Québec

PORT-CARTIER

Protection des berges – Plage Rochelois

Projet MSP : CPS-17-18-10

Note technique FINAL

Avril 2021

CONSULTANTS ROPARS INC

3643, Chemin Saint-Louis, Québec (Québec) G1W 1T2
yann_ropars@videotron.ca

TABLES DES MATIÈRES

TABLES DES MATIÈRES ii
Liste des figures ii
1 Mise en contexte 4
1.1 Berges de Port-Cartier 4
1.2 Place McCormick 4
1.3 Secteur Rochelois 5
2 Options envisagées 7
2.1 Introduction 7
3 Enrochement linéaire 8
4 Recharges de plage 9
4.1 Recharge de plage en gravier (D_{50} = 15 mm) 9
4.2 Recharge de plage en sable (D_{50} = 0,5 mm) 11
4.3 Recharge de plage – Matériaux intermédiaires / variés 13
5 Brise-lames 14
5.1 Options 14
5.2 Brise-lames détaché 14
5.3 Brise-lames latéraux 15
5.4 Dimensionnement des brise-lames 16
6 Autres projets 17
6.1 Palplanches ou mur vertical 17
6.2 Brise-lames détaché avec recharge de plage (sable ou gravier) 17
6.3 Brise-lames latéraux avec recharge de plage (sable ou gravier) 18
6.4 Recharges de plage plus fréquentes 18
6.5 Plage suspendue 18
7 Conclusion 20

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 Coupe-type d'une protection de berge en enrochement 8
Figure 4.1 Projet de recharge en gravier – Vue en plan 9
Figure 4.2 Coupe-type de la recharge de plage 10

Figure 4.3 Projet de recharge de plage en sable – Vue en plan 12
Figure 4.4 Profil de plage rechargée avec du sable versus avec du gravier..... 12
Figure 5.1 Brise-lames détaché – Vue en plan..... 14
Figure 5.2 Brise-lames latéraux – Vue en plan..... 15
Figure 6.1 Concept de recharge suspendue – Coupe-type..... 19

CLAUSE DE LIMITATION DE RESPONSABILITÉ

Ce document a été préparé par Consultants Ropars Inc. de façon conforme aux bonnes pratiques d'ingénierie et est destiné à l'usage exclusif du ministère de la Sécurité publique **(MSP)** et de leurs représentants autorisés dans le cadre spécifique de l'étude de **la protection de la plage Rochelois à Port-Cartier**. Le contenu de ce document ne peut être appliqué ou utilisé, en tout ou en partie, par ou à l'avantage d'autres parties sans l'autorisation écrite de Consultants Ropars Inc. Aucune autre garantie, expresse ou tacite, n'est accordée.

Consultants Ropars Inc. n'assument aucune responsabilité quant à l'utilisation ou au recours du présent document ou de son contenu par d'autres parties que le MSP**.**

1 Mise en contexte

1.1 Berges de Port-Cartier

Les berges de Port-Cartier ont régulièrement été affectées par de l'érosion lors des tempêtes qui se sont produites ces dernières années, dont celle du 6 décembre 2010 qui a particulièrement touché le secteur McCormick, puis celle du 30 décembre 2016 qui a fortement endommagé la berge du secteur Rochelois, avec jusqu'à six mètres de recul de rive, et qui a nécessité le démantèlement de la promenade.

En juillet 2009, le ministère de la Sécurité publique (MSP) et la Ville de Port-Cartier ont conclu une première entente de financement pour la réalisation d'une analyse de solution visant la prévention et l'atténuation du risque d'érosion dans la ville de Port-Cartier.

En octobre 2012, la Ville de Port-Cartier a mandaté la firme Dessau en collaboration avec Consultants Ropars Inc. pour réaliser une analyse des solutions visant la prévention et l'atténuation du risque d'érosion côtière dans quatre secteurs ciblés dont celui de la plage Rochelois. En juillet 2013, un rapport a présenté une étude hydraulique et une analyse de solutions qui conclue que la solution de protection la plus appropriée consiste en la mise en place d'une recharge de plage avec des matériaux grossiers, laquelle sera complétée par des épis en enrochement, placés de part et d'autre de la recharge. À la demande du MSP, la solution retenue doit :

- Assurer la sécurité des personnes et des biens,
- Être durable (au moins 30 ans de vie utile),
- Être adaptée au milieu et
- Préserver l'usage de la plage qui est régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques.

1.2 Place McCormick

En novembre 2017, le MSP et la Ville de Port Cartier ont conclu une entente de financement visant la mise en œuvre de mesures permettant d'éliminer les risques de sinistres associés à l'érosion côtière, en déplaçant cinq résidences principales à Place McCormick.

En mars 2019, le MSP et la Ville ont signé un avenant modifiant l'entente conclue en novembre 2017, afin de rehausser le budget initial pour permettre le financement d'une partie des travaux de restauration du milieu riverain dégradé à Place McCormick, en effectuant une recharge de plage minimale avec des sédiments grossiers. La conception du projet a été faite par Consultants Ropars Inc.

En juin 2020, les travaux de recharge de plage minimale ont été effectués à Place McCormick.

1.3 Secteur Rochelois

En 2018, Consultants Ropars Inc. a réalisé une étude technique contenant une étude hydraulique et une conception préliminaire de la solution recommandée en 2013 dans le secteur de la plage Rochelois, soit une recharge de plage avec des matériaux grossiers, ainsi que la mise en place d'épis en enrochement de part et d'autre de la recharge.

En mars 2018, une entente de financement au montant de 4,8 M$ a été conclue entre le MSP et la Ville de Port-Cartier. Celle-ci avait pour objectif d'atténuer le risque par la mise en œuvre de travaux de protection des berges, soit une recharge de plage avec des matériaux grossiers complétée par deux épis en enrochement.

En 2019, le MSP a mandaté une firme spécialisée pour effectuer des modélisations numériques des conditions hydro-sédimentaires (Lasalle-NHC, 2020). Ces modélisations ont permis d'évaluer les conditions hydro-sédimentaires à court et à long termes, afin que Consultants Ropars Inc. puisse dimensionner l'ouvrage de protection à retenir en fonction de ces conditions. Les modélisations ont aussi permis d'évaluer la performance à long terme de l'ouvrage. À la demande du MSP, le but était de concevoir la recharge pour une durée de vie utile de 30 ans sans recharge d'entretien. Les résultats des modélisations hydro-sédimentaires ont fait l'objet d'un rapport (Lasalle-NHC, 2020). Le processus de conception de la recharge a également fait l'objet d'un rapport (Consultants Ropars Inc., 2020). Le concept final proposé est une recharge de l'ensemble de la plage Rochelois avec des sédiments grossiers, accompagnée d'un seul épi en enrochement à l'est.

Le 4 avril 2020, le concept final de l'ouvrage a été présenté au Conseil municipal pour la poursuite des travaux, notamment pour la réalisation de consultations publiques.

En juillet 2020, des consultations publiques ont été faites en ligne en raison des contraintes liées à la COVID-19, par la mise en place de capsules d'information sur le site Web de la Ville. Des citoyens ont exprimé leurs préoccupations ou inquiétudes concernant la pertinence du projet, la perte de la plage actuelle et de son utilisation récréotouristique, ainsi que la modification de l'aspect de la plage.

Le 25 novembre 2020, une deuxième séance d'information publique s'est tenue en présence des experts pour répondre aux préoccupations et aux inquiétudes des citoyens, notamment en expliquant le choix de la solution et l'élimination des autres variantes. Plusieurs citoyens ont exprimé le souhait que le MSP évalue d'autres solutions, comme les brise-lames au large, la recharge de plage avec des sédiments plus fins, etc. D'autres citoyens ont exprimé de nouveau leur préoccupation face au changement de granulométrie de la plage. Lors de cette séance, un citoyen est venu expliquer que la plage actuelle de Rochelois était le résultat d'une intervention de dragage de bancs de sable qui se trouvaient dans la baie, en vue de construire une plage le long de la rive. Cette intervention aurait eu lieu dans les années 1970.

Le 16 décembre 2020, M. Alain Thibault, maire de Port-Cartier, s'est adressé par lettre au Directeur de cabinet du MSP, par laquelle il précisait que la Ville réitérait son engagement dans le projet actuel, mais avec ajustements. La Ville désirait avoir un avis écrit et signé concernant l'ensemble des solutions possibles.

Le 10 février 2021, le Directeur de cabinet du MSP répondait au maire de Port-Cartier en lui précisant que le MSP accueillait favorablement l'engagement de la municipalité dans la poursuite du projet de recharge de plage et qu'il était disposé à discuter de certains ajustements possibles.

La note technique complémentaire qui suit a été produite par Consultants Ropars Inc. afin de présenter une série de solutions alternatives ainsi que la solution recommandée. Quelques-unes de ces solutions alternatives ont brièvement été présentées lors de la rencontre publique du 25 novembre dernier.

2 Options envisagées

2.1 Introduction

L'analyse de solutions et la conception de l'ouvrage retenu par le MSP ont été réalisées par des ingénieurs spécialisés depuis des décennies dans le domaine du génie-côtier au Québec, au Canada et à travers le monde. L'ouvrage de protection a été conçu pour assurer la sécurité des personnes et le maintien des infrastructures essentielles exposées aux aléas côtiers, tout en limitant les impacts sur le milieu, permettant ainsi de préserver la plage et ses usages récréotouristiques.

La grande expérience des ingénieurs a permis d'éliminer rapidement plusieurs solutions, sans nécessiter d'analyse exhaustive avec modélisations, car elles ne répondaient pas aux exigences du MSP, soit d'être adaptées au milieu, d'assurer la sécurité à long terme (30 ans minimum), de respecter un ratio coûts-avantages raisonnable et de préserver les usages de la plage. La raison de l'élimination de certaines solutions a été expliquée aux citoyens lors de la deuxième séance d'information publique.

Ce document présente une description sommaire des différentes options de protection de berge qui auraient pu être envisagées pour inclure la réhabilitation de la plage Rochelois. L'option recommandée par le MSP (recharge de plage avec des matériaux granulaires) a fait l'objet d'une étude approfondie (entre autres, des modélisations hydro-sédimentaires) dans le cadre de sa conception préliminaire. D'autres options présentées plus bas pourraient également nécessiter des études approfondies pour valider certains éléments de leur conception. **Ces options complémentaires ne sont donc à ce stade que des hypothèses de travail** et certaines solutions devront être étudiées si la Ville les trouvent a priori intéressantes.

3 Enrochement linéaire

Cette option consisterait en la protection continue de la rive en enrochement. Elle a fait l'objet d'une analyse préliminaire dans le rapport de Dessau (2013).

Lors de la dernière séance d'information publique, il a été expliqué que ce projet provoquerait la disparition à moyen ou long terme de la plage, ce qui irait à l'encontre d'un objectif important visé par le MSP ainsi que par la Ville, soit de préserver la plage et ses usages récréotouristiques :

- D'une part, l'empiètement de ce projet sur la plage existante serait majeur, retirant d'un usage récréotouristique les espaces les plus valorisés par les usagers (haut et milieu de plage),
- D'autre part, la présence des enrochements fera disparaitre les sédiments de la plage à cause de la réflexion des vagues de tempêtes sur les enrochements.

Ce projet ne peut donc pas vraiment être qualifié de projet incluant la « réhabilitation » de la plage, mais plutôt de projet de protection des infrastructures municipales et privées situées près de la berge avec disparition du caractère récréotouristique du site.

Des calculs préliminaires indiquent qu'il faudrait viser une élévation de crête des enrochements de l'ordre de +7,5 m à +8,5 m NMM (de 1,5 à 2,5 m au-dessus de la rue Rochelois – figure 3.1), ce qui constituerait une obstruction visuelle importante qui irait à l'encontre d'un autre objectif important visé par le MSP : que la solution soit adaptée au milieu et intégrée dans le paysage.

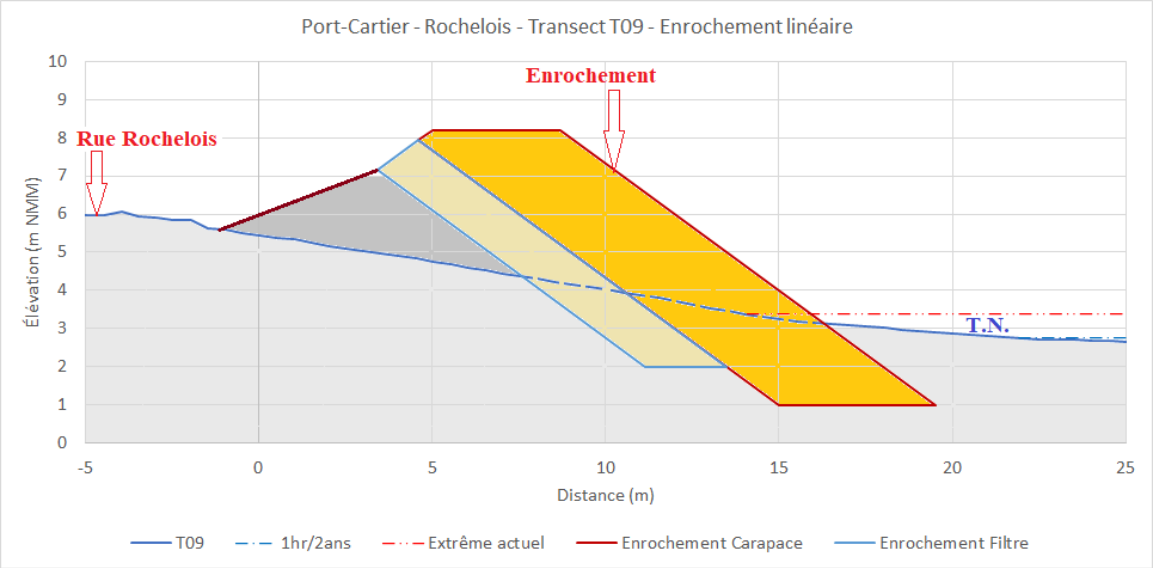

Figure 3.1 Coupe-type d'une protection de berge en enrochement

4 Recharges de plage

4.1 Recharge de plage en gravier (D_{50} = 15 mm)

Il s'agit du projet de protection des berges incluant la réhabilitation de la plage Rochelois présenté lors des deux séances d'information publiques (figure 4.1). Cette solution a fait l'objet d'une recommandation dans le rapport de Dessau (2013). Elle a fait aussi l'objet d'une conception préliminaire (Consultants Ropars Inc., 2018), d'une modélisation (Lasalle-NHC, 2020) puis d'une conception finale (Consultants Ropars Inc., 2020).

Lors des deux séances d'information publiques, il a été expliqué que la recharge de plage s'effectuerait sur 770 m de rivage, avec un volume de 113 000 m^3 de sédiments grossiers, ce qui correspond à un rehaussement de la plage jusqu'à une élévation de +5,4 m sur une largeur de plus de 40 m (figure 4.2). La coupe-type à la figure 4.2 montre que la plage serait rehaussée de 3 mètres à 10 m au large du trait de côte, puis de 6 mètres à 30 m au large du trait de côte.

La crête de la recharge de plage serait pratiquement au même niveau que la berge actuelle. Il n'y aurait donc pas de talus à franchir pour se rendre sur la plage, ce qui faciliterait grandement l'accès piétonnier à la plage.

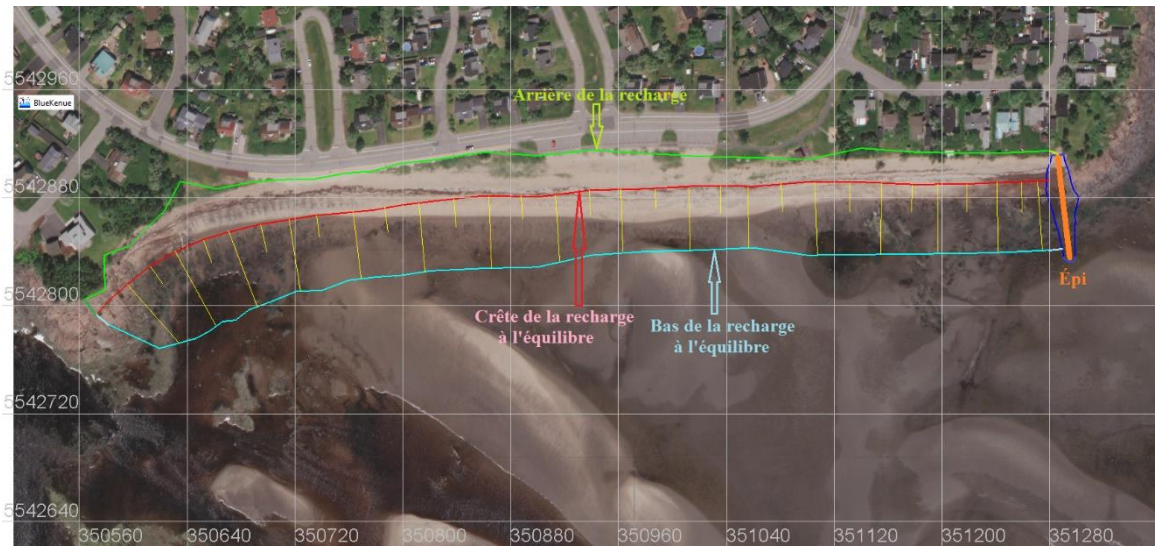

Figure 4.1 Projet de recharge en gravier – Vue en plan

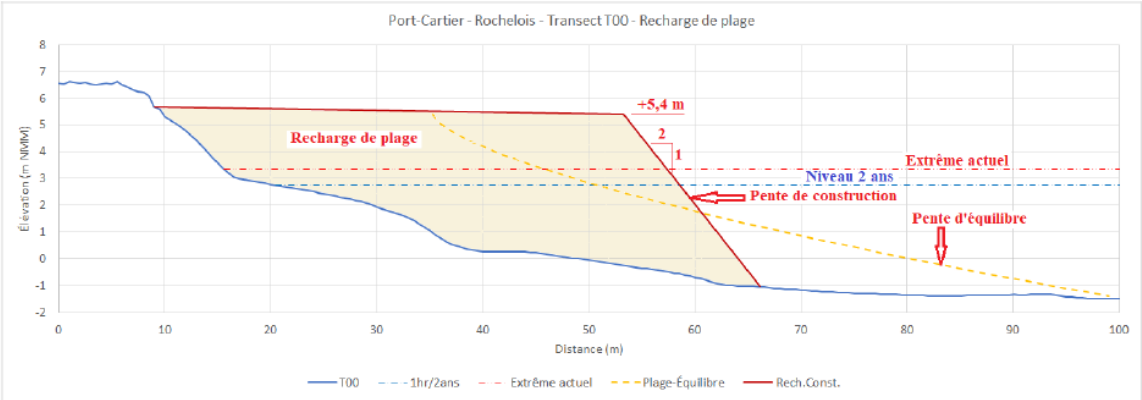

Figure 4.2 Coupe-type de la recharge de plage

Il a aussi été expliqué à la population que l'aspect esthétique de la plage serait modifié à la suite de la recharge de plage. En effet, la plage actuelle est constituée principalement de sable fin d'un diamètre médian de 0,5 mm, alors que la recharge de plage serait constituée d'un mélange de sable, graviers et cailloux arrondis d'un diamètre moyen de 15 mm. Ce choix de matériel granulaire permet une meilleure résistance de la berge à l'érosion et une plus grande durée de vie utile de l'ouvrage, ce qui respecte l'objectif du MSP d'avoir un ouvrage de protection durable (plus de 30 ans sans recharge d'entretien). Si du sable était utilisé comme matériel de recharge, il faudrait une quantité beaucoup plus importante pour assurer la même protection (voir chapitre suivant), de même que des entretiens réguliers, ce qui décuplerait le coût des travaux à court et long termes et qui irait à l'encontre de l'objectif du MSP qui est d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

Finalement, il a été expliqué à la population qu'il est prévu que le matériel granulaire mis en place prendrait progressivement sa pente d'équilibre (ligne jaune pointillée de la figure 4.2) lors des premières tempêtes, ce qui aura pour effet d'adoucir la pente laissée après la construction. Ce réajustement de la pente de la recharge n'est en aucun cas une « défaillance » du concept. Il s'agit d'un processus naturel qui permettra à la plage de progressivement s'ajuster aux contraintes hydrodynamiques de ce secteur. D'ailleurs, une fois à l'équilibre, la nouvelle plage (recharge) aura sensiblement la même pente que la plage actuelle, ce qui permettra d'atteindre un autre objectif du MSP et de la Ville, soit de préserver les usages récréotouristiques actuels de la plage. Cette dernière sera par ailleurs beaucoup plus large, ce qui donnera encore plus d'espace pour ces usages.

À noter que lors de la dernière séance d'information publique, des mesures d'atténuation visant à améliorer l'acceptabilité sociale du projet ont été présentés à la population.

D'abord, il a été présenté que la plage rechargée aura des variations saisonnières similaires à celles des plages naturelles. En effet, il se produira un phénomène de « granulo-classement naturel » en raison du

brassage des sédiments par les vagues. Ces mouvements auront pour effet de faire remonter les sables à la surface, particulièrement lors des mois d'été, ce qui constituerait une atténuation naturelle attendue.

Par la suite, il a été présenté à la population qu'il y aurait trois mesures d'atténuation mises en place de façon à offrir une granulométrie plus intéressante aux usagers dans la partie la plus fréquentée de la plage.

La première mesure d'atténuation consisterait à tamiser le sédiment directement à la gravière, afin d'enlever les particules les plus grosses (>100 mm). Cela permettrait d'éliminer les grosses particules et d'avoir un matériel plus homogène, contrairement à ce qui a été mis en place à la Place McCormick.

La deuxième mesure d'atténuation consisterait à recharger la crête de la plage avec une couche finale de sable, ce qui constituerait une amélioration intéressante pour les usagers par rapport à la recharge uniforme qui a été mise en place à la Place McCormick.

La troisième mesure d'atténuation consisterait à ajouter annuellement sur la crête de petits volumes de sable, à faible coût, pour préserver au maximum l'aspect esthétique de cette plage.

Avec la mise en place de ces mesures d'atténuation, la solution proposée atteint tous les objectifs du MSP, soit d'assurer la sécurité des personnes et de biens, d'être durable (au moins 30 ans sans recharge d'entretien), d'être adaptée au milieu et de préserver les usages de la plage régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques. De plus, la solution proposée répond aux préoccupations de la population de préserver l'aspect esthétique de la plage dans sa partie la plus visible et la plus utilisée.

4.2 Recharge de plage en sable (D_{50} = 0,5 mm)

Ce projet de protection incluant la réhabilitation de la plage Rochelois a rapidement été présenté à la fin de la dernière séance d'information publique pour montrer la différence d'empiètement entre un projet de recharge de plage en sable ayant une durée de vie de l'ordre de 30 ans sans recharge d'entretien et un projet de recharge en gravier. La figure 4.3 illustre schématiquement l'empreinte de ce projet sur le milieu (à comparer avec la figure 4.1). La figure 4.4 illustre en coupe les deux types de recharge de plage (gravier versus sable).

Deux longs épis latéraux seraient requis dans ce projet pour s'assurer que le sable ne migrera pas rapidement en dehors de la zone de Rochelois.

Ce « projet » n'a pas fait l'objet de modélisations hydro-sédimentaires comme le projet de recharge de plage en gravier, à cause des coûts trop importants de sa mise en place. Il serait surprenant que le projet illustré par l'image de la figure 4.3 soit optimisé. Il est même probable que les modélisations hydro-sédimentaires indiqueront de prévoir plus de matériel granulaire (et plus d'empiètement) que ce qui est montré sur la figure 4.3. Ces modélisations pourraient éventuellement aller jusqu'à remettre en cause la faisabilité de la solution.

Une évaluation sommaire et préliminaire de ce genre de projet de la figure 4.3 indiquait des coûts de l'ordre de 25 à 30 M$, ce qui a justifié d'éliminer cette solution trop coûteuse qui va à l'encontre de l'objectif du MSP d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

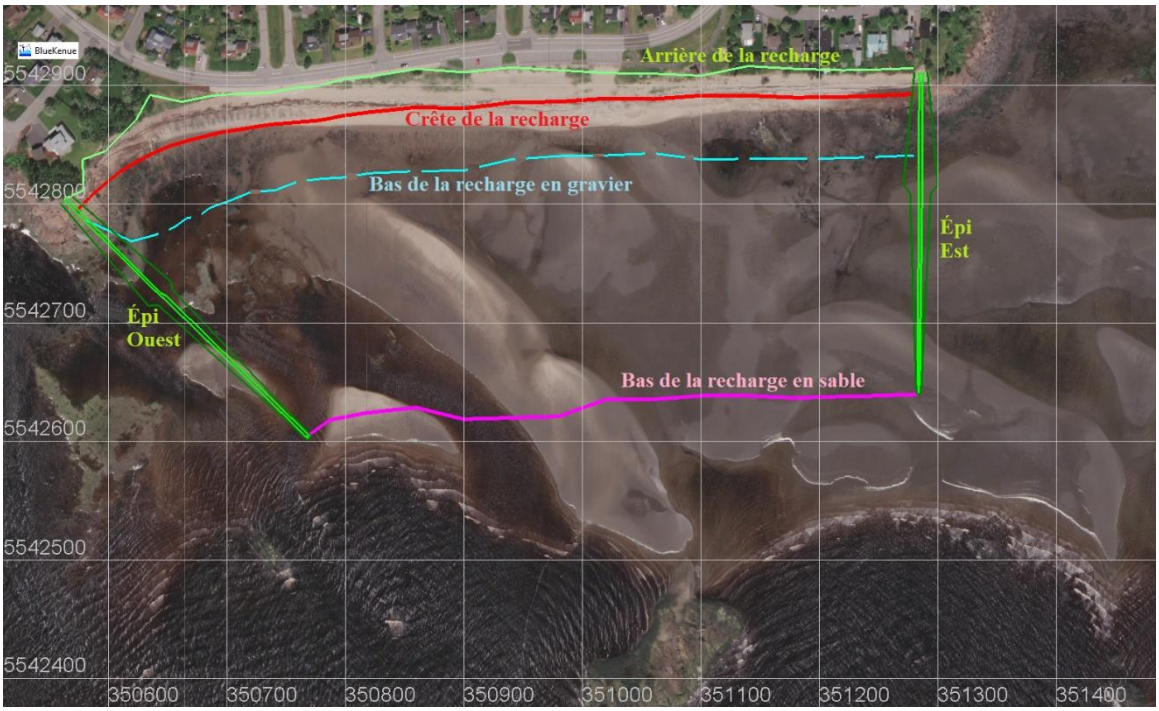

Figure 4.3 Projet de recharge de plage en sable – Vue en plan

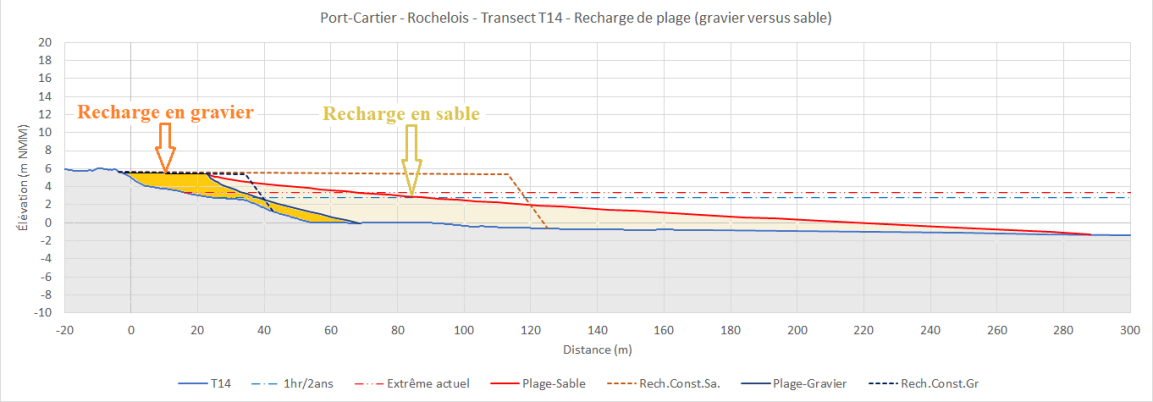

Figure 4.4 Profil de plage rechargée avec du sable versus avec du gravier

4.3 Recharge de plage – Matériaux intermédiaires / variés

Ce type de projets de recharge de plage a sommairement été abordé lors de la dernière séance d'information publique. Ces projets pourraient consister à utiliser :

- Un matériel uniforme intermédiaire entre le gravier préconisé (D_{50} = 15 mm) et le sable (D_{50} = 0,5 mm). Il pourrait s'agir, par exemple, d'utiliser un matériel granulaire présentant un D_{50} de 3 ou de 5 mm. Les quantités requises de matériaux varieraient en fonction de la granulométrie retenue. Les coûts seraient intermédiaires entre les coûts de la recharge en gravier et de ceux de la recharge en sable.
- Différents matériaux selon la zone d'intervention (par exemple, D_{50} = 20 mm dans le secteur ouest, D_{50} = 5 mm au centre et D_{50} = 10 mm dans le secteur est). Le principe de cette option serait de placer des matériaux granulaires plus grossiers aux extrémités est et ouest de la plage de façon à mieux résister aux vagues et de placer des sédiments plus fins au centre de la plage (zone récréotouristique).

S'il n'y a pas de problèmes particuliers à faire des modélisations hydro-sédimentaires avec un matériel granulaire uniforme, c'est a priori possible mais nettement plus compliqué avec des matériaux granulaires variés étant donné les transferts physiques de matériaux entre les différentes zones qui sont attendus à moyen et long terme. La modélisation hydro-sédimentaire ne peut pas facilement prendre en compte cette variation spatiale et temporelle de la granulométrie des sédiments.

Il est probable que si le but est de placer des sables (D_{50} = 0,5 mm) et non des graviers (D_{50} = 5 mm) au centre de la plage, la granulométrie des sédiments placés aux extrémités de la plage devra être ajustée à la baisse (D_{50} plus petits) et deux épis latéraux seront requis pour retenir les sédiments (voir figure 4.3), alors qu'avec des matériaux granulaires plus grossiers, il est possible que seul l'épi de l'est soit requis.

Bien que cette option soit intéressante, les modèles numériques actuels ne permettent pas de modéliser facilement les conditions hydro-sédimentaires avec plusieurs granulométries différentes de sédiments, afin d'évaluer la performance de ce type de recharge à court et à long terme. Cette limitation importante des modèles numériques ne permet pas au concepteur de s'appuyer sur des résultats de modélisation pour proposer un concept de recharge de plage avec plusieurs diamètres de sédiments, à moins d'y aller avec une modélisation beaucoup plus complexe et coûteuse que celle utilisée pour la recharge de plage avec des matériaux granulaires uniformes. Les coûts plus élevés en modélisation et les coûts élevés de la solution (intermédiaires entre les coûts de la recharge en gravier et de ceux de la recharge en sable, plus la construction d'un deuxième épi) a justifié d'éliminer cette solution coûteuse, qui va à l'encontre de l'objectif du MSP, soit d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

Le nombre d'options de ce type est infini. Il serait requis d'avoir des informations sur les buts visés par le projet et la limite de budget avant que le MSP ne se lance dans l'étude de telles variantes.

5 Brise-lames

5.1 Options

Deux options principales de brise-lames ont été envisagées, soit :

- **Un brise-lames détaché** au large de la plage (figure 5.1).
- **Deux brise-lames latéraux** de part et d'autre de la plage (figure 5.2).

5.2 Brise-lames détaché

Le brise-lames détaché serait construit au large de la plage (figure 5.1). La figure 5.1 est très schématique, le brise-lames pouvant avoir une position et une longueur différentes de ce qui est illustré sur la figure.

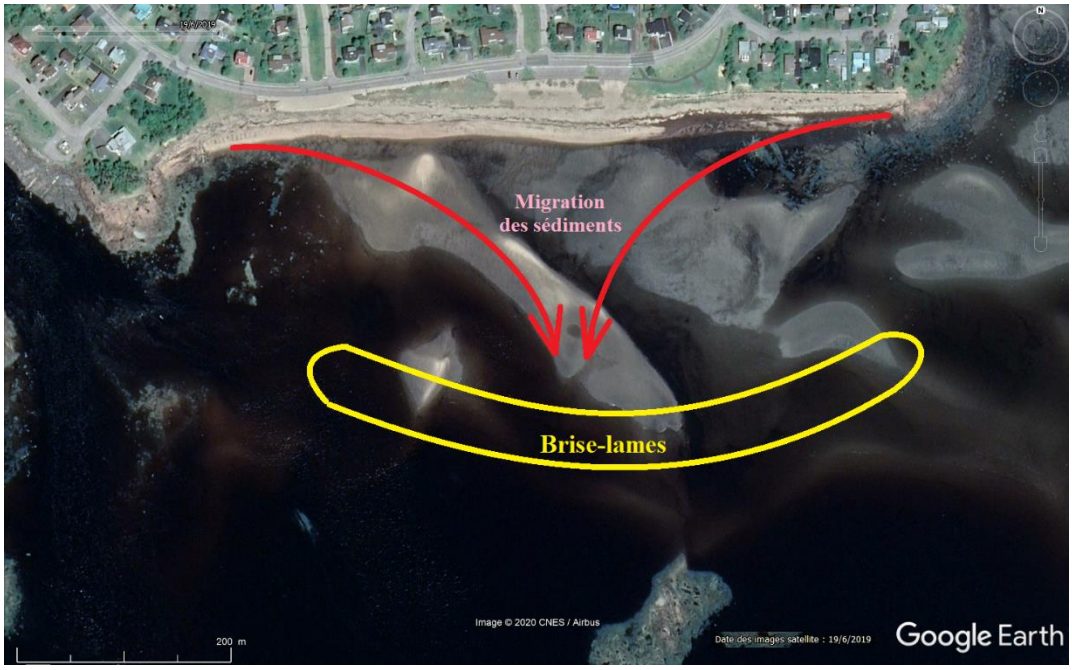

Figure 5.1 Brise-lames détaché – Vue en plan

S'il n'y a pas de recharge de plage, on peut s'attendre à de sévères problèmes d'érosion de berge aux deux extrémités de la plage, à moins de prolonger significativement le brise-lames montré sur la figure 5.1. Ces problèmes d'érosion vont être provoqués et accentués par l'effet « tombolo », qui est le déplacement des sédiments induit par les vagues vers le centre arrière du brise-lames (flèches rouges de la figure 5.1). Ces déplacements de sédiments vont vider les extrémités de la plage qui devraient s'éroder plus vite qu'actuellement.

Si on prolonge le brise-lames vers l'ouest, le brise-lames entrera en interférence avec l'écoulement de la rivière. La rivière pourrait à la limite être « captée » par le brise-lames et s'écouler entre la plage et le brise-lames. Ce phénomène ne serait vraiment pas favorable à la stabilité des sédiments de la plage Rochelois parce que cet écoulement provoquerait l'évacuation des sédiments de la plage vers l'est. Si on ne prolonge pas le brise-lames vers l'ouest, les vagues risquent de directement frapper la partie ouest de la plage et l'éroder. La prolongation du brise-lames vers l'est est moins problématique, à part du point de vue des coûts de l'ouvrage.

Il y aurait donc une importante étude (modélisations hydrodynamiques et hydro-sédimentaires) visant l'optimisation de la position et de la longueur du brise-lames à réaliser afin de ne pas accentuer l'érosion de la plage. La génération de courants importants entre la rive et le brise-lames détaché serait nuisible à la pérennité de la plage. De plus, ces courants seraient potentiellement dangereux pour les usagers de la plage.

Dans tous les cas, il y a un risque non-négligeable d'accumulation de débris derrière le brise-lames et de rétention de la pollution (rejets des usines situées à l'est du site). Il serait prudent de réaliser une étude de la dispersion des polluants en provenance de ces usines.

5.3 Brise-lames latéraux

Deux brise-lames latéraux pourraient être construits de part et d'autre de la plage (figure 5.2). S'il n'y a pas de recharge de plage, on peut s'attendre à des problèmes d'érosion de berge au centre de la plage. La disposition des brise-lames va favoriser le transfert des sédiments vers les extrémités de la plage (flèches rouges de la figure 5.2), au détriment du centre de la plage.

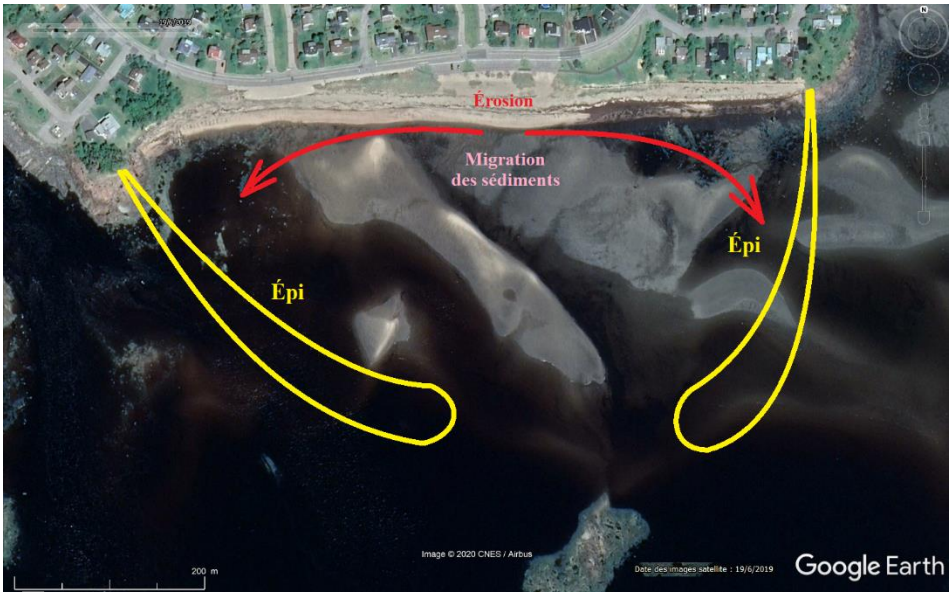

Figure 5.2 Brise-lames latéraux – Vue en plan

Il y a également un risque non-négligeable d'accumulation de débris derrière les brise-lames et un risque élevé de pollution des eaux dans le bassin (rétention des rejets des usines situées à l'est du site).

Cette option devrait donc également faire l'objet de modélisations hydrodynamiques et hydro-sédimentaires pour optimiser les positions et les longueurs de brise-lames ainsi qu'évaluer les problèmes potentiels d'érosion et les risques de dégradation de la qualité de l'eau et de l'environnement.

5.4 Dimensionnement des brise-lames

Une évaluation préliminaire et sommaire des contraintes de vagues indique que la partie exposée des brise-lames des deux options devrait être construite avec comme carapace des pierres de 15 à 25 tonnes (2,05 m à 2,45 m de diamètre équivalent). L'épaisseur de la couche de pierres de capace serait de 4,0 m et la largeur minimale de crête serait de 6 m. En retenant le critère de 5% de franchissement des vagues de tempête, il faudrait placer la crête des enrochements à une élévation minimale de +9 m (3 m au-dessus de la rue Rochelois) pour en assurer la stabilité à long terme.

Cette obstruction visuelle, provoquée par le ou les brise-lames, va à l'encontre d'un objectif important visé par le MSP, soit que la solution soit adaptée au milieu et intégrée dans le paysage. Pour rendre le projet acceptable, il faudrait baisser et élargir la crête des brise-lames pour qu'ils soient en mesure de résister au franchissement des vagues et des glaces.

Il s'agirait donc d'ouvrages imposants présentant un empiétement significatif sur le milieu hydrique. Ces ouvrages devront faire l'objet d'une évaluation des impacts environnementaux dans le cadre de la procédure d'évaluation environnementale du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), ainsi qu'une autorisation relative au règlement sur la protection du poisson et de son habitat par Pêches et Océans Canada (MPO). Il faudra aussi prévoir un ou des projets de compensation pour la destruction de l'habitat du poisson, ce qui peut représenter des coûts supplémentaires très importants.

Les contraintes environnementales, ainsi que les coûts élevés de ces ouvrages destinés à assurer la protection des personnes et des biens ont justifié l'élimination de ces solutions coûteuses, qui vont à l'encontre de l'objectif du MSP d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

6 Autres projets

D'autres options de protection incluant la réhabilitation de la plage Rochelois ont été envisagées et sont brièvement présentées ci-dessous.

6.1 Palplanches ou mur vertical

Cette option consisterait à planter un mur de palplanches ou construire un mur de béton armé vertical en haut de plage. Cette option garantit la disparition à court ou moyen terme de la plage. En effet, dès les premières tempêtes, la réflexion des vagues sur le mur chassera les sédiments qui n'auront pas la possibilité de revenir par la suite. Il ne s'agit donc pas d'une option permettant la « réhabilitation » de la plage.

Avec la disparition progressive de la plage, la remontée des vagues sur le mur augmentera avec le temps. Le franchissement du mur par les vagues de tempêtes sera observé si cet effet n'est pas pris en compte dès la conception du mur. Pour contrer ces franchissements, une évaluation sommaire de la remontée des vagues indique que la crête du mur devrait se situer à l'élévation +8 ou +9 m selon la rapidité à laquelle la plage va disparaitre (la rue Rochelois est environ à l'élévation +6 m). Le mur sera donc une barrière interdisant très efficacement l'accès au peu de plage qui restera.

La disparition à moyen ou long terme de la plage va à l'encontre d'un objectif visé par le MSP et la Ville, soit de préserver la plage et ses usages récréotouristiques. De plus, l'obstruction visuelle importante va à l'encontre d'un autre objectif visé par le MSP, soit que la solution soit adaptée au milieu et intégrée dans le paysage. Finalement, cet ouvrage bloquerait complétement l'accès à la plage (perte d'usage).

6.2 Brise-lames détaché avec recharge de plage (sable ou gravier)

L'option présentée sur la figure 5.1 pourrait être étudiée en y ajoutant une recharge de la plage afin de contrer l'érosion attendue aux deux extrémités de la plage. Compte tenu du coût important du brise-lames, il serait préférable de recharger les extrémités de la plage avec des matériaux granulaires relativement grossiers, sous peine de faire exploser les coûts du projet.

Les modélisations hydro-sédimentaires de ce type de solution ne sont pas impossibles, mais nettement plus compliquées que celles des options de simples recharges de plage.

Les coûts élevés de ce type de projet ont justifié l'élimination de cette solution qui va à l'encontre de l'objectif du MSP, soit d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

6.3 Brise-lames latéraux avec recharge de plage (sable ou gravier)

L'option présentée sur la figure 5.2 pourrait être étudiée en y ajoutant une recharge de la plage afin de contrer l'érosion attendue au centre de la plage. Compte tenu du coût important du brise-lames, il serait préférable de recharger le centre de la plage avec des matériaux granulaires les plus grossiers possible, sous peine de faire exploser les coûts du projet.

Les modélisations hydro-sédimentaires de ce type de solution ne sont pas impossibles, mais nettement plus compliquées que celles des options de simples recharges de plage.

Les coûts élevés de ce type de projet ont justifié l'élimination de cette solution qui va à l'encontre de l'objectif du MSP, soit d'avoir une solution dont les coûts ne dépassent pas la valeur des infrastructures à protéger.

6.4 Recharges de plage plus fréquentes

Ce type de projet consisterait à envisager des recharges de plage régulières (par exemple aux 2 ou 3 ans) avec des matériaux plus fins que les graviers proposés. Une recharge de plage serait faite la première année avec les matériaux préconisés par la municipalité et avec la participation financière du MSP. Les recharges subséquentes seraient à la charge de la municipalité.

Des indications précises concernant le type de matériaux demandés par la municipalité et le budget initial disponible seraient requises avant de se lancer dans l'étude de ce type de projet.

Les modélisations hydro-sédimentaires de ce type de solution peuvent donner une bonne indication de la fréquence des recharges et des quantités de matériaux à prendre en compte dans les recharges subséquentes, afin d'assurer la sécurité des résidences et des infrastructures.

6.5 Plage suspendue

Des options de « plage suspendue » pourraient être envisagées dans le cas de la plage Rochelois. Ce type de projet consiste à construire une butée de pied de plage en matériaux grossiers (rip-rap ou tout-venant gradué) de façon à stabiliser le pied d'une plage qui serait en matériaux granulaires relativement fins. La figure 6.1 illustre en coupe le principe de ce projet. Le but de ce genre de projet est de réduire les quantités de matériaux granulaires fins requis par la recharge de plage (et par conséquent, réduire les coûts du projet).

Des modélisations hydro-sédimentaires seraient requises pour optimiser les différents éléments de ce type de solution (position et géométrie de la butée de pied de plage, granulométrie des sédiments de recharge de plage). Il est probable que deux épis de rétention des matériaux seront requis aux deux extrémités de la recharge de plage.

Bien qu'intéressante, les coûts de cette solution risquent de dépasser largement la valeur des infrastructures à protéger, ce qui irait à l'encontre d'un objectif du MSP.

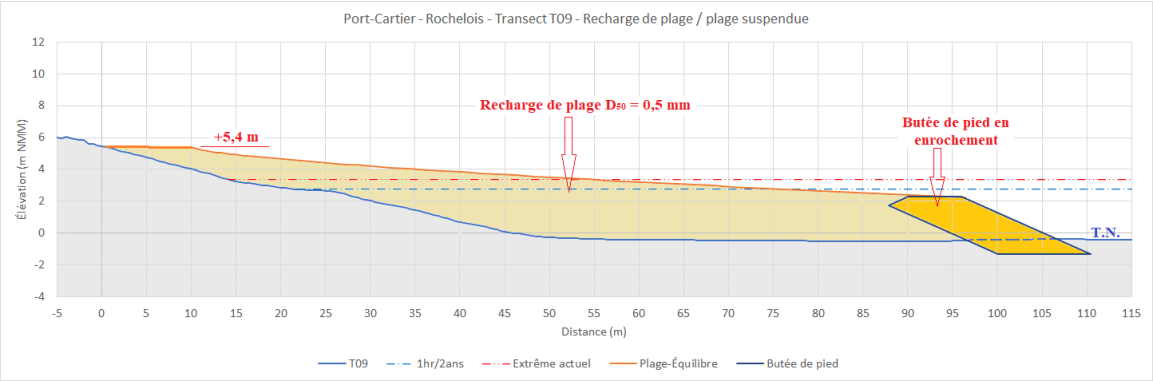

Figure 6.1 Concept de recharge suspendue – Coupe-type

7 Conclusion

À la demande de la Ville de Port-Cartier, une description des diverses options de protection de berge qu'il serait envisageable de mettre en œuvre dans le secteur Rochelois de la municipalité de Port-Cartier a été faite par le biais de la présente note technique.

La protection de ce rivage a fait l'objet d'analyses et d'études depuis 2012. Selon les termes du MSP, la solution retenue devait assurer la sécurité des personnes et des biens, être durable (au moins 30 ans de vie utile), être adaptée au milieu et préserver l'usage de la plage régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques. En ce sens, la solution de la recharge de plage en matériaux grossiers avait été recommandée dès 2013.

La présente note technique décrit les solutions suivantes :

- Enrochement linéaire de la rive,
- Recharges de plage en matériaux fins et en matériaux grossiers,
- Recharges de plage en matériaux variés,
- Recharges de plage fréquentes,
- Brise-lames détaché, avec ou sans recharge
- Brise-lames latéraux, avec ou sans recharge
- Palplanches ou mur vertical,
- Plage suspendue.

Le projet de protection de la rive par une recharge de plage proposé et présenté à la population de Port-Cartier préconise l'utilisation d'un matériel granulaire présentant un diamètre médian D_{50} de 15 mm. Une présentation du projet a été faite en novembre 2020 pour répondre aux préoccupations de la population. À l'occasion de cette présentation, plusieurs options alternatives ont été discutées. De plus, trois mesures d'atténuation ont été proposées de façon à offrir une granulométrie plus intéressante aux usagers dans la partie la plus fréquentée de la plage.

La première mesure d'atténuation consisterait à tamiser le sédiment directement à la gravière, afin d'enlever les particules les plus grosses (>100 mm). Cela permettrait d'éliminer les grosses particules et d'avoir un matériel plus homogène, contrairement à ce qui a été mis en place à la Place McCormick.

La deuxième mesure d'atténuation consisterait à recharger la crête de la plage avec une couche finale de sable, ce qui constituerait une amélioration intéressante pour les usagers par rapport à la recharge uniforme qui a été mise en place à la Place McCormick.

La troisième mesure d'atténuation consisterait à ajouter annuellement sur la crête de petits volumes de sable, à faible coût, pour préserver au maximum l'aspect esthétique de cette plage.

Avec la mise en place de ces mesures d'atténuation, la solution proposée atteint tous les objectifs du MSP, soit d'assurer la sécurité des personnes et de biens, d'être durable (au moins 30 ans sans recharge d'entretien), d'être adaptée au milieu et de préserver les usages de la plage régulièrement utilisée à des fins récréotouristiques. De plus, la solution proposée répond aux préoccupations de la population de préserver l'aspect esthétique de la plage dans sa partie la plus visible et la plus utilisée.

Les autres options ne respectent pas au moins un des critères (souvent la limite de coût) ou présentent très peu de chance de les respecter une fois les études plus élaborées réalisées. De plus, la faisabilité de certaines solutions est loin d'être assurée.

Préparé par :

Yann Ropars, ing., M. Sc.
Consultants Ropars, Inc.
yann_ropars@videotron.ca
Téléphone : (418) 998-6224