines de centimètres de diamètre. Ces débris ont endommagé des bâtiments et auraient pu causer des décès.



Figure 8. Violente projection de débris lors de la tempête du 6 décembre 2010

Source : Municipalité de Maria

- A – Troncs d'arbres projetés au sommet du mur du MTMD, secteur de la route 132;
- B – Blocs rocheux d'envergure importante projetés au sommet d'un mur, secteur commercial

Lors d'ondes de tempête, notamment en 2010 et 2024, le déferlement violent sur la route 132 a pour effet de rendre la visibilité nulle et de forcer la fermeture de cette route nationale (figure 9). Les vagues qui déferlent lors des ondes de tempête peuvent causer des accidents routiers importants ou des décès si des piétons empruntent la promenade au sud de la route ou le trottoir au nord.



Figure 9. Submersion et déferlement sur la route 132 le 6 décembre 2010

La hausse du niveau marin mondiale doit être prise en compte lorsque l'on veut appréhender les événements futurs qui vont avoir un impact sur les côtes. Le scénario retenu est le RCP 8.5 (GIEC, 2019), car c'est celui qui correspond le mieux à ce qui s'est produit au cours des dernières décennies et il s'agit du scénario le plus probable selon la littérature scientifique (voir section sur les changements climatiques). À cette hausse, il faudra également ajouter les variations isostatiques de la croûte terrestre. Ainsi, pour un événement de période de retour de 50 ans en 2072 (dans 50 ans), le niveau d'eau à considérer n'est plus de 2,61 m, mais devra plutôt être de 3,0 m (tableau 2). Quant à la hausse du niveau de la mer, le niveau de 2,61 m (niveau modélisé actuellement avec une période de retour de 50 ans) aura plutôt une période de retour de 2,5 ans en 2072 (Lasalle NHC, communication personnelle).

Tableau 2. Période de retour des niveaux d'eau à Maria – Loi Gumbel (Lasalle NHC, 2023 b)

T (années)	Niveau d'eau (NMM) CGVD28	
	Sans rehaussement du niveau marin	Avec rehaussement du niveau marin dans 50 ans (en 2072)*
100 ans	2,70	3,09
50 ans	2,61	3,00
25 ans	2,52	2,91
20 ans	2,50	2,89
15 ans	2,46	2,85
10 ans	2,41	2,8
5 ans	2,31	2,7
2 ans	2,18	2,57

* Uniquement la hausse du niveau de la mer de 0,39 m est incluse. Ces valeurs n'incluent pas les nouvelles caractéristiques de tempêtes en climat futur.

Aléa érosion

L'évolution historique des côtes de la MRC a été effectuée par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski (LDGIZC-UQAR) à l'aide des photographies aériennes de 1934, 1963 et 2007. Pour le secteur du centre de Maria, le taux de déplacement moyen a été de -0,20 m/an. Du fait d'ouvrages de protection présents sur toute la période entre le boulevard Perron et la rue des Mouettes, il n'a pas été possible d'avoir de mesures entre 1963 et 2007 pour cette portion de côte, pas plus que pour la période récente (2007-2022).

Pour les terrains qui ne présentent pas d'ouvrages de protection, le LDGIZC-UQAR effectue des relevés annuels de déplacement de la côte au niveau de stations de suivi de l'érosion côtière. Entre 2005 et 2022, 4 stations de suivi du LDGIZC-UQAR ont été mesurées pour le secteur commercial à l'est de la rue des Mouettes et 9 pour le secteur de la pointe Verte (3 dans des terrasses de plage et 6 sur la flèche littorale). Le déplacement moyen du secteur commercial est de -0,31 m/an avec un recul maximum annuel de 5,05 m mesuré entre 2010 et 2011. Pour le secteur de la flèche littorale de la pointe Verte, le déplacement moyen est de 0,01 m/an et le recul maximum mesuré est de 6,15 m. Pour les terrasses de plage situées entre le parc du Vieux-Quai et la flèche littorale, le déplacement moyen est de -0,20 m/an et le recul maximum est de 4,15 m.

À la suite de la tempête du 6 décembre 2010, le LDGIZC de l'UQAR a effectué 36 relevés à Maria entre le boulevard Perron et l'extrémité de la flèche littorale, afin de mesurer le déplacement de la côte aux stations de suivi ainsi qu'à d'autres repères (voir Quintin *et al.*, 2013 a et b). Les mesures indiquent un recul moyen de 6,99 m avec un recul maximum atteignant 12,8 m (écart type de 3,12 m). Ces relevés ont été effectués en plus des mesures habituelles du réseau de suivi de l'érosion côtière du LDGIZC. La présence d'ouvrages de protection côtière n'a pas eu d'impact sur l'importance de l'érosion provoquée par la tempête, car le recul maximum pour les stations qui présentaient, avant l'événement, une structure de protection est de 12,8 m et il est de 12,6 m pour les côtes sans structures. Malgré un bon état apparent avant la tempête, les ouvrages de protection ont connu des dommages importants (Quintin *et al.*, 2013 a).

Au cours du dernier siècle, le secteur a vu sa dynamique côtière modifiée de manière importante. En 1934, il y avait un quai, d'une longueur d'environ 300 m, qui était présent là où se trouve actuellement le parc du Vieux-Quai. Il a été démantelé entre 1934 et 1963, ne laissant sur place

que le matériel utilisé pour la construction. En 2018, le matériel restant est minime et son effet est mineur sur la captation de sédiments.

Selon Bernatchez *et al.* (2011), l'érosion affecte également la hauteur et la largeur des plages pour le secteur de la rue des Tournepiers. Cette érosion horizontale et verticale de la plage (abaissement et diminution de largeur) a un impact également sur la submersion côtière des terrains situés en arrière-côte.

À l'extrémité de la rue des Mouettes ainsi que sur le terrain de la résidence pour aînés Lady Maria, on retrouve l'érosion la plus importante des dernières années. Selon les images aériennes de 2007 et de 2022, il est possible de mesurer un recul de 17 m soit une érosion équivalente à 1,13 m/an. Selon la documentation disponible, ce recul se produirait principalement durant les événements de tempête. Plusieurs ouvrages y ont été installés, mais ils ont été détruits et reconstruits (Fraser et Bernatchez, 2006).

Changements climatiques

Les changements climatiques ont plusieurs types d'impact sur les milieux côtiers et les processus reliés aux aléas naturels. Pour le secteur de Maria, ce sont principalement :

- Rehaussement du niveau marin;
- Diminution, voire disparition, de la glace de mer;
- Diminution, voire disparition, de la glace de rive;
- Augmentation de l'occurrence des tempêtes effectives.

Tout d'abord, concernant **le niveau marin**, les impacts des changements climatiques sont déjà présents pour le secteur de Maria. En effet, le niveau de la mer a rehaussé d'environ 10 cm entre 2000 et 2021, ce qui est cohérent avec le scénario RCP 8.5 du GIEC (Lasalle-NHC, 2023 a). Le scénario RCP 8.5 du GIEC a été retenu, car ce dernier semble devenir de plus en plus probable (Schwalm et Duffy, 2020). Pour continuer à tenir compte des changements climatiques à venir, une hausse du niveau moyen des océans, estimée par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (IPCC, 2019; GIEC, 2019) et leur groupe de travail dédié aux océans (Oppenheimer *et al.*, 2019), a été considérée tout comme l'enfoncement de la croûte terrestre lié à l'historique des glaciations du Québec (Peltier *et al.*, 2015).

Également, la **diminution, voire la disparition, de la glace de mer**, qui limite la création et la propagation des vagues au large, affecte déjà la côte de Maria. Celle-ci est de moins en moins présente et les modèles de l'ISMER indiquent une possible disparition d'ici 2040 à 2055. Comme l'analyse des vagues a été réalisée 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 sont pris en compte pour cette période, puisque ces phénomènes ont commencé à être observés au milieu des années 90.

De plus, la **diminution, voire la disparition de la glace de rive/pied de glace**, qui offre un effet de protection de la côte a également des effets sur les berges de Maria. Cependant, il est encore difficile de quantifier l'impact exact de ce phénomène. Certains auteurs avancent que selon notamment les conditions bathymétriques, la disponibilité de sédiments sous-marins ainsi que la configuration de la côte et des tempêtes, l'effet pourrait être positif ou négatif sur la mobilité de la côte. Selon Corriveau *et al.* (2019), « on s'attend à ce que la saison glacielle soit écourtée de 45 % pour le haut estran et de 57 % sur le bas estran. Ces conditions seront vraisemblablement plus

favorables à l'augmentation du nombre d'événements de tempête, potentiellement érosive, affectant le littoral pour l'horizon 2055. ».

Finalement, la baisse de la couverture de glace de mer et de la glace rive va avoir un impact sur **l'augmentation de l'occurrence des tempêtes effectives** (c.-à-d. les tempêtes ayant un impact sur les côtes). Une concentration de 50 % de glaces de mer limite la formation et la propagation des vagues lors des tempêtes qui se produisent en leur présence (ISMER). La réduction puis la disparition possible de la glace de mer d'ici 2040 à 2055 permettront à un nombre plus important de tempêtes d'avoir un impact sur les côtes. De plus, l'hiver est une saison propice aux tempêtes. Comme les événements de tempêtes avec de grosses vagues seront donc plus fréquents en climat futur, cela augmentera l'intensité de l'érosion et de la submersion côtière par la remontée des vagues à la côte.

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

Une analyse de risques a permis d'identifier les éléments exposés aux aléas côtiers parmi tous ceux présents dans le territoire d'étude.

Sur les 201 bâtiments situés dans le secteur d'étude, 94 sont exposés à l'un, l'autre ou les deux aléas côtiers étudiés, ce qui représente près de 47 % (tableau 3). On constate que 3 bâtiments sont exposés uniquement à l'érosion, 41 le sont à la fois à l'érosion et à la submersion et 50 autres bâtiments sont exposés à la submersion. Il s'agit majoritairement de résidences principales et secondaires (78, soit 83,0 %).

Pour les voies de communication, un total de 1,8 km de route nationale est exposé à l'érosion ou à l'érosion jumelée à la submersion (tableau 4). Cela représente près de 55 % de la route nationale du secteur d'étude.

De plus, on remarque que 6,2 km de réseau d'égout et d'aqueduc, représentant 47% des réseaux analysés, sont exposés aux aléas côtiers (tableau 5). Bien que les réseaux d'aqueduc et d'égouts ne sont habituellement pas affectés par la submersion côtière, en raison de leur position souterraine, les réseaux de la rue des Pluviers, des Carouges et de Tournepierres s'avèrent vulnérables en raison de leur installation, de type sous-vide, et de leur composition en fonte, laquelle est vulnérable à la corrosion. Lors d'épisode de submersion dans le secteur de la pointe Verte, le réseau d'égout de ce secteur doit être fermé afin d'éviter une surcharge des installations de traitement. Leur susceptibilité aux dommages liés à la submersion a donc été ajustée pour ce secteur uniquement.

Enfin, on observe que 35 poteaux de réseau de distribution hydroélectrique et de télécommunication sont exposés à l'érosion (tableau 6). À noter que le réseau de télécommunication est considéré comme empruntant les poteaux du réseau de distribution hydroélectrique.

La localisation des éléments exposés est présentée pour les différents secteurs à la figure 10. Une partie de la plage est bordée d'une promenade aménagée en bordure de la route 132 (boulevard Perron) et d'une aire de repos. Ce sont des éléments importants pour la population locale et les touristes. Même s'ils ne sont pas cartographiés, ce sont deux éléments qui seront affectés par l'érosion et la submersion côtières.

À noter que, considérant que les modélisations de submersion sont mises à jour annuellement afin d'intégrer les nouveaux événements qui surviennent, le nombre d'éléments exposés est également sujet à des mises à jour.

Tableau 3. Bâtiments exposés aux aléas côtiers

Occupation	Nombre de bâtiments exposés			Nombre total de bâtiments du site d'étude
	Érosion	Submersion	Érosion et submersion	
Résidentielle	2	37	39	164
Résidences pour personnes âgées	1	0	0	2
Hébergement touristique (hôtel, motel...)	0	0	0	1
Commerciale	0	3	1	6
Services	0	1	0	11
Restaurant	0	1	0	1
Bâtiments pour réseaux d'eau	0	1	0	1
École	0	1	0	1
Hôpital	0	0	0	1
Bâtiments domaine médical (clinique, dentiste, pharmacie...)	0	2	0	4
Bâtiments patrimoniaux (église, musée, cimetière)	0	3	0	4
Industrielle	0	0	0	3
Autre	0	1	1	2
TOTAL	3	50	41	201

Tableau 4. Réseaux routiers exposés aux aléas côtiers

Type de réseau routier	Longueur exposée (km)			Longueur totale du réseau routier du site d'étude
	Érosion	Submersion	Érosion et submersion	
Route nationale	0,83	0	0,98	3,3 km
Routes municipales	0,03	1,26	0,85	3,5 km
Routes locales, niveau 2	0,00	0,19	0,02	0,4 km
Voies privées (accès hôpital, CHSLD)	0,00	0,02	0,12	0,2 km
TOTAL	0,9	1,9	1,6	7,4 km

Tableau 5. Services publics exposés aux aléas côtiers

Type de service public	Longueur exposée			Longueur totale des services publics du site d'étude
	Érosion	Submersion	Érosion et submersion	
Aqueduc	1,9	0,3**	0,8**	6,6
Égout	1,9	0,4**	0,8**	6,7
TOTAL	3,8	0,7**	1,7**	13,3 km

Tableau 6. Poteaux du réseau de distribution hydroélectrique

Type de réseau de distribution	Nombre de poteaux exposés			Nombre total de poteaux de réseau de distribution hydroélectrique du site d'étude
	Érosion	Submersion*	Érosion et submersion *	
Ligne de distribution	20	na	na	156
Ligne de basse tension	15	na	na	84
TOTAL	35	na	na	240

*Les poteaux hydroélectriques ne sont pas considérés comme affectés par la submersion

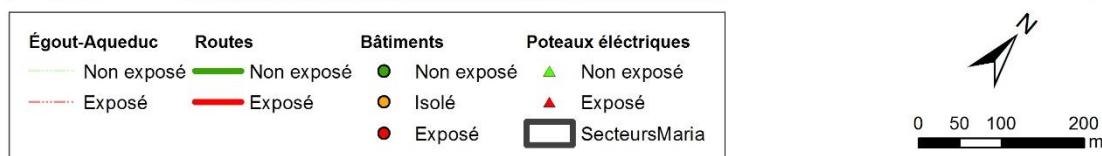


Figure 10. Localisation des éléments exposés aux aléas côtiers

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

Les côtes du site à l'étude sont affectées à la fois par l'érosion et la submersion côtières. Ces aléas constituent une menace importante pour la sécurité des personnes et des biens qui y sont exposés. De plus, les impacts des changements climatiques vont amplifier les aléas à la fois par l'augmentation de leur intensité et de leur fréquence, ce qui va conséquemment amplifier les impacts pour la communauté de Maria.

Comme présenté à la section 2, depuis les 20 dernières années, de multiples événements ont causé des dommages à Maria. Les propriétaires, les instances municipales et le gouvernement du Québec ont ainsi mis en place des ouvrages de protection côtière sur 50 % des côtes du site à l'étude. Cependant, les tempêtes ont de nombreuses fois endommagé ces ouvrages nécessitant des entretiens récurrents voire des reconstructions complètes (figure 11 et figure 12). De plus, les vagues franchissent les ouvrages durant les événements et causent du déferlement violent et de la projection de débris (figure 8), un abaissement et une réduction de la largeur de la plage sont aussi mesurés en avant de ces structures (Bernatchez et Fraser 2012 et Bernatchez *et al.*, 2011) et le niveau atteint par l'eau s'en trouve ainsi augmenté.



Figure 11. Recul de la côte derrière un ouvrage de protection, secteur commercial



Photo : LDGIZC-UQAR, décembre 2010

Figure 12. Recul de la côte derrière un ouvrage de protection, secteur de la pointe Verte

Sinistres réels et appréhendés

Depuis les années 2000, la tempête la plus importante pour le secteur de Maria est celle du 6 décembre 2010 et c'est donc elle qui est utilisée comme référence pour évaluer les conséquences d'un sinistre. Cette tempête pourrait survenir de nouveau, et ce, de plus en plus souvent du fait de la hausse du niveau de la mer et de l'enfoncement de la croûte terrestre à Maria.

Les impacts appréhendés d'un sinistre sont de deux types :

- Le premier type d'impact englobe les impacts directs associés aux aléas côtiers (érosion et submersion). Il comprend 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'impact découle principalement des effets collatéraux des impacts directs. Ce type d'impact peut être 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

Les côtes du secteur à l'étude sont très vulnérables aux aléas côtiers, étant donné que les résidences sont très près de la côte, que les terrasses de plage et les flèches littorales sont des terrains meubles et de faible altitude 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 a atteint 50 cm à plusieurs endroits sur le réseau routier municipal en 2010, ce qui représente un danger considérable pour la sécurité des citoyens. À cela s'ajoute la vitesse du courant s'écoulant sur la route (Didier *et al.* 2019 et Caulet *et al.*, 2021), la force de déferlement des vagues et la projection de débris parfois imposants (troncs d'arbres, blocs de glace, graviers, galets et blocs), qui peuvent être dangereux pour la sécurité des citoyens et potentiellement mortels (figure 8). Considérant l'intensité de ces aléas, un nouveau sinistre pourrait causer de graves préjudices aux citoyens. Selon les modèles de courant de Didier *et al.* (2019), les vitesses de courant et l'épaisseur d'eau sur la rue des Tournepières placent le secteur dans la zone de danger (annexe 2).

Pour l'ensemble de la zone nécessitant des travaux d'adaptation, la forte exposition des infrastructures publiques et des résidences aux aléas côtiers s'avère une préoccupation constante pour la sécurité des personnes. Certaines infrastructures soulèvent des préoccupations particulières, soit :

- Le **CHSLD de Maria**, lequel possède une seule entrée située sur le boulevard Perron, or cette voie de communication connaît du déferlement très violent durant les tempêtes (figure 5-A). Le MTMD a ainsi fermé la route 132 durant plusieurs heures lors de l'événement de 2010. L'accès pour cette clientèle vulnérable n'est pas assuré et sécuritaire durant ces périodes.
- Le **manoir Lady Maria**, qui est une résidence de personnes âgées autonomes et semi-autonomes et qui inclut une unité pour les personnes en perte d'autonomie, est situé dans un des secteurs qui ont connu l'érosion la plus importante depuis 2007. Ce sont entre 10 et 11 mètres de terrain qui ont été érodés, même si plusieurs interventions ont été effectuées au cours des années (enrochement présent en apparent bon état en 2006 et complètement détruit en 2021 - voir la figure 11). Sachant qu'il ne reste qu'environ 10 m de terrain entre la côte et la section la plus proche, la situation est actuellement critique, d'autant plus pour cette clientèle vulnérable. Le recul maximum mesuré durant une tempête à Maria est de 12,8 m, ce qui atteindrait le bâtiment. Le recul moyen est de 7 m ce qui placerait le bâtiment en situation de danger imminent et couperait l'accès extérieur au stationnement est.
- **L'école Saint-Paul** est située au nord de la route 132 dans la zone submergée le 6 décembre 2010. Pour le moment, elle accueille l'éducation aux adultes, mais le CSS est en train d'envisager d'y relocaliser des enfants de niveau primaire (article ICI Radio-Canada de 2022) et la municipalité a pour projet d'y aménager une bibliothèque. Une garderie y est présente actuellement et accueille donc des enfants de moins de 5 ans.
- **L'hôpital de Maria** n'est pas exposé à la submersion et son deuxième accès qui débouche sur la 1^{re} avenue et la rue des Geais permet un accès advenant la fermeture de la route 132 durant un épisode de submersion. Cependant, le CLSC de Maria/Groupe de médecine familiale peut être affecté par la submersion.

Les modélisations réalisées par le groupe Lasalle NHC (2023) qui reproduisent l'événement de 2010 indiquent des débits de franchissement de l'ordre de :

- 16 litres/seconde pour le secteur de la route 132 (150 m à l'ouest de l'église);
- 12 litres/seconde sur le terrain de l'épicerie;
- 5 à 22 litres/seconde dans le secteur de la pointe Verte.

Il est important de considérer que ce sont des débits moyens et qu'au moment du déferlement d'une vague, ces derniers peuvent être plus importants. De plus, cela ne considère pas les débris ou la glace qui peuvent être transportés par les vagues et causer des dommages et mettre en péril la sécurité des personnes. Malgré ces limites méthodologiques, ces débits sont considérés comme « très dangereux » pour les piétons et « non sécuritaire quelle que soit la vitesse » pour les véhicules selon le *Coastal Engineering manual* du US Army Corp of Engineers (annexe 1). Par ailleurs, selon l'indice de danger créé par le ministère britannique de la DEFRA (annexe 2), de nombreux secteurs de la pointe Verte sont concernés par des indices de danger que ce soit pour les personnes vulnérables, la population en général voire les services d'urgence.

Conséquences de nature économique

La plage est prisée par la population de Maria et les touristes au niveau de la halte touristique et des parcs du Vieux-Quai et de la pointe Verte. La valeur des actifs à protéger dans le site d'étude est estimée à un minimum de 43,3 M\$, soit 30,9 millions de dollars pour les bâtiments (Rôle d'évaluation foncière de 2022), et 12,4 millions de \$ pour les voies de communication (comm. pers. FQM et MTMD, 2024). 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 entraîner des conséquences économiques très importantes pour la municipalité et le gouvernement du Québec.

Le boulevard Perron (route 132) est le seul lien régional et il est emprunté en moyenne par 5 700 véhicules par jour (DJMA, MTMD, 2023, communication personnelle) et 6 700 en été (DJME). Des routes secondaires existent pour permettre un chemin alternatif durant une fermeture, mais celles-ci sont de moindre importance et un impact sur le transport régional est à prévoir surtout si la fermeture est prolongée après la tempête en cas d'érosion.

L'épicerie est la seule de la municipalité de Maria, sa fermeture en cas de sinistre entraînerait des déplacements de 15 km pour rejoindre les commerces les plus proches.

Dans le secteur situé au nord du boulevard Perron, lequel a été impacté par la submersion en 2010, se trouvent plusieurs commerces et services importants pour la population, soit :

- Café-théâtre du Vieux couvent
- Point de service du Centre de Services scolaires René-Lévesque :
 - o Éducation aux adultes;
 - o Service de garderie communautaire (18 mois à 5 ans);
 - o Bibliothèque à venir.
- Caisse Desjardins de la Baie-des-Chaleurs
- Bureaux de la MRC d'Avignon
- Postes Canada
- Bijouterie

Une fermeture temporaire peut les affecter. Mais une rupture plus longue serait très dommageable que ce soit par l'érosion de la route ou par des dégâts dus à l'eau.

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, d'autant plus dans le contexte où les tempêtes frappent la côte régulièrement. La plupart des gens gardent un souvenir fort ou un traumatisme du sinistre majeur provoqué par la grande marée de 2010, mais aussi des conséquences des tempêtes qui se sont succédé depuis les 20 dernières années.

De plus, selon les données du SIGEC (2019), le littoral du site d'étude est un lieu très utilisé par les populations locales et les visiteurs pour différents usages et activités (rassemblement, promenade, baignade, observation d'oiseaux, cueillette de mollusque, activités nautiques, pêche). Ces usages peuvent être perturbés par les aléas côtiers et affecter conséquemment la qualité de vie et l'attractivité de Maria.

À Maria, la route verte (piste cyclable) et la promenade longent la route 132 en bordure de mer et sont donc très exposées aux aléas d'érosion (advenant une rupture totale ou partielle de l'ouvrage de protection) et de submersion (vagues, débris, accumulation d'eau).

Finalement, l'Auberge Mowatt, qui est située sur le site du parc du Vieux-Quai, a été affectée par la submersion lors de la tempête de 2010. Ce bâtiment a une valeur toute particulière pour la communauté puisqu'il s'agit d'un bâtiment patrimonial construit en 1808 qui est actuellement utilisé comme centre culturel.

Conséquences de nature environnementales

Le terrain du 510 boulevard Perron (en face du poste d'essence Irving) est un terrain considéré comme contaminé par le MELLCFP. Il s'agit de l'ancienne station-service Petro-Canada. Le sol aurait été décontaminé en date de juillet 2023, mais il reste de niveau B. Il est probable que d'autres terrains soient également contaminés, notamment, sur le terrain de l'ancien BMR.

Les plages sont également un site d'observation de la fraie du capelan. Leur préservation est donc importante pour l'habitat du poisson. Une aire de concentration d'oiseaux aquatiques et un secteur coquiller se trouvent dans le secteur d'étude de Maria.

La perte de la plage qui diminue en largeur et en épaisseur en avant des ouvrages rigides de protection tels que les murs qui sont actuellement en place est donc néfaste pour l'environnement. Une solution d'atténuation des risques qui n'empirerait pas cette perte de plage, mais viendrait reconstruire ces environnements serait importante pour les habitats côtiers.

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

5.1 Méthode utilisée pour déterminer les niveaux de risque

Pour classifier le niveau de risque pour la sécurité des personnes et des biens, le MSP utilise une matrice de classification des risques selon quatre niveaux développée et reconnue par le gouvernement du Québec (MSP, 2008). Cette méthode se base à la fois sur une évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa et de ses conséquences potentielles. 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 *élévé* si les conséquences sont majeures ou comme *extrême* si celles-ci sont catastrophiques (annexe 3.).

Dans le contexte des changements climatiques, les probabilités d'occurrence et les conséquences des aléas vont augmenter. Ainsi, les niveaux de risques pour les biens et les personnes sont aussi amenés à augmenter graduellement. Pour les besoins de la présente étude, ceci doit être considéré, car les solutions d'atténuation mises en place doivent l'être pour une durée de 30 ans en climat futur.

Risques indirects

Il est important de considérer que certains bâtiments, comme le CHSLD, ne sont pas directement exposés aux aléas côtiers, mais restent vulnérables, car leur unique voie d'accès est, elle, exposée aux aléas côtiers et pourrait être coupée temporairement par la submersion et le déferlement violent de vagues et de débris. Ceci isolerait donc des populations vulnérables.

Il est donc essentiel que les plans d'urgences des bâtiments considèrent leur isolement potentiel durant les périodes de tempêtes et que les services d'urgences en soient informés.

Délais d'intervention selon le niveau de risque

L'analyse de risques permet de mieux comprendre les enjeux de sécurité civile et de les quantifier. Elle a aussi permis d'établir que le niveau de risque pour la zone à l'étude est soumis aux aléas côtiers selon un niveau de risque qui varie d'extrême à faible. **Le traitement des secteurs identifiés à risque élevé à extrême nécessite une intervention dans les meilleurs délais.**

5.2 Niveaux de risques pour le secteur de la route 132

Pour le secteur de la route 132, le **niveau de risque est considéré comme extrême** sur 10 m à partir de la côte considérant :

- Le recul événementiel moyen mesuré à Maria à la suite de la tempête du 6 décembre 2010 qui est de 7 m. Ce recul mesuré ne présentait pas de différence significative entre les portions de côte protégées par des ouvrages et celles qui n'en avaient pas;
 - o La faible distance entre la route et la côte (6,8 m en moyenne, plus de 94 % à moins de 7 m en excluant la halte routière);
- La projection de débris lors des tempêtes est estimée affecter environ 10 m de terrain à partir du sommet du mur dans ce type d'environnement;
- Des franchissements pouvant atteindre 16 litres/seconde en climat actuel et 42 l/s en climat futur ont été modélisés dans ce secteur (Lasalle NHC, 2023);
 - o Les limites de danger ont été fixées par USACE (2011) à :
 - Plus de 0,6 l/s : danger pour les véhicules en mouvement;
 - Plus de 0,03 l/s : danger pour les piétons
 - Plus de 1 l/s : Très dangereux pour les piétons

Pour ce secteur, les bâtiments situés au nord-ouest de la route sont considérés comme étant à un **niveau de risque faible à élevé** selon l'altitude du terrain considérant :

- Que l'eau a déjà atteint une distance de 114 m en arrière-côte et dépassé 50 m sur presque la totalité du secteur;

- Que l'altitude moyenne atteinte par l'eau sur les terrains lors de l'événement du 6 décembre 2010 était de 3,77 m;
- Que certains bâtiments qui abritent des populations vulnérables (enfants en bas âge) peuvent être affectés par la submersion;
- Que certains bâtiments abritant des populations vulnérables peuvent être isolés durant les événements de submersion (CHSLD).

Mais que :

- Ils ne peuvent pas être affectés par l'érosion du fait de leur distance;
- Le déferlement violent et la projection de débris ne se rendent pas jusqu'aux bâtiments.

Il est possible de visualiser les niveaux de risques sur la figure 13.



Figure 13. Carte des niveaux de risque du secteur de la route 132

5.3 Niveaux de risques pour le secteur commercial

Pour le secteur commercial, le niveau de risque varie selon plusieurs l'altitude et la distance à la côte. En effet les aléas pouvant affecter ce secteur sont :

- Le recul événementiel moyen mesuré à Maria est de 7 m;
- Le recul événementiel maximal mesuré à Maria est de 12,8 m;
- L'altitude moyenne atteinte par l'eau sur les terrains de ce secteur lors de l'événement du 6 décembre 2010 était de 3,31 m;
- Les limites atteintes par l'eau lors de l'événement du 2 décembre 2005 et du 6 décembre 2010 ont également été utilisées;
- Une modélisation du niveau d'eau et des vitesses des courants lors d'une tempête future est disponible pour le parc du vieux quai.

Pour la résidence de personnes âgées, **le niveau de risque est considéré comme extrême** étant donné que :

- Le bâtiment se situe à une distance inférieure à 10 m;
- Il est possible qu'une érosion se produise à cette distance durant une tempête importante (25 % des mesures effectuées à la suite de la tempête de décembre 2010 dépassent la distance restante avec la côte au droit du bâtiment);
- Le grand nombre de personnes habitant ce bâtiment et le fait que ce soient des personnes vulnérables du fait de leur âge et de leur état de santé rendent les conséquences d'un bris au bâtiment majeures.

Pour la résidence située au bout de la rue des Mouettes, le niveau de risque est considéré comme **extrême** considérant sa faible distance à la côte (moins de 4 m), la projection de débris important, le déferlement violent, le recul constant de l'érosion et le bris aux ouvrages qui ont déjà été installés pour tenter de limiter l'érosion. Cette résidence est actuellement visée par une évacuation préventive à chaque avertissement de tempête. La sécurité des personnes qui se situeraient sur ce terrain ou dans la résidence durant un événement ne peut pas être assurée. Les résidences situées plus loin voient leur niveau de risque décroître plus la distance augmente et l'altitude s'élève.

Pour le commerce de vente au détail de produits d'épicerie (Magasin Coop IGA de Maria) **le niveau de risque est considéré comme extrême à modéré** étant donné qu'il est probable que l'érosion et la submersion affectent ce bâtiment du fait de :

- La faible distance du bâtiment avec la côte (moins de 6 m) par rapport au recul événementiel moyen mesuré à Maria;
- La submersion qui peut affecter le terrain sur plusieurs dizaines de mètres;
- Le déferlement violent et la projection de débris importants (figure 5-B);
- La modélisation du franchissement pouvant atteindre 2 à 22 l/s (Lasalle NHC, 2023);
- Le fait que pour les piétons à compter de 0,03 l/s il y a un danger et à 1 l/s on se situe dans une zone très dangereuse (USACE, 2011);
- Le niveau de conséquence reste cependant modéré par le fait que ce type de bâtiment n'abrite personne qui y dort.

Les autres bâtiments qui peuvent être affectés par les aléas côtiers ont des **niveaux de risque variant de faible à élevé**. En effet, considérant qu'ils sont à une plus grande distance de la côte,

la probabilité que l'érosion les affecte est rare ou nulle. De plus, pour la submersion on ne se situe pas dans la zone de déferlement et les conséquences sont donc mineures à modérées mais restent peu probables.

Il est possible de visualiser l'étendue des zones selon leur niveau de risque sur la figure 14.

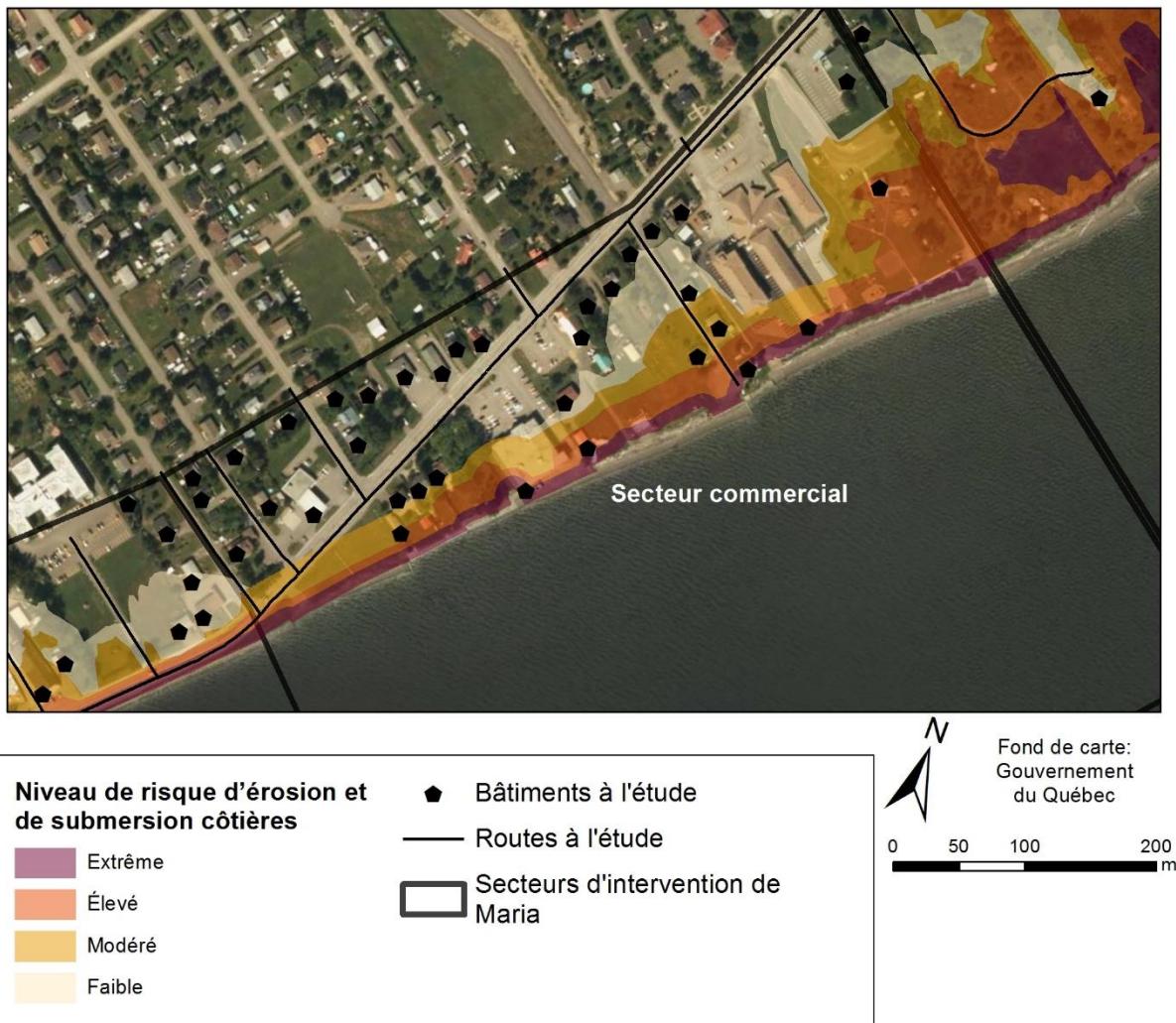


Figure 14. Carte des niveaux de risque du secteur commercial

5.4 Niveaux de risques pour le secteur de la pointe Verte

Le niveau de risque pour le secteur de la pointe Verte varie selon la distance à la côte et l'altitude des terrains. Ce niveau de risque a été évalué selon l'érosion mesurée lors d'une tempête importante, mais aussi selon les épaisseurs d'eau et les vitesses du courant modélisées pour un événement actuel et futur et les secteurs ayant connu du déferlement violent lors d'événements réels documentés. Il est possible de visualiser l'étendue des zones selon leur niveau de risque sur la figure 15.

Étant donné la complexité du secteur de la pointe Verte, il fera l'objet d'une détermination de la valeur de l'Indice de Vulnérabilité des Infrastructures Côtières (IVIC) pour chaque élément présent

selon la méthodologie développée dans le rapport de Drejza *et al.* (2018) et ajustée par la suite par le MSP et par Touchette *et al.* (2022).

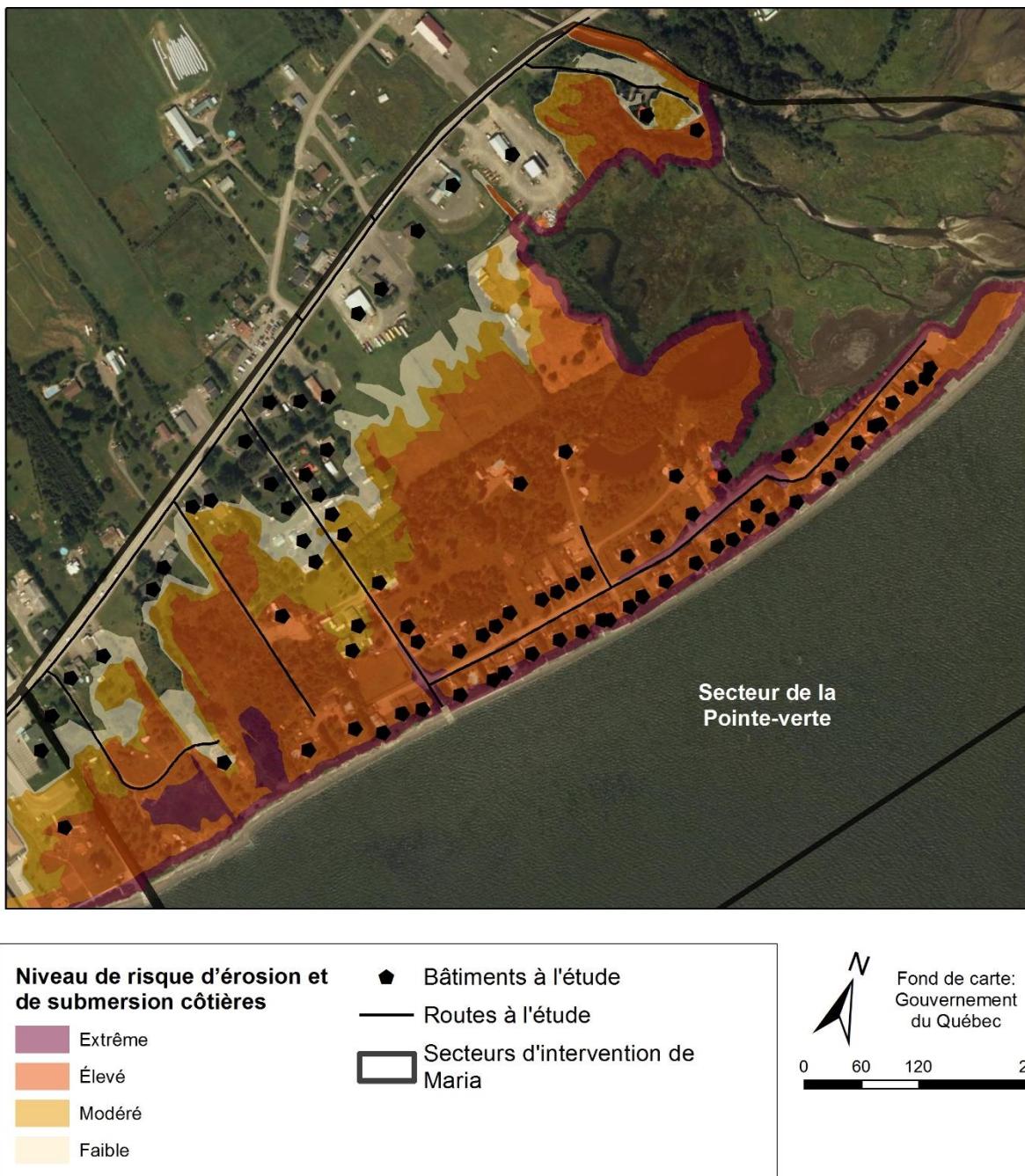


Figure 15. Carte des niveaux de risque du secteur de la pointe Verte

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

Dans la zone à l'étude, s'il advenait un événement de tempête majeur, plusieurs bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels se retrouveraient en situation de danger, car certains bâtiments se retrouvent à moins de 7 m de la côte et sur des terrains si bas que l'épaisseur d'eau peut atteindre plus de 1 m, avec du déferlement de vagues, de la projection de débris et des vitesses de courant importantes d'où **la nécessité d'intervenir le plus rapidement possible pour sécuriser le secteur sans négliger la qualité des interventions**, comme mesure d'adaptation aux changements climatiques.

Les objectifs souhaités pour la solution retenue par le MSP sont de :

- assurer la sécurité des personnes et des biens;
- être durable (au moins 30 ans de vie utile sans entretien en contexte de changement climatique);
- être adaptée au milieu biophysique et humain;
- préserver les paysages (la vue sur la mer);
- respecter les coûts;
- préserver l'usage de la côte, qui est régulièrement utilisée à des fins récrétouristiques.

Le projet de stabilisation des berges de Maria vise la résilience du cœur du village, 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.

6.1 Mesures à privilégier pour le secteur de la route 132 et le secteur commercial

Considérant que le secteur de la route 132 et le secteur commercial sont exposés de manière équivalente aux aléas côtiers et susceptibles d'être affectés par un sinistre avec des conséquences majeures, il est recommandé de réaliser un projet global et intégré de protection et d'adaptation côtière, incluant les deux secteurs. La réalisation d'un projet global permettra de travailler sur une plus grande portion de la cellule hydrosédimentaire, ce qui augmentera la stabilité de l'ouvrage projeté et réduira les besoins ultérieurs d'entretien.

Considérant le niveau de risque de ce secteur, il est nécessaire de procéder le plus rapidement possible à des travaux de protection contre l'érosion et la submersion côtières, avec des solutions en adéquation avec les dynamiques naturelles du secteur côtier et ceci afin de réduire, autant que possible, la période pour laquelle la population de Maria, ainsi que les usagers de la route 132, sont exposés au risque de sinistre.

La mesure à privilégier pour ce secteur est une **recharge granulaire de protection**. Cette mesure est privilégiée par les études d'ingénierie effectuées par Ropars Inc. (2023) basées sur les modélisations hydrauliques de Lasalle NHC (2023), car elle permet de :

- Limiter la projection de débris en arrière-côte;
- Limiter, voire supprimer, la submersion de l'arrière-côte;

- Limiter la dégradation du milieu naturel (plage);
- Limiter la perte de connectivité entre l'arrière-côte et le domaine maritime (altitude du sommet de l'ouvrage plus basse qu'un mur ou un enrochement);
- Reconstituer une plage pour les résidents locaux et les touristes;
- Reconstituer un milieu naturel pour la macrofaune benthique.

Étant donné que le boulevard Perron est la route nationale 132 sous la responsabilité du MTMD, le ministère réalise pour ce secteur un avis complémentaire sur l'état du mur de protection actuellement en place et propriété du MTMD.

De plus, un ouvrage de protection aura 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 le cœur du village 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 des blessures voire la mort. Il est important de rappeler que ce projet ne vise pas une restauration de plage à des fins récrétouristiques, 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 terme 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.

6.2 Mesures à privilégier pour le secteur de la pointe Verte

Dans ce secteur, plusieurs paramètres des aléas côtiers présentent un danger pour la sécurité des personnes et des biens. De plus, en raison de la faible altitude des terrains, l'évacuation y est problématique considérant que l'unique voie d'accès est submergée régulièrement et que les modèles prévoient une épaisseur et des vitesses dépassant les seuils sécuritaires pour les services de secours.

Ce secteur fait face à des aléas complexes notamment en ce qui a trait aux multiples points d'arrivée d'eau (par la baie des Chaleurs et par le marais maritime) et de multiples manières (nappe d'eau, marée haute, déferlement, paquets de vagues, crue de la rivière Verte, etc.) ce qui complexifie les mesures qui devront être mises en place pour y atténuer les risques.

Étant donné la complexité du secteur de la pointe Verte en ce qui a trait aux aléas présents (patron de submersion par la côte et par le marais, déferlement violent, courants dans la nappe d'eau durant la submersion, modification au milieu naturel entraînant une modification des aléas, etc.), l'analyse de solutions est toujours en cours.

Par conséquent, une analyse spécifique au secteur de la pointe Verte est en cours. La recherche des mesures à privilégier est réalisée en intégrant les préoccupations des citoyens du secteur et plusieurs possibilités sont à l'étude, notamment :

- Solutions d'ingénierie globale incluant :
 - o Recharge de plage avec rehaussement des terrains;
 - o Enrochement;

- Épis.
- Relocalisation préventive d'ensemble avec aménagement de nouveaux quartiers en co-construction avec les citoyens (Mandat de recherche en cours par l'équipe d'ARlaction de l'Université de Montréal);

7. RÉSUMÉ DE L'AVIS TECHNIQUE

Considérant que :

- 94 bâtiments, 35 poteaux de réseau de distribution hydroélectrique et 4,4 km de routes sont exposés à l'érosion, à la submersion côtière ou aux deux aléas;
- 1,2 km de route nationale est exposé à un niveau de risque extrême;
- Qu'un bâtiment commercial, une résidence de personne âgée et 10 résidences sont exposés à un niveau de risque extrême
- Que 59 autres bâtiments sont exposés à un risque élevé (53 résidences, mais aussi 1 restaurant, 1 immeuble à bureaux, 1 immeuble commercial, 1 bâtiment patrimonial, 1 bâtiment religieux et 1 service médical);

→ Une **intervention est à réaliser le plus rapidement possible, sans négliger la qualité des interventions**, pour réduire la période d'exposition au sinistre appréhendé autant que possible pour la population de Maria;

Les mesures à privilégier sont :

- secteur de la route 132 et commercial : mettre en œuvre une solution d'ensemble qui consiste en une **recharge granulaire de protection** réalisée en une seule phase ;
- secteur de la pointe Verte : effectuer une **analyse détaillée de la vulnérabilité des résidences et une analyse spécifique des solutions**, incluant les solutions d'ingénierie et la relocalisation d'ensemble, lesquelles sont en cours afin de déterminer la ou les mesures à mettre en œuvre.

→ En attendant la mise en place des mesures il est important **d'évacuer de manière préventive les populations** présentes dans les bâtiments concernés ou sur la chaussée de la route 132 en cas d'avertissement d'onde de tempête et de tenir le plan d'urgence de la municipalité à jour.

8. 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.
- Bernatchez P., Fraser C., Dugas S. (2011) *Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards*, Ocean & coastal management, 54, 621-632.
- Bernatchez, P., Dugas, S., Fraser, C. et Da Silva, L. (2015). *Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis à RNCAN et Ouranos, mai 2015, 45 p. et annexes.
- Caulet, C., Drejza, S., Fraser, C., Marie, G. et P. Bernatchez (2021). *Modélisation de l'effet des tempêtes actuelles et futures sur les côtes basses meubles*. 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 l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, décembre 2021, 63 p.
- Circé, M., Da Silva, L. Mercier, X., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) *Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Maria*. Ouranos, Montréal. 169 pages et annexes.
- Corriveau, M., Bernatchez, P., Belzile, M. et Senneville, S. (2018) Influence de la réduction du couvert de glace sur l'érosion côtière en bordure des infrastructures routières de l'Est du Québec dans un contexte de changements climatiques (CC04.1) : Rapport final. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport final remis au ministère des Transports du Québec, avril 2019, 457 p. et annexes.
- DEFRA – Department for Environment Food and Rural Affairs (2005) Flood Risk Assessment Guidance for New Development, Phase 2. Framework and Guidance for Assessing and Managing Flood Risk for New Development – Full Documentation and Tools R&D Technical Report FD2320/TR2, octobre 2005, 384 p.
- Didier, D., Bernatchez, P. et Lambert. A. (2014). *Scénarios de submersion côtière pour la municipalité de Maria dans le cadre d'une analyse économique*. Rapport méthodologique présenté à Ouranos. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 33 pages +annexes.
- Didier, D., Bandet, M., Bernatchez, P., & Dumont, D. (2019). *Modelling Coastal Flood Propagation under Sea Level Rise: A Case Study in Maria, Eastern Canada*. Geosciences, 9(2), 76. <https://doi.org/10.3390/geosciences9020076>
- Drejza, S., Friesinger, S., Bernatchez, P., et Marie, G. (2015) *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Développement d'une approche et d'un indice pour quantifier la*

vulnérabilité des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques sur 9 sites témoins - Volume III, Projet X008.1. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère des Transports du Québec, mars 2015, 308 p.

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.

Fraser, C. et Bernatchez, P. (2006) *Caractérisation du littoral et évaluation des risques d'érosion et de submersion côtière pour le secteur de la pointe Verte, Maria, Québec*. Rapport de recherche remis au ministère de la Sécurité publique du Québec. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR, 44 p.

GIEC - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2019) Résumé à l'intention des décideurs, Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique [sous la direction de H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama et N. M. Weyer],

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>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2019) *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. 765 p.

Lasalle-NHC (2023 a) *Projets de protection du littoral de Maria - Figures pour l'atelier sur la submersion côtière*, Remis au ministère de la Sécurité Publique, juin 2023, 7 p

Lasalle-NHC (2023 b) *Projets de protection du littoral de Maria, Données de niveaux d'eau et de vagues proche de Maria, Résumé des résultats – 27 février 2023*, Remis au ministère de la sécurité publique, 11 p.

Long, B. (2006) Étude hydrodynamique, sédimentologique et biologique des sites de Maria, Saint-Siméon, Bonaventure, Newport et Cap d'Espoir dans la baie des Chaleurs, Québec, Canada. Ministère des Transports du Québec. Contrat 3100-00-QH02. 121 pages.

Morneau, F., M. Michaud, F. Lecours, L. Côté et D. Roy (2001) Étude d'impact sur l'environnement : reconstruction d'un mur le long de la route 132, Municipalité de Maria, Baie de Cascapédia. Gouvernement du Québec, ministère des Transports du Québec, 36 pages + annexes

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

Oppenheimer, M., B.C. Glavovic , J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac, et Z. Sebesvari. (2019) Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].

Peltier, W., Argus, D. and Drummond, R. (2015) Space geodesy constrains ice age terminal deglaciation: The global ICE-6G_C (VM5a) model. *J. Geophys. Res-Earth*, 120(1), 450–487.

Quintin, C., Bernatchez, P., Jolivet, Y. (2013 a) *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs - Rapport d'analyse*. 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.

Quintin, C., Bernatchez, P., Jolivet, Y. (2013 b) *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs – Recueil cartographique*. 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 II : 170 p.

Savoie-Ferron, F., Drouet, M., Drejza, S., Fraser, C., Marie, G. et P. Bernatchez (2021) *Modélisation de l'effet de la hausse du niveau de la mer sur les marais maritimes*, 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 l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, septembre 2021, 105 p.

Schwalm, C. R., Glendon, S., & Duffy, P. B. (2020) *RCP8. 5 tracks cumulative CO₂ emissions*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(33), 19656-19657.

Touchette, M., Corriveau, M., Caulet, C. et Bernatchez, P. (2022) *Modélisation et cartographie du risque de submersion côtière de la région de Sept-Îles – Volume 5 : Indices de vulnérabilité des infrastructures aux aléas d'érosion et de submersion 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, juillet 2022, 60 p. et annexes.

SIGEC Web (2019), Site web de cartographie interactive du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski, consulté le 29 août 2023

U.S. Army Corps of Engineer (2011), Coastal Engineering Manual (CEM), Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C. (6 volumes).

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction

Susan Drejza
Conseillère en gestion des risques naturels
Direction du soutien à la réduction des risques de sinistres

Révision

Catherine Denis
Conseillère en gestion des risques naturels
Direction du soutien à la réduction des risques de sinistres

Validation

Jean-Denis Bouchard
Chef d'équipe aléas côtiers
Direction du soutien à la réduction des risques de sinistres

Soutien cartographique

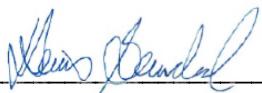
Simon Benoît
Technicien en géomatique
Direction du soutien à la réduction des risques de sinistres



Susan Drejza, Géomorphologue, M.Sc., conseillère en gestion des risques naturels

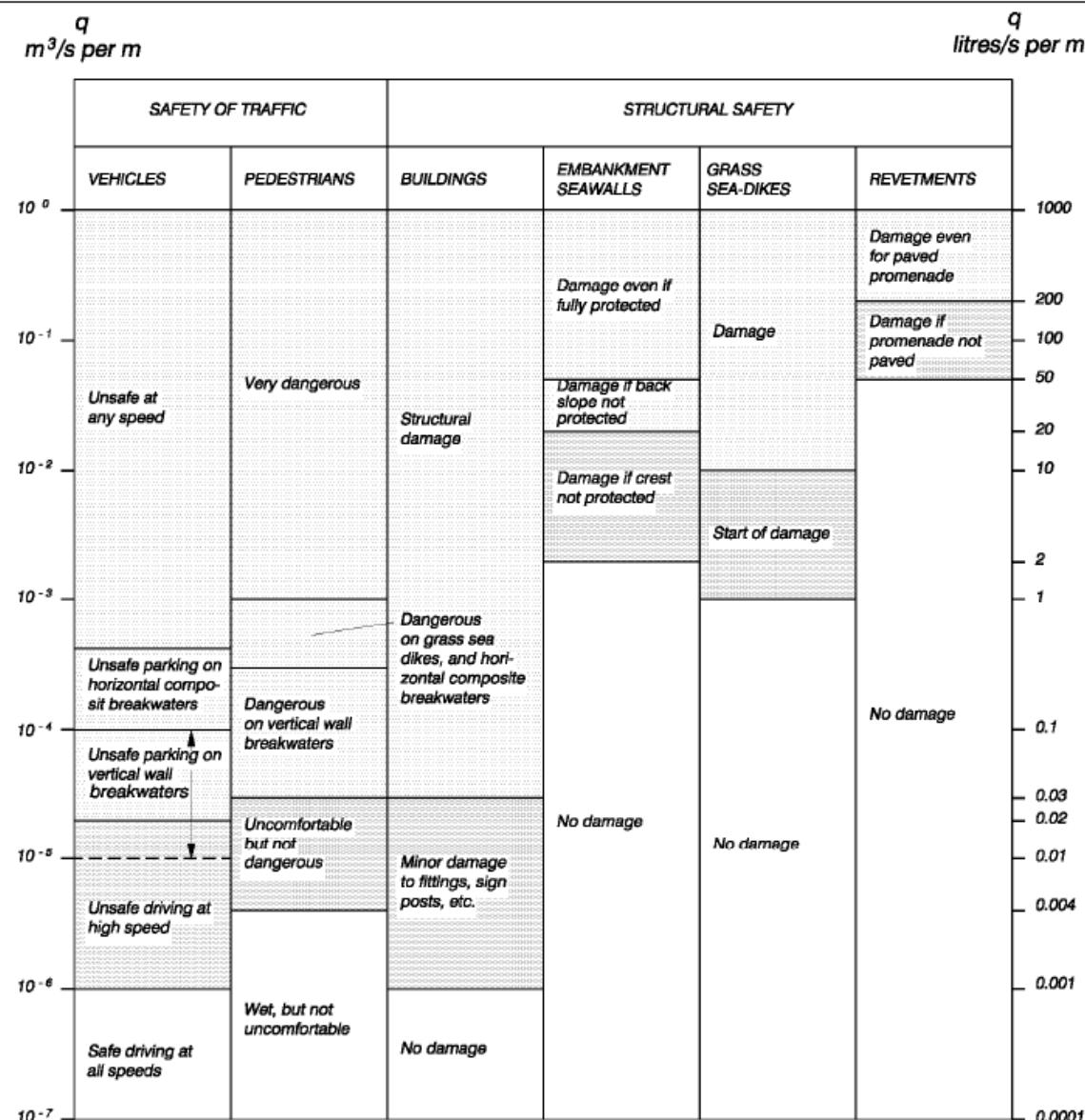


Catherine Denis, Géographe, B.Sc., conseillère en gestion des risques naturels



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

ANNEXES



Annexe 1. Valeurs critiques de dépassement des ouvrages de protection côtière

Source : U.S. Army Corp of Engineers, 2011

Velocity (m/s)	Depth of flooding (m)											
	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.50	2.00	2.50
0.00												
0.10												
0.25												
0.50												
1.00												
1.50												
2.00												
2.50												
3.00												
3.50												
4.00												
4.50												
5.00												

Annexe 2. Indice de danger résultant des inondations selon la profondeur d'eau (m) et la vitesse du courant (m/s)

Source : DEFRA, 2005

En jaune = danger pour certains (incluant les enfants, les personnes âgées et handicapées);

En orange = danger pour la plupart des gens;

En rouge = danger pour les services de secours

PROBABILITÉS D'OCURRENCE	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

Annexe 3. Matrice de classification du niveau de risque

Source : Adapté de MSP, 2008

EX = Extrême; É = Élevé; M = Modéré; F = Faible

Annexe 6 - Avis technique du MTMD



MINISTÈRE DES TRANSPORTS ET DE LA MOBILITÉ DURABLE

Avis technique Secteur de Maria, route 132

8 avril 2024

GESTIONNAIRE D'ACTIFS ◆ LEADER EN MOBILITÉ

TABLE DES MATIÈRES

1. MISE EN CONTEXTE	3
2. VULNÉRABILITÉ DE LA ROUTE ET DES USAGERS	3
2.1 Élévation de la route et projection des niveaux d'eau	3
2.2 Débits de franchissement	5
2.3 Sécurité routière	6
3. IMPORTANCE DE LA ROUTE	10
Chemins secondaires	10
Services d'urgence	10
4. ÉTAT DU MUR M-11336	10
4.1 Description générale du mur	10
4.2 Problématiques observées	12
Basculement	12
Détérioration des membrures des caissons	12
Intégrité du mur déficiente	14
Affouillement au pied du mur	15
Sollicitation des émissaires	16
4.3 Entretien	16
4.4 Interventions effectuées en urgence	16
Printemps 2023	16
Janvier 2024	17
5. CONCLUSION ET RECOMMANDATION	18
SIGNATURES	19

1. MISE EN CONTEXTE

La présente note technique a pour objectif de brosser un portrait de la vulnérabilité de la route 132 dans le secteur de Maria (RTS 132-19-27-000C), entre les chaînages 9+840 et 8+140, ainsi que du mur de protection M-11336. Elle est complémentaire à la note technique préparée par le ministère de la Sécurité publique (MSP) datée du 16 février 2024.

2. VULNÉRABILITÉ DE LA ROUTE ET DES USAGERS

Afin d'évaluer la vulnérabilité d'un site, il convient tout d'abord de s'intéresser à l'historique des aléas et de leurs impacts à cet endroit. Une telle approche est présentée au tableau 1 de la note technique préparée par le MSP. Afin de compléter cette démarche et focaliser sur le tronçon routier à l'étude, l'historique a été bonifié avec les informations détenues au ministère des Transports et de Mobilité durable (MTMD). Ainsi, l'historique d'inspection et d'entretien du mur M-11336, l'historique des avis d'entraves de Québec 511, les bulletins de suivi d'événements du Centre des opérations gouvernementales (COG) ont tous été consultés. Aussi, un retour d'expérience sur le comportement du site a été fait auprès du chef des opérations de ce secteur. De cette démarche, il ressort que :

- À l'endroit du centre-ville de Maria (secteur du mur M-11336), le franchissement du mur par les vagues est fréquent à l'automne. Ces épisodes occasionnent des risques côtiers tels que la projection d'embruns, la projection de débris, une visibilité réduite ou nulle, l'accumulation d'eau sur la chaussée, etc. De plus, une à deux fois par année, le franchissement est tel que les débris viennent obstruer les puisards de drainage, ce qui mène à l'inondation de la chaussée et crée un enjeu important du point de vue de la sécurité routière. Ces conditions nécessitent des actions rapides du MTMD, notamment l'enlèvement des grilles de puisard aux endroits problématiques. Or, ceci crée un risque important de chute dans le système de drainage, qui lui n'est pas toujours visible en raison des conditions de visibilités difficiles à proximité du mur;
- La route est fréquemment fermée dans le secteur à l'ouest de Maria. Lorsque de telles conditions se produisent, l'opération du secteur centre-ville est généralement maintenue (ouverture complète ou partielle) en raison des vitesses de circulation faibles, et ce, malgré les conditions routières difficiles et dangereuses causées par le franchissement et la projection de débris (figures 4, 5 et 7). Ce fut le cas lors de l'événement du 27 novembre 2023;
- Les conditions hydrauliques importantes ont un impact sur le rendement et l'état du mur M-11336. Cet ouvrage sert à soutenir le remblai routier et à le protéger contre l'érosion. L'âge de cet ouvrage combiné aux fortes sollicitations hydrodynamiques ont mené à des défaillances techniques du mur et des interventions d'urgence ont dû être effectuées à plusieurs reprises. La section 4 détaille davantage le mur M-11336, l'historique des interventions réalisées et les problématiques observées.

2.1 Élévation de la route et projection des niveaux d'eau

Une analyse statistique des niveaux d'eau, en conditions actuelles et futures, est présentée au tableau 2 de la note technique préparée par le MSP. Ce tableau a été reproduit ci-bas. À noter que cette analyse ne tient pas compte de l'impact direct des vagues sur la côte, lesquelles causent de nombreuses problématiques de franchissement supplémentaires. Ces effets sont bien détaillés dans la note technique du MSP.

**Tableau 1 - Période de retour des niveaux d'eau
à Maria (extrait de la note technique du MSP)**

T (années)	Niveau d'eau (NMM) CGVD28 Sans rehaussement du niveau marin
100 ans	2,70
50 ans	2,61
25 ans	2,52
20 ans	2,50
15 ans	2,46
10 ans	2,41
5 ans	2,31
2 ans	2,18

La carte 1, présentée à l'annexe A, montre le profil routier existant, à l'endroit du centre ligne. Il peut y être constaté que :

- L'élévation moyenne du centre ligne de la route, au droit du site à l'étude, est à l'élévation 3,7 m;
- Le point haut est situé à l'élévation 4,5 m (chaînage 9+200, 150 m à l'est de la rue des Petits-Chevaliers);
- Le point bas est situé à l'élévation 2,9 m (chaînage 8+830, à proximité de l'intersection de la rue des Geais, soit à 150 m à l'est de l'hôpital). Il s'agit du secteur le plus vulnérable.

Rappelons que certaines parties de la route, telles que les accotements et l'extrémité des voies, peuvent alors être de 100 à 200 mm plus bas que ces valeurs.

Lorsque le profil routier est comparé au niveau d'eau actuel à l'endroit du site, force est de constater que le dégagement vertical est marginal (Tableau 2). C'est ce qui explique pourquoi les vagues atteignent facilement la route lors d'évènements importants, et ce, malgré la présence d'un dégagement latéral pouvant atteindre 7,0 m entre la route et le mur et d'un muret atteignant l'élévation 3,9 m dans le secteur vulnérable. Ce tronçon routier ne respecte donc pas les exigences de dégagement vertical entre le niveau des eaux hautes et le profil routier, spécifié au tome des normes de conception routières (référence tome 1 des normes du MTMD, chapitre 6). Ces exigences ont été mises en place afin d'assurer la sécurité des usagers et une bonne durabilité des infrastructures de transports à proximité de plans d'eau.

Tableau 2 - Dégagement minimal entre la chaussée et le niveau d'eau (tome 1, MTMD)

Recommandations pour route nationale		Situation à Maria (chaînage 8+830)	
Période de retour (ans)	50	Niveau d'eau (m) ¹	2,61
Dégagement minimal (m)	1	Dégagement (m)	0,29

Note 1 : L'élévation du niveau d'eau n'inclut pas la hauteur des vagues et leur remontée sur la côte, ce qui surestime considérablement la valeur de dégagement associée.

Ces observations démontrent la vulnérabilité du site. C'est pourquoi, dans un premier temps, il est requis de mettre en place un ouvrage permettant d'amenuiser l'impact des aléas côtiers, notamment via un meilleur contrôle de la submersion mais aussi en protégeant le mur dont l'état a été grandement altéré récemment avec les sollicitations côtières répétées et de grande ampleur. Une telle approche réduira significativement les risques pour les usagers de la route à cet endroit. Dans un second temps, des modifications au profil routier devront être évaluées. Ces dernières pourront alors être intégrées à la planification des travaux de maintien du réseau routier.

2.2 Débits de franchissement

Le Centre de Services rapporte souvent des épisodes de franchissement lors de tempêtes. Ces observations concordent avec la modélisation effectuée par le groupe LaSalle SNC en 2023, qui simule les débits de débordements pour la tempête de 2010 (figure 1). On y constate un franchissement de l'ordre de 16 L/s au-dessus du mur existant.

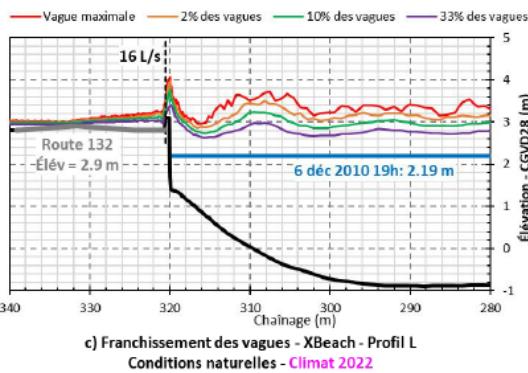
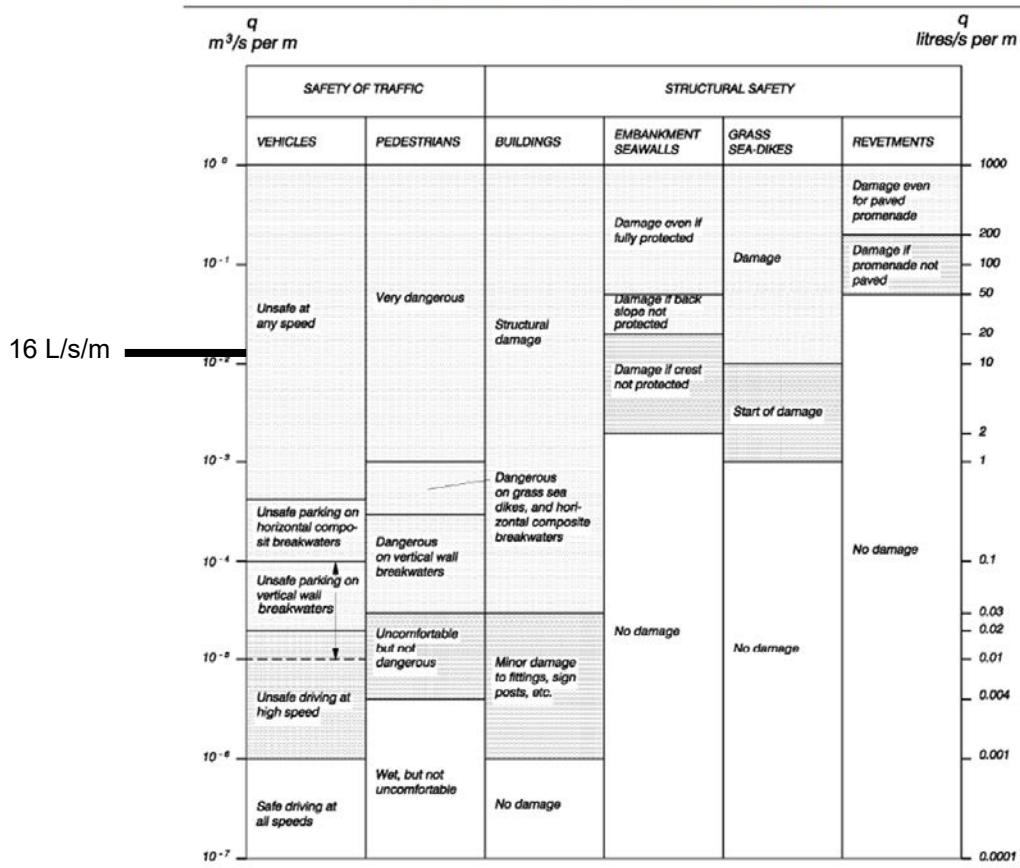


Figure 1 - Débits de débordement en conditions actuelles (source : Lasalle NHC, 2023)

En comparaison avec les valeurs critiques identifiées dans le Coastal Engineering Manuel (CEM, 2008), les débits de débordement actuels sont non sécuritaires pour les véhicules et très dangereux pour les piétons. En effet, la figure 2 montre qu'au-delà d'environ 0,6 L/s/m, la circulation de voitures sur la route est jugée non sécuritaire, peu importe la vitesse. La présence de piétons ou de travailleurs est également jugée très dangereuse dès que les débits dépassent 1 L/s/m. Il s'agit là de valeurs théoriques, qui ne tiennent pas compte de l'augmentation du risque causé par des débris projetés, comme c'est le cas au site à l'étude. Avec une valeur de 16 L/s/m, la situation est plus que préoccupante pour le MTMD. Les éléments de signalisation et d'éclairage sont également vulnérables avec de telles valeurs de franchissement, sans compter qu'ils peuvent se briser et devenir des projectiles.

Table VI-5-6
Critical Values of Average Overtopping Discharges



**Figure 2 - Valeurs des débits de débordement pour assurer la sécurité routière
(adapté de Coastal Engineering Manual)**

Depuis la mise en place de l'enrochement de protection au printemps 2023, les valeurs observées de franchissement entre les chaînages 8+225 et 8+425 ont diminué considérablement.

2.3 Sécurité routière

Les observations et comportements observés sur le site sont en adéquation avec les valeurs théoriques présentées ci-haut. En effet, plusieurs épisodes de franchissement et d'accumulation de débris ont été répertoriés ces dernières années. L'ensemble des constats démontre bien la problématique importante de submersion côtière, laquelle pose un risque pour la sécurité des usagers de la route et des équipes déployées sur le terrain lors de tempêtes importantes.

Les photos ci-dessous présentent des observations faites sur le terrain, lors de certains de ces épisodes, au droit de la zone visée pour la recharge granulaire.



Figure 3 - Franchissement de vagues lors d'une grande marée le 22 décembre 2022
(source : MTMD)



Figure 4 - Franchissement de vagues et débris le 27 novembre 2023 (source : MTMD)
A : route 132, face au CHSLD de Maria; B : intersection route 132 et rue des Pinsons



Figure 5 - Franchissement de vagues lors d'un épisode de tempête le 27 novembre 2023 au droit du secteur visé par les travaux de recharge granulaire (source : MTMD)



Figure 6 - Débris flottants sur la partie supérieure de l'enrochement (source : MTMD, 2023-12-20)



Figure 7 - Débris projetés sur la route 132 lors de la surcote de marée du 10 janvier 2024
(source : MétéoMédia)

3. IMPORTANCE DE LA ROUTE

La route 132 est une route nationale et elle représente le seul lien régional. Le débit journalier moyen annuel (DJMA) y est de 5 700 véhicules/jour, alors que le débit journalier moyen estival (DJME) y est de 6 700.

Chemins secondaires

Bien que des chemins secondaires existent qui permettraient des voies de contournement durant une fermeture, ils sont de moindre importance et pourraient difficilement contenir les débits de circulation observés sur la route 132, surtout advenant que la fermeture de la route soit prolongée après un évènement de tempête en raison de bris à l'infrastructure. Notons également que le recours à des voies de contournement occasionnerait des délais importants.

La voie de contournement est présentée à l'annexe B.

Services d'urgence

La route 132 est également l'accès principal pour accéder à l'hôpital et au CHSLD. La fermeture de la route 132 dans ce secteur viendrait empêcher l'accès au CHSLD, alors que l'accès à l'hôpital demeurerait possible, mais plus laborieux pour les services d'urgence.

Accès locaux et services municipaux

Une rupture du mur et l'érosion de la route qui en découleraient occasionneraient une interruption de services, laquelle impacterait considérablement la circulation régionale, comme décrit plus haut, mais également la circulation locale et les différentes activités en découlant. À cet effet, rappelons que les secteurs de la rue des Petits-Chevaliers, de la rue des Merles, de la rue des Pinsons et du CHLSD ne sont pas accessibles via le réseau routier municipal.

Selon l'ampleur de l'érosion de la route, la ligne d'aqueduc pourrait également être brisée, impactant une large portion de la population et complexifiant et allongeant les travaux d'urgence à réaliser.

4. ÉTAT DU MUR M-11336

4.1 Description générale du mur

Le mur M-11336 est une structure de bois surmontée d'un déflecteur de béton. Il a une longueur de 1 305 m et se situe entre les chaînages 9+445 à 8+140 (figure 8 et carte de l'annexe A). Sa hauteur moyenne est de 2,0 m.



Figure 8 - Localisation du mur M-11336

Construit en 1972, ce mur de 52 ans a subi certaines modifications depuis, conformément à l'historique non exhaustif présenté au tableau 2. La disparité entre les sections témoigne de l'historique de cet ouvrage et des réparations effectuées au gré des bris.

Tableau 3 - Historique des réfections

Année	Réfections
1996	Entretien des descentes à la mer
1997	Étude de stabilité du mur : signes de vieillissement visibles et inquiétude soulevée quant à sa stabilité
2004	Installation d'un nouveau parement en bois traité de 96 mm d'épaisseur sur 2 m de hauteur et sur une longueur de 600 mètres (portion « est » du mur)
2018	Suivi du mur par l'équipe d'inspection afin de quantifier le basculement de celui-ci. Une évolution constante a été observée jusqu'en 2023, moment où le basculement a été jugé trop critique et une intervention d'urgence a été entreprise.
2023	Sécurisation du mur par l'ajout d'un enrochement sur une longueur de 200 m afin de stabiliser le déversement du mur
2024	Plusieurs vides ont été observés sous le déflecteur. Des fissures sont également visibles au niveau du talus. Perte de matériel suspectée. Le profil de la plage de part et d'autre de l'enrochement est bas.

4.2 Problématiques observées

Basculement

Une portion du mur a commencé à basculer. Ce phénomène est suivi de près par le Ministère via des suivis annuels au scanner sur une fréquence rapprochée.

Ce suivi a également permis d'observer que le mur se déformait légèrement selon le niveau d'eau.

Détérioration des membrures des caissons

Plusieurs pièces de bois ont atteint la fin de leur vie utile. Ces pièces sont en effet complètement abrasées, pourries et/ou éclatées, ce qui crée des trous dans les caissons (Figure 9 et Figure 13). Ces bris occasionnent du soutirage du matériau de remblai (Figure 10). Les portions de remblai ainsi soutirées causent des affaissements et des fissurations, lesquelles sont observées en surface, à proximité du trottoir ou de la chaussée (Figure 11).



Figure 9 - Altération du mur en surface, créant des trous dans le parement (source : MTMD)



Figure 10 - Soutirage de matériaux du mur, créant des zones complètement vides (source : MTMD)



**Figure 11 - Fissure observée en surface, dans le secteur du chaînage 8+200, 27 novembre 2023
(source : MTMD)**

Intégrité du mur déficiente

Sur l'ensemble du mur, les plaques d'acier faisant la jonction entre le parement de bois et le déflecteur supérieur en béton sont altérées. Plusieurs plaques sont même partiellement ou totalement arrachées (Figure 12 à Figure 14).



Figure 12 - État général du mur à l'extrême est. On y remarque notamment l'altération de la plaque d'acier (source : MTMD)



Figure 13 - Altération de la plaque d'acier et usure du madrier de bois laissant sortir le matériau de remplissage du caisson et favorisant l'affaissement derrière le mur (source : MTMD, 4 décembre 2023).



Figure 14 - Bris du béton constituant le déflecteur, dans le secteur du chaînage 8+250, 27 novembre 2023 (source : MTMD)

Affouillement au pied du mur

L’élévation de la plage devant le mur varie au gré des tempêtes. Or, on remarque que le profil demeure constamment bas de part et d’autre de l’enrochement construit en 2023, ce qui augmente la vulnérabilité à l’affouillement.

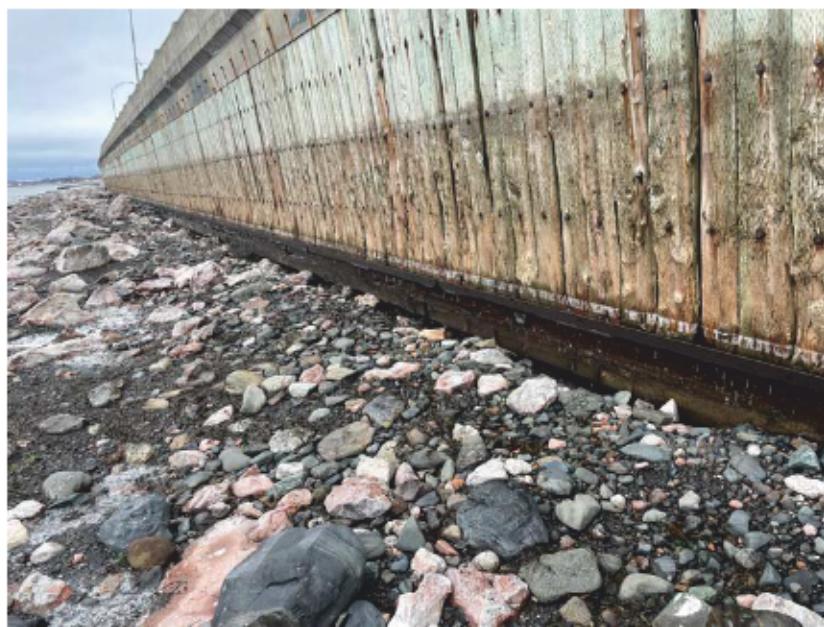


Figure 15 - Abaissement du profil de plage devant le mur (ch. 8+542), le rendant très vulnérable à l’affouillement, 11 janvier 2024 (source : MTMD)

Sollicitation des émissaires

Plus d'une trentaine d'émissaires pluviaux et sorties de drainages sont présents le long du mur. Il arrive fréquemment que certains éléments constitutifs de ces ouvrages de drainages soient arrachés sous l'impact des vagues, ce qui peut en retour impacter l'état du mur.

4.3 Entretien

Les activités d'entretien effectuées dans les dernières années sont de type palliatif, elles ne permettent pas de corriger le comportement et l'état du mur de façon définitive. En effet, des ouvrages ayant des caissons à claire-voie, comme le mur M-11336, ont une vie utile approximative de 50 ans. Le MTMD savait que l'ouvrage approchait sa fin de vie et prévoyait un remplacement à moyen terme. Or, les tempêtes des dernières années sont venues solliciter grandement le mur, en intensité et en fréquence, ce qui a accéléré grandement sa dégradation, comme démontré par les différents constats mentionnés plus haut.

4.4 Interventions effectuées en urgence

Depuis quelques années, en raison de l'âge avancé du mur mais surtout de la fréquence et de l'intensité des tempêtes, les interventions du Ministère sont de plus en plus fréquentes sur l'ouvrage. Voici les deux dernières interventions réalisées en 2023 et en 2024. Outre ces interventions, notons que des inspections sont faites sur une base régulière et des interventions mineures et ponctuelles sont effectuées annuellement.

Printemps 2023

Suite aux événements de l'hiver 2022, de nombreux défauts ont été observés et une portion du mur était en état de défaillance technique (Figure 16). Un enrochement de protection a donc été réalisé en urgence au printemps 2023, sur une longueur de 200 m entre les chaînages 8+225 et 8+425, pour contrer le basculement du mur (Figure 17). Cet enrochement agit comme une butée en plus d'amortir l'énergie des vagues avant que celles-ci n'atteignent le mur. Il s'agit d'une solution temporaire justifiée pour sécuriser la section la plus précaire de l'ouvrage.



Figure 16 - Dommages observés suite à la tempête de décembre 2022
(source : MTMD)



Figure 17 - Enrochement construit au printemps 2023 entre les chaînages 8+225 et 8+425
(source : MTMD, 20 décembre 2023)

Janvier 2024

Les tempêtes successives de décembre 2023 et de janvier 2024, dont les récurrences ont été estimées entre 10 et 25 ans (MSP, communication personnelle), ont considérablement altéré le mur. Des interventions d'urgence ont dû être effectuées par le Ministère afin de gagner du temps avant qu'une solution globale et pérenne soit mise de l'avant (Figure 18).

Pour certaines portions du mur, l'état est tel qu'une seule tempête d'envergure pourrait sérieusement endommager l'ouvrage et mettre les usagers de la route en danger. Advenant une telle situation, le MTMD sera dans l'obligation d'intervenir en urgence en construisant un autre enrochement. Aussi, plus il y aura de portions enrochées, moins la solution globale de recharge granulaire sera justifiable.



Figure 18 - Exemple d'interventions palliatives effectuées en urgence : Installation de madriers de bois pour renforcer et sceller le caisson de bois (source : MTMD, janvier 2024)

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

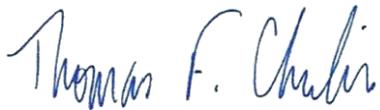
Le secteur à l'étude présente une problématique importante d'aléas côtiers. En effet, les sollicitations côtières altèrent considérablement et rapidement l'état du mur, en plus de causer des problématiques de franchissement et de submersion, lesquelles mettent à risque la sécurité des usagers.

Au fur et à mesure que les événements extrêmes viennent solliciter le mur, le MTMD doit prévoir des interventions palliatives d'urgence. Pour assurer l'intégrité du mur, il est appréhendé que ces interventions soient requises de plus en plus fréquemment et sur des secteurs de plus en plus étendus. Dans ce contexte, il est d'autant plus urgent d'intervenir rapidement avec un projet de recharge global, comme principale stratégie d'adaptation, lequel assurera de manière pérenne la sécurité des usagers et des infrastructures.

La recommandation du MTMD est donc, dans l'intérêt du public et pour une bonne gestion des finances publiques, qu'une solution globale, intégratrice et durable soit mise de l'avant, permettant d'adresser à la fois la fin de vie imminente du mur et la vulnérabilité des usagers routiers en lien avec les sollicitations hydrodynamiques et les aléas côtiers.

SIGNATURES

Préparé par :



Thomas Fortin-Chevalier, ing. M.Sc.A.



2024-04-09

Pierre Gaudreau, ing.

Chargé de projet – Module des aléas naturels et de l'adaptation aux changements climatiques

Direction de l'hydraulique



Gabriel Chavarie, ing.

Ingénieur en structures

Révisé par :



Original signé électroniquement, s'il vous plaît pour authenticité

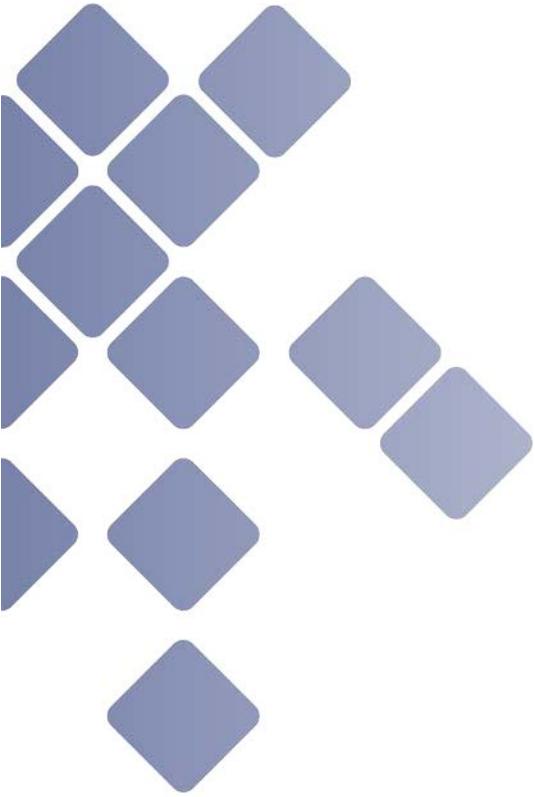
Mathieu Leclerc, ing. M.Env.



Franky Lavoie, ing.

Chef d'équipe – Module des aléas naturels et de l'adaptation aux changements climatiques

Coordonnateur en structures



**ANNEXE A
CARTE DU SECTEUR**



8+760



8+480



8+700



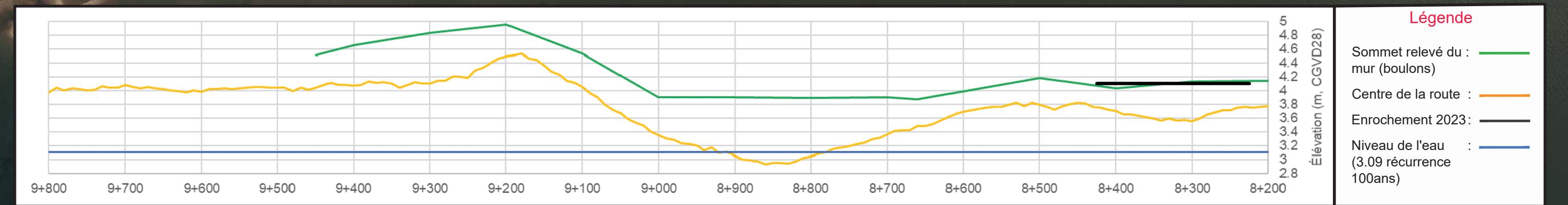
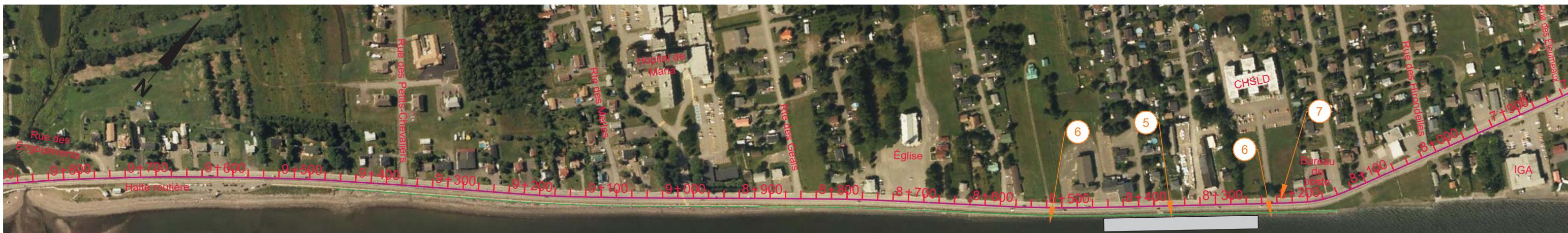
8+170

ÉLÉMENTS OBSERVÉS SUR L'ENSEMBLE DU MUR

- 1 Certaines membrures du caisson sont brisées (pourriture, éclats) créant des ouvertures. Ces dommages augmentent la perte de matériel sous le trottoir.
- 2 Vide sous le trottoir : confirmé au chainage 8+211; on suspecte que ce défaut soit présent sur l'ensemble du mur.
- 3 Certaines plaques d'acier (plaqué protectrice faisant la jonction entre le parement de bois et le déflecteur) sont arrachées.
- 4 Déflecteurs endommagés à plusieurs endroits.

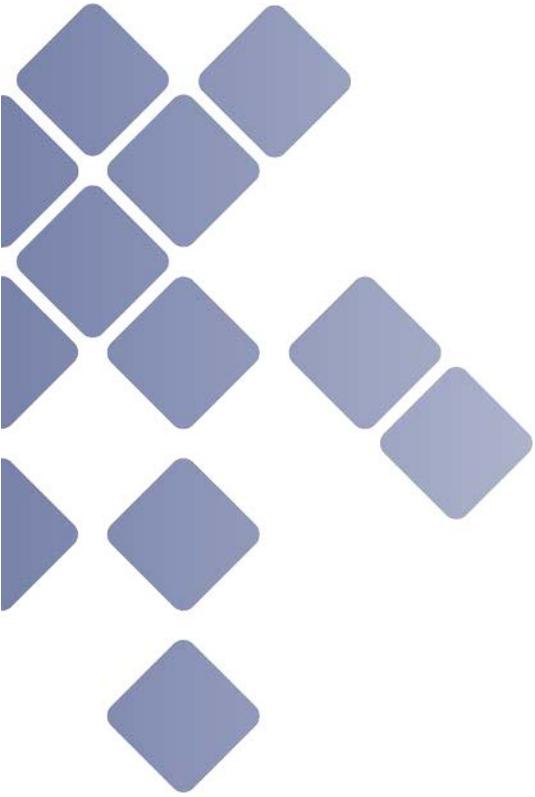
OBSERVATIONS LOCALISÉES

- 5 Enrochement de protection réalisé en urgence à l'été 2023 suite au basculement et la défaillance du mur.
- 6 Abaissement de la plage (affouillement) de chaque côté de l'enrochement construit au printemps 2023. Le profil de plage évolue au gré des sollicitations et des tempêtes.
- 7 Présence de fissures dans le talus (novembre 2023 devant le CHSLD; vide suspecté)



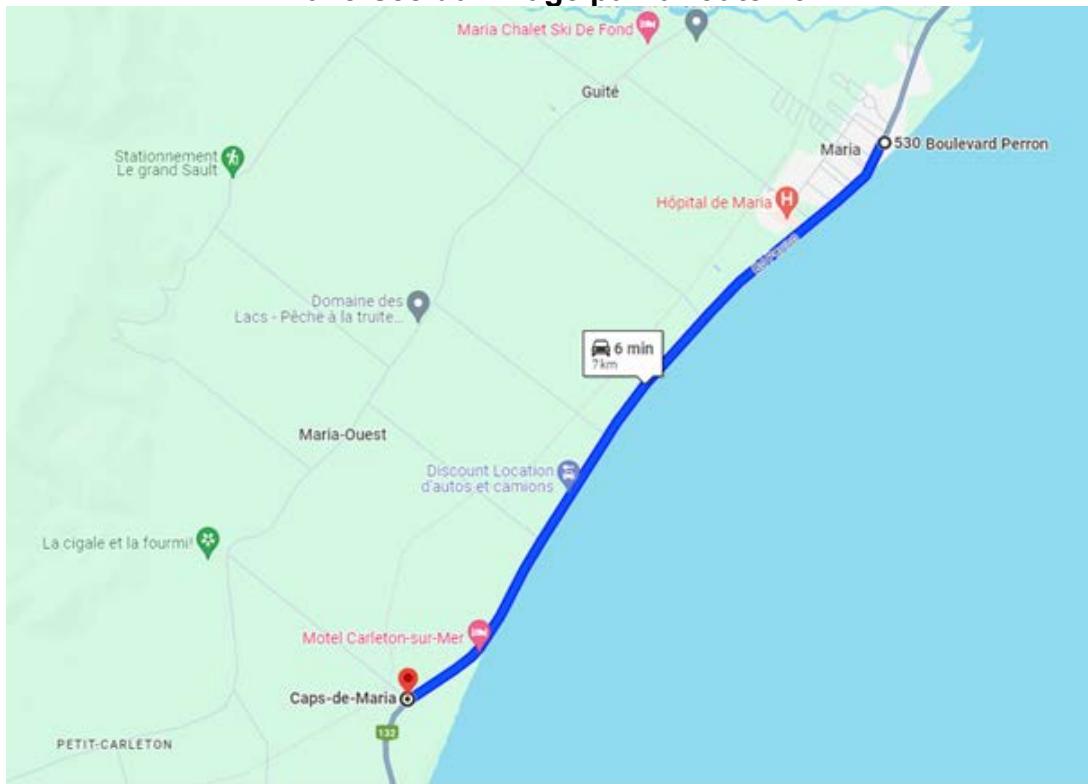
Légende

- Sommet relevé du mur (boulons) : —
- Centre de la route : —
- Enrochement 2023 : —
- Niveau de l'eau (3.09 récurrence 100ans) : —



ANNEXE B
VOIES DE CONTOURNEMENT

Traversée du village par la route 132



Détour via contournement du village

16 min (12,1 km)
via Rte du 2 Rang
16 min sans circulation

1626-1520 Bd Perron
Carleton, QC G0C 1J0

- ↑ Aller en direction nord sur QC-132 O vers Rte Thibodeau N
350 m
- ↶ Tourner à gauche sur Rte Thibodeau N
2,2 km
- ↷ Tourner à droite sur 2e Rang
1,3 km
- ↑ Continuer sur Rte du 2 Rang
5,7 km
- ↷ Tourner à droite sur Rue des Hirondelles
2,1 km
- ↶ Tourner à gauche sur Bd Perron/QC-132 O
500 m

546-558 Bd Perron
Maria, QC G0C 1Y0

