FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DES MUNICIPALITÉS

Ingénierie, infrastructures et adaptation aux changements climatiques

Ville de Port-Cartier

Projet de stabilisation de la plage Rochelois à Port-Cartier

Addenda à l'étude d'impact – Mise à jour du projet

Direction de l'ingénierie, des infrastructures et de l'adaptation aux changements climatiques

Fédération québécoise des municipalités
1134, Grande-Allée Ouest RC 01
Québec (Québec) G1S 1E5
Téléphone : 418 651-3343
Télécopieur : 418 651-1127

N/D : 532970222301 (Dossier 3211-02-313)

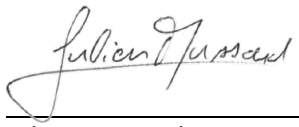
RAPPORT (ADDENDA)

Québec, le 22 juin 2026

Ville de Port-Cartier

Projet de stabilisation de la plage Rochelois à Port-Cartier

Addenda à l'étude d'impact – Mise à jour du projet

Préparé par : 

Julien Mussard, ing., M. Env

Vérifié par :

Dominic Lachance, ing., MBA

N/D : 532970222301 (Dossier 3211-02-313)

RAPPORT (ADDENDA)

Table des matières

1 Introduction ____ 4
2 Volet administratif et description du projet ____ 6
2.1 Historique du dossier ____ 6
2.2 Description du projet ____ 10
2.2.1 a. La tempête des 23 et 24 décembre 2022 et son influence sur les paramètres de référence ____ 11
2.2.2 b. Paramètres de conception de la recharge de plage ____ 13
2.2.3 c. Impacts environnementaux appréhendés et mesures d'atténuation ____ 15
2.2.4 d. Simulations visuelles de l'épi ____ 28
2.3 Calendrier de réalisation ____ 30
3 Volet milieu humain et social ____ 32
3.1 Démarches d'information et de consultation ____ 32
4 Volet milieu autochtone ____ 39
5 Questions supplémentaires – Mars 2026 ____ 41
5.1 Caractérisation du milieu récepteur ____ 41
5.2 Prise en compte du Plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) ____ 45
5.3 Autres modifications susceptibles d'avoir une incidence significative sur le projet ____ 47
ANNEXE A – Cartographie ____ 49
ANNEXE B – Photographies récentes du site à l'étude ____ 50
ANNEXE C – Études techniques ____ 70

Liste des tableaux

Tableau 1 : Chronologie des événements _____ 8
Tableau 2 : Impacts environnementaux appréhendés _____ 20
Tableau 3 : Calendrier de réalisation _____ 30
Tableau 4 : Superficie d'empiétement _____ 42

Liste des acronymes

BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CGVD28	Système canadien de référence altimétrique de 1928
D50	Diamètre médian des particules
ÉIE	Étude d'impact sur l'environnement
FQM	Fédération québécoise des municipalités
GES	Gaz à effet de serre
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MHH	Milieux humides et hydriques
MNT	Modèle numérique de terrain
MPO	Ministère des Pêches et des Océans Canada
MRC	Municipalité régionale de comté
MSI	Ministère de la Sécurité intérieure
PÉEIE	Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement
PMSGM	Pleine mer supérieure de grande marée
PRMHH	Plan régional des milieux humides et hydriques

1 Introduction

La Ville de Port-Cartier a déposé, en juin 2020, une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) dans le cadre du projet de stabilisation de la plage Rochelois, située sur le territoire de la Ville de Port-Cartier. Ce projet s'inscrit dans la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PÉEIE) prévue à la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

En juillet 2022, le projet a été suspendu à la suite d'une décision du conseil municipal. Toutefois, considérant l'aggravation des phénomènes d'érosion et de submersion côtières observés au cours des dernières années, notamment lors d'événements de tempête significatifs, ainsi que les risques croissants qu'ils représentent pour les résidences et les infrastructures municipales situées à proximité de la plage Rochelois, la Ville de Port-Cartier souhaite réactiver son projet et reprendre les démarches dans le cadre de la PÉEIE.

À la suite d'une analyse comparative de plusieurs scénarios d'intervention, la Ville de Port-Cartier a retenu une solution intégrée comprenant :

- La recharge de plage à l'aide de matériaux granulaires grossiers;
- La construction d'un épi de stabilisation en enrochement à l'extrémité est de la plage;
- L'implantation d'un diffuseur à l'extrémité de l'émissaire pluvial situé à l'ouest de la plage.

Cette solution permettra de stabiliser environ 726 m de berge et d'assurer la protection de 29 résidences ainsi que des infrastructures municipales exposées aux processus d'érosion côtière. Elle vise également à maintenir la vocation récréative de la plage Rochelois, tout en privilégiant une intervention compatible avec la dynamique naturelle du milieu côtier. Le projet représente un investissement total estimé à 13 millions de dollars, incluant une contribution financière de 10,8 millions de dollars provenant du ministère de la Sécurité intérieure (MSI). Les travaux devront être exécutés au plus tard le 31 mars 2028 afin de respecter les conditions de l'entente avec le MSI.

Plusieurs mesures d'atténuation sont prévues afin de limiter les impacts environnementaux du projet. Parmi celles-ci figure notamment l'aménagement d'une couche de confort constituée du sable excavé de la plage, permettant de maintenir la qualité paysagère et l'usage récréatif du site, ainsi que la transplantation des îlots de végétation situés le long de la promenade afin de préserver les composantes écologiques du site. Des mesures particulières seront également mises en œuvre afin de limiter les nuisances associées aux travaux, notamment en ce qui concerne la circulation, le bruit, la poussière, la qualité de l'eau et la protection de l'habitat du poisson. Par ailleurs, des séances d'information publique sont prévues afin de favoriser les échanges avec la population et de présenter les principales caractéristiques du projet mis à jour, incluant les mesures d'atténuation, les accès au chantier, les effets visuels anticipés et les modalités de réalisation des travaux. Ces démarches s'inscrivent dans le cadre de la PÉEIE et pourront être suivies, le cas échéant, des étapes prévues par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE).

Considérant le délai écoulé depuis la fermeture du dossier en 2022 et les événements météorologiques significatifs survenus en décembre 2022, une mise à jour des informations déjà déposées au dossier est requise. Cette mise à jour permet notamment de présenter l'évolution du projet, de préciser les paramètres

de conception retenus, de documenter les modifications apportées au concept initial et de confirmer la prise en compte des préoccupations environnementales, sociales et techniques soulevées dans le cadre de l'analyse environnementale.

Le présent document vise à répondre aux questions formulées par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) en février 2023 et en mars 2026. Ces questions sont reprises intégralement dans les prochaines sections. Les réponses fournies visent à soutenir la reprise de l'analyse environnementale du projet dans le cadre de la PÉEIE.

2 Volet administratif et description du projet

2.1 Historique du dossier

QC-1. Le projet de stabilisation du secteur de la plage Rochelois à Port-Cartier a été fermé par le Ministère, à la suite de la réception d'une résolution du conseil municipal de la Ville de Port-Cartier (Ville), datée du 5 juillet 2022. Cette dernière précisait que la Ville souhaitait abandonner le concept de recharge de plage par matériaux granulaires et par conséquent demandait au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs de retirer son projet de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PÉEIE). La fermeture du dossier est devenue effective en date du 26 juillet 2022.

a. L'initiateur doit documenter l'historique du dossier en présentant notamment, mais sans s'y restreindre, les événements qui ont suivi l'abandon du projet et qui, aujourd'hui, en justifient la relance dans la PÉEIE.

RÉPONSE

Le projet de stabilisation du secteur Rochelois s'inscrit dans une démarche amorcée depuis 2009. La Ville de Port-Cartier a réalisé les études techniques, environnementales et économiques requises afin d'identifier la solution la plus durable et la plus responsable pour protéger ce secteur vulnérable du littoral municipal.

La gouvernance du projet de stabilisation du secteur de la plage Rochelois est tributaire de plusieurs enjeux interdépendants, parfois divergents, qui rendent complexe la prise de décision. Les impacts sur l'environnement, la durabilité de l'ouvrage de protection et les coûts financiers doivent, entre autres, être évalués afin de prendre les décisions les plus éclairées possibles. À ces considérations s'ajoutent les attentes de la population quant au maintien de l'accès à la plage, de la qualité paysagère du site et de sa vocation récréative.

Rappelons que, malgré la consultation d'experts, c'est le conseil municipal de Port-Cartier, composé de 7 élus, qui exerce un pouvoir décisionnel sur les grandes orientations du projet. Les élus doivent prendre leurs décisions dans l'intérêt de la collectivité, dans le respect de leurs responsabilités municipales, et les formaliser lors des assemblées du conseil, notamment par règlement ou par résolution.

L'adoption d'une résolution municipale, en juillet 2022, commandant l'arrêt de la PÉEIE a été prise à la suite de la mobilisation d'une partie de la population. Celle-ci avait exprimé des préoccupations à l'égard du concept alors présenté, notamment en ce qui concerne l'apparence de la plage, sa valeur récréative, son accessibilité et les effets anticipés de la recharge sur les usages du site. C'est dans ce contexte que le conseil municipal a pris la décision d'arrêter la PÉEIE et d'analyser les possibilités d'ajustement ou de solutions alternatives.

La fermeture de la PÉEIE, devenue effective le 26 juillet 2022, n'a toutefois pas mis fin à la problématique d'érosion côtière observée dans le secteur de la plage Rochelois. Les infrastructures municipales et les résidences situées à proximité sont demeurées exposées aux aléas côtiers, notamment aux épisodes de tempête, de submersion et de recul du talus riverain.

En janvier 2023, le conseil municipal adoptait une résolution afin de reprendre le projet et la PÉEIE. L'événement qui a le plus influencé la décision est notamment la tempête des 23 et 24 décembre 2022, qui a engendré une érosion supplémentaire de la plage Rochelois et a donc contribué à rendre les infrastructures du secteur encore plus vulnérables. Des dommages importants ont également été rapportés sur d'autres infrastructures de la municipalité. Cet événement a rappelé la vulnérabilité du littoral de Port-Cartier et la nécessité de mettre en œuvre des mesures de protection permanentes et adaptées aux conditions côtières actuelles et futures.

De façon générale, cet événement a contribué à sensibiliser les décideurs de l'importance d'améliorer la résilience de la municipalité face aux aléas climatiques, particulièrement dans le contexte des conséquences croissantes des changements climatiques. La réalisation du projet de stabilisation de la plage constituerait ainsi une progression importante vers cette vision de résilience accrue. Elle permettrait également de réduire les risques pour les résidences, les infrastructures municipales et les usages publics du secteur, tout en maintenant une approche d'intervention qui vise à préserver, dans la mesure du possible, la vocation récréative et paysagère de la plage Rochelois.

Malgré la reprise de la procédure en 2023, le contexte politique et économique de Port-Cartier a ralenti l'avancement du projet. En février 2026, à la suite de plusieurs séances d'analyse approfondie du dossier, le conseil municipal en fonction a entériné une entente de financement avec le MSI pour les travaux de stabilisation. Cette décision marque l'aboutissement d'un processus d'examen approfondi, et permet de passer à l'étape de concrétisation du projet. La reprise de la PÉEIE au printemps 2026 est primordiale afin de respecter l'échéance prévue à l'entente. Les travaux doivent en effet être réalisés dans les délais prévus à cette entente, ce qui rend nécessaire la relance de l'analyse environnementale du projet.

La relance de la PÉEIE repose donc sur trois éléments principaux : le maintien de la problématique d'érosion dans le secteur Rochelois, les constats effectués à la suite de la tempête de décembre 2022 et la confirmation, en 2026, d'un cadre financier permettant la réalisation des travaux de stabilisation. Ces éléments justifient la reprise du projet dans la procédure.

Des séances d'information sont planifiées par la Ville de Port-Cartier afin de permettre à la population d'échanger directement avec les experts et les élus. Ces rencontres permettront notamment de présenter le concept actualisé, les principales mesures d'atténuation, les modalités de réalisation des travaux, les effets anticipés sur le milieu et les réponses aux préoccupations exprimées par la population. Les détails concernant ces séances publiques sont présentés à la section 3.1.

Le tableau suivant présente l'historique du dossier et les principaux jalons ayant mené à la relance de la PÉEIE.

Tableau 1 : Chronologie des événements

Date	Événements
2009-10-15	Signature d'un protocole d'entente pour la réalisation d'une analyse de solutions visant la prévention et l'atténuation du risque d'érosion dans la ville de Port-Cartier avec le ministère de la Sécurité intérieure (MSI).
2013-07-01	Réalisation d'une analyse de solutions par DESSAU.
2016-12-30	Une tempête engendre de l'érosion significative dans le secteur de la plage Rochelois et confirme la vulnérabilité des infrastructures riveraines.
2017-11-01	Dépôt d'un avis de projet dans le cadre de la PÉEIE.
2018-03-09	Signature d'une entente de financement visant la réalisation de travaux de protection des berges contre l'érosion côtière dans le secteur de la plage Rochelois à Port-Cartier.
2020-03-01	Réalisation d'un rapport technique de conception préliminaire par Consultants Ropars inc.
2020-04-01	Réalisation d'une modélisation numérique des conditions hydro-sédimentaires pour le projet de recharge par Lasalle|NHC.
2020-06-01	Démarrage des activités d'information et de consultation publiques (mise en ligne de capsules vidéo et d'un sondage SurveyMonkey).
2020-07-01	Dépôt du rapport principal de l'étude d'impact sur l'environnement.
2020-08-01	Diffusion d'un document de questions-réponses dans le cadre des activités d'information et de consultations publiques, et réalisation d'un sondage pour recueillir les préoccupations de la population.
2020-11-01	Séance d'information publique organisée par la Ville et le MSI.
2021-09-15	Réalisation d'une modélisation numérique des conditions hydro-sédimentaires pour l'étude de scénarios alternatifs par Lasalle|NHC.
2021-10-01	Envoi d'une lettre aux communautés autochtones afin de recueillir leur préoccupation par rapport au projet.
2021-12-21	Réalisation d'une note technique pour l'estimation préliminaire d'un concept de protection par mur littoral par Norda Stelo.
2022-02-01	Dépôt d'un addenda à l'étude d'impact sur l'environnement.
2022-04-01	Avis de recevabilité de l'étude d'impact de la part du ministre.
2022-05-01	Période d'information publique encadrée par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement dans le cadre de la PÉEIE.

Date	Événements
2022-07-05	Adoption d'une résolution municipale demandant le retrait du projet de la PÉEIE et l'abandon du concept de recharge de plage alors à l'étude.
2022-07-26	**Fermeture de la PÉEIE à la suite de la décision du conseil municipal.**
2022-12-24	Une tempête engendre de nouveaux épisodes d'érosion et de submersion dans le secteur, contribuant à réévaluer la vulnérabilité de la plage Rochelois et des infrastructures adjacentes.
2023-01-16	**Allocution du maire ayant pour but d'expliquer la décision de reprendre le projet, et adoption d'une résolution municipale demandant la reprise du projet et de la PÉEIE.**
2023-02-13	Lettre du MELCCFP précisant les informations à mettre à jour pour la relance de la PÉEIE.
2023 à 2026	Reprise des démarches et actualisations des enjeux et des analyses à la suite de la tempête de décembre 2022, incluant la réévaluation du contexte du projet, des préoccupations municipales et des conditions de réalisation.
2026-02-27	**Adoption d'une résolution municipale autorisant la signature de l'entente de financement avec le MSI visant la réalisation des travaux.**
2026-03-03	Communiqué de presse visant à informer la population de la reprise du projet.
2026-03-09	Séance ordinaire du conseil municipal dont la période de questions est réservée au projet.
2026-03-30	Lettre du MELCCFP précisant les informations additionnelles requises pour la relance de la PÉEIE.
2026-06-16	Séance d'information publique concernant le projet de stabilisation du secteur Rochelois.

2.2 Description du projet

QC-2. Selon la Ville, la tempête du 23 et 24 décembre 2022 a occasionné de l'érosion le long de la plage Rochelois avec pour effet de modifier le profil de la plage. Cette modification du profil pourrait avoir pour effet de modifier de façon significative le concept de recharge de plage présenté par l'initiateur.

L'initiateur doit :

a. Documenter la tempête (niveau d'eau atteint, hauteur de vagues et submersion notamment) et l'impact de celle-ci sur l'évolution du profil de la plage. L'initiateur doit mentionner si cette tempête aura pour effet de modifier les niveaux de récurrence d'eau utilisés jusqu'à maintenant pour développer le concept de recharge et d'épis. Il doit justifier sa réponse;

b. Présenter et justifier, le cas échéant, les modifications qui seront apportées au concept de recharge prévu initialement incluant sans s'y restreindre, la granulométrie (diamètre minimal (D_{min}), diamètre médian (D_{50}) et diamètre maximal (D_{max})), la superficie, le volume de matériaux, la hauteur de crête, les recharges d'entretien (volume, fréquence, etc.), le camionnage et aux paramètres de conception de l'épi, notamment la superficie occupée en littoral et la hauteur de crête. Dans le cas où l'initiateur n'envisage pas de modification à son concept initial malgré l'évolution du profil de la plage, il doit le justifier;

c. Mettre à jour, le cas échéant, les impacts appréhendés par le projet ainsi que les mesures d'atténuation qui seront appliquées à celui-ci;

d. Enfin, le Ministère souhaite porter à votre attention le constat suivant :

- Les simulations visuelles présentées pourraient être bonifiées afin d'être plus représentatives des conditions qui prévaudraient une fois les ouvrages mis en place, notamment celle de l'épi qui est faite à une distance trop importante de celui-ci pour qu'il puisse être possible d'en évaluer l'impact sur le paysage. Afin de bien informer le public, le Ministère recommande que soient réalisées de nouvelles simulations visuelles qui rendent compte de l'impact sur le paysage de l'épi et de la recharge de plage. L'utilisation de photos réelles du site auxquelles serait ajouté l'ouvrage permettrait d'avoir une idée plus juste du résultat attendu.

RÉPONSE

Plusieurs scénarios de stabilisation de la plage Rochelois ont été analysés dans le cadre de la PÉEIE. Au total, 7 scénarios ont été analysés, incluant notamment :

- Le déplacement des infrastructures
- L'enrochement
- La recharge de plage
- La recharge de plage avec épi rocheux
- La recharge de sable

- Les palplanches avec recharge
- La recharge hybride gravier/sable

Ces analyses ont été appuyées par l'ÉIE déposée en 2020 ainsi que par des modélisations hydrosédimentaires avancées. Elles ont permis de comparer les solutions possibles en fonction de leur efficacité à long terme, de leur faisabilité technique, de leurs effets sur le milieu hydrique, de leur intégration au paysage, de leur compatibilité avec les usages récréatifs de la plage et de leurs coûts de réalisation et d'entretien.

En 2020, la solution retenue et adoptée par la Ville de Port-Cartier reposait sur une intervention combinant la recharge de la plage à l'aide de matériaux granulaires grossiers, la construction d'un épi de stabilisation en enrochement à l'extrémité est de la plage Rochelois, ainsi que le déplacement de l'émissaire pluvial municipal situé à l'ouest de la plage. Ce concept d'intervention a fait l'objet d'une analyse détaillée dans l'ÉIE déposée.

Le projet mis à jour en 2026 demeure de même nature que celui analysé dans l'ÉIE déposée en 2020, notamment en ce qui concerne les mécanismes hydrosédimentaires dominants et les impacts environnementaux anticipés. Les ajustements apportés au concept initial visent principalement à optimiser la conception des ouvrages, à réduire l'empreinte des travaux et à limiter les interventions dans le milieu hydrique et riverain. Plus précisément, les modifications apportées consistent en :

- La réduction du volume de matériaux granulaires requis pour la recharge de la plage;
- La rotation de l'épi d'environ 20 degrés ainsi que son allongement, afin d'améliorer son efficacité en matière de stabilisation et de rétention sédimentaire;
- L'ajout d'un diffuseur à l'extrémité de l'émissaire pluvial municipal, permettant d'assurer sa stabilité et d'éviter son déplacement.

Ces ajustements ne modifient pas la nature fondamentale du projet, qui demeure une solution de stabilisation côtière fondée principalement sur la recharge de plage, appuyée par un ouvrage de rétention à l'extrémité est. Ils permettent toutefois de tenir compte de l'évolution récente du site, des préoccupations exprimées par la population et des analyses techniques réalisées depuis le dépôt de l'ÉIE.

Le plan de localisation du projet de recharge de plage est présenté à l'Annexe A.

Ces ajustements au concept initial, ainsi que les impacts environnementaux associés, sont présentés dans les sous-sections suivantes, en réponse aux sous-questions du Ministère.

2.2.1 a. La tempête des 23 et 24 décembre 2022 et son influence sur les paramètres de référence

Lasalle|NHC a simulé le climat maritime pour la période de 1980 à 2023 à l'approche de la plage Rochelois. Ces données ont ensuite été utilisées pour calculer la période de retour combinée du niveau d'eau et de la hauteur des vagues des événements de tempête dans le secteur, ainsi que pour identifier et classer les tempêtes historiques. Plus la période de retour d'une tempête donnée est élevée, et donc plus le niveau d'eau et la hauteur des vagues sont élevés, plus l'événement est énergique et plus il peut causer des dommages à la côte. Cette approche permet de situer la tempête de décembre 2022 par rapport aux autres événements

historiques connus et de vérifier si elle modifie les hypothèses de conception retenues pour la recharge de plage et l'épi.

L'analyse a montré que la tempête des 23 et 24 décembre 2022, caractérisée par un niveau d'eau atteint de 2,34 m (CGVD28) et une hauteur de vague maximale atteinte de 3,18 m au point de référence à environ 10 m de profondeur, avait une période de retour combinée d'environ 25 ans. Cependant, il ne s'agit pas de la tempête la plus forte observée au cours de la période couverte entre 1980 et 2023. La tempête du 30 décembre 2016, en particulier, caractérisée par un niveau d'eau atteint de 2,62 m (CGVD28) et une hauteur de vague maximale atteinte de 3,77 m au point de référence à 10 m de profondeur, avait une période de retour combinée de plus de 100 ans. Au même point de référence, les tempêtes du 9 mars 2005 (niveau d'eau de 2,61 m et Hs de 3,51 m) et du 7 décembre 1983 (niveau d'eau de 2,57 m et Hs de 3,27 m) ont été plus intenses que celle des 23 et 24 décembre 2022.

La période de retour combinée (niveau d'eau et hauteur de vague) est calculée au large de la plage (profondeur de 10 mètres) et offre un premier aperçu des événements majeurs. Toutefois la configuration de l'avant-plage exerce une influence sur la propagation des vagues jusqu'à la plage. En effet les faibles profondeurs ont tendance à limiter la hauteur de vagues et l'écart de hauteur de vagues entre les événements diminue significativement (i.e. à proximité de la plage, isobathe -1,3 m(CGVD28), le 24 décembre 2022 : Niv=2,34 m (CGVD28) et Hs=1,78 m, et le 30 décembre 2016 : Niv=2,62 m (CGVD28) et Hs=1,95 m, soit un écart de 0,17 m alors qu'au large il y avait un écart de 0,59 m sur la hauteur de vague). Dans ce cas, c'est le niveau d'eau qui tend à dominer dans la différenciation de l'impact des événements de tempêtes à la plage. L'analyse de la remontée des vagues sur la plage permet alors de bien caractériser les événements de tempête pour le dimensionnement de la crête de la recharge. La submersion potentielle est ainsi évaluée à partir de la combinaison du niveau d'eau, de la hauteur des vagues et de la remontée des vagues sur le profil de plage. Cette approche permet de déterminer si les niveaux atteints par le jet de rive sont susceptibles d'atteindre ou de dépasser la crête projetée de la recharge.

Afin de vérifier la hauteur de crête de la recharge, l'attaque des vagues frontales lors des 8 tempêtes les plus fortes observées pendant la période simulée a été simulée avec XBeach-G. Ce modèle numérique 1D simule la propagation des vagues le long du profil transversal de la plage. Les paramètres et le profil du modèle ont été déterminés sur la base de la géométrie et du matériau proposés (gravier avec un D_{50} de 15 mm) de la recharge. La simulation a montré que c'est la tempête du 30 décembre 2016 qui a provoqué la plus forte remontée des vagues (R2% dépassée par 2% des vagues) avec une élévation de 5,92 m (CGVD28). La remontée R2% pendant la tempête des 23 et 24 décembre 2022 a été simulée à 5,13 m (CGVD28). Afin d'assurer une protection suffisante, l'élévation de la crête de la recharge est prévue de manière à ce que la remontée des vagues (R2%) lors de la tempête la plus forte ne dépasse pas la crête. Avec une élévation proposée de 6,2 m (CGVD28), la recharge offre une protection suffisante lors de la tempête du 30 décembre 2016, qui est la tempête la plus forte enregistrée en termes d'attaque frontale. La tempête des 23 et 24 décembre 2022 n'est donc pas l'événement critique pour la conception.

En ce qui concerne l'évolution du profil de la plage, la tempête des 23 et 24 décembre 2022 a contribué à l'érosion et au réajustement morphologique du haut estran et du talus riverain de la plage Rochelois. Toutefois, les analyses hydrosédimentaires indiquent que cet événement s'inscrit dans la variabilité

événementielle connue du secteur et ne constitue pas un changement de régime hydrosédimentaire. Ainsi, bien que la tempête ait pu modifier localement le profil existant de la plage, elle ne remet pas en cause les principes de conception de la recharge, lesquels reposent sur un profil de conception projeté, sur une granulométrie plus grossière que celle de la plage naturelle et sur des événements de tempête plus sévères que celui de décembre 2022.

L'orientation, la granulométrie et la largeur de la recharge proposée ont été vérifiées à l'aide du modèle LitDrift (DHI), qui calcule le transport sédimentaire littoral en fonction de l'intensité des vagues et de l'angle d'attaque. Les simulations ont montré que l'ajout de gravier grossier d'un D_{50} de 15 mm sur la plage de sable d'un D_{50} de 0,5 mm réduit les taux de transport littoral d'un facteur d'environ 20. Cela signifie que le gravier de la recharge se déplacera beaucoup moins que le sable actuellement présent sur la plage. Les simulations LitDrift ont également été utilisées pour optimiser l'orientation de la recharge afin de minimiser le transport littoral à long terme et le déplacement des sédiments. Cette analyse a pris en compte le climat des vagues à long terme sur la période 2014-2023 et inclut donc la tempête des 23 et 24 décembre 2022. Une comparaison des taux de transport pendant la tempête des 23 et 24 décembre 2022 avec les taux de transport pendant d'autres tempêtes a montré que la tempête des 23 et 24 décembre 2022 n'était pas un événement exceptionnel en termes de taux de transport littoral et que des événements provoquant des taux de transport similaires se produisent en moyenne tous les deux ans.

Après avoir examiné l'attaque frontale et les taux de transport littoral pendant la tempête des 23 et 24 décembre 2022, il est possible de conclure que cette tempête a été parmi les 5 événements les plus intenses en termes d'attaque frontale de la période d'enregistrement disponible de 1980 à 2023. Cependant, des tempêtes plus intenses se sont produites au cours de la même période et ont déjà été prises en compte dans le processus de conception de la recharge. La tempête des 23 et 24 décembre 2022 est utile pour l'analyse, mais n'est pas l'événement déterminant qui conditionne les paramètres de conception.

En conséquence, la tempête des 23 et 24 décembre 2022 ne justifie pas de modifier les niveaux de récurrence d'eau utilisés jusqu'à maintenant pour développer le concept de recharge et d'épi. Les niveaux et conditions de référence retenus demeurent appropriés, puisqu'ils intègrent des événements historiques plus sévères, notamment la tempête du 30 décembre 2016, et qu'ils tiennent compte de la combinaison du niveau d'eau, de la hauteur des vagues, de la remontée des vagues et du transport littoral.

2.2.2 b. Paramètres de conception de la recharge de plage

Comme précisé à la réponse de la sous-question précédente, la tempête de décembre 2022 n'a pas modifié les paramètres de conception de référence retenus pour le projet. En effet, les conditions hydrodynamiques associées à cet événement demeurent inférieures à celles d'autres tempêtes historiques déjà prises en compte dans les analyses de conception, notamment celle du 30 décembre 2016. Par ailleurs, des ajustements ont été apportés au concept initial afin de tenir compte de l'évolution du profil de la plage, notamment en raison du recul de la plage à la suite des dernières tempêtes. Ces ajustements visent principalement à optimiser l'implantation des ouvrages, à mieux épouser la géométrie actuelle du site, à réduire les volumes de matériaux requis et à limiter les interventions dans le milieu hydrique et riverain.

Les modifications apportées sont les suivantes :

- La partie orientale de la crête a été modifiée pour éviter que la différence d'élévation de la crête entre les parties ouest et est de la recharge ne crée un décalage dans la pente de la recharge. L'élévation de crête de la recharge varie de +6,0 m à +6,3 m (CGVD28) (comparativement à élévation de crête maximale de +5,4 m dans le concept initial). Cette élévation est proche de l'altitude actuelle de la rive et permet d'assurer une continuité géométrique de la crête et de maintenir une protection adéquate contre la remontée des vagues lors des événements de tempête considérés pour la conception;
- L'arrière de la recharge a été reculé de quelques mètres à certains endroits afin d'épouser le profil actuel de la plage. Ainsi, une partie de l'arrière de la recharge se retrouve à proximité de la rue des Rochelois notamment dans la partie ouest. À l'est, l'arrière de la recharge empiète sur certains lots privés. Des discussions sont prévues avec les propriétaires des lots visés afin de les informer de la situation et de convenir, le cas échéant, des autorisations ou ententes requises avant la réalisation des travaux. L'empiétement total du projet, incluant la recharge de plage et l'épi, représente une superficie d'environ 37 120 m^2 selon les plans préliminaires disponibles. Cette superficie sera confirmée aux plans déposés dans le cadre des demandes d'autorisation applicables, en distinguant les empiétements en rive, en littoral et les emprises temporaires de chantier;
- La granulométrie des matériaux granulaires de la recharge n'a pas été modifiée par rapport au concept initial. Le diamètre médian (D_{50}) reste à 15 mm. Le diamètre minimal (Dmin) est fixé à 80 microns et le diamètre maximal des granulats est de 56 mm. Cette granulométrie demeure cohérente avec l'objectif de réduction du transport sédimentaire, puisque les matériaux granulaires grossiers présentent une mobilité nettement inférieure à celle du sable naturellement présent sur la plage. Le maintien de cette granulométrie contribue ainsi à la stabilité de la recharge et à la réduction des besoins d'entretien;
- La superficie d'empiétement de la recharge de plage est évaluée à 25 317 m^2 par rapport à la limite du littoral et à 12 932,50 m^2 par rapport à la ligne de Pleine Mer Supérieure de Grande Marée (PMSGM) (élévation +1,89 m). L'empiétement sur le littoral s'avère plus important que celui envisagé initialement dans l'ÉIE, ce qui s'explique notamment par le recul de la plage observé au cours des dernières années. Par ailleurs, l'optimisation de l'empreinte au sol a permis de réduire le volume de matériaux granulaires nécessaires de 28 019 m^3, passant de 104 000 m^3 dans le concept initial à 75 981 m^3 dans le concept révisé. Cela aura pour effet de réduire le camionnage lié au transport des matériaux du banc d'emprunt vers la plage Rochelois. Dans la conception révisée, le projet nécessite environ 9 500 voyages de camion d'une capacité de 8 m^3, soit une réduction de 27 %. Des camions d'une plus grande capacité pourraient être utilisés ce qui réduirait le nombre de voyages et la durée prévue des travaux. La réduction du volume de matières granulaires permet de réduire les nuisances associées au camionnage, notamment le bruit, les émissions atmosphériques, la poussière et les perturbations à la circulation locale;
- Une couche de confort en sable de plus grande épaisseur est prévue dans le concept mis à jour du projet. Il est ainsi envisagé d'ajouter une épaisseur d'environ 150 mm de sable sur l'ensemble de la largeur de la crête. Le sable excavé sur la plage sera réutilisé à cette fin, et du sable tamisé sera importé afin de compléter les volumes requis. Cette mesure vise à préserver la vocation récréative de la plage, à améliorer l'intégration paysagère de la recharge et à répondre aux préoccupations exprimées par la

population relativement à l'aspect visuel et à l'usage de la plage. Le sable utilisé devra être compatible avec les caractéristiques du site et exempt de contaminants, de débris ou d'espèces exotiques envahissantes;

- L'épi en enrochement a été allongé et une rotation de 20 degrés par rapport au nord a été apportée. Cette géométrie permet de mieux retenir les sédiments de la recharge et de limiter leur déplacement vers l'est. L'épi présente maintenant une longueur d'environ 100 m, une élévation maximale de +6,3 m (CGVD28) et une largeur maximale de 20 m. La superficie occupée en littoral de l'épi est maintenant évaluée à 729,5 m^2 par rapport à la PMSGM et à 972 m^2 par rapport à la limite du littoral. L'épi en enrochement reposera sur un mur en béton armé ancré au roc de la zone. Ce choix permet d'éviter le dynamitage ainsi que les nuisances associées, notamment le bruit et les vibrations;
- Trois chemins d'accès temporaires seront aménagés à partir de la rue des Rochelois afin de permettre aux camions et à la machinerie d'accéder au site des travaux. Ces chemins seront positionnés afin d'utiliser les accès existants, de limiter l'empiétement et le débroussaillage. Les chemins d'accès seront d'une largeur maximale de 8 m. Ils seront composés de remblai de matériaux de recharge. À la fin des travaux, les chemins d'accès seront remis en état et les matériaux retirés seront entreposés au garage municipal de la Ville de Port-Cartier. Les superficies temporaires associées à ces accès seront précisées aux plans d'autorisation et intégrées au bilan des empiétements temporaires en rive et, le cas échéant, dans le littoral;
- L'émissaire pluvial municipal à l'ouest de la plage ne sera pas déplacé. Afin de réduire son impact sur les matériaux de recharge, un diffuseur sera installé à son extrémité. Ce choix diminue la complexité des travaux et augmente la durée de vie de la recharge. Il permet également de limiter les interventions requises sur l'émissaire existant, tout en réduisant les risques d'érosion localisée ou de concentration des écoulements à son exutoire. Les détails techniques du diffuseur, incluant ses dimensions, son mode d'installation et ses effets anticipés sur la recharge, seront précisés dans les plans et devis ou dans la documentation transmise au soutien des autorisations applicables.

Ces modifications au concept de recharge de plage initialement prévu permettent d'optimiser la conception des ouvrages, de réduire l'empreinte des travaux et de limiter les interventions dans le milieu. Elles ne modifient pas la nature du projet analysé dans l'ÉIE, qui demeure une intervention de stabilisation côtière principalement fondée sur une recharge de plage en matériaux granulaires grossiers, appuyée par un épi de stabilisation à l'extrémité est. Elles permettent toutefois de mieux adapter le concept aux conditions actuelles du site, de réduire les volumes de matériaux requis, de limiter le camionnage et de répondre plus adéquatement aux préoccupations environnementales, techniques et sociales soulevées depuis le dépôt du concept initial.

2.2.3 c. Impacts environnementaux appréhendés et mesures d'atténuation

Les impacts environnementaux appréhendés du concept mis à jour sont de même nature que ceux évalués dans l'ÉIE pour le concept de recharge de plage initialement prévu. Les modifications apportées n'entraînent pas d'impacts environnementaux supplémentaires jugés significatifs. Au contraire, certains ajustements, notamment la réduction du volume de matériaux granulaires requis et l'optimisation de l'emprise de la

recharge, permettent de réduire certains effets liés au camionnage, à la durée des travaux et à l'empreinte globale du projet.

Certains ajustements aux travaux initialement prévus (section 6.2.2 de l'ÉIE) méritent toutefois d'être précisés. Seuls les éléments ayant fait l'objet d'une évolution sont présentés ci-dessous. Les mesures d'atténuation déjà prévues dans l'ÉIE demeurent applicables, sauf indication contraire, et seront complétées par les mesures additionnelles présentées dans la présente section.

Utilisation et circulation de machinerie lourde :

Contrairement à ce qui était prévu dans le concept initial, la circulation de la machinerie lourde s'effectuera à l'arrière de la recharge de plage et à partir des chemins d'accès temporaires prévus à cette fin. Aucune circulation n'est prévue sur la crête de la recharge une fois celle-ci mise en forme. Les travaux seront réalisés de manière à limiter au minimum le passage des camions et de la machinerie sur la recharge, afin d'éviter la compaction des matériaux granulaires et de préserver les caractéristiques recherchées du profil de plage. Les matériaux seront déchargés directement sur la plage, avec un minimum de manipulation. Aucun site d'entreposage temporaire des matériaux granulaires n'est prévu à l'intérieur de l'aire des travaux, à l'exception des matériaux excavés sur place devant être réutilisés pour la couche de confort ou pour la remise en état du site. Une pelle hydraulique et un bouteur utilisant de l'huile hydraulique biodégradable à base végétale seront employés pour la mise en place des matériaux selon la géométrie prévue de la recharge. En aucun cas, la machinerie ne sera autorisée à circuler dans l'eau.

Compte tenu du volume réduit de matériaux granulaires requis pour la recharge de plage, la durée des travaux est estimée à environ 16 semaines. Cette estimation repose sur un maximum de 120 voyages quotidiens de camions-bennes d'une capacité de 8 m³, sur une base de 5 jours de travail par semaine. Des camions d'un plus grand volume pourraient être utilisés ce qui réduirait le nombre de voyages et la durée prévue des travaux. Le choix de la Ville de Port-Cartier de fixer une capacité minimale de 8 m³ dans l'appel d'offres pour la construction vise toutefois à ne pas restreindre la participation des soumissionnaires. Cette approche permet de maintenir une flexibilité d'exécution tout en favorisant la participation d'entrepreneurs régionaux, selon la disponibilité des équipements. Le banc d'emprunt demeure inchangé dans le cadre de la mise à jour du concept. Les camions-bennes emprunteront donc les mêmes itinéraires et parcourront les mêmes distances que celles prévues initialement. Un plan de signalisation sera élaboré par l'entrepreneur avant les travaux afin de limiter les conflits d'usage, d'assurer la sécurité des résidents et des usagers du secteur, et de préciser les mesures de signalisation applicables.

Trois chemins d'accès sont prévus dans le concept mis à jour afin de ne pas contraindre la réalisation des travaux. Leur localisation a été soigneusement réfléchie de manière à utiliser les espaces déjà aménagés à cet effet par la Ville, soit l'entrée située à l'ouest de la plage ainsi que l'entrée et la sortie du stationnement à l'est de la plage. Cette approche vise à limiter le déboisement, le débroussaillage, les empiétements temporaires et les perturbations des secteurs végétalisés. À la fin des interventions,

les zones affectées par l'aménagement de ces chemins d'accès feront l'objet de travaux de remise en état visant à rétablir tant l'apparence que la fonctionnalité du milieu. Un nivellement final sera effectué afin de restituer la topographie naturelle du terrain, suivi de travaux de revégétalisation dans les secteurs où la végétation aura été retirée. Les superficies temporaires associées aux chemins d'accès seront précisées aux plans déposés au soutien des autorisations applicables.

L'entreposage de la machinerie, le ravitaillement et l'entretien mécanique se feront uniquement dans les zones prévues à cet effet. Ces zones seront recouvertes par un géotextile étanche en plus d'une couche de minimalement 100 mm d'épaisseur de gravier de type MG-20 ou l'équivalent. Elles seront situées à l'extérieur des secteurs sensibles, dans la mesure du possible, et aménagées de façon à prévenir tout écoulement vers le milieu hydrique. En cas de déversement accidentel, les matériaux contaminés seront disposés conformément à la grille intérimaire de gestion des sols contaminés présentée dans la Politique de protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés, au Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés et au Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés. Une trousse d'urgence de récupération des produits pétroliers sera disponible à proximité de ces zones, et sera correctement identifiée. Le personnel des travaux sera informé des procédures liées à un déversement accidentel.

Excavation et reprofilage de la berge :

Des excavations seront nécessaires afin de profiler la plage. Le sable présent sur la plage sera excavé à l'aide d'une pelle mécanique à l'huile hydraulique biodégradable à base végétale, puis entreposé temporairement en piles sur site. Ces piles seront localisées de manière à éviter leur remobilisation par les marées, le ruissellement ou les épisodes de pluie, et des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments seront mises en place au besoin. Ce sable sera réutilisé comme couche de confort sur l'ensemble de la largeur de la crête.

La surface de la plage fera l'objet d'une préparation préalable visant à retirer les éléments pouvant nuire à la recharge, à savoir les rebuts d'origine organique et anthropique (bois flotté, pelouse, arbustes, végétaux, béton, acier, pavage, tuyaux, etc.). Les pierres, blocs de béton et segments de tuyaux associés à l'émissaire en place seront également retirés afin de permettre la mise en œuvre adéquate des matériaux granulaires de recharge. Les rebuts seront acheminés vers une installation autorisée de la région, soit vers une installation de compostage lorsque la nature du rebut le permet, soit vers un lieu d'enfouissement autorisé de la région dans les autres cas. Les matériaux retirés seront triés, dans la mesure du possible, afin de favoriser leur valorisation lorsque celle-ci est applicable. L'enrochement présent au niveau de l'émissaire en place sera quant à lui récupéré et valorisé sur le site. Contrairement à ce qui était prévu dans le concept initial, les sacs de sable aménagés en 2017 le long de la rue des Rochelois seront conservés, ceux-ci assurant une fonction de maintien de la route.

Les zones végétalisées présentes sur le site, comprenant l'élyme des sables, seront prélevées avec soin et conservées pendant toute la durée des travaux. À la suite des travaux, l'élyme des sables sera réimplantée sur le dessus de la recharge de plage. Les mottes végétales seront prélevées avec leur

système racinaire, conservées dans des conditions favorisant leur reprise, puis réinstallées dans les secteurs propices à leur rétablissement. De plus, une végétalisation est prévue à l'arrière du talus, au moyen d'un mélange de terre végétale et de sable, afin de favoriser la stabilisation des sols et l'intégration paysagère des ouvrages.

Recharge de plage

Les matériaux requis pour la recharge de la plage seront acheminés jusqu'au site et déchargés directement sur la plage, puis mis en place à l'aide d'une pelle hydraulique et/ou d'un bouteur utilisant de l'huile hydraulique biodégradable à base végétale. Les travaux pourront débuter à partir de l'un ou l'autre des chemins d'accès prévus vers la plage. Toutefois, une fois amorcés dans un secteur donné du chantier, ils progresseront de façon continue dans une seule et même direction. Cette méthode vise à limiter les déplacements répétés de machinerie, à réduire les risques de compaction et à favoriser une mise en forme graduelle et contrôlée de la recharge.

Compte tenu des variations prévisibles du niveau d'eau, la mise en place des matériaux à la base de la recharge, du côté du large, sera effectuée de manière à éviter tout déversement direct de matériaux granulaires dans l'eau.

Construction de l'épi

Les matériaux requis pour la construction de l'épi seront acheminés jusqu'au site par camions. L'arrière de la recharge de plage sera utilisé comme surface de roulement pour la circulation de la machinerie. L'ensemble des matériaux de construction, incluant le tout-venant, l'enrochement (rip-rap) et la couche filtrante, sera rincé avant sa mise en place afin de limiter la mise en suspension de sédiments fins.

Un mur de béton armé sera ancré dans le roc afin de servir de noyau à l'ouvrage en enrochement. Ce choix de conception vise à réduire les impacts sonores et les vibrations, comparativement à une méthode de mise en place par dynamitage. Les matériaux seront installés à l'aide d'une pelle hydraulique utilisant de l'huile hydraulique biodégradable à base végétale. Cette méthode permettra également de limiter les interventions dans le roc et de réduire les nuisances pour les résidents situés à proximité du chantier.

Les travaux de construction de l'épi seront réalisés à marée basse, de manière à minimiser les risques de mise en suspension de sédiments fins dans le milieu aquatique. Le matériel tout-venant sera stabilisé et recouvert de matériaux grossiers avant la fin de chaque journée de travail soit avant la marée haute suivante. Cette séquence de travail vise à éviter l'érosion ou la remobilisation des matériaux fins par les vagues et les courants.

Émissaire pluvial

Un diffuseur sera installé à l'extrémité de l'émissaire pluvial municipal afin d'assurer une dispersion adéquate des rejets et de stabiliser l'ouvrage face aux conditions hydrodynamiques du site. Plus précisément, le diffuseur visera à répartir les écoulements à l'exutoire, à réduire l'énergie du rejet et à limiter les risques d'érosion localisée dans les matériaux de recharge. Le diffuseur sera composé d'éléments structuraux adaptés au milieu, conçus pour limiter l'érosion locale de la recharge. Les paramètres finaux de conception, incluant les dimensions, les matériaux, le mode d'ancrage et la méthode d'installation, seront précisés aux plans et devis ou dans la documentation déposée au soutien des autorisations applicables.

Les travaux d'installation du diffuseur seront réalisés à l'aide d'une pelle hydraulique utilisant de l'huile hydraulique biodégradable à base végétale. Ils seront effectués à marée basse, de manière à minimiser les perturbations du milieu aquatique et à limiter la mise en suspension de sédiments fins. Les matériaux utilisés seront propres et exempts de particules fines susceptibles d'être remises en suspension.

La méthode de détermination de l'importance des impacts présentée à la section 7.1 de l'ÉIE a été appliquée sans modification, afin d'assurer la comparabilité des résultats avec l'analyse réalisée en 2020.

Conformément à l'approche retenue dans l'ÉIE, les impacts résiduels de valeur mineure ou moyenne sont considérés comme non importants, tandis que ceux dont la valeur est jugée majeure sont considérés comme importants. L'évaluation des impacts environnementaux appréhendés à la suite de la mise à jour du concept de recharge de plage est présentée dans le tableau suivant. Cette évaluation tient compte des modifications au concept, des mesures d'atténuation déjà prévues dans l'ÉIE et des mesures additionnelles proposées dans la présente section.

Tableau 2 : Impacts environnementaux appréhendés

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
Milieu physique			
Modification du profil de la plage Rochelois	Construction	La pente de la recharge sera plus abrupte que celle prévue initialement avec une élévation de +6,3 m pour la crête maximale comparativement à +5,4 m. Elle demeurera toutefois limitée à un maximum de 25% (rapport 4:1). Par ailleurs, cette pente s'adoucira avec le temps jusqu'à l'atteinte d'un équilibre, lequel sera similaire à la pente actuelle.	L'intensité de l'impact est considérée similaire au concept initial puisque la pente dans son ensemble demeurera faible. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
	Exploitation	La Ville de Port-Cartier évalue la possibilité de réaliser des travaux d'entretien ciblés dans certain secteur afin d'adoucir légèrement la pente en début de la saison estivale. Cette intervention permettrait de limiter l'impact de la pente durant la période de plus forte fréquentation. La plage serait plus facile d'accès par les usagers. Ces travaux seraient encadrés et planifiés en début de saison estivale. À la fin de la saison, le matériel sera remis en place de façon à ne pas nuire à la fonction de protection de l'ouvrage pendant les périodes les plus critiques (printemps, automne et hiver).	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Régime sédimentaire	Exploitation	Le changement d'orientation de l'épi permettra de réduire la perte sédimentaire et de mieux retenir les matériaux de recharge vers l'intérieur de la cellule d'intervention.	L'intensité de l'impact reste faible. La durée ainsi que l'étendue restent inchangées. Impact similaire au concept initial, soit moyen et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
Composition granulométrique de la plage	Construction	Dépôt de sable sur l'ensemble de la crête de la recharge.	Le degré de perturbation au niveau de la recharge est moindre que celui du concept initial. Aucun changement au niveau de l'épi. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
	Exploitation	Dépôt de sable sur l'ensemble de la crête de la recharge.	Le degré de perturbation au niveau de la recharge est moindre que celui du concept initial. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Qualité de l'eau de surface	Construction	Aucun changement, les travaux seront effectués à marée basse, lorsque requis, et de façon à éviter les interventions en eau libre. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
	Exploitation	Aucun changement. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Qualité des sols et des sédiments	Construction	Aucun changement, les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées. Les aires de ravitaillement et d'entretien seront aménagées afin de prévenir les risques de contamination accidentelle.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
	Exploitation	Aucun changement, les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Qualité de l'air	Construction	L'optimisation du concept de recharge a permis de réduire les volumes de matériaux granulaires, ce qui limitera le nombre de voyages de camions-bennes et la durée des travaux. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées.	L'intensité de l'impact reste faible. La durée de l'impact reste courte et devrait être réduite par rapport au concept initial, tout en demeurant limitée à la période de construction. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
	Exploitation	Aucun changement pour les travaux d'entretien de l'épi.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Émissions de GES	Construction	L'optimisation du concept de recharge a permis de réduire les volumes de matériaux granulaires, ce qui limitera le nombre de voyages de camions-bennes et la durée des travaux. Le camionnage sera réduit de 27 %, ce qui se traduit par une réduction des émissions de GES par rapport au concept initial.	Impact moindre que le concept initial, soit mineur et non important.
Climat sonore	Construction	Réduction du volume de matériaux granulaires requis, ce qui limitera le nombre de voyages de camions-bennes et la durée des travaux. Des mesures d'atténuation supplémentaires au concept initial seront prévues, notamment en ce qui concerne les horaires, l'entretien de la machinerie, l'interdiction des freins moteurs et la gestion des nuisances liées au camionnage.	L'intensité de l'impact reste moyenne. La durée de l'impact reste courte et limitée à la période de construction. Impact similaire au concept initial, soit moyen et non important.
Milieu biologique			
Végétation riveraine et aquatique	Construction	Trois chemins d'accès à la plage positionnés afin d'utiliser les accès existants. Empiétement sur la végétation riveraine de 3 182 m^2 et de 1 807 m^2 sur la végétation aquatique (estimé à partir des milieux inventoriés dans la caractérisation écologique de 2018). Une superficie d'environ 600 m^2 en rive devra être déboisée. Ces superficies seront confirmées	L'intensité de l'impact reste faible et la durée de l'impact reste moyenne. Impact similaire au concept initial, soit moyen et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
		aux plans déposés dans le cadre des autorisations applicables. Des mesures d'atténuation supplémentaires au concept initial seront prévues (voir ci-dessous).	
	Exploitation	Aucun changement. Un suivi environnemental de 5 ans est prévu dans le cadre du projet pour documenter les effets de la recharge de plage.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Poisson et habitat	Construction	Le projet empiète sur 26 289 m^2 par rapport à la limite du littoral, dont 972 m^2 est attribuable à l'épi. Le projet empiète sur 13 662 m^2 d'habitat du poisson situé sous la PMSGM, dont 729 m^2 est attribuable à l'épi (diminution de 14% par rapport au concept initial). Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées. Les travaux seront réalisés de manière à éviter la circulation de machinerie dans l'eau, à limiter la mise en suspension de sédiments et à utiliser des matériaux propres et exempts de particules fines.	Impact similaire au concept initial, soit moyen et non important.
	Exploitation	Aucun changement. Un suivi environnemental de 5 ans est prévu dans le cadre du projet pour documenter les effets de la recharge de plage.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Mammifères marins	Construction	Aucune modification. Les travaux demeurent localisés en zone littorale et riveraine, sans intervention en eau profonde.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
Faune terrestre et avifaune	Construction	Aucune modification. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées. Le débroussaillage sera limité aux superficies strictement requises et les travaux seront planifiés afin de limiter le dérangement.	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
Milieu humain			
Utilisation du territoire	Construction	La recharge de plage empiète sur certains aménagements des terrains voisins. Des mesures d'atténuation supplémentaires au concept initial seront prévues et la planification du retrait ou de la relocalisation temporaire de certains aménagements, lorsque requis.	L'intensité de l'impact reste forte et la durée de l'impact reste courte et limitée à la période de construction. Impact similaire au concept initial, soit moyen et non important.
	Exploitation	Aucune modification. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées.	Impact similaire au concept initial, soit positif (plus grande quiétude des résidents par rapport à l'érosion côtière).
Qualité de vie	Construction	Réduction du volume de matériaux granulaires requis, ce qui limitera le nombre de voyages de camions-bennes et la durée des travaux. Dépôt de sable sur l'ensemble de la crête de la recharge (permet de maintenir l'usage et l'esthétique de la plage). Des mesures d'atténuation supplémentaires au concept initial seront prévues (voir ci-dessous).	L'intensité de l'impact reste moyenne et la durée de l'impact reste courte et limitée à la période de construction. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
	Exploitation	La Ville de Port-Cartier évalue la possibilité de réaliser des travaux d'entretien ciblés dans certain secteur afin d'adoucir légèrement la pente en début de la saison estivale. Cette intervention permettrait de limiter l'impact de la pente durant la période de plus forte fréquentation. Ces travaux seraient encadrés et planifiés en début de saison estivale. À la fin de la saison, le matériel sera remis en place de façon à ne pas nuire à la fonction de protection de l'ouvrage pendant les périodes les plus critiques (printemps, automne et hiver).	La mesure d'atténuation proposée pourrait contribuer à réduire l'impact de la pente sur la qualité de vie des usagers et des résidents. L'impact résiduel serait ainsi atténué, voire comparable à celui du concept initial.
Sécurité du public et des usagers	Construction	Réduction du volume de matériaux granulaires requis, ce qui limitera le nombre de voyages de camions-bennes et la durée des travaux. Les mêmes mesures d'atténuation seront appliquées. Des zones d'exclusion, une signalisation de chantier et des mesures de contrôle des accès seront prévues afin d'assurer la sécurité du public.	L'intensité de l'impact reste moyenne et la durée de l'impact reste courte et limitée à la période de construction. Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.
	Exploitation	L'accès à la plage sera contrôlé au moyen de barrières, de bollards et de roches décoratives afin d'interdire la circulation d'engins motorisés, notamment les camionnettes, les VTT et autres véhicules similaires.	Impact similaire au concept initial, soit positif, en raison de la diminution des effets érosifs des vagues de tempête et de la protection des infrastructures.
Environnement visuel et paysage	Construction	Dépôt de sable sur l'ensemble de la crête de la recharge (permet de maintenir l'usage et l'esthétique de la plage). Les effets visuels	Impact similaire au concept initial, soit mineur et non important.

Impacts	Phase	Élément modifié	Évaluation de l'impact
		temporaires seront principalement associés à la présence de la machinerie, aux matériaux et aux chemins d'accès pendant la période de construction. La crête de la recharge de plage atteindra au maximum +0,46 m au-dessus du niveau de la rue (ce niveau est variable entre +0,22 m et +0,46 m). Cette différence de hauteur n'entraînera pas de perte de vue sur la mer. Des simulations visuelles réalistes sont en cours de production afin d'illustrer l'impact visuel du projet et seront jointes au dossier dès qu'elles seront disponibles.	
	Exploitation	Ajout d'une couche de confort en sable sur l'ensemble de la crête de la recharge (permet de maintenir l'usage et l'esthétique de la plage).	Impact similaire au concept initial, soit positif, puisque la réalisation du projet contribuera au maintien d'une plage fonctionnelle, alors que la non-réalisation du projet pourrait entraîner une dégradation progressive ou une disparition de la plage dans certains secteurs.

À la suite de la mise à jour de l'évaluation des impacts environnementaux, des mesures d'atténuation additionnelles à celles présentées dans l'ÉIE de 2020 ont été identifiées pour certaines composantes du milieu, soit le climat sonore, la végétation riveraine, le poisson et son habitat, ainsi que l'utilisation du territoire et la qualité de vie. Ces mesures s'ajoutent aux mesures d'atténuation déjà prévues dans l'ÉIE, lesquelles demeurent applicables au concept mis à jour.

Climat sonore :

Les mesures additionnelles à celles présentées dans l'ÉIE de 2020 seront mises en œuvre afin de limiter les impacts liés au bruit généré par les travaux :

- Application des exigences relatives à la gestion du climat sonore pour les travaux de construction;
- Mise en œuvre d'un programme rigoureux de gestion du bruit décrivant les méthodes de travail et les solutions retenues afin de réduire au maximum le bruit en chantier;
- Utilisation de machinerie munie de silencieux en bon état de fonctionnement;

- Interdiction de l'utilisation des freins moteurs sur le chantier et les voies d'accès, sauf lorsque requis pour des raisons de sécurité;
- Interdiction de claquer les portes des bennes en tout temps;
- Réalisation des travaux uniquement de jour, entre 7 h et 19 h, afin de limiter le dérangement pour les résidents;
- Entretien régulier de la machinerie afin de limiter les bruits anormaux liés à l'usure ou à un mauvais fonctionnement des équipements;
- Mise en place d'un mécanisme de réception et de traitement des plaintes ou commentaires des citoyens pendant la période des travaux;
- Communication préalable aux résidents du secteur concernant les périodes de travaux les plus susceptibles de générer du bruit.

Végétation riveraine :

Afin de limiter les impacts sur la végétation présente, les mesures additionnelles suivantes seront appliquées :

- Prélèvement et conservation des élymes des sables présentes sur le site pendant toute la durée des travaux afin d'être en mesure de les transplanter sur le dessus de la recharge;
- Délimitation préalable des zones de végétation à conserver afin d'éviter les empiétements non requis;
- Limitation du déboisement, du débroussaillage et du décapage aux superficies strictement nécessaires à la réalisation des travaux;
- Remise en état et revégétalisation des secteurs perturbés, lorsque requis, à la fin des travaux.

Poisson et habitat :

Les mesures additionnelles à celles présentées dans l'ÉIE de 2020 visent à protéger le milieu aquatique et l'habitat du poisson :

- Élaboration et application d'un plan de protection de l'environnement, précisant les méthodes de travail de l'entrepreneur et assurant l'absence d'émissions de matières en suspension et de phénomènes d'érosion durant les travaux;
- Stabilisation permanente de l'ensemble des zones remaniées pendant la période des travaux. Lorsque la stabilisation permanente doit être différée, les mesures temporaires de contrôle de l'érosion et des sédiments demeureront en place;
- Utilisation de matériaux propres et exempts de sédiments fins, incluant le rinçage des matériaux avant leur mise en place;
- Réalisation des travaux dans les secteurs les plus bas de la plage à marée basse, lorsque requis, afin de limiter la mise en suspension de sédiments;
- Interdiction de circulation de la machinerie dans l'eau;
- Maintien d'une trousse d'intervention en cas de déversement accidentel à proximité du chantier;
- Utilisation d'huile hydraulique biodégradable à base végétale pour la machinerie (excavatrices et bouteurs) opérant sur la plage;
- Mise en place de mesures temporaires de contrôle de l'érosion et des sédiments autour des zones remaniées, lorsque requis par les conditions de chantier.

Utilisation du territoire et qualité de vie :

Les mesures additionnelles à celles présentées dans l'ÉIE de 2020 seront mises en œuvre afin de maintenir les usages et la qualité de vie des usagers du secteur :

- Aménagement d'une couche de confort composée du sable de la plage Rochelois sur l'ensemble de la largeur de la crête, afin de préserver l'usage récréatif et l'esthétique de la plage;
- Diffusion d'informations et communications ciblées auprès des propriétaires des terrains voisins de la plage Rochelois susceptibles d'être affectés par les travaux de recharge, afin de planifier, le cas échéant, le retrait de certaines infrastructures;
- Évaluation de la possibilité réaliser des travaux d'entretien ciblés dans certain secteur afin d'adoucir légèrement la pente en début de la saison estivale. Ces travaux seraient encadrés et planifiés en début de saison estivale. À la fin de la saison, le matériel sera remis en place de façon à ne pas nuire à la fonction de protection de l'ouvrage pendant les périodes les plus critiques (printemps, automne et hiver). Cette mesure permet de répondre aux préoccupations de la population concernant la perte d'accès à la plage et des usages récréotouristiques associés.
- Identification, en collaboration avec la Ville de Port-Cartier, du tracé de circulation des camions lors des travaux afin de limiter les nuisances pour la circulation et les résidents. Le tracé sera défini de manière à éviter, dans la mesure du possible, le passage à proximité de zone scolaire. Advenant l'impossibilité de respecter une distance sécuritaire avec ces zones, des mesures de sécurité supplémentaires seront mises en place telles que l'ajout de signaleurs ou de brigadiers dans les zones les plus critiques, notamment durant les périodes d'affluence scolaire ;
- Planification de l'entretien des rues municipales affectées par le camionnage;
- Maintien d'une communication régulière avec les résidents du secteur avant et pendant les travaux, notamment concernant l'échéancier, les accès, les périodes de camionnage et les mesures de sécurité;
- Mise en place d'une signalisation claire aux abords du chantier et des accès temporaires;
- Délimitation de zones sécuritaires afin d'empêcher l'accès du public aux secteurs en travaux;
- Coordination avec les propriétaires concernés lorsqu'un empiétement temporaire ou permanent touche des aménagements privés, afin de convenir des modalités applicables avant les travaux;
- Remise en état des secteurs perturbés par les chemins d'accès temporaires et par les activités de chantier à la fin des travaux.

Ainsi, les modifications apportées au concept initial n'entraînent pas d'impacts environnementaux supplémentaires jugés importants. Les impacts résiduels demeurent globalement similaires à ceux évalués dans l'ÉIE de 2020, tout en étant, pour certaines composantes, réduits par l'optimisation du concept, la diminution du volume de matériaux granulaires requis et la mise en œuvre de mesures d'atténuation additionnelles.

2.2.4 d. Simulations visuelles de l'épi

Les simulations visuelles présentées dans l'ÉIE de 2020 seront bonifiées et mises à jour afin de représenter plus fidèlement les conditions actuelles du site ainsi que les conditions projetées après la réalisation des

travaux. Cette mise à jour tiendra compte du concept révisé de recharge de plage, de la géométrie actualisée de l'épi, de son emprise au sol, de sa hauteur de crête et de son intégration dans le paysage côtier existant.

Afin de répondre à la recommandation du Ministère, les nouvelles simulations seront réalisées à partir de photographies réelles du site, auxquelles seront intégrés les ouvrages projetés. Cette approche permettra de mieux illustrer l'effet visuel anticipé de la recharge de plage et de l'épi, notamment à partir de points de vue représentatifs des usagers du secteur et des résidents riverains.

Les simulations comprendront notamment des vues :

- depuis la rue des Rochelois, afin d'illustrer la perception du projet à partir du milieu résidentiel;
- depuis la plage, afin de représenter l'expérience visuelle des usagers du site;
- à proximité de l'épi, afin de permettre une appréciation plus juste de son volume, de sa hauteur et de son intégration dans le paysage;
- depuis les secteurs résidentiels les plus susceptibles d'être exposés visuellement à l'ouvrage, lorsque les conditions de prise de vue le permettront.

Ces simulations seront utilisées dans le cadre des séances d'information et de consultation de la population. Elles permettront d'illustrer l'impact sur le paysage de la recharge de plage et de l'épi de manière plus concrète et plus compréhensible pour le public. Elles permettront également d'expliquer les choix de conception retenus, notamment l'orientation de l'épi, l'aménagement de la couche de confort en sable et l'intégration générale de la recharge dans le profil de la plage.

Les simulations visuelles mises à jour seront rendues disponibles dans le cadre des démarches d'information publique et pourront être transmises au MELCCFP afin de compléter l'analyse de l'impact visuel du projet.

RÉFÉRENCE

CONSULTANTS ROPARS INC. 2026. Rochelois – Recharge de plage, Port-Cartier, Québec. Rapport technique préliminaire projet de protection des berges de la plage Rochelois à Port-Cartier. Préparé pour le ministère de la Sécurité intérieure, mai 2026.

ENGLOBE. 2018. Caractérisation écologique. Projet de stabilisation de la plage Rochelois. Ville de Port-Cartier. 046-P-0017164-0-01-001-EN-R-0100-00. Version finale. Novembre 2018. 28 pages + annexes.

LASALLE|NHC. 2025. Projet de recharge de la plage de Rochelois à Port-Cartier – Mise à jour du climat maritime. Mémo 8008315, préparé pour le ministère de la Sécurité intérieure, mars 2025.

2.3 Calendrier de réalisation

QC-3. Le calendrier de réalisation des travaux présenté dans l'étude d'impact n'est pas à jour considérant les derniers développements du projet.

a. L'initiateur doit déposer un calendrier réaliste de réalisation des travaux à jour.

RÉPONSE

Le calendrier de réalisation des travaux présenté dans l'ÉIE a été mis à jour afin de considérer les derniers développements du projet, notamment la relance de la PÉEIE, la mise à jour du concept, les démarches d'information publique à venir, l'obtention du décret gouvernemental, les autorisations ministérielles subséquentes et les contraintes de réalisation des travaux en milieu côtier.

Le calendrier proposé vise la réalisation des travaux visés par l'entente avec le MSI au plus tard le 30 juin 2028. Il est à noter que les délais liés à l'analyse environnementale, à l'obtention du décret ainsi qu'à l'obtention des autorisations environnementales ont été fixés au meilleur de l'information disponible au moment du dépôt du présent addenda. Ces délais demeurent indicatifs et pourront être ajustés en fonction du déroulement de l'analyse ministérielle, des étapes applicables de la PÉEIE, des décisions du gouvernement et des exigences qui pourraient être formulées par les autorités compétentes.

La Ville de Port-Cartier souhaite débuter les travaux à la fin de l'été 2027. Les travaux principaux de mise en place de la recharge de plage et de construction de l'épi devraient durer au maximum 16 semaines, sous réserve des conditions météorologiques, des marées, des contraintes environnementales applicables, de la disponibilité des matériaux et de l'obtention préalable de toutes les autorisations requises. Une marge de contingence est prévue entre la fin anticipée des travaux principaux et l'échéance du 31 décembre 2027 afin de permettre la démobilisation, la sécurisation du chantier, le nettoyage général du site ainsi que la réalisation d'ajustements mineurs, le cas échéant. Les travaux de finition, de remise en état des lieux et de végétalisation devront être exécutés au plus tard le 31 mars 2028 afin de respecter l'échéance prévue à l'entente avec le MSI. Lorsque certaines interventions de végétalisation ne peuvent être réalisées dans des conditions favorables avant cette date, notamment en raison des conditions hivernales ou du gel du sol, celles-ci pourront faire l'objet d'un parachèvement au printemps 2028, sous réserve des exigences applicables et des autorisations obtenues. La transmission des documents de fin de travaux sera effectuée à la suite de la réalisation des travaux, selon les modalités prévues aux autorisations ministérielles et à l'entente de financement.

Tableau 3 : Calendrier de réalisation proposé

Étape du projet	Durée estimée	Début	Fin
Dépôt de l'addenda à l'ÉIE (réponses aux questions)		30 mars 2026	30 juin 2026
Période d'information publique	30 à 45 jours	Juin 2026	Juillet 2026
Audiences publiques du BAPE	4 mois	Septembre 2026	Décembre 2026
Analyse environnementale	3-6 mois	Juillet 2026	Décembre 2026
Études terrain d'avant-projet	1-2 mois	Printemps 2027	Été 2027
Obtention du décret			Avril/mai 2027
Obtention des autorisations ministérielles requises	3 mois	Mai 2027	Août 2027
Travaux de recharge de plage	3-4 mois	Septembre 2027	Décembre 2027
Travaux de finition et de remise en état des lieux			30 juin 2028

3 Volet milieu humain et social

3.1 Démarches d'information et de consultation

QC-4. Des préoccupations sur le concept de recharge de plage par matériaux granulaires ont été soulevées par la population avant l'abandon du projet en juillet 2022. Ces préoccupations ont, notamment été reprises dans les médias et sont revenues à l'avant-plan à la suite de l'annonce de la relance du projet par la Ville de Port-Cartier.

a. L'initiateur doit présenter les démarches d'information et de consultation qu'il a réalisées ou qu'il a prévu réaliser (moyens utilisés, acteurs sollicités, nombre de participants et milieux ou groupes représentés) suivant la relance du projet, les résultats de ces démarches (questions reçues, réponses fournies, commentaires, préoccupations et perceptions face au projet et à ses impacts) et préciser comment seront intégrées les préoccupations exprimées dans le cadre de ces consultations.

RÉPONSE

La Ville de Port-Cartier a mis en ligne une page sur son site Internet afin de fournir à la population l'ensemble de l'information relative au projet de stabilisation de la plage Rochelois. Le projet y est décrit en détail et des capsules vidéo explicatives ont également été produites. Cette page vise à centraliser l'information disponible, à présenter les principales caractéristiques du projet, à expliquer les raisons de sa relance et à rendre accessibles les documents d'information destinés aux citoyens. Cette page Internet est accessible au lien suivant : Projet de stabilisation du secteur Rochelois – Ville de Port-Cartier. (Ville de Port-Cartier, 2026c).

En janvier 2023, la décision de relancer le projet a été entérinée par résolution du conseil municipal lors d'une séance publique, durant laquelle une trentaine de citoyens étaient présents ainsi que deux représentants des médias. À cette occasion, le maire de Port-Cartier a prononcé une allocution visant à expliquer les raisons de cette décision. Des entrevues médiatiques ont également été effectuées par le maire dans le même but. Ces démarches visaient principalement à expliquer le contexte de la relance du projet, notamment à la suite de la tempête de décembre 2022, et à informer la population que la Ville souhaitait reprendre les démarches dans le cadre de la PÉEIE.

En mars 2026, à la suite de la signature de l'entente de financement avec le ministère de la Sécurité intérieure, la Ville de Port-Cartier a offert à la population l'occasion d'obtenir des réponses aux questions soulevées par la relance du projet. Les citoyens ont été invités à s'exprimer sur le projet lors de la période de questions de la séance ordinaire du conseil municipal du 9 mars 2026 tenue à l'hôtel de ville. Au total, 22 citoyens étaient présents lors de cette séance. Les personnes présentes représentaient principalement des citoyens de Port-Cartier, incluant des résidents du secteur concerné, des usagers de la plage et des personnes intéressées par les enjeux de protection du littoral et d'utilisation récréative du site.

La relance du projet en mars 2026 a fait l'objet d'une couverture médiatique, notamment par un article de Radio-Canada publié le 3 mars 2026, ainsi que par des articles diffusés le même jour dans des médias régionaux tels que Le Nord-Côtier et Ma Côte-Nord. La Ville de Port-Cartier a également relayé l'information

par l'intermédiaire de ses réseaux sociaux, notamment par une publication sur sa page Facebook le même jour. Cette publication a suscité un total de 46 commentaires. Ces commentaires ont permis de recueillir des perceptions spontanées de citoyens et d'usagers du secteur, notamment sur l'apparence future de la plage, son accessibilité, les délais de réalisation et les solutions de protection envisagées.

Les démarches réalisées depuis la relance du projet peuvent donc être résumées comme suit :

- mise en ligne d'une page Internet consacrée au projet, incluant de l'information vulgarisée et des capsules explicatives;
- allocution du maire et adoption d'une résolution municipale en séance publique en janvier 2023;
- entrevues médiatiques visant à expliquer les motifs de la relance du projet;
- diffusion d'un communiqué et d'informations publiques à la suite de l'annonce du financement en mars 2026;
- période de questions réservée au projet lors de la séance ordinaire du conseil municipal du 9 mars 2026;
- diffusion d'information par les médias régionaux et par les réseaux sociaux de la Ville;
- réception et analyse des questions, commentaires et préoccupations exprimées par les citoyens;
- mise en ligne d'un formulaire, accessible sur la page Web du projet, permettant de recueillir les questions et préoccupations des citoyens ;
- tenue d'une séance d'information publique visant à présenter le projet et à répondre aux questions et préoccupations des citoyens.

Les démarches d'information et de consultation de la population ont permis de faire ressortir plusieurs préoccupations. Celles-ci portent principalement sur le choix de la solution retenue, l'intégration paysagère du projet, l'accessibilité de la plage, le maintien des usages récréatifs, les matériaux de recharge, les délais de réalisation, les nuisances liées aux travaux, la prise en compte des infrastructures existantes et les mesures d'atténuation envisagées.

Lors de la séance du 9 mars 2026, des citoyens se sont interrogés sur l'analyse d'autres solutions potentielles et sur la prise en compte de la présence de la ligne électrique de la 5e Rue dans l'élaboration du projet. La Ville a indiqué que plusieurs scénarios avaient été analysés dans les étapes antérieures du dossier et que les contraintes liées aux infrastructures existantes, incluant la ligne électrique de la 5e Rue, seraient prises en compte lors de la préparation des plans et devis détaillés.

Les commentaires recueillis sur les réseaux sociaux de la Ville de Port-Cartier révèlent que l'aspect visuel et l'accessibilité de la plage constituent des préoccupations majeures pour la population. Certains citoyens comparent le projet proposé à celui de la plage McCormick et expriment leur désaccord face à une possible dégradation de l'esthétisme et de l'accessibilité du site. Des inquiétudes sont soulevées quant à la grosseur des matériaux de recharge envisagés et à la possibilité de continuer à profiter du sable naturellement présent sur la plage.

Toujours sur les réseaux sociaux, plusieurs citoyens questionnent l'absence de mesures d'atténuation préventives mises en œuvre dans le passé afin de limiter l'érosion et éviter la situation actuelle. Un mécontentement est exprimé à l'égard des délais jugés importants dans la réalisation du projet, de même que

face à l'inaction perçue de la Ville durant plusieurs années, ayant conduit certains résidents à mettre eux-mêmes en place des mesures de protection.

Enfin, des commentaires soulignent que la solution retenue ne semble pas intégrer d'ouvrages basés sur la nature, tels que des approches de végétalisation, notamment à partir de saules. La Ville prend acte de cette préoccupation. Toutefois, compte tenu de la dynamique côtière du secteur, des épisodes de tempête, de la submersion et de l'énergie des vagues, les approches de végétalisation seules ne permettraient pas d'assurer le niveau de protection requis pour les résidences et les infrastructures municipales exposées. Le concept mis à jour intègre néanmoins des mesures de végétalisation et de remise en état, notamment la transplantation de l'élyme des sables et la revégétalisation de certains secteurs perturbés. Ces mesures contribuent à l'intégration écologique et paysagère du projet, sans toutefois remplacer la fonction de protection offerte par la recharge de plage et l'épi.

Ces préoccupations ont été prises en compte dans la mise à jour de la conception du projet. Il convient de rappeler que la Ville de Port-Cartier a procédé à l'analyse de plusieurs solutions. Au total, sept (7) options ont fait l'objet d'une analyse détaillée, dont les résultats sont présentés dans un tableau synthèse comparatif disponible sur le site Internet de la Ville, de même que dans une note technique détaillée disponible sur le site Web de la Ville (Consultants Ropars inc., 2021). Certaines solutions, telles que les palplanches seules, les brise-lames ou la plage suspendue, ont été écartées puisqu'elles ne répondaient pas aux critères du projet, notamment en matière de sécurité des infrastructures, de durabilité, de respect du milieu naturel, de maintien des usages de la plage et de coûts raisonnables. Comme dans tout projet d'ingénierie, plusieurs options sont d'abord évaluées de manière préliminaire afin d'identifier celles qui méritent une analyse approfondie. Certaines ont ainsi été exclues en raison des risques de disparition progressive de la plage, d'impacts environnementaux importants, de coûts très élevés ou d'incertitudes quant à leur efficacité à long terme (Ville de Port-Cartier, 2026b).

La présence de la ligne électrique de la 5e Rue sera prise en compte lors de l'élaboration des plans et devis détaillés du projet (Ville de Port-Cartier, 2026b). Les contraintes liées aux infrastructures existantes seront intégrées à la planification des accès, à l'organisation du chantier, à la localisation des équipements et aux méthodes de travail.

Le projet Rochelois ne sera pas comparable à celui de la plage McCormick, puisque chaque site présente une dynamique côtière distincte. La granulométrie retenue pour la recharge de la plage Rochelois est spécifiquement adaptée aux conditions locales et sera constituée de matériaux plus fins que ceux utilisés à la plage McCormick. Afin de préserver l'usage récréatif et l'esthétique du site, une couche de confort en sable sera ajoutée sur toute la largeur de la crête. Cette couche sera composée du sable actuellement présent sur la plage Rochelois, préalablement excavé, ainsi que de sable importé afin de répondre aux volumes requis. Cette approche permettra à la population de continuer à profiter du sable naturellement présent sur la plage. Cette modification répond directement aux préoccupations exprimées quant au maintien d'une surface praticable, à l'expérience des usagers et à l'intégration visuelle de la recharge.

De plus, des simulations visuelles sont prévues dans le cadre du projet afin d'illustrer les changements paysagers anticipés après les travaux et de bien en évaluer l'impact visuel. Ces simulations seront bonifiées

par rapport à celles présentées dans l'ÉIE de 2020 afin de mieux représenter les conditions actuelles et projetées, notamment à proximité de l'épi et à partir de points de vue représentatifs des résidents et usagers de la plage. L'utilisation de photographies réelles du site auxquelles seront intégrés les ouvrages projetés permettra de fournir à la population une représentation plus concrète du résultat attendu. Le maintien de l'accès public et de la vocation récréotouristique de la plage Rochelois demeure une priorité pour la Ville de Port-Cartier. La solution retenue, combinant une recharge de plage et la mise en place d'un épi, permet à la fois de protéger les berges et les infrastructures exposées tout en conservant l'accessibilité et les usages récréatifs de la plage.

Les préoccupations relatives aux délais de réalisation et à l'inaction perçue ont également été considérées dans la planification du projet. La relance de la PÉEIE, la signature de l'entente de financement avec le MSI et la mise à jour du calendrier de réalisation visent à encadrer plus clairement les prochaines étapes menant à la réalisation des travaux. La Ville entend poursuivre ses communications avec les citoyens afin de présenter l'échéancier, les contraintes réglementaires et les étapes préalables à la construction.

Une séance d'information publique a été tenue le 16 juin 2026 afin de permettre aux citoyens d'échanger directement avec les experts et les élus. Cette rencontre a réuni 78 citoyens et citoyennes, et a permis de présenter le concept mis à jour, d'expliquer les analyses et expertises réalisées ainsi que de faire le point sur les prochaines étapes. Les questions et commentaires additionnels de la population avant les prochaines étapes du projet ont été recueillis. La séance a été enregistrée et diffusée après l'événement afin de permettre aux personnes n'ayant pu être présentes de la visionner. Afin de favoriser la participation citoyenne, la Ville a mis en place un formulaire en ligne, accessible sur la page Web du projet, permettant de recueillir les questions et les préoccupations des citoyens. Ce formulaire a été rendu disponible à la fin du mois de mai 2026 afin d'alimenter la séance d'information publique du 16 juin.

Les préoccupations exprimées par la population lors de cette rencontre font écho à celles soulevées avant l'abandon du projet en juillet 2022, ainsi qu'à celles relayées lors du redémarrage du projet en mars 2026. Elles se déclinent comme suit :

- **Solutions alternatives (brise-lames, récifs, tétrapodes)**
  Plusieurs citoyens se questionnent sur la solution retenue et souhaitent que d'autres solutions alternatives comme les brise-lames ou des structures au large (récifs artificiels, tétrapodes) soient analysées. Certains ont également manifesté un intérêt pour obtenir davantage d'information quant à la durée de vie utile des ouvrages de protection côtière utilisant des tétrapodes de béton. Lors de la séance, les experts ont indiqué que ces options ont été évaluées dans une note technique détaillée disponible sur le site Web de la Ville (Consultants Ropars inc., 2021). Ces solutions alternatives présentent des coûts significativement plus élevés ainsi que des impacts environnementaux plus importants (empiétement dans l'habitat du poisson et du homard, dégradation du paysage, impact sur les pêches, accumulation possible d'algues, préoccupations soulevées par les premières nations sur ces solutions, modification des courants marins).
- **Maintien des usages récréatifs et de l'accès à l'eau**
  Les citoyens souhaitent conserver les usages actuels de la plage (marche, baignade, accès aux bancs de sable, utilisation d'embarcations légères, et profiter du secteur en famille). Le concept révisé

prévoit des accès piétonniers aménagés ainsi qu'une couche de confort en sable au-dessus de la crête afin d'améliorer la praticabilité de la recharge. Trois accès permanents sont également prévus. Dans l'objectif de réduire l'impact de la pente avant de la recharge sur la qualité de vie, la Ville de Port-Cartier évalue également la possibilité de réaliser des travaux d'entretien ciblés dans certains secteurs afin d'adoucir légèrement la pente en début de saison estivale. Cette intervention permettrait de limiter l'impact de la pente durant la période de plus forte fréquentation. Ces travaux seraient encadrés et planifiés en début et en fin de saison estivale.

- **Granulométrie du matériel de recharge, confort et sécurité**
  Des inquiétudes sont soulevées concernant la granulométrie du matériel de recharge et le confort associé à la présence de matériaux plus grossiers. Un citoyen mentionne également le risque de migration du sable de la couche de confort vers les terrains voisins en cas de vents forts. Lors de la séance, les experts ont mentionné que le matériel de recharge sera contrôlé par un échantillonnage indépendant afin de respecter la spécification prévue (D_{50} de 15 mm). En effet, l'entrepreneur général devra avoir un laboratoire pour tester les matériaux au banc d'emprunt, et la Ville de Port-Cartier mandatera un laboratoire pour contre-vérifier les résultats lorsque les matériaux seront rendus sur la plage. Concernant la couche de sable de confort, celle-ci pourrait être ajustée au besoin dans les secteurs plus exposés aux vents afin de limiter les risques de dispersion. Les experts ont également mentionné que l'aménagement projeté présente des caractéristiques comparables à celui réalisé à Pointe-aux-Outardes. Dans cette optique, les citoyens ont exprimé le souhait de pouvoir consulter des images du projet de Pointe-aux-Outardes, afin de mieux visualiser les interventions prévues pour la plage Rochelois.
- **Impacts des travaux et circulation des camions**
  Les citoyens s'inquiètent du nombre de voyages de camion, du bruit et des vibrations, de la sécurité près des écoles et du CPE, ainsi que de l'état de la chaussée après les travaux. Lors de la séance, les experts ont indiqué qu'une optimisation des volumes de recharge a permis de réduire le nombre de voyages requis de 27%, lequel pourrait être diminué davantage par l'utilisation de camions de plus grande capacité. Concernant les vibrations, des inspections des bâtiments situés dans la zone d'impact avant et après travaux seront effectuées, et des sismographes documenteront les vibrations pendant les travaux afin d'assurer le respect des seuils tolérés. Le tracé de camionnage sera défini de manière à éviter, dans la mesure du possible, le passage à proximité de zone scolaire. Advenant l'impossibilité de respecter une distance sécuritaire avec ces zones, des mesures de sécurité supplémentaires seront mises en place telles que l'ajout de signaleurs ou de brigadiers dans les zones les plus critiques, notamment durant les périodes d'affluence scolaire. Finalement, une attention particulière sera apportée à l'entretien des rues municipales touchées.
- **Suivi, entretien et financement à long terme**
  Les citoyens se demandent ce qui adviendra après les cinq années de suivi exigées, ainsi qu'au-delà de la durée de vie visée de 30 ans de l'ouvrage. Lors de la séance, les experts ont précisé que le suivi environnemental est exigé pour une durée minimale de cinq ans, mais qu'il pourrait être prolongé au besoin, en fonction des enjeux observés et des budgets disponibles. La durée de vie de l'ouvrage est estimée à 30 ans, au-delà de cette période, des travaux d'entretien pourraient être nécessaires afin de maintenir l'efficacité de l'ouvrage. Les citoyens ont également exprimé un intérêt à obtenir

davantage d'information concernant les coûts associés aux interventions futures, notamment après la période de vie utile estimée. À cet égard, il a été mentionné que des programmes de financement pourraient éventuellement soutenir ces interventions futures.

- **Préservation du paysage et de la vue**
  Les citoyens se questionnent quant à l'impact de la crête ou de l'ouvrage sur la vue depuis la rue et les résidences. Ils souhaitent également pouvoir consulter une représentation visuelle de l'épi rocheux prévu afin de mieux comprendre l'aménagement projeté. Lors de la séance, les experts ont mentionné que la crête ainsi que l'épi rocheux seront à un niveau similaire à celui de la rue, et que les hausses prévues n'entraîneront pas de perte significative de vue. Des simulations visuelles, plus réalistes que celles actuellement disponibles, sont en cours de production et tiendront notamment compte des conditions de marée.
- **Comportement du matériel et stabilité de la plage**
  Les citoyens sont inquiets par rapport à la migration du matériel granulaire vers d'autres secteurs. Lors de la séance, les experts ont mentionné que l'ouvrage a été conçu à partir de modélisations hydrosédimentaires, lesquelles démontrent que le matériel devrait demeurer relativement confiné à l'intérieur de la cellule Rochelois et tendre à se déplacer vers le centre de celle-ci, plutôt que vers ses extrémités ou vers les bancs au large. Les citoyens ont également exprimé le souhait de pouvoir consulter l'étude associée ainsi que les éléments techniques ayant guidé la conception de l'ouvrage, notamment ceux ayant mené au choix d'aménager un seul épi rocheux à l'est, plutôt que deux épis (à l'est et à l'ouest) comme envisagé dans des versions antérieures du projet.

À la suite de ces échanges, toute nouvelle préoccupation soulevée par la population a été analysée et, lorsque pertinente, intégrée au projet (Ville de Port-Cartier, 2026c). Les préoccupations ont été documentées dans un compte rendu ou un registre de consultation, avec les réponses fournies et les suites données, afin d'assurer une traçabilité des échanges. Lorsque des ajustements au projet étaient possibles sans compromettre l'efficacité de la protection, la sécurité des infrastructures, la faisabilité technique ou les autorisations requises, ceux-ci ont été considérés par la Ville.

Ainsi, les préoccupations exprimées depuis la relance du projet sont déjà intégrées à plusieurs aspects de la conception mise à jour, notamment :

- l'ajout d'une couche de confort en sable sur la crête de la recharge afin de préserver l'usage récréatif et l'esthétique de la plage, laquelle pourra être ajustée au besoin dans les secteurs plus exposés aux vents;
- l'évaluation de la possibilité de réaliser des travaux d'entretien ciblés dans certains secteurs afin d'adoucir légèrement la pente en début de saison estivale. Cette mesure permet de répondre aux préoccupations de la population concernant la perte d'accès à la plage et des usages récréotouristiques associés;
- la préparation de nouvelles simulations visuelles pour mieux illustrer l'intégration paysagère du projet;
- la prise en compte des infrastructures existantes, dont la ligne électrique de la 5e Rue, dans les plans et devis;

- la réduction du volume de matériaux granulaires requis, permettant de réduire le camionnage et certaines nuisances en période de construction;
- la planification du tracé de camionnage de façon à éviter dans la mesure du possible, le passage à proximité des zones scolaires. Advenant l'impossibilité de respecter une distance sécuritaire avec ces zones, des mesures de sécurité supplémentaires seront mises en place, telles que l'ajout de signaleurs ou de brigadiers dans les zones les plus critiques, notamment durant les périodes d'affluence scolaire;
- la planification de l'entretien des rues municipales affectées par le camionnage;
- la planification de mesures de végétalisation et de remise en état des secteurs perturbés;
- le maintien de démarches d'information publique afin de poursuivre le dialogue avec les citoyens.

RÉFÉRENCE

CONSULTANTS ROPARS INC. 2021. Protection des berges – Plage Rochelois, Port-Cartier, Québec. Note technique sur les solutions alternatives possibles pour le projet de protection des berges de la plage Rochelois à Port-Cartier. Préparé pour le ministère de la Sécurité publique, avril 2021. Projet MSP : CPS-17-18-10.

Le Nord-Côtier. 2026. Des travaux de stabilisation de la plage Rochelois, à Port-Cartier, d'ici 2028. 3 mars 2026. https://lenord-cotier.com/2026/03/03/des-travaux-de-stabilisation-de-la-plage-rochelois-a-port-cartier-dici-2028/

Le Nord-Côtier. 2026. Objectif 2028 pour la plage Rochelois. 16 juin 2026. https://lenord-cotier.com/2026/06/16/objectif-2028-pour-la-plage-rochelois/

Ma Côte-Nord. 2026. Port-Cartier investira 13M$ avec l'aide de Québec pour des travaux de stabilisation à Plage Rochelois. https://macotenord.com/2026/03/03/port-cartier-investira-13m-avec-laide-de-quebec-pour-des-travaux-de-stabilisation-a-plage-rochelois/#google_vignette

Radio-Canada. 2026. Québec accorde 10,8 millions à Port-Cartier pour sauver la plage Rochelois. 3 mars 2026. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2234404/rochelois-port-cartier-erosion-entenre

Ville de Port-Cartier. 2026a. Procès-verbal du 9 mars 2026 – Conseil municipal de la Ville de Port-Cartier. https://villeport-cartier.com/wp-content/uploads/2026/03/2026-03-09.pdf

Ville de Port-Cartier. 2026b. Procès-verbal du 13 avril 2026 – Conseil municipal de la Ville de Port-Cartier. https://villeport-cartier.com/wp-content/uploads/2026/03/2026-04-13.pdf

Ville de Port-Cartier. 2026c. Projet de stabilisation du secteur Rochelois. https://villeport-cartier.com/projet-de-stabilisation-de-la-plage-rochelois/

4 Volet milieu autochtone

QC-5. À la section 5.4.9 - Utilisation du milieu par les autochtones de l'étude d'impact- il est indiqué qu'« On ne trouve aucune communauté autochtone établie dans la zone d'étude et elle ne fait pas partie des deux Nitassinan (c.-à-d. territoires ancestraux revendiqués par la nation innue) existants sur la Côte-Nord. »
La communauté de Uashat mak Mani-utenam souhaite préciser la distinction entre le territoire ancestral revendiqué par la nation innue, le Nitassinan, et les réserves de Uashat et de Maliotenam. Bien que les territoires de réserve fassent partie du Nitassinan, ils n'en forment qu'une petite partie. Ainsi, la ville de Port-Cartier est située à l'intérieur du Nitassinan des Innus de Uashat mak Mani-utenam.
Dans le cadre de la consultation de la communauté de Uashat mak Mani-utenam menée par le Ministère, celle-ci affirme que plusieurs de ses membres pratiquent des activités traditionnelles de chasse, de piégeage, de pêche et de cueillette sur le territoire occupé par la ville de Port-Cartier. Elle indique également que plusieurs camps innus se trouvent à proximité de la baie de l'Abri et du secteur Rochelois. À cet effet, la communauté est préoccupée par les travaux sur la plage qui pourraient brimer l'accès à leurs camps, surtout pendant la phase de la construction. De plus, elle émet des préoccupations à l'égard du bruit et de la poussière causés par le projet, qui risquent de perturber l'occupation de leurs camps et leur utilisation du territoire à des fins traditionnelles. La communauté s'inquiète aussi de l'impact du projet sur le poisson, son habitat et la qualité des eaux en raison de l'émission de matières en suspension et de contaminants dans l'eau pendant la phase de construction, les travaux de recharge de la plage, la construction de l'épi et la relocalisation de l'émissaire municipal.

a. L'initiateur doit s'engager à s'informer auprès de la communauté de Uashat mak Mani-utenam de ses pratiques (espèces récoltées, lieux de récolte, importance culturelle du site de récolte et obstacles à l'exercice de droits, notamment) et de ses camps (localisation et occupation), puis évaluer si, et dans quelle mesure, le projet pourrait avoir des impacts sur l'exercice des droits de la communauté. Le cas échéant, l'initiateur doit convenir avec la communauté des mesures qui seront mises en place pour en atténuer les effets. L'initiateur doit s'engager à déposer les résultats de ses démarches au plus tard à l'étape de l'analyse sur l'acceptabilité environnementale du projet.

RÉPONSE

La Ville de Port-Cartier prend acte de la précision apportée par la communauté de Uashat mak Mani-utenam concernant la distinction entre le Nitassinan et les territoires de réserve de Uashat et de Maliotenam. La Ville reconnaît que la ville de Port-Cartier est située à l'intérieur du Nitassinan des Innus de Uashat mak Mani-utenam. En conséquence, la section 5.4.9 de l'ÉIE sera corrigée afin de refléter cette information et d'éviter toute confusion entre les limites des réserves et celles du territoire ancestral revendiqué.

En complément de la consultation menée par le Ministère, la Ville de Port-Cartier s'engage à entreprendre une démarche d'échange avec la communauté de Uashat mak Mani-utenam afin de mieux documenter les pratiques exercées dans le secteur de Port-Cartier, de la baie de l'Abri et du secteur Rochelois, ainsi que les préoccupations particulières liées au projet. Cette démarche sera réalisée de manière respectueuse, en tenant

compte de la nature sensible de certaines informations relatives aux lieux de pratique, aux camps, aux activités traditionnelles et à l'importance culturelle des sites utilisés par les membres de la communauté.

La Ville proposera à la communauté une rencontre de travail afin de recueillir, dans la mesure où celle-ci souhaite les partager, les informations relatives :

- aux espèces récoltées ou utilisées dans le secteur, notamment dans le cadre d'activités de pêche, de chasse, de piégeage ou de cueillette;
- aux lieux, périodes et modalités de pratique des activités traditionnelles susceptibles d'être affectées par les travaux;
- à la localisation générale, à l'occupation et aux accès aux camps innus situés à proximité de la baie de l'Abri et du secteur Rochelois;
- à l'importance culturelle, sociale ou traditionnelle des sites utilisés;
- aux obstacles potentiels à l'exercice des droits, notamment ceux liés à l'accès au territoire, au bruit, à la poussière, à la circulation, à la sécurité, à la qualité de l'eau, au poisson et à son habitat;
- aux mesures d'atténuation ou d'accommodement qui pourraient être requises pendant les phases de construction et d'exploitation du projet.

La Ville transmettra à la communauté l'information pertinente sur le projet, notamment la description du concept mis à jour, les plans disponibles et le calendrier préliminaire de réalisation. Cette information permettra à la communauté d'évaluer les effets potentiels du projet sur les usages du territoire et de formuler ses préoccupations ou recommandations.

À la lumière des informations recueillies, la Ville évaluera si, et dans quelle mesure, le projet est susceptible d'avoir des impacts sur l'exercice des droits de la communauté. Le cas échéant, la Ville conviendra avec la communauté de mesures d'atténuation adaptées.

Il est à noter que, dans le concept mis à jour, l'émissaire pluvial municipal situé à l'ouest de la plage ne serait plus déplacé comme prévu initialement. Un diffuseur serait plutôt installé à son extrémité, sous réserve de la confirmation finale des paramètres hydrauliques et de conception applicable. Les préoccupations de la communauté relatives à cet ouvrage seront donc examinées à la lumière du concept actualisé, notamment en ce qui concerne les effets possibles sur les écoulements, l'érosion locale, la qualité de l'eau et l'habitat du poisson.

La Ville documentera l'ensemble des démarches réalisées auprès de la communauté de Uashat mak Mani-utenam. Un compte rendu des échanges sera préparé, incluant les préoccupations exprimées, les réponses fournies, les informations transmises, les mesures proposées et les suites envisagées. Lorsque certaines informations seront jugées sensibles ou confidentielles par la communauté, la Ville conviendra avec celle-ci d'une façon appropriée de les traiter, notamment par la transmission au MELCCFP d'un résumé non confidentiel.

La Ville de Port-Cartier s'engage à déposer au MELCCFP les résultats de ses démarches auprès de la communauté de Uashat mak Mani-utenam au plus tard à l'étape de l'analyse de l'acceptabilité environnementale du projet.

5 Questions supplémentaires – Mars 2026

5.1 Caractérisation du milieu récepteur

QC-6. Les informations concernant la caractérisation du milieu récepteur présentées dans l'étude d'impact de 2020 sont les plus récentes disponibles. L'initiateur doit s'assurer que les informations déjà présentées reflètent la situation actuelle et, le cas échéant, justifier l'utilisation des données dont il dispose déjà.

Dans le cas contraire, il doit réaliser une nouvelle caractérisation du milieu récepteur et déposer au ministère les résultats de celle-ci. Il doit également démontrer comment les caractéristiques du milieu ont été prises en compte dans l'élaboration de son projet mis à jour et apporter les modifications pertinentes à son évaluation des impacts anticipés ainsi qu'aux mesures d'évitement, de minimisation et de compensation qu'il prévoit mettre en place.

RÉPONSE

La dernière caractérisation écologique complète du milieu récepteur date de 2018. D'après celle-ci, les îlots de végétaux présents au-dessus de la ligne naturelle des hautes eaux (LHE) se composent majoritairement de plantes non indicatrices de milieux humides. Ces plantes proviennent d'aménagements paysagers (pelouse, rosiers sauvages, plantes communes). Les plantes sauvages retrouvées en haut de talus sont principalement le pissenlit officinal, le trèfle blanc, le chiendent commun, le plantain commun, l'arroche, la verge d'or et la potentille ansérine, ainsi que de l'aulne crispé. En bas de talus, les espèces floristiques sont moins nombreuses : le caquillier édentulé, l'élyme des sables, la gesse maritime et l'arroche. Les résultats de cette caractérisation démontrent qu'aucune espèce végétale exotique envahissante, aucun milieu humide, et aucune espèce floristique à statut n'ont été recensés sur le site à l'étude.

Depuis cette caractérisation, la présence de lupin polyphylle a toutefois été observée en bordure de rue, à l'intersection de la 12e Rue et de la rue Rochelois (à partir des images Google Street View de 2021). Des tiges séchées pouvant s'apparenter à cette espèce ont également été observées en bordure de rue, à proximité du stationnement de la plage Rochelois, lors d'une observation visuelle effectuée en juin 2026. Cette espèce exotique envahissante est considérée à faible risque par le MELCCFP (MELCCFP, 2026). Afin d'éviter sa propagation, des mesures sont prévues pour retirer les plants présents et en disposer dans un lieu conforme.

Les informations issues de cette caractérisation demeurent représentatives de la nature générale des milieux présents dans le secteur de la plage Rochelois. Les milieux identifiés dans l'étude de caractérisation n'ont pas fait l'objet d'une évolution significative apparente, tel que l'indique l'analyse des photographies aériennes de la zone et des observations récentes disponibles (voir Annexe B). Les zones végétalisées proches de la promenade sont entretenues par la Ville. Ces zones ont été affectées par les tempêtes, mais sont toujours présentes (d'après la photo satellite de 2023, une partie a été ensevelie par du sable, voir Annexe B). Certaines portions ont toutefois été partiellement remaniées ou ensablées à la suite des événements de tempête, notamment selon les photographies satellitaires récentes.

Compte tenu du contexte dynamique du secteur, marqué par des processus d'érosion côtière et de remaniement sédimentaire liés aux tempêtes, les conditions physiques du site présentent un faible potentiel de naturalisation ou de développement de nouveaux habitats humides ou hydriques d'intérêt dans la zone directement visée par les travaux. Les photographies prises récemment démontrent qu'aucun changement majeur dans la composition générale du milieu récepteur n'est apparent (voir Annexe B). Les milieux hydriques présents sur le site à l'étude sont le golfe du Saint-Laurent et la rivière aux Rochers. Ces deux grandes entités hydriques n'ont pas subi d'évolution majeure entre 2018 et aujourd'hui quant à leur nature et à leur fonction générale dans le secteur du projet.

Ainsi, l'utilisation des données de 2018 est jugée appropriée pour caractériser les composantes écologiques générales du milieu récepteur, notamment en ce qui concerne l'absence de milieux humides, l'absence d'espèces floristiques à statut recensées et la présence d'une végétation riveraine principalement composée d'espèces communes. Toutefois, compte tenu du temps écoulé depuis cette caractérisation et de l'évolution géomorphologique du littoral, la Ville reconnaît qu'une validation terrain ciblée constitue une mesure prudente afin de confirmer l'état actuel du site avant les étapes subséquentes du projet.

Les évolutions observées depuis 2018 concernent principalement des paramètres géomorphologiques, notamment la position de la limite du littoral (LL). La LL a été mise à jour selon la méthode éco-géomorphologique par le MSI à partir des orthophotographies les plus récentes. En revanche, la ligne de Pleine Mer Supérieure de Grande Marée (PMSGM) n'a pas été révisée, puisqu'elle n'a pas évolué depuis 2018. La mise à jour de la LL a permis de réviser les superficies d'empiétement associées au projet, notamment pour les composantes de recharge de plage et d'épi, et constitue une base préliminaire appropriée pour le calcul des compensations requises. La figure illustrant la synthèse des composantes du milieu récepteur de l'ÉIE a été mise à jour avec les données disponibles (voir en Annexe A).

En résumé, les empiétements du projet représentent une perturbation permanente totale de 33 457 m^2 et une perte équivalente à 1 080 m^2 en raison notamment de l'épi (voir tableau suivant). La perturbation permanente issue de la recharge de plage se divise en 25 317m^2 dans la portion littorale de la zone des travaux et en 7 060 m^2 dans la rive. L'aménagement de l'épi occasionne une perte d'environ 972 m^2 dans le littoral et de 108 m^2 dans la rive.

Le bilan des empiétements a été révisé afin de tenir compte du concept mis à jour. Les superficies présentées ci-dessous sont préliminaires et devront être confirmées aux plans finaux, notamment en distinguant clairement les empiétements calculés par rapport à la PMSGM, ceux calculés par rapport à la LL, les empiétements en rive, les emprises temporaires et les superficies assujetties ou non à compensation. Cette harmonisation est nécessaire afin d'éviter toute confusion entre les références réglementaires utilisées.

Tableau 4 : Superficie d'empiétement

Source de l'empiétement	Littoral	Rive	Milieu humide	Durée
Recharge de plage (1)	25 317 m^2	7 060 m^2	0 m^2	Permanente
Aménagement de l'épi	972 m^2	108 m^2	0 m^2	Permanente

Source de l'empiétement	Littoral	Rive	Milieu humide	Durée
Chemins d'accès et espace d'entreposage temporaires	0 m^2	10 m^2	0 m^2	Temporaire
Banc d'emprunt	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
TOTAL	**26 289 m^2**	**7 168 m^2**	**Sans objet**	**Permanente**
Concept initial	*21 180 m^2*	*7 370 m^2*	*Sans objet*	*Permanente*

(1) Prendre note que l'empiétement du diffuseur de l'émissaire est déjà considéré dans l'empiétement de la recharge de plage.

Le concept de recharge de plage mis à jour permet de réduire le volume de matériaux granulaires requis par rapport à la variante proposée dans l'ÉIE de 2020. En revanche, l'empiétement sur le littoral est plus important que celui prévu initialement, en raison du recul de la plage observé au cours des dernières années. Cette évolution explique l'augmentation de 24% de la superficie d'empiétement sur le littoral. Les superficies exactes évitées seront confirmées à partir du bilan d'empiétement harmonisé, établi sur la base des plans finaux et des références réglementaires applicables.

L'empiétement projeté de l'épi se situe dans un milieu hydrique correspondant à la portion littorale se trouvant sous la LL. Une compensation sera nécessaire pour l'épi uniquement puisque les travaux de recharge de plage sont des activités soustraites à l'obligation de compenser selon l'article 5 du Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques. La Ville prévoit une compensation financière pour l'empiétement causé par l'épi de protection en enrochement sous la LL. Les activités dans la rive ne sont pas assujetties à une compensation (art. 14.1 du règlement). Ainsi, une compensation financière est prévue pour une superficie totale de 972 m^2 soit l'empiétement en littoral de l'épi. Cette superficie sera validée et ajustée s'il y a lieu avant le début des travaux et au plus tard dans le cadre des demandes d'autorisation applicables.

La mise à jour de la caractérisation du milieu récepteur est prévue immédiatement avant les travaux de recharge afin d'établir un état de référence actualisé. Par ailleurs, cette caractérisation additionnelle ne serait pas susceptible de modifier les conclusions de l'étude de 2018 ni d'influencer le calcul des compensations associées à l'empiétement de l'épi dans le milieu hydrique, considérant que l'état initial (If INI) de la portion du littoral affectée est fixé à 1,5. La caractérisation prévue avant les travaux permettra néanmoins d'affiner la compréhension des conditions du milieu et servira d'état de référence pour documenter les impacts réels du projet dans le cadre du programme de suivi environnemental sur une période de cinq (5) ans.

Les mesures d'atténuation proposées dans l'ÉIE en 2020 restent applicables à cette nouvelle version du projet de recharge de plage. À cela s'ajoutent les mesures additionnelles présentées dans la réponse de la sous-question 2.c (section 2.2.3). Ces mesures d'atténuation sont précisées ci-dessous :

- Délimiter clairement les aires de travail et les voies d'accès afin de limiter le piétinement inutile de la végétation;

  - Installer les roulottes de chantier et les autres installations temporaires sur des aires déjà perturbées, dénudées ou gazonnées, dans la mesure du possible;
  - Aménager les chemins d'accès temporaires en utilisant prioritairement les accès existants, de manière à limiter le débroussaillage, l'empiétement et la perturbation des zones végétalisées;
  - Restaurer le couvert végétal de l'ensemble des surfaces où il aura été détruit sur le haut de talus ou au niveau des chemins d'accès en effectuant des plantations;
  - Revégétaliser les aires endommagées, lorsque requis, et remettre en état les îlots végétalisés affectés par les travaux.
- Effectuer une inspection environnementale du site avant le début des travaux afin de baliser les zones sensibles, les secteurs de végétation à conserver, les colonies d'espèces exotiques envahissantes (notamment le lupin) et les limites des aires de travail;
- Baliser les colonies d'espèces exotiques envahissantes identifiées, notamment les plants de lupin, puis retirer les plants avec leur système racinaire en prenant soin de limiter la dispersion des graines et des fragments végétaux, et les disposer dans un lieu conforme;
- Prélever et conserver les élymes des sables présentes sur le site pendant toute la durée des travaux afin d'être en mesure de les transplanter sur le dessus de la recharge;
- Planter de l'élyme des sables dans les zones affectées;
- Planter des rosiers en bordure des accès permanents;
- Mettre en œuvre des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments pendant les travaux, lorsque requis;
- Assurer la remise en état des secteurs perturbés par les accès temporaires et les activités de chantier à la fin des travaux;
- Documenter l'état initial et l'état post-travaux dans le cadre du programme de suivi environnemental (incluant un suivi des espèces exotiques envahissantes).

RÉFÉRENCE

ENGLOBE. 2018. Caractérisation écologique. Projet de stabilisation de la plage Rochelois. Ville de Port-Cartier. 046-P-0017164-0-01-001-EN-R-0100-00. Version finale. Novembre 2018. 28 pages + annexes.

MELCCFP. 2026. Liste des principales espèces exotiques envahissantes. Dernière mise à jour : 20 mai 2026. https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/gestion-especes-exotiques-envahissantes-animales/liste-especes

5.2 Prise en compte du Plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH)

QC-7. Selon le paragraphe 4 du premier alinéa de l'article 46.0.4 de la LQE, les éléments contenus dans certains outils d'aménagement du territoire doivent être pris en considération dans l'élaboration d'un projet. Selon l'article 15 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés (chapitre C-6.2), une municipalité régionale de comté (MRC) doit élaborer et mettre en œuvre un plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) à l'échelle de son territoire. Le PRMHH de la MRC des Sept-Rivières a été approuvé par le MELCCFP et est entré en vigueur le 24 avril 2024.

L'initiateur doit ainsi expliquer comment il a pris en compte l'outil d'aménagement du territoire qu'est le PRMHH dans la conception de son projet, tel que modifié, et comment ce dernier s'intègre dans les objectifs inscrits au PRMHH.

RÉPONSE

Le projet de recharge de la plage Rochelois constitue une mesure d'adaptation en contexte de changements climatiques. Le projet est cohérent avec les objectifs et les orientations du PRMHH de la MRC de Sept-Rivières puisqu'il vise à répondre à l'un des enjeux environnementaux majeurs identifiés dans le diagnostic du PRMHH, soit l'érosion côtière. Cet aléa naturel est reconnu comme étant amplifié par les changements climatiques, notamment en raison de l'intensification des tempêtes et de la modification du régime des glaces. Dans ce contexte, la recharge de plage permet d'augmenter la résilience naturelle du littoral face aux événements extrêmes, en dissipant l'énergie des vagues et en ralentissant le recul du littoral. Le projet s'inscrit directement dans l'un des grands principes du PRMHH visant à « tenir compte des enjeux liés aux changements climatiques dans la gestion des milieux humides et hydriques » ainsi que dans l'orientation 3 du plan d'action du PRMHH de la MRC, soit « Adapter la réglementation de la MRC en fonction des connaissances sur les milieux humides, hydriques et l'érosion côtière ».

Le PRMHH a été pris en compte dans l'élaboration du projet mis à jour par l'analyse des milieux humides et hydriques présents dans la zone d'étude, par la révision des superficies d'empiétement, par l'application de la séquence éviter-minimiser-compenser et par l'intégration de mesures visant à préserver, dans la mesure du possible, les fonctions écologiques et sociales du littoral.

Dans le PRMHH de la MRC, le littoral marin constitue un milieu hydrique d'importance en raison des services écosystémiques rendus à la collectivité tels que la protection des rives contre l'érosion, le maintien de la biodiversité, la qualité du paysage et les usages récréatifs du littoral. Le projet de recharge de plage est une mesure de protection dite « douce » contrairement aux ouvrages rigides (murs, enrochements), qui permettent rarement le maintien des fonctions écologiques du littoral marin. La recharge de plage est une solution fondée en partie sur la nature, puisqu'elle s'appuie sur les processus côtiers naturels et contribue au maintien du fonctionnement dynamique du milieu hydrique. L'épi demeure un ouvrage d'appui nécessaire à la stabilité de la recharge, mais son emprise a été limitée aux besoins de rétention sédimentaire.

Ainsi, le projet permet de répondre au grand principe du PRMHH visant à « maintenir et restaurer les fonctions écologiques des milieux hydriques ». Le projet permet également de maintenir l'accessibilité au littoral et vise à préserver sa valeur sociale puisque les activités récréatives pourront se poursuivre. Le projet a été conçu de manière à minimiser ses impacts visuels et paysagers. À titre d'exemple, la hauteur de crête de la recharge a été déterminée afin de limiter les effets sur la vue vers le littoral depuis les secteurs adjacents, et une couche de sable sera aménagée sur l'ensemble de la largeur de la crête, afin de préserver l'usage récréatif et l'esthétique de la plage. Des simulations visuelles seront réalisées dans le cadre du projet et permettront d'illustrer l'intégration paysagère de l'intervention et de démontrer que celle-ci est compatible avec le caractère naturel et récréatif du site.

Le PRMHH de la MRC vise l'application du principe d'aucune perte nette de milieux humides et hydriques. Ce principe est pris en compte dans le projet de recharge de plage puisqu'il vise à prévenir une perte irréversible du littoral côtier dans un secteur déjà soumis à l'érosion et à la submersion côtières. L'empiétement dans le milieu hydrique lié à l'apport de matériaux granulaires a été réduit au minimum lors de la conception du projet afin de limiter les impacts sur les habitats aquatiques. De plus, les travaux de recharge de plage sont des activités soustraites à l'obligation de compenser selon l'article 5 du Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques. Toutefois, une compensation sera requise pour l'empiétement causé par l'épi de protection en enrochement. Cet ouvrage est essentiel à la pérennité du projet, puisqu'il permet de limiter les mouvements de sédiments et d'augmenter la durée de vie de la recharge en maintenant les matériaux en place.

La séquence éviter-minimiser-compenser a été appliquée dans la mise à jour du concept. L'évitement complet du milieu hydrique n'est pas possible compte tenu de la nature même du projet, qui vise la stabilisation du littoral. Toutefois, les emprises ont été optimisées afin de réduire les volumes de matériaux requis, de limiter la superficie de perturbation, de réduire le camionnage et de minimiser les interventions dans les secteurs végétalisés. Les impacts résiduels feront l'objet de mesures d'atténuation et, lorsque requis, de compensation.

Lors de la sélection des bancs d'emprunt, une attention particulière sera accordée à la présence potentielle de milieux humides. Une étude de caractérisation écologique sera réalisée pour le site retenu afin de s'assurer que l'exploitation du banc d'emprunt ne porte pas atteinte aux milieux humides et hydriques, en cohérence avec les objectifs de conservation du PRMHH. Dans l'éventualité où des milieux humides ou hydriques seraient identifiés à proximité du banc d'emprunt, la Ville privilégiera les mesures d'évitement ou d'ajustement de l'exploitation afin de limiter les atteintes à ces milieux.

Finalement, le projet contribue aux objectifs de sensibilisation et d'information du PRMHH par sa visibilité et par la nature même de l'intervention. Il constitue une occasion de communiquer les effets des changements climatiques sur le littoral, notamment en matière d'érosion côtière, et de renforcer la compréhension du rôle et de l'importance de la préservation du littoral marin. Ce volet s'inscrit directement dans l'orientation 4 du PRMHH, qui vise notamment la sensibilisation et l'amélioration des connaissances relatives aux milieux humides et hydriques.

En somme, le projet mis à jour est compatible avec les objectifs du PRMHH puisqu'il vise à adapter le territoire aux aléas côtiers, à préserver les usages sociaux du littoral, à réduire les pertes futures associées à l'érosion, à limiter les empiétements permanents et à compenser les atteintes résiduelles applicables.

RÉFÉRENCE

CIMA+. 2024. Plan régional des milieux humides et hydriques. Rapport préparé pour la MRC de Sept-Rivières. Version finale. Numéro de projet CIMA+ : QR0277A. Mars 2024. qr0277a_prmhh_complet_2024-03-06_reduit_compressed.pdf

5.3 Autres modifications susceptibles d'avoir une incidence significative sur le projet

QC-8. En complément des éléments déjà demandés, l'initiateur doit présenter toute autre modification aux éléments présentés dans son étude d'impact de 2020 qui est susceptible d'avoir une incidence significative sur le projet et sa mise en œuvre.

RÉPONSE

L'ensemble des modifications susceptibles d'avoir une incidence significative sur le projet a été présenté dans les réponses aux questions soulevées par le MELCCFP. Il importe de rappeler que le concept de recharge de plage mis à jour en 2026 demeure de même nature que celui initialement prévu et qu'il est globalement comparable à celui analysé dans l'ÉIE déposée en 2020, notamment en ce qui a trait aux mécanismes hydrosédimentaires et aux impacts environnementaux anticipés.

Les modifications apportées au projet visent principalement à adapter la recharge au profil de plage existant et à optimiser la conception des ouvrages, dans l'objectif de réduire les volumes de matériaux granulaires requis. Cette optimisation entraîne également une réduction des coûts du projet, sans modifier substantiellement ses effets environnementaux. La réduction de 27 % du volume de matériaux granulaires nécessaires entraîne en outre une diminution du nombre de voyages de camions, ce qui contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre associées au projet.

Les principales modifications apportées au projet mis à jour sont les suivantes :

- l'ajustement du profil de recharge afin de mieux l'adapter aux conditions actuelles de la plage;
- la modification de la hauteur de crête de la recharge afin d'assurer une protection adéquate tout en maintenant l'intégration paysagère du projet;
- la réduction du volume de matériaux granulaires requis;
- l'ajout d'une couche de confort en sable sur la crête de la recharge afin de préserver l'usage récréatif et l'esthétique du site;
- la modification de la géométrie de l'épi, incluant son allongement et sa rotation, afin d'améliorer la rétention sédimentaire;

- le maintien de l'émissaire pluvial municipal à son emplacement actuel et l'ajout prévu d'un diffuseur à son extrémité, sous réserve de la confirmation finale des paramètres hydrauliques et de conception;
- l'aménagement de chemins d'accès temporaires à partir d'accès existants ou déjà perturbés, afin de faciliter la réalisation des travaux tout en limitant les interventions dans les secteurs végétalisés;
- la mise à jour des mesures d'atténuation relatives au bruit, à la poussière, à la circulation, à la qualité de l'eau, au poisson et à son habitat, à la végétation riveraine et à l'utilisation du territoire;
- la mise à jour des démarches d'information et de consultation auprès de la population;
- l'engagement à réaliser des démarches auprès de la communauté de Uashat mak Mani-utenam afin de documenter les usages du territoire et les préoccupations relatives au projet;
- la prise en compte du PRMHH de la MRC de Sept-Rivières;
- la mise à jour du calendrier de réalisation afin de tenir compte de la relance de la PÉEIE, de l'obtention du décret, des autorisations ministérielles et de l'échéance prévue à l'entente avec le MSI.

Ces modifications ont été prises en compte dans l'évaluation actualisée des impacts environnementaux. Elles n'entraînent pas d'impact environnemental supplémentaire jugé significatif par rapport au projet analysé dans l'ÉIE de 2020. Au contraire, certaines modifications, notamment la réduction du volume de matériaux, la diminution du camionnage, l'ajout de la couche de confort en sable, la végétalisation et l'optimisation de l'emprise des travaux, contribuent à réduire ou à atténuer certains impacts anticipés.

Aucune autre modification susceptible d'avoir une incidence significative sur le projet ou sur sa mise en œuvre n'a été identifiée à ce stade. Si de nouvelles modifications devaient être requises lors de la finalisation des plans et devis ou dans le cadre des demandes d'autorisations ministérielles, celles-ci seront documentées et transmises aux autorités compétentes, avec l'évaluation de leurs effets potentiels et les mesures d'atténuation applicables.

ANNEXE A – Cartographie

Municipalité de Port-Cartier

PORT CARTIER

Plan de localisation

Recharge de la plage Rochelois

No. de projet 53-2-97022-2301

N

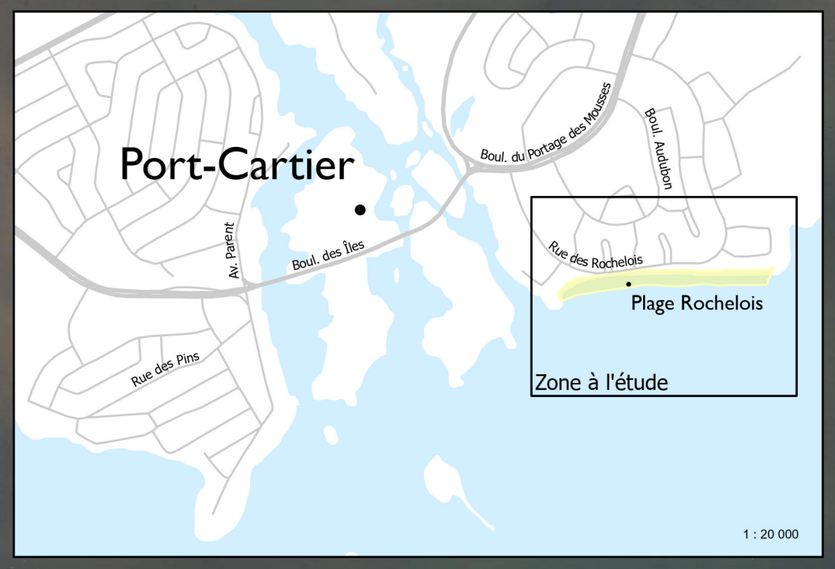
16e Rue
16e Rue
7e Rue
8e Rue
10e Rue
Boul. Audubon
12e Rue
14e Rue
13e Rue
11e Rue
5e Rue
Rue des Rochelois
Rue des Cascades
4 694 406
4 693 338
4 694 102
4 694 101
4 693 706
4 693 246
4 693 245
Émissaire pluvial
4 693 712
4 693 736
4 693 739
4 693 741
4 693 743
4 693 745
4 693 766
4 693 767
4 694 570

Zone de recharge de la plage

Épi rocheux

Lots visés

Émissaire pluvial



FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DES MUNICIPALITÉS
Ingénierie, infrastructures et adaptation aux changements climatiques

Approuvé par : **Dominic Lachance, ing., MBA**
Directeur

Préparé par : **Karol-Ann Smith, M. Sc.**
Géomaticienne

0 40 80 Mètres

1 : 2 500

© Gouvernement du Québec

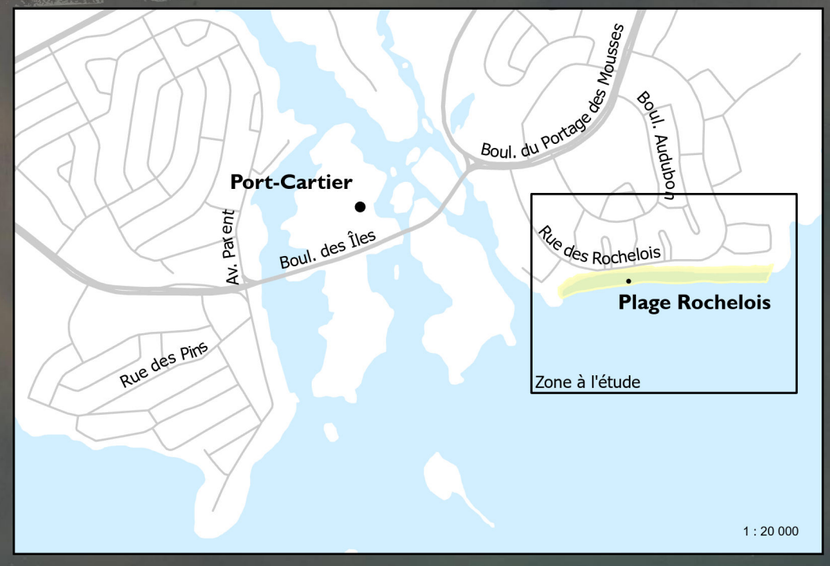
Date : 2026-06-01

N

16e Rue
16e Rue
7e Rue
8e Rue
10e Rue
Boul. Audubon
12e Rue
14e Rue
13e Rue
11e Rue
5e Rue
Rue des Cascades
Rue des Rochelois
Haut de recharge de construction
Crête arrière de la recharge de construction
Crête de recharge à l'équilibre
Station A
Station B
Station C
Émissaire pluvial
Crête de la recharge de construction
Bas de recharge de construction
Bas de recharge à l'équilibre

5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0 -1.0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



Municipalité de Port-Cartier

PORT CARTIER

Synthèse des composantes du milieu récepteur

No. de projet 53-2-97022-2301

- Émissaire pluvial
- Végétation riveraine
- Végétation aquatique
- Limite de la rive
- Limite du littoral
- Limite de la Pleine Mer Supérieure Grande Marée

Recharge de plage

- Épi rocheux
- Recharge de construction
- Crête de recharge de construction
- Recharge à l'équilibre

Station d'échantillonage des sédiments

Granulométrie

- Sable très fin
- Sable fin et sable moyen
- Sable moyen
- Sable grossier
- Sable très grossier
- Roche-mère

FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DES MUNICIPALITÉS
Ingénierie, infrastructures et adaptation aux changements climatiques

Approuvé par : **Dominic Lachance, ing., MBA**
Directeur

Préparé par : **Karol-Ann Smith, M. Sc.**
Géomaticienne

0 50 100 Mètres

1 : 2 500

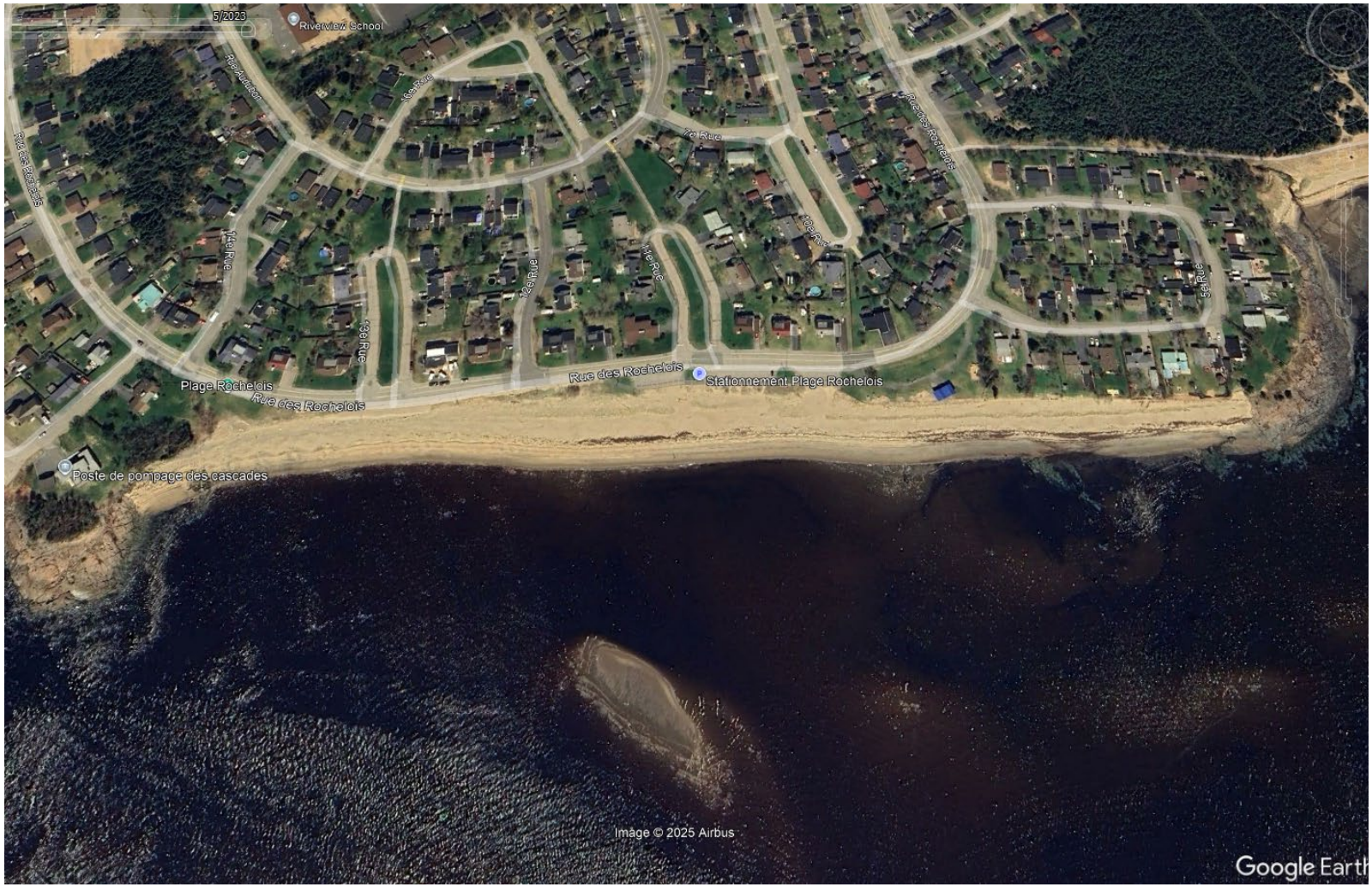
Sources : MSI (2026), Englobe (2019), MELCCFP, MRNF

Date : 2026-06-01

ANNEXE B – Photographies récentes du site à l'étude

Date	Photographie	Réf.
Juin 2019		Google Earth Pro

Date	Photographie	Réf.
Juillet 2021		Google Earth Pro

Date	Photographie	Réf.
Mai 2023		Google Earth Pro

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier



Mai 2026

Drone
Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Sept. 2023		Drone Ville de Port-Cartier

Date	Photographie	Réf.
Mai 2026		Drone Ville de Port-Cartier

ANNEXE C – Études techniques

MÉMO

À :	Ville de Port Cartier, MSP	**Date :**	18 mars 2025
De :	Sara Dubosq, Tristan Aubel	**Référence LNI No. :**	8008315
Objet :	Mise à jour du climat maritime		

1 INTRODUCTION

En 2021 et en 2022, la Ville de Port Cartier a mandaté Lasalle|NHC pour évaluer d'autres concepts alternatifs à la recharge de gravier. En 2023, la Ville désire mettre à jour la conception afin de prendre en compte les données les plus récentes comme notamment la tempête du 30 décembre 2016 et celle du 23/24 décembre 2022.

Lasalle|NHC, à l'aide de modélisation numérique hydraulique et hydrosédimentaire, a le mandat de mettre à jour l'ensemble des paramètres requis pour la conception de la recharge et évaluer les performances de la variante redimensionnée par le concepteur (CRI).

Cette note vise à transmettre les résultats de la mise à jour du climat maritime obtenu grâce à la modélisation hydraulique.

2 MISE À JOUR DU CLIMAT MARITIME

2.1 Niveau d'eau

2.1.1 Provenance des données

Les données brutes de niveaux d'eau utilisées dans le cadre de la présente étude proviennent de trois sources principales:

- Les composantes harmoniques de la marée astronomique aux stations de Sept-Îles (#2780) et de Port-Cartier (#2790) fournis par le MPO;
- Les niveaux d'eau mesurées par le marégraphe de Sept-Îles (#2780) entre les années 1972 et 2023 (52 ans) par le MPO;
- Les surcotes et niveaux d'eau modélisés à Port-Cartier entre les années 1979 et 2011 par le modèle du golfe de l'ISMER (utilisées dans la précédente étude)
- Les surcotes modélisées à Sept-Îles et Port-Cartier entre les années 1980 et 2023 par le modèle du golfe de LaSalle|NHC (développé en 2020 et mis à jour annuellement).

2.1.2 Composantes de niveau d'eau

Les prédictions de Pêches et Océans Canada (marées astronomiques) permettent de déterminer l'amplitude du marnage dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Port-Cartier. L'utilisation de ce type de données demeure toutefois limitée puisque les surcotes (positive ou négative) et la variation du niveau moyen des mers n'y sont pas incluses.

Pour étudier les variations du niveau d'eau, il est préférable de privilégier les niveaux mesurés par rapport aux niveaux modélisés, car l'incertitude associée est généralement plus faible. Toutefois, en l'absence de données mesurées dans le secteur d'étude, les niveaux d'eau modélisés, résultant de la superposition de la marée astronomique (déterminée par une analyse harmonique du signal du marégraphe), des surcotes modélisées (provenant ici du modèle du golfe développé par Lasalle|NHC) et de la variation annuelle moyenne du niveau des mers, sont utilisés. Les données provenant d'une ou plusieurs stations situées dans la même région peuvent être utilisées pour valider et, si nécessaire, ajuster les niveaux d'eau ou les surcotes simulés.

2.1.2.1 Marée (forçage astronomique)

Les caractéristiques de la marée à Port-Cartier sont similaires à celles de Sept-Îles. Les niveaux d'eau de la marée varient de -1,77 m_{CGVD28} à +1,93 m_{CGVD28} et de -1,75 m_{CGVD28} à +1,88 m_{CGVD28} (Tableau 2-1). Cependant, les mesures de niveaux d'eau à Sept-Îles montrent que les niveaux d'eau peuvent atteindre la cote de 2,69 m_{CGVD28} en raison de la superposition des surcotes (ondes de tempête) à la marée.

Les composantes harmoniques fournies par le MPO pour les stations de Port-Cartier et de Sept-Îles ont été utilisées pour calculer les niveaux d'eau associés à la marée astronomique.

Tableau 2-1 : Périodes de retour des niveaux d'eau à Rochelois

	Port-Cartier (#2790)	Sept-Îles (#2780)
Plus haut niveau d'eau enregistré		2,69 m_{CGVD28}
Plus Haute Mer Astronomique	1,93 m_{CGVD28}	1,88 m_{CGVD28}
Pleine Mer Supérieure Grande Marée	1,89 m_{CGVD28}	1,84 m_{CGVD28}
Hauteur moyenne des pleines mers	1,20 m_{CGVD28}	1,17 m_{CGVD28}
Pleine Mer Moyenne	0,93 m_{CGVD28}	0,90 m_{CGVD28}
Niveau Moyen de l'Eau	-0,04 m_{CGVD28}	-0,03 m_{CGVD28}
Basse Mer Moyenne	-1,04 m_{CGVD28}	-1,00 m_{CGVD28}
Hauteur moyenne des basses mers	-1,08 m_{CGVD28}	-1,06 m_{CGVD28}
Basse Mer Inférieure Grande Marée	-1,69 m_{CGVD28}	-1,68 m_{CGVD28}
Plus Basse Mer Astronomique	-1,77 m_{CGVD28}	-1,75 m_{CGVD28}
Plus bas niveau d'eau enregistré		-2,42 m_{CGVD28}

2.1.2.2 Variation du niveau moyen de la mer

À partir de l'enregistrement des niveaux d'eau à la station de Sept-Îles, située à environ 40 km de la plage de Rochelois à Port-Cartier, et en tenant compte du soulèvement isostatique, il a été estimé que le niveau moyen de la mer est resté constant depuis 1972 (Figure 2-1).

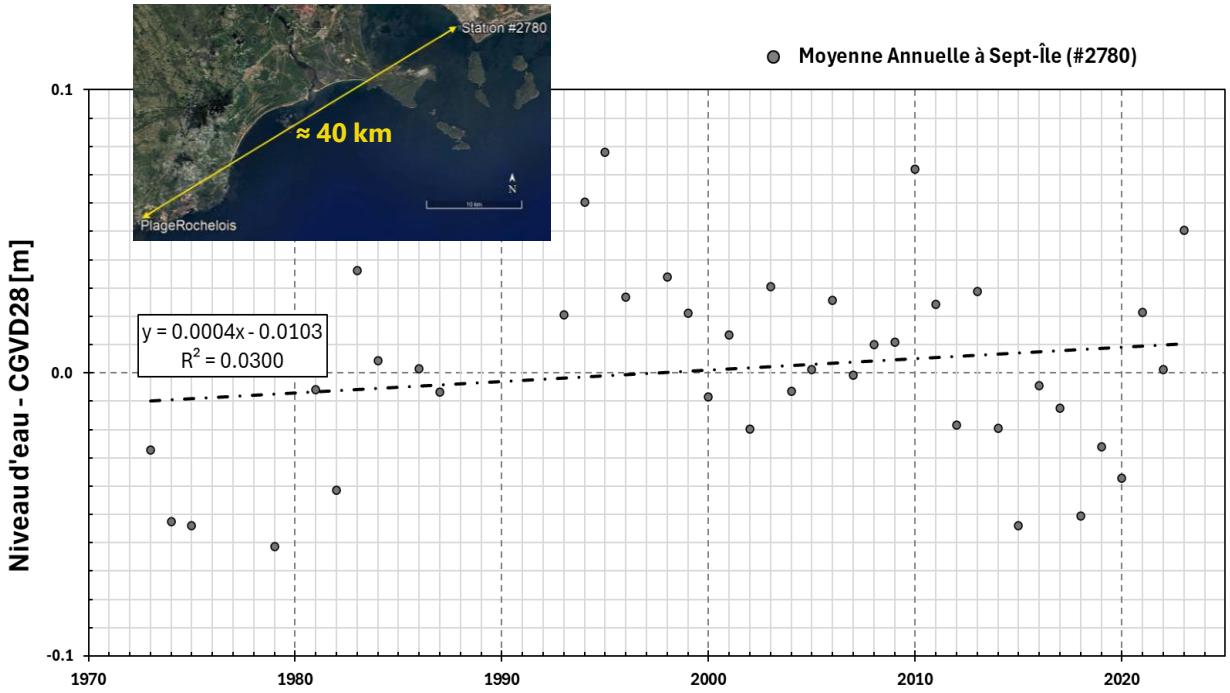


Figure 2-1 : Évolution du niveau d'eau annuel moyen mesuré

2.1.2.3 Surcote à Port-Cartier

Dans l'étude précédente (2020), la surcote (positive ou négative) modélisée à Port-Cartier entre 1979 et 2011 par le modèle numérique de l'ISMER avait été utilisée pour générer la série temporelle des niveaux d'eau. Dans la mise à jour faisant l'objet de la présente étude, la surcote modélisée entre 1980 et 2023 par le modèle numérique de Lasalle|NHC a été adoptée, permettant ainsi de couvrir une période plus étendue incluant les évènements récents dont les tempêtes du 30 décembre 2016 et du 23-24 décembre 2022.

Les comparaisons entre la surcote modélisée (Lasalle|NHC) et celle obtenue en retirant le signal de la marée des niveaux d'eau mesurés à Sept-Îles révèlent une bonne concordance entre les deux jeux de données (Figure 2-2). Toutefois, un examen plus détaillé des résultats indique que la surcote modélisée à Sept-Îles doit être légèrement ajustée pour un meilleur accord avec les mesures, notamment pour les valeurs extrêmes (Figure 2-2). De plus, selon le modèle, la surcote

à Sept-Îles et à Port-Cartier est pratiquement identique, ce qui permet d'appliquer la même correction du biais dans le secteur de Port-Cartier.

Il convient également de noter que la surcote modélisée par l'ISMER (jeu de données utilisé lors de l'étude de 2020) semble surestimer les valeurs de surcotes. En effet, elles varient de -2,1 m à 2,35 m, alors que celles calculées à partir des mesures de niveau à la station de Sept-Îles (située à environ 40 km de Port-Cartier) varient de -1,32 m à 1,54 m sur la même période, soit un écart maximal de 0,81 m pour les surcotes positive (conduisant aux niveaux d'eau les plus hauts) et de 1,59 m sur l'amplitude des ondes de tempêtes.

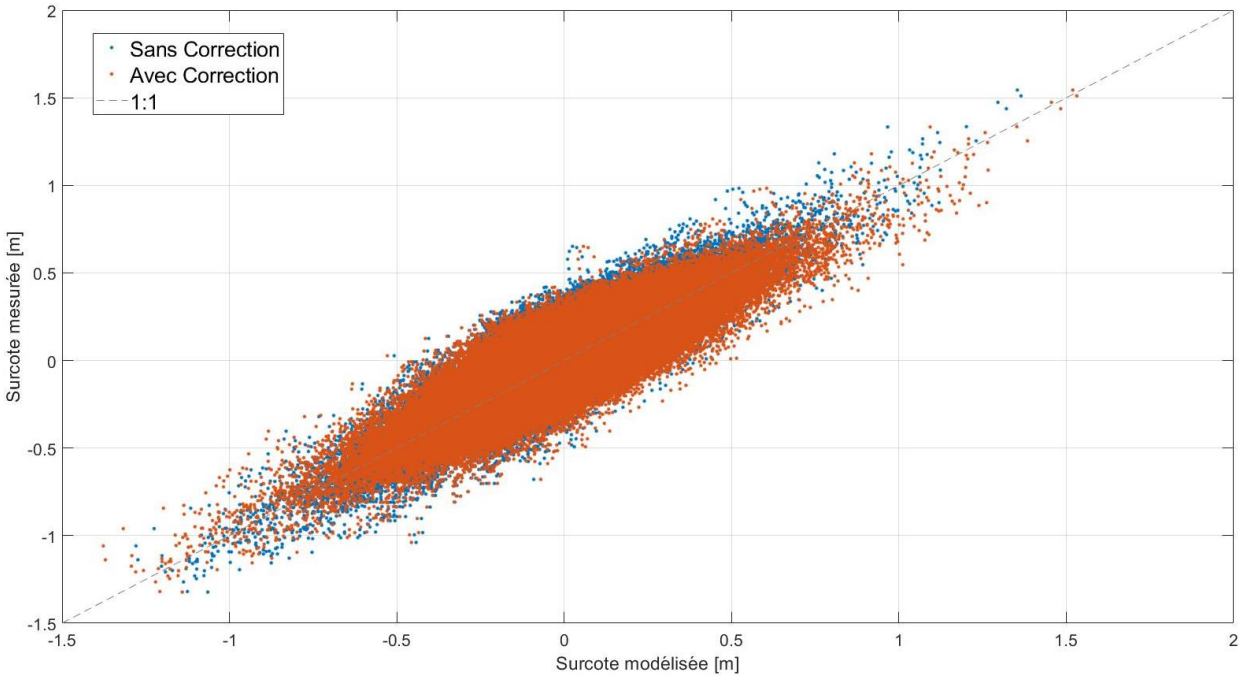


Figure 2-2 : Comparaison des surcotes modélisées et mesurées à Sept-Îles avant et après la correction du modèle du Golfe

2.1.2.4 Niveau total

Le niveau d'eau à Port-Cartier est obtenu en ajoutant la surcote à Port-Cartier, la marée astronomique à Port-Cartier, et la variation du niveau moyen des eaux, cette dernière étant considérée comme nulle pour cette étude.

La Figure 2-3 présente l'occurrence des niveaux d'eau totaux modélisés pour Port-Cartier. Elle montre qu'en tenant compte de la surcote, le niveau total dépasse 2 m un peu moins de 10 heures par an. Ces fréquences sont inférieures à celles observées dans l'étude précédente car le modèle de l'ISMER surestimait les surcotes.

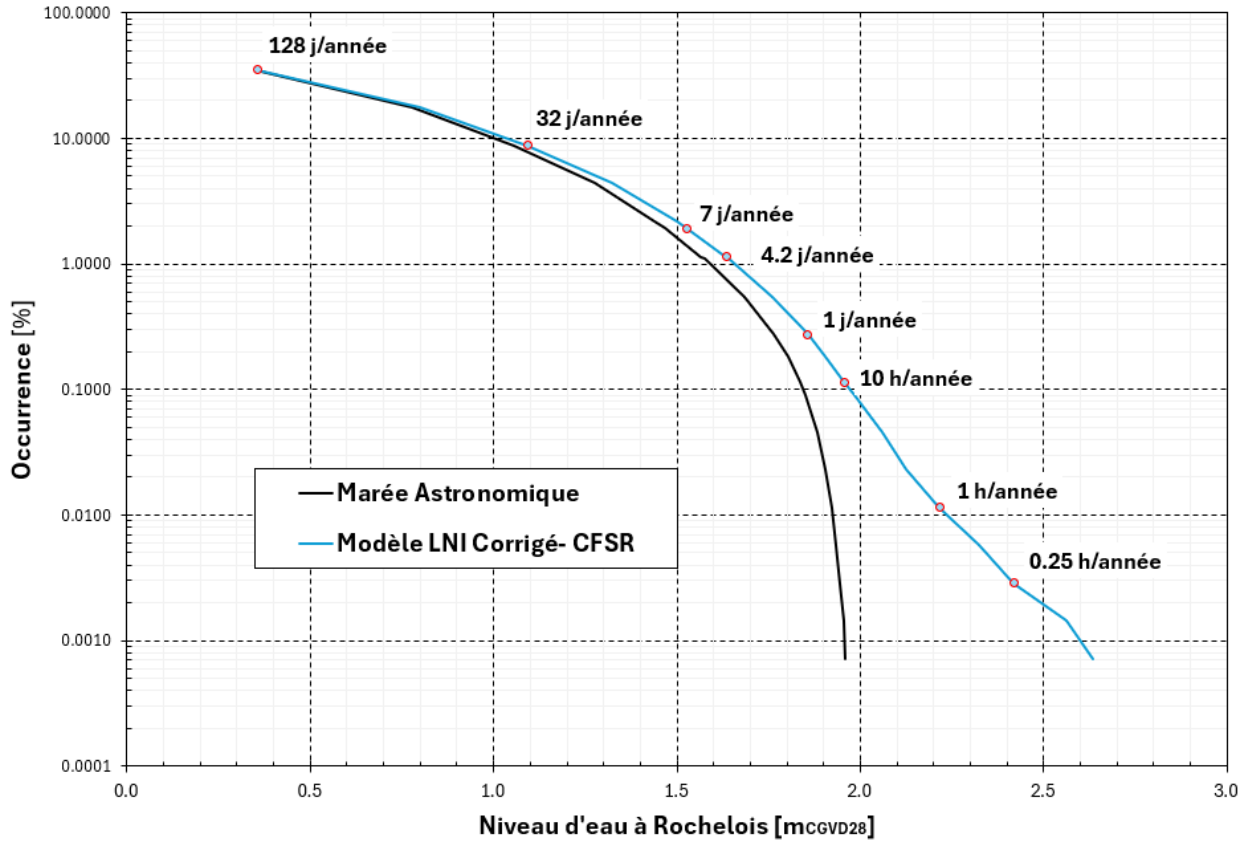


Figure 2-3 : Probabilité de dépassement des niveaux d'eau à Port-Cartier

En identifiant les niveaux d'eau maximaux annuels pour chacune des 44 années, il a été possible de calculer les périodes de retour pour les niveaux d'eau à Rochelois (logiciel HYFRAN). La période de retour, calculée en utilisant une distribution GEV (ajustée par la méthode des moments pondérés) est de 1 an pour un niveau d'eau de 1,89 m, tandis qu'elle est de 100 ans pour un niveau de 2,89 m (Tableau 2-2).

Tableau 2-2 : Périodes de retour des niveaux d'eau à Port-Cartier

Période de retour	**[Années]**	100	50	20	10	5	3	2	1
Niveau d'eau	**[m_{CGVD28}]**	2,89	2,75	2,57	2,45	2,34	2,25	2,18	1,89

2.2 Vagues

2.2.1 Données disponibles

La génération du climat de vagues s'appuie essentiellement sur les données suivantes :

- Données de vagues (Hs, Tp et direction moyenne) mesurées par deux AWAC déployés par l'UQAR à environ 41 km à l'ouest de Port-Cartier (Rivière Pentecôte) et 45 km à l'est de Port-Cartier (Sept-Îles) (Tableau 2-3). La position est illustrée à la Figure 2-4.

Tableau 2-3 : Déploiements des instruments de mesures de vagues

Nom	Couverture temporelle	Coordonnées (x,y)		Profondeur
		[m MTM 6]		[m]
Sept-Îles	2010-05 à 2014-05	395876	5560164	28
Rivière Pentecôte	2014-05 à 2023-10	330401	5506563	34

- Données modélisées avec le modèle du golfe de LaSalle|NHC forcé par les données météorologiques des modèles de réanalyse CFSR et HRDPS, validé sur une vingtaine de points de mesures (bouées) répartis dans le golfe du Saint-Laurent. Période couverte : 1980-2023.
- Bathymétrie : Des relevés bathymétriques et lidar récents (2017, 2018, 2023) ont été utilisés pour définir la bathymétrie dans la zone proche de la plage de Rochelois, plus au large les données disponibles du Service hydrographique du Canada (NONNA10 et NONNA100) ont permis de compléter le modèle numérique de terrain dans l'ensemble du domaine d'étude (Figure 2-4 et Figure 2-5).

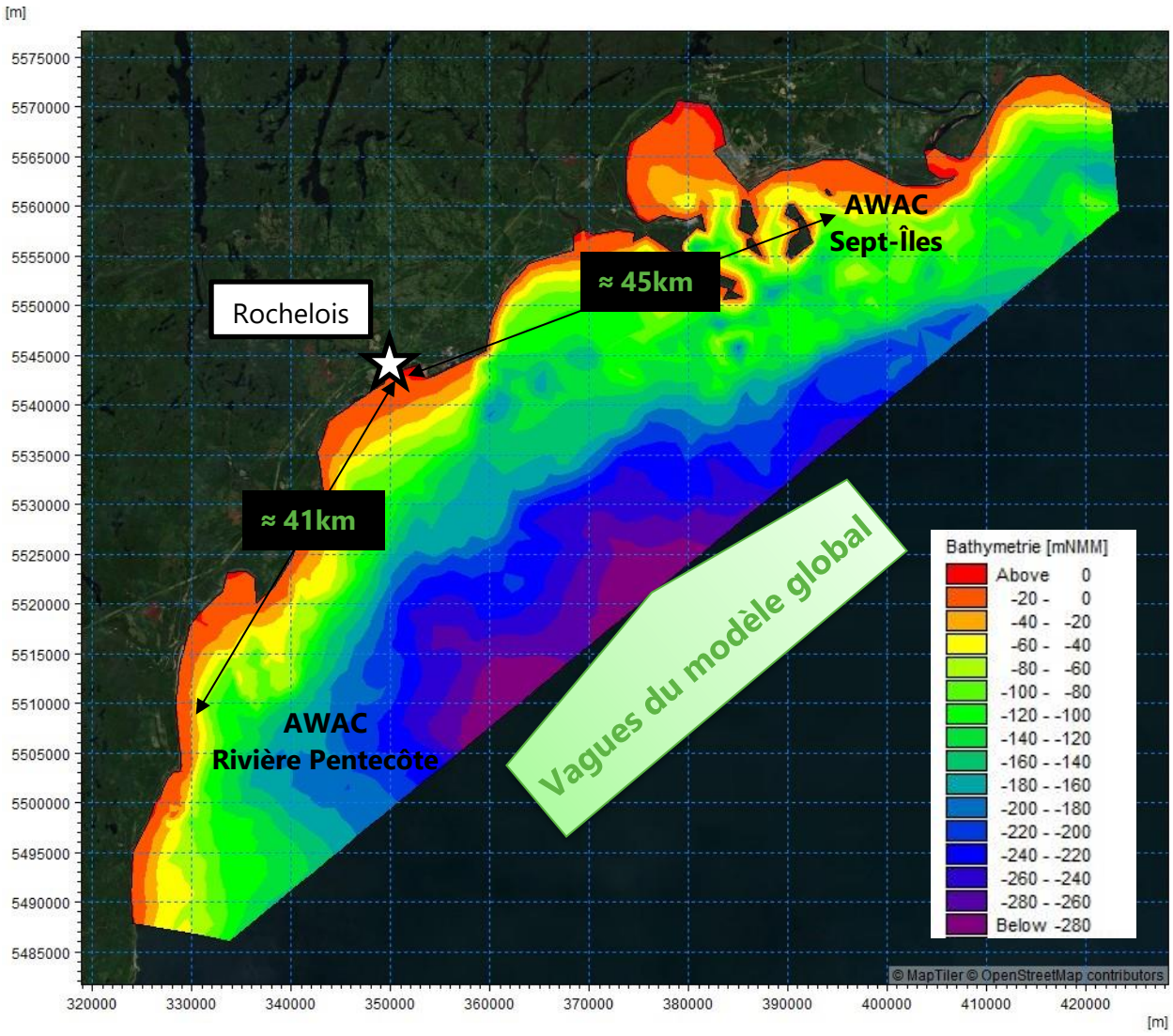


Figure 2-4 : Bathymétrie du modèles régional, positions des sites de mesure de vagues servant à la calibration/validation du modèle régional

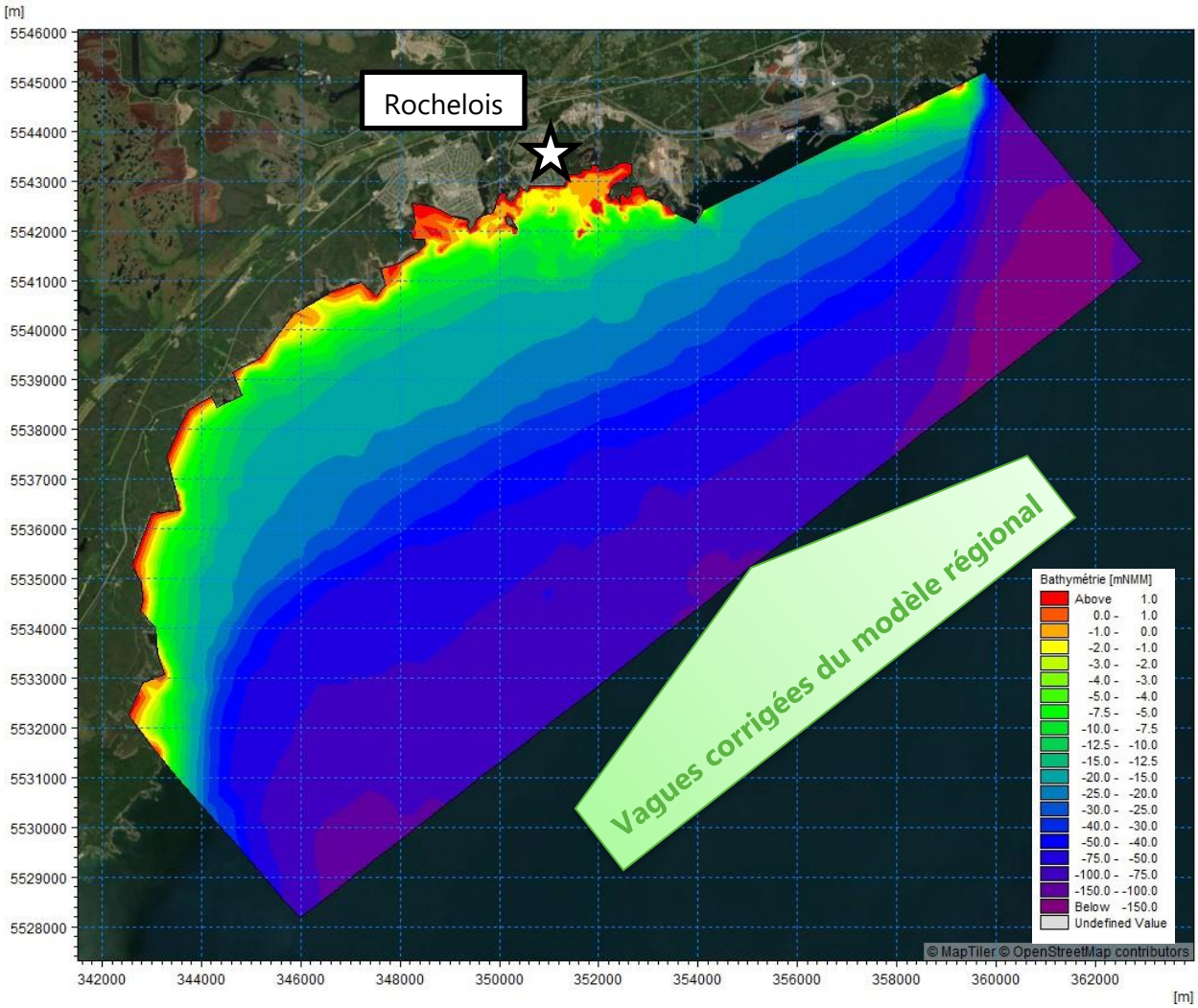
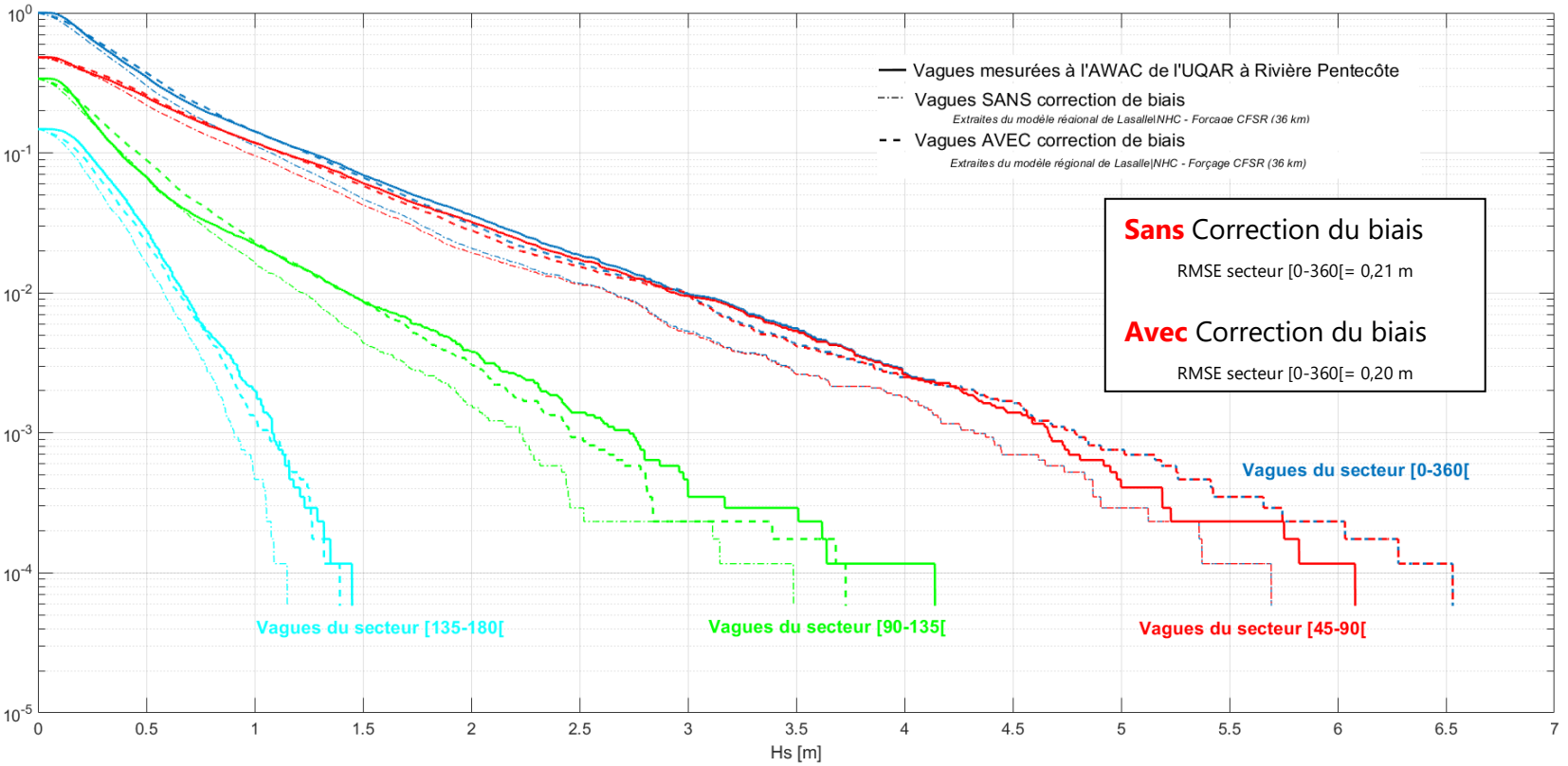


Figure 2-5 : Bathymétrie du modèle local

2.2.2 Validation et calibration

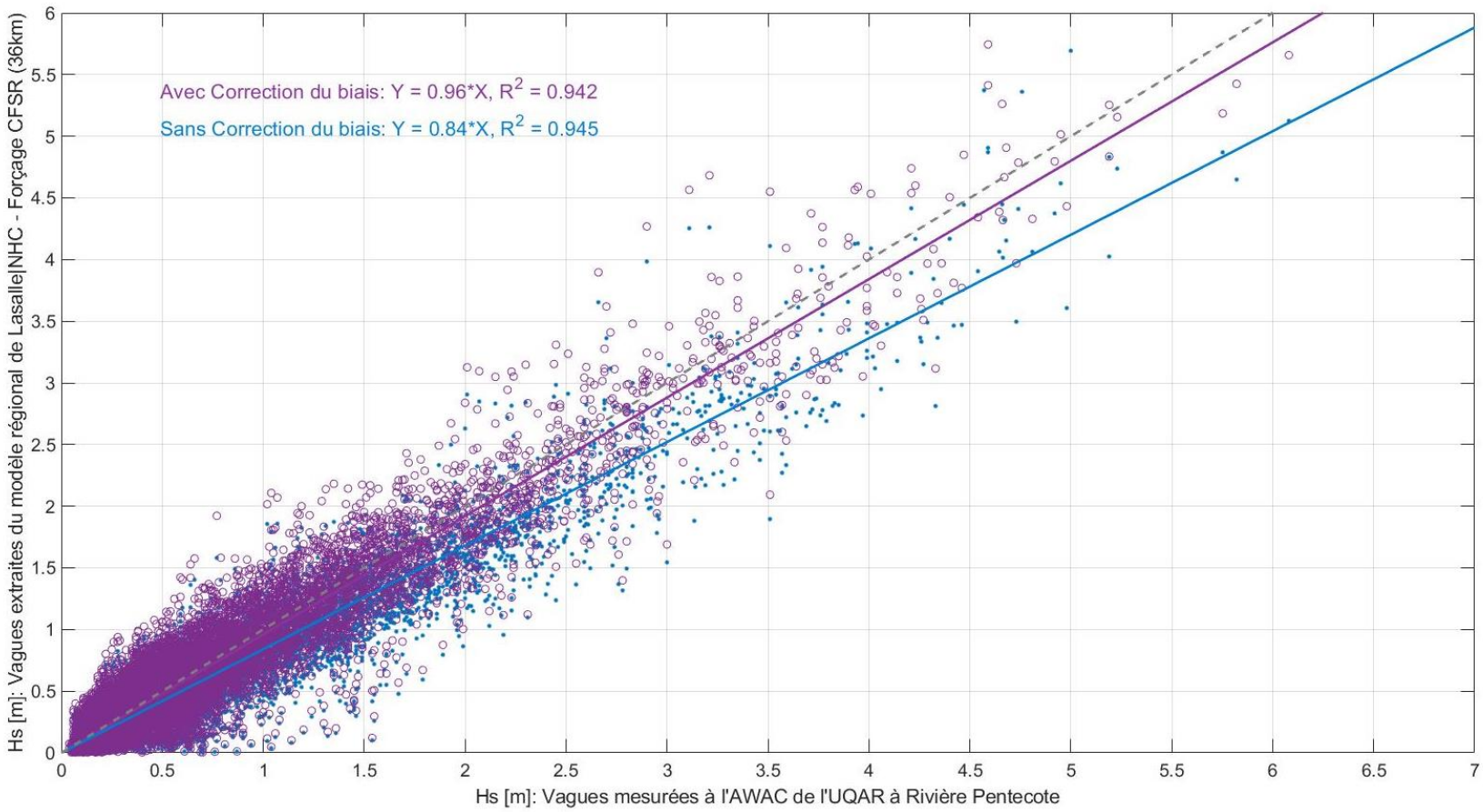
L'objectif de l'analyse du climat de vagues est de caractériser le régime de vagues susceptible d'atteindre la plage de Rochelois sur une période suffisamment longue, permettant ainsi d'établir des statistiques fiables. Pour cela, un modèle régional (Figure 2-4) alimenté par les vagues extraites d'un modèle global et par les données de vent[1], a été calibré à partir des mesures de vagues relevées à Rivière Pentecôte et à Sept-Îles Les figures 2-6, 2-7 et 2-8 illustrent les résultats des calibrations effectuées, permettant ainsi de corriger les biais observés dans les données du modèle du modèle numérique régional.

[1] Modèle CFSR (NOAA), d'une résolution de 36 km (0,5°), entre 1980 et 2023 (44 ans)



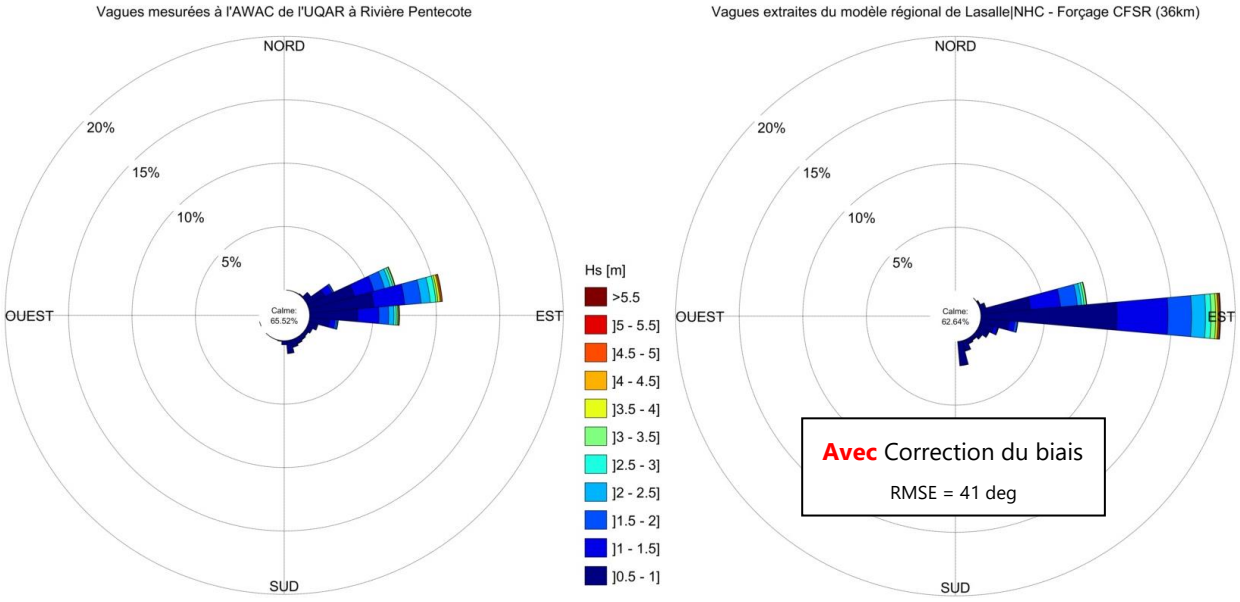
Période considérée : données synchrones entre 2014 et 2017, avril à décembre (hors couvert de glace) soit 17 183 heures de données.

Figure 2-6 : Validation des vagues à Rivière Pentecôte – Hauteur Significative.



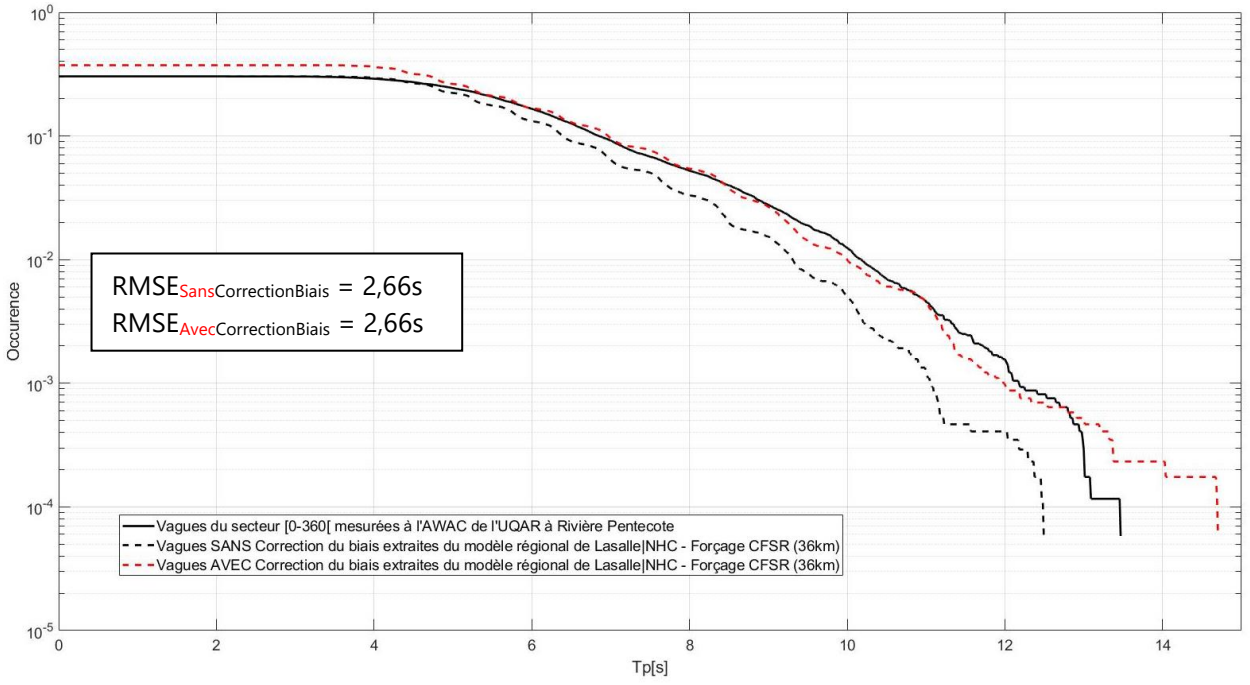
Période considérée : données synchrones entre 2014 et 2017, avril à décembre (hors couvert de glace) soit 17 183 heures de données.

Figure 2-6 (Suite) : Validation des vagues à Rivière Pentecôte – Hauteur Significative.



Période considérée : données synchrones entre 2014 et 2017, avril à décembre (hors couvert de glace) soit 17 183 heures de données.

Figure 2-7 : Validation des vagues à Rivière Pentecôte - Direction



Période considérée : données synchrones entre 2014 et 2017, avril à décembre (hors couvert de glace) soit 17 183 heures de données.

Figure 2-8 : Validation des vagues à Rivière Pentecôte – Période

2.2.3 Transformation des vagues jusqu'à la plage de Rochelois

Les données de vagues corrigées, couvrant la période de 1980 à 2023 (44 ans), issues de cette simulation, ont servi de conditions aux frontières d'un domaine local, dont le maillage a été conçu pour représenter de manière adéquate la propagation des vagues jusqu'à proximité de la plage de Rochelois. Dans ce domaine, la simulation considère les mêmes champs de vent que dans le domaine régional, ainsi que les variations du niveau de l'eau déterminées dans la section précédente et les caractéristiques des vagues le long du domaine local, extraites de la simulation réalisée dans le domaine régional. La Figure 2-9 montrent les caractéristiques des vagues imposées aux frontières du domaine local.

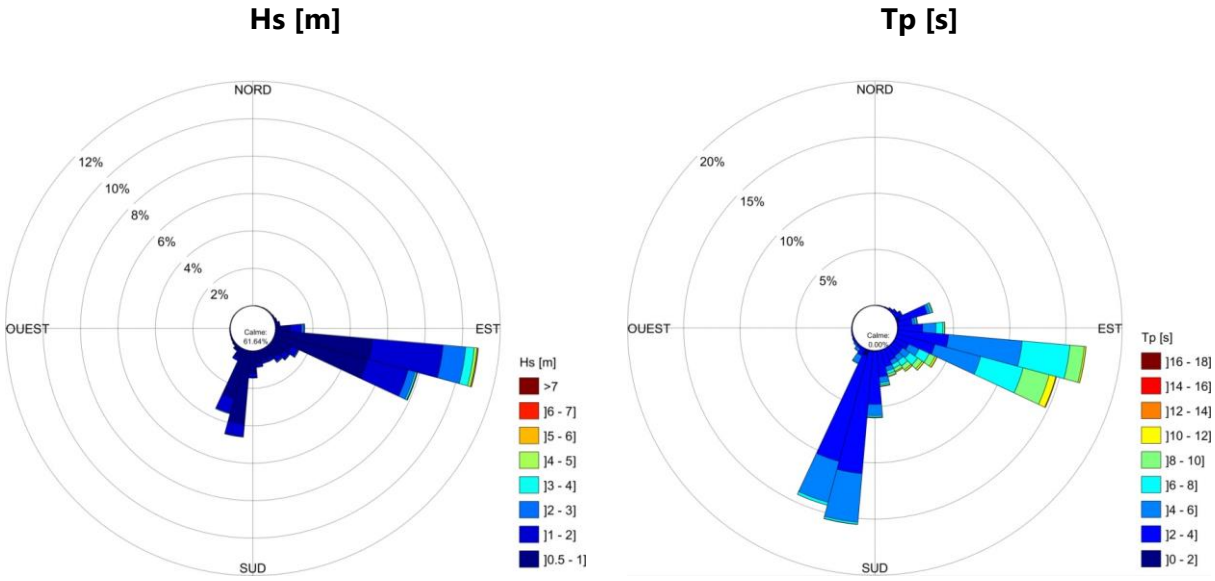


Figure 2-9 : Distribution des caractéristiques (Hs et Tp) des vagues corrigées du modèle régional selon leurs provenances à l'entrée du domaine local

Les séries temporelles des caractéristiques des vagues simulées dans le domaine local ont ensuite été extraites à différents nœuds du maillage (Tableau 2-4), afin d'analyser la réfraction des vagues au fur et à mesure de leur propagation vers la plage (Figure 2-10 et Figure 2-11).

Sur la période modélisée de 44 ans, les périodes des vagues à l'entrée du domaine local varient entre 0 et 16 secondes et proviennent principalement de deux secteurs : l'est et le sud. Les vagues de plus longue période (Tp supérieures à 8 s) et de plus grande amplitude (Hs supérieures à 3 m) proviennent majoritairement du secteur est (Figure 2-9). En se propageant vers la plage de Rochelois, la direction des vagues tend à s'uniformiser en raison de la réfraction, les vagues finissant par provenir uniquement du sud le long de la plage de Rochelois.

Les hauteurs des vagues sont considérablement réduites, passant d'un maximum de près de 14 m (profondeur d'environ 100 m) à l'entrée du domaine local, à un maximum d'environ 5,5 m (profondeur de 10 m) à l'entrée de l'archipel d'îles (OS3), pour atteindre un maximum de 2 m le long de la plage (P1, P2 et P3). Les courbes d'occurrence (Figure 2-12) montrent une différence marquée entre l'ouest et l'est de la plage. En effet, la probabilité de dépassement d'une hauteur significative donnée est plus élevée à l'ouest qu'à l'est (comparaison entre P1 et P2/P3, ou entre NS1 et NS2).

Les périodes de retour, dérivées des statistiques des valeurs maximales annuelles des hauteurs de vagues aux différents points, sont présentées dans la

Figure 2-13. La différence entre l'ouest et l'est est toujours visible pour les points NS1/NS2, mais elle devient négligeable le long de la plage (P1, P2 et P3).

Tableau 2-4 : Coordonnées des points d'extraction

Point	X	Y	Z
	[m_{MTM6}]	[m_{MTM6}]	[m_{CGVD28}]
P1	350700	5542725	-1,36
P2	351050	5542725	-1,00
P3	351300	5542725	-1,12
NS1	350700	5542400	-3,31
NS2	351300	5542400	-3,84
OS3	351200	5541600	-9,63
CL Offshore	353969	5534430	-100

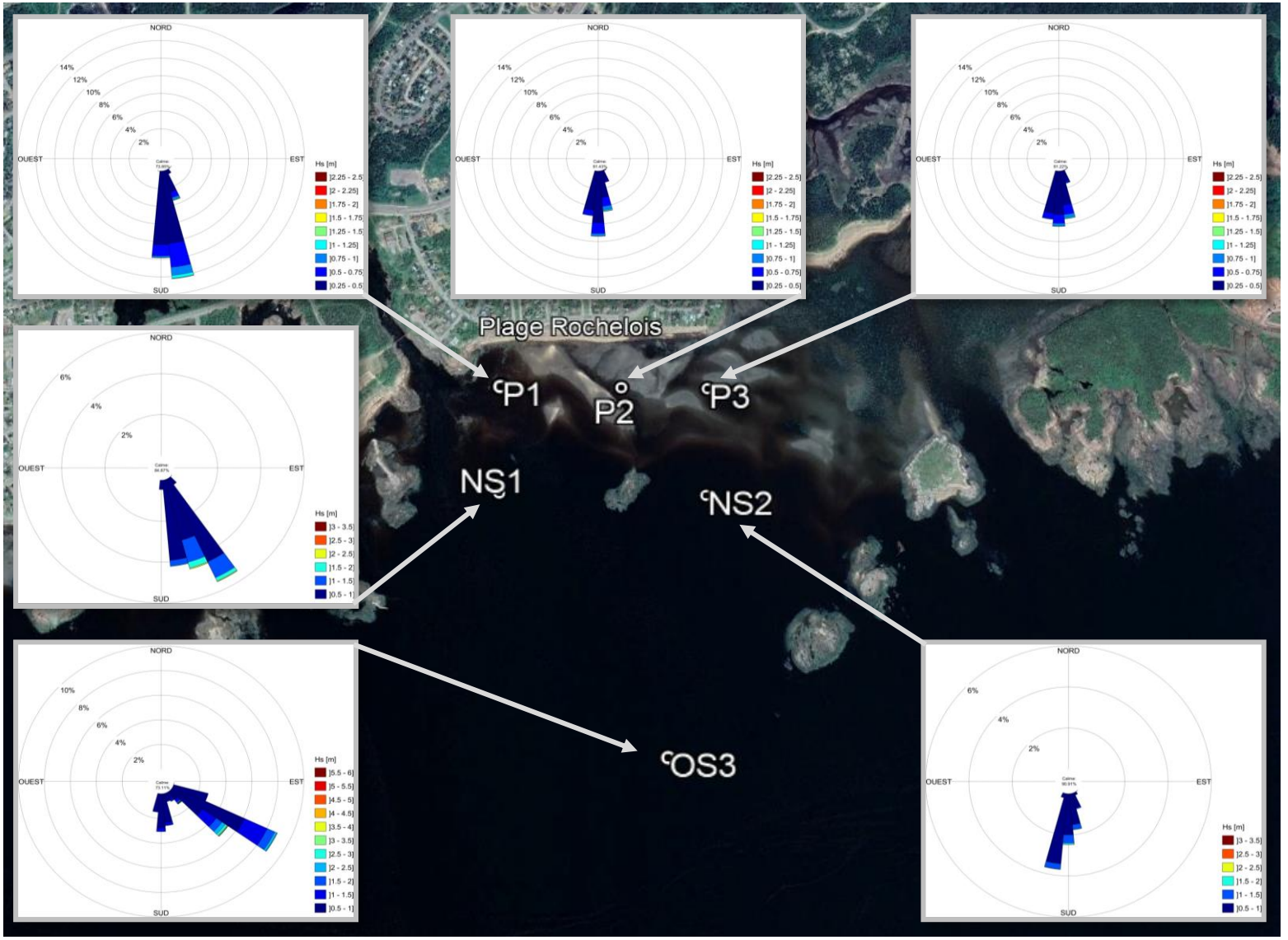


Figure 2-10 : Distribution des hauteurs significatives des vagues (Hs [m]) dans le domaine local selon leurs provenances

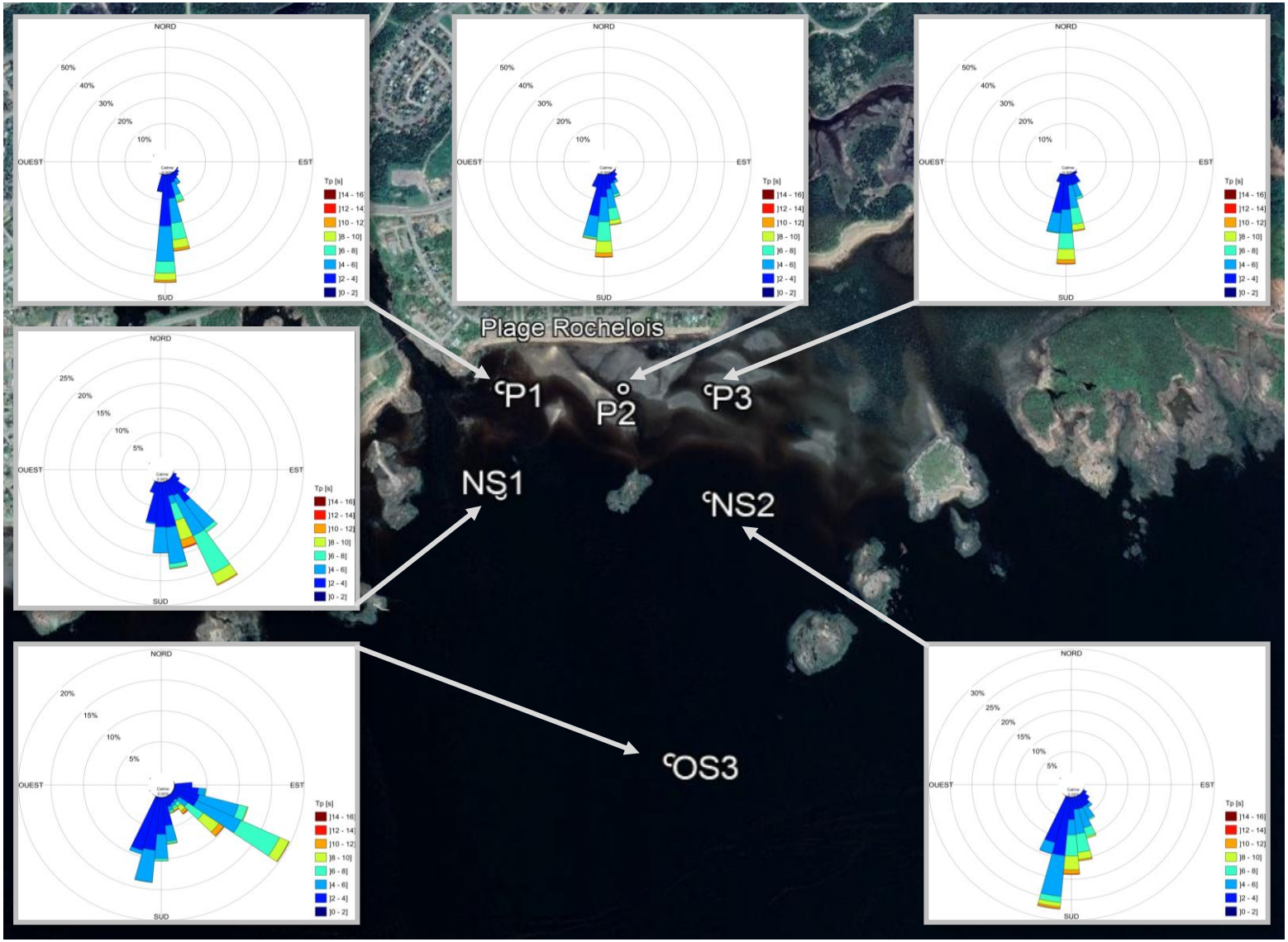


Figure 2-11 : Distribution des périodes pics des vagues (Tp [s]) dans le domaine local selon leurs provenances

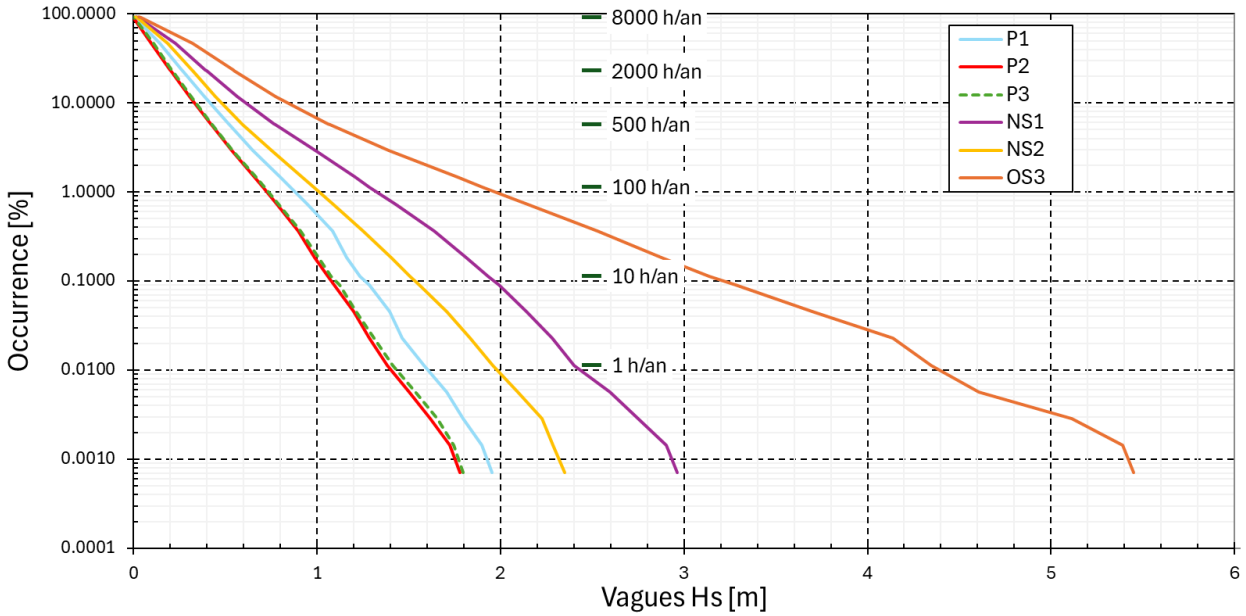


Figure 2-12 : Probabilité de dépassement de la hauteur des vagues (Hs [m]) selon leur position dans le domaine local

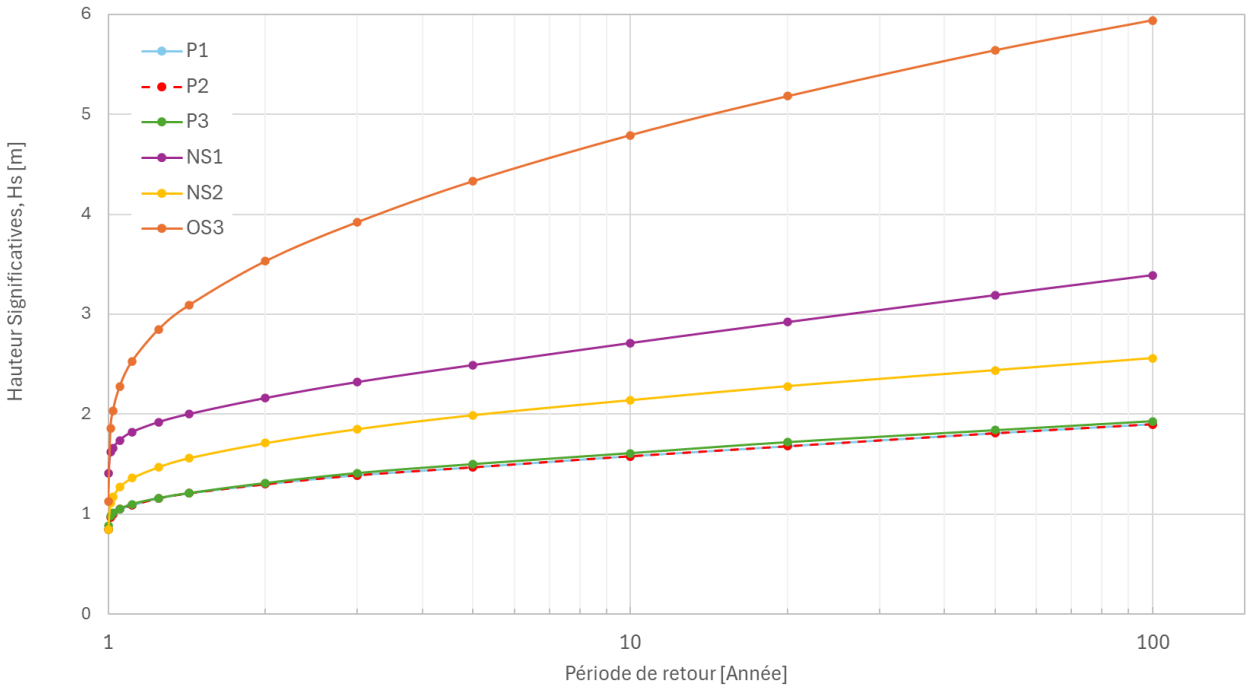


Figure 2-13 : Période de retour de la hauteur des vagues (Hs [m]) selon leur position dans le domaine local

2.3 Dépendance de variables

Compte tenu des caractéristiques des tempêtes dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, les variables de niveaux d'eau et de hauteur de vagues ne sont pas strictement indépendantes au sens de l'occurrence statistique. En effet, les vagues importantes, étant générées par des forts vents, surviennent durant des dépressions atmosphériques (cyclones) couvrant de grandes superficies. La combinaison de l'effet de baromètre inversé et des vents soutenus sur le golfe du Saint-Laurent peut engendrer des surcotes importantes qui se superposeront à l'amplitude de la marée. C'est pour cette raison que les tempêtes exceptionnelles surviennent souvent (mais pas toujours) à des niveaux hauts.

Les notions de probabilités se compliquent donc dans une telle situation : les probabilités d'occurrence de chacun des deux événements ne peuvent pas tout simplement être multipliées ensemble pour obtenir une probabilité d'occurrence simultanée des deux événements. En effet, une telle opération aurait pour effet de surestimer la période de retour d'un événement et, en conséquence, de sous-dimensionner un ouvrage de protection côtière. Pour cette raison, il est primordial d'évaluer la dépendance entre les variables de niveaux d'eau et de hauteur de vagues.

Les sections précédentes présentaient, de manière indépendante, les périodes de retour pour des événements de maximums annuels de niveaux d'eau et de vagues. La présente section a ainsi pour but d'analyser et de présenter les périodes de retour combinées de niveau d'eau et de vagues.

Les calculs de périodes de retour combinées de niveau d'eau et de vagues ont été réalisés en utilisant une approche stochastique. La méthodologie consiste à évaluer la probabilité d'occurrence simultané de vagues, surcote et marée (le niveau d'eau résulte de la superposition de la surcotes et de la marée). Les résultats de périodes de retour combinées sont présentés sur la Figure 2-14. Cette figure identifie et caractérise certains évènements qui se démarquent où qui sont d'un certain intérêt pour la suite de l'étude (Tableau 2-5). On note que les dernières tempêtes majeures de 2016 et 2022, n'ayant pas été étudiées dans le rapport précédent, ont des périodes de retour supérieures à 100 ans.

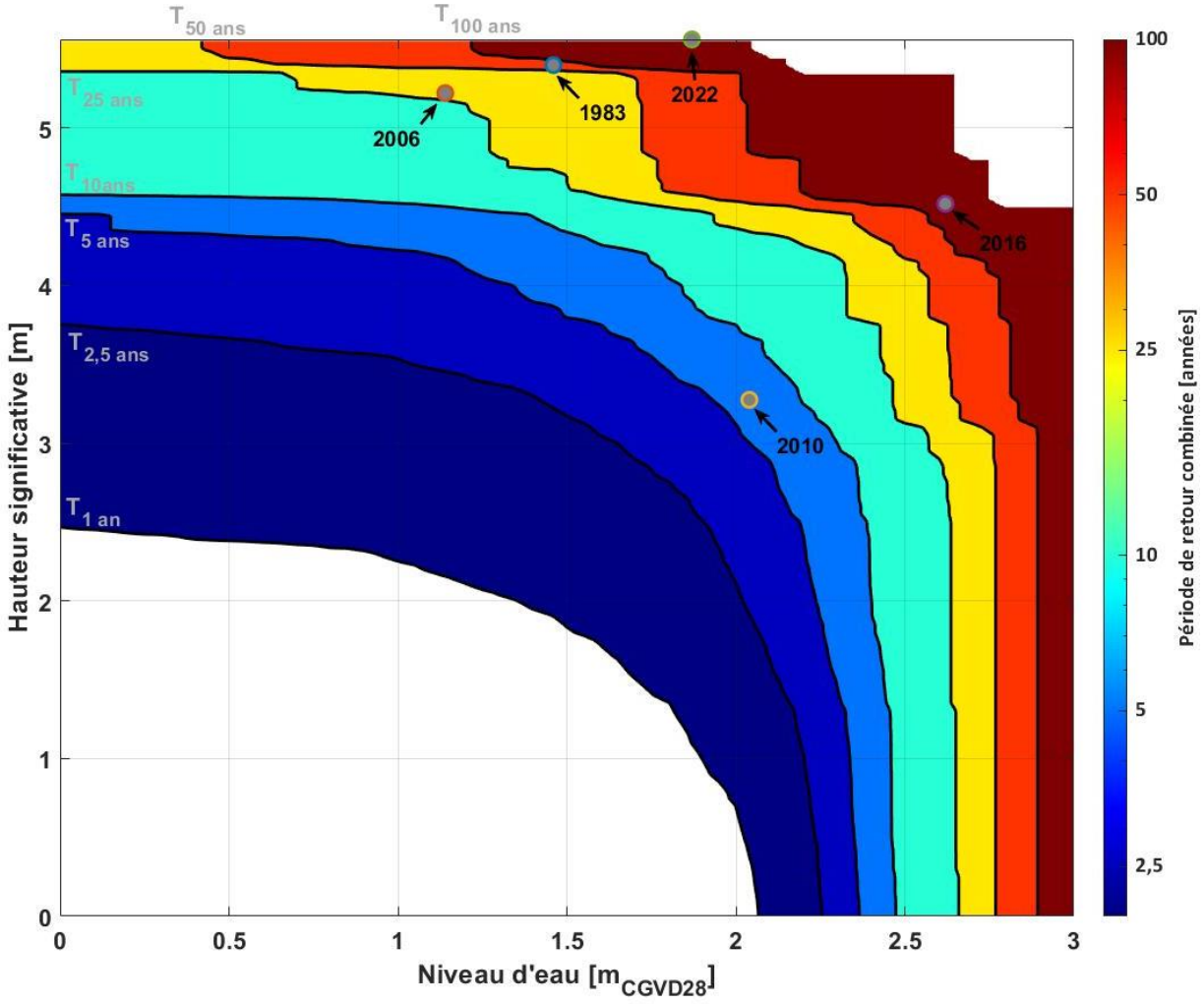


Figure 2-14: Périodes de retour combinées (vagues et niveaux d'eau) au point OS3 – climat actuel 2024

Tableau 2-5 : Caractéristiques des vagues et des niveaux d'eau durant des évènements marquants ayant eu lieu entre 1980 et 2023

			7 déc. 1983	29 oct. 2006	5/6 déc. 2010	30 déc. 2016	24 déc. 2022
Caractéristiques au moment du maximum de hauteur de vague (période de retour [années])	**Hauteur significative à OS3 (Hs_{max})**	**[m]**	**5,40 (31)**	**5,22 (22)**	**3,27 (1,5)**	**4,52 (6)**	**5,56 (42)**
	Niveau d'eau	[m_{CGVD28}]	1,46 (< 1)	1,14 (< 1)	2,04 (1,5)	2,62 (27)	1,87 (< 1)
	Marée astronomique	[m_{CGVD28}]	0,19	0,23	1,64	1,4	0,81
	Surcote	[m]	1,27	0,9	0,40	1,22	1,06
Caractéristiques au moment du maximum de niveau d'eau (période de retour [années])	Hauteur significative à OS3	[m]	5,40 (31)	5,22 (22)	2,50 (1)	4,38 (5)	3,65 (2)
	Niveau d'eau (NE_{max})	**[m_{CGVD28}]**	**2,57 (20)**	**1,14 (< 1)**	**2,67 (32)**	**2,70 (39)**	**2,34 (5)**
	Marée astronomique	[m_{CGVD28}]	1,52	0,23	1,69	1,44	1.86
	Surcote	[m]	1,05	0,9	0,98	1,27	0,48
Caractéristiques au moment du maximum de surcote (période de retour [années])	Hauteur significative à OS3	[m]	5,40 (31)	5,11 (17)	2,50 (1)	4,19 (4)	5,44(34)
	Niveau d'eau	[m_{CGVD28}]	1,46 (< 1)	1,12 (< 1)	2,67 (32)	2,45 (10)	1,38 (< 1)
	Marée astronomique	[m_{CGVD28}]	0,19	0,19	1,69	1,19	0,26
	Surcote maximale	**[m]**	**1,27**	**0,94**	**0,98**	**1,27**	**1,12**

Port-Cartier
Plage Rochelois
Protection des berges



Rapport technique PRÉLIMINAIRE
15 mai 2026

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

TABLES DES MATIÈRES

TABLES DES MATIÈRES ii
Liste des figures iii
Liste des tableaux iii
1 Introduction 1
1.1 Mise en contexte 1
1.2 Objectifs de la présente étude 2
2 Données de base 4
2.1 Généralités 4
2.2 Niveaux d'eau 4
2.3 Influence des changements climatiques 6
2.4 Recommandations de niveaux d'eau – Conception d'infrastructures côtières 8
2.5 Vagues au large de la zone à protéger 8
2.6 Topo-bathymétrie des rives 13
2.7 Calcul de l'élévation des crêtes des ouvrages 14
2.8 Granulométrie des matériaux de recharge 14
3 Conception d'une protection de berge en recharge de plage 15
3.1 Série temporelle de vagues et de niveaux d'eau 15
3.2 Remontée des vagues sur une plage 15
4 Conception de l'épi à l'est de la recharge de plage 19
4.1 Série temporelle de vagues et de niveaux d'eau 19
4.2 Dimension des pierres de l'épi 19
4.3 Remontée des vagues sur l'épi 19
5 Options de protection des berges envisagées 20
5.1 Recharge de plage 20
5.2 Options de recharge V1 versus V2 21
5.3 Option V3 22
5.4 Option V4 23
5.5 Option de recharge avec un D_{50} de 10 mm 27
5.6 Option de recharge avec un D_{50} de 5 mm 27
6 Conclusion et recommandations 29
6.1 Conclusion 29
6.2 Recommandations 29

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Port-Cartier – Plage Rochelois – Localisation de la plage (Carte topographique au 1/20 000e) 3

Figure 2.1 Port-Cartier – Fréquence de dépassement des niveaux d'eau horaires extrêmes hauts 5

Figure 2.2 Port-Cartier – Période de retour des niveaux d'eau annuels extrêmes hauts 6

Figure 2.3 Hausse du niveau moyen des mers – GIEC/IPCC-2021 (« 2 » = SSP2-4.5, « 5 » = SSP5-8.5) 7

Figure 2.4 Localisation des points d'extraction des vagues – Lasalle|NHC, 2026 (en préparation) 10

Figure 2.5 Hauteurs significative des vagues par 2,5 m de profondeur (P1) – Fréquence de dépassement 11

Figure 2.6 Relation entre le Hs et la direction des grandes vagues au point P1 12

Figure 2.7 Relation entre le Hs et la période de pointe des grandes vagues au point P1 12

Figure 2.8 Relevés topographiques disponibles dans la zone d'étude (Cadoret-2023) 13

Figure 3.1 Remontée des vagues – $R_{2\%}$ Poate-2016 – Conditions actuelles – Fond à -1,3 m 16

Figure 3.2 Résultats des calculs de remontée des vagues sur une plage – Rochelois point P1 – Fond à -1,3 m (climat actuel) 17

Figure 3.3 Résultats des calculs de remontée des vagues sur une plage – Rochelois point P3 – Fond à -1,0 m (climat actuel) 17

Figure 5.1 Coupe-type d'une recharge de plage – Zone centrale de la plage Rochelois 21

Figure 5.2 Comparaison des options de recharge de plage – V1 (2021) versus V2 (2025) 21

Figure 5.3 Vue en plan de l'option V3 de recharge de la plage Rochelois 22

Figure 5.4 Coupe-type de la recharge de plage option V3 avec excavation préalable de la plage actuelle 23

Figure 5.5 Vue en plan de l'option V4 de la recharge de plage (vue d'ensemble) 25

Figure 5.6 Vue en plan de l'option V4 de la recharge de plage (zoom sur l'extrémité est) 26

Figure 5.7 Comparaison en coupe des options de recharge utilisant des D_{50} et 15 mm et de 10 mm 27

Figure 5.8 Comparaison en coupe des options de recharge utilisant des D_{50} et 15 mm et de 5 mm 28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Fréquence de dépassement des niveaux d'eau à Port-Cartier 8

Tableau 2.2 Localisation des points d'extraction des vagues à Port-Cartier 9

Tableau 3.1 Recommandations d'élévation de crête de la recharge selon la zone 18

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 de la Ville de Port-Cartier **(VPC)** et du ministère de la Sécurité intérieure **(MSI)** et de leurs représentants autorisés dans le cadre spécifique de l'étude de **la protection des berges 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 la VPC et le MSI**.**

1 Introduction

1.1 Mise en contexte

La plage Rochelois située dans la municipalité de Port-Cartier (voir figure 1.1) subit de l'érosion lors de tempêtes majeures. La récurrence des ondes de tempête affectant le site d'étude s'est accélérée au cours de la période récente. Les tempêtes du 26 octobre 1980 et du 7 décembre 1983 ont été suivies de plusieurs tempêtes majeures qui ont affecté Port-Cartier entre mars 2005 et décembre 2022, dont la tempête du 6 décembre 2010 et celle du 30 décembre 2016.

Une analyse de solutions a été réalisée en 2011-2012 (DESSAU) en vue d'une recharge de la plage Rochelois.

Les études de protection de la plage Rochelois ont été reprises en 2017, sous l'égide du ministère de la Sécurité publique (MSP, devenu récemment ministère de la Sécurité intérieure - MSI), suite aux dommages observés lors de la tempête de décembre 2016. Une première étude visait la protection de la plage Rochelois sous la forme d'une recharge de plage à l'aide de matériaux granulaires et d'un épi à son extrémité est[1].

Une analyse hydro-sédimentaire a été effectuée par Lasalle|NHC[2] en 2019. Une analyse granulométrique des sédiments présents sur la plage avait été réalisée à cette occasion.

Des séances publiques d'information se sont tenues du 25 et 26 novembre 2020, séances au cours desquelles la mission du MSI et un projet de recharge de plage ont été présentées.

Depuis 2008, de multiples acquisitions de données et travaux de recherche ont eu lieu à Port-Cartier et au Québec afin de mieux comprendre la situation relative aux aléas côtiers. Ces informations découlent de demandes du MSI, mais aussi de projets de recherche universitaires.

Un contrat a été octroyé le 3 octobre 2023 par la Ville de Port-Cartier à Consultants Ropars Inc. (CRI) pour la « *Mise à jour de la conception préliminaire du projet de stabilisation du secteur de la plage Rochelois* ».

[1] Consultants Ropars Inc., "Port-Cartier – Rochelois – Recharge de plage », Rapport technique daté de mars 2018 présenté au Ministère de la Sécurité publique.

[2] Lasalle|NHC, « Plage Rochelois à Port-Cartier – Résumé des résultats de modélisation », Présentation faite par Nicolas Galant et Tristan Aubel le 28 juin 2019.

En parallèle, la Ville de Port-Cartier a également mandaté Lasalle|NHC afin de modéliser les conditions hydro-sédimentaires spécifiques au site de Rochelois. L'étude présentée dans ce rapport s'appuie en partie sur ces modélisations hydro-sédimentaires.

Une analyse de risque produite en 2026 par les experts en géomorphologie côtière du MSI brosse un portrait de l'intensité des aléas côtiers et de la vulnérabilité des infrastructures des secteurs visés à Port-Cartier.

Le MSI souhaite que les solutions d'atténuation des risques d'érosion et de submersion côtières financées par le Cadre pour la prévention de sinistres (CPS) répondent en priorité aux objectifs suivants:

- Protéger durablement les populations et les biens face aux risques identifiés;
- Viser une pérennité des mesures sur une période minimale de 30 ans, en intégrant les effets des changements climatiques;
- S'assurer de la faisabilité technique des solutions proposées;
- Impliquer des investissements inférieurs ou égaux à la valeur des enjeux exposés;
- Adapter les solutions aux spécificités du territoire;
- Limiter les impacts environnementaux;
- Favoriser l'acceptabilité sociale.

La solution de recharge de la plage Rochelois à Port-Cartier s'inscrit dans les objectifs du MSI.

1.2 Objectifs de la présente étude

Les objectifs du mandat confié par la Ville de Port-Cartier à Consultants Ropars Inc. sont de :

- Analyser les informations topo-bathymétriques récentes concernant la plage Rochelois à Port-Cartier,
- Analyser les données révisées de vagues et de niveaux d'eau (données fournies par Lasalle|NHC);
- Calculer la remontée des vagues sur la recharge de plage envisagée;
- Définir les caractéristiques techniques de la recharge de plage en s'appuyant sur les données de modélisations des conditions hydro-sédimentaires produites par Lasalle|NHC;
- Estimer les quantités de matériaux impliqués dans la recharge de plage;
- Rédiger un rapport technique détaillant les calculs et les recommandations.



Figure 1.1 Port-Cartier – Plage Rochelois – Localisation de la plage (Carte topographique au 1/20 000e)

2 Données de base

2.1 Généralités

De nombreuses données ont été consultées et analysées afin d'en arriver à dimensionner la recharge de plage présentée dans la suite de ce rapport. Les données les plus récentes et les plus représentatives de la topographie du rivage et de l'impact des vagues sur ce rivage (tempêtes récentes, changements climatiques, diminution du couvert de glace, etc.) ont été retenues en priorité.

Le dimensionnement de la recharge est également appuyé sur des modélisations numériques des conditions hydro-sédimentaires à court et à long terme du secteur.

Les prochains paragraphes présentent le détail des données utilisées. Il s'agit dans toute la mesure du possible des données les plus récentes. Il est cependant important de noter que, surtout pour la topographie de la plage, les changements sont constants et qu'une mise à jour de ces données pourrait être requise avant la mise en œuvre d'un projet de protection de la plage Rochelois à Port-Cartier.

2.2 Niveaux d'eau

Quelques données de niveaux d'eau sont disponibles pour Port-Cartier (#2790) en 1961 et 1966 sur le site du ministère des Pêches et Océans Canada (MPO – Service hydrographique du Canada[3]). Port-Cartier se situe à environ 40 km au sud-ouest de la station du SHC à Sept-Îles (N° 2780).

La série de données de niveaux d'eau de Port-Cartier étant nettement insuffisante dans le cadre d'un projet de protection de berge, la série temporelle horaire des niveaux d'eau modélisés par Lasalle|NHC entre 1980 et 2023 a servi à l'analyse des niveaux d'eau à Port-Cartier. La série temporelle des niveaux d'eau modélisés par Lasalle|NHC a été validée sur les données de stations du SHC situées dans l'estuaire et dans le Golfe du Saint-Laurent.

Le SHC donne en 2025 une différence de 1,47 m entre le Zéro des cartes marines (ZC) et le zéro géodésique CGVD28 (ZG) à Port-Cartier, le ZG se situant au-dessus du ZC à Port-Cartier.

La figure 2.1 présente la courbe de fréquence de dépassement des niveaux d'eau extrêmes hauts à Port-Cartier (données horaires modélisées de 1980 à 2023). Selon la régression polynomiale utilisée dans ce graphique, le niveau d'eau dépassé une heure tous les 50 ans est de +2,71 m CGVD28.

[3] https://www.isdm-gdsi.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/sd-ds-fra.asp?no=2790&user=isdm-gdsi&region=PAC

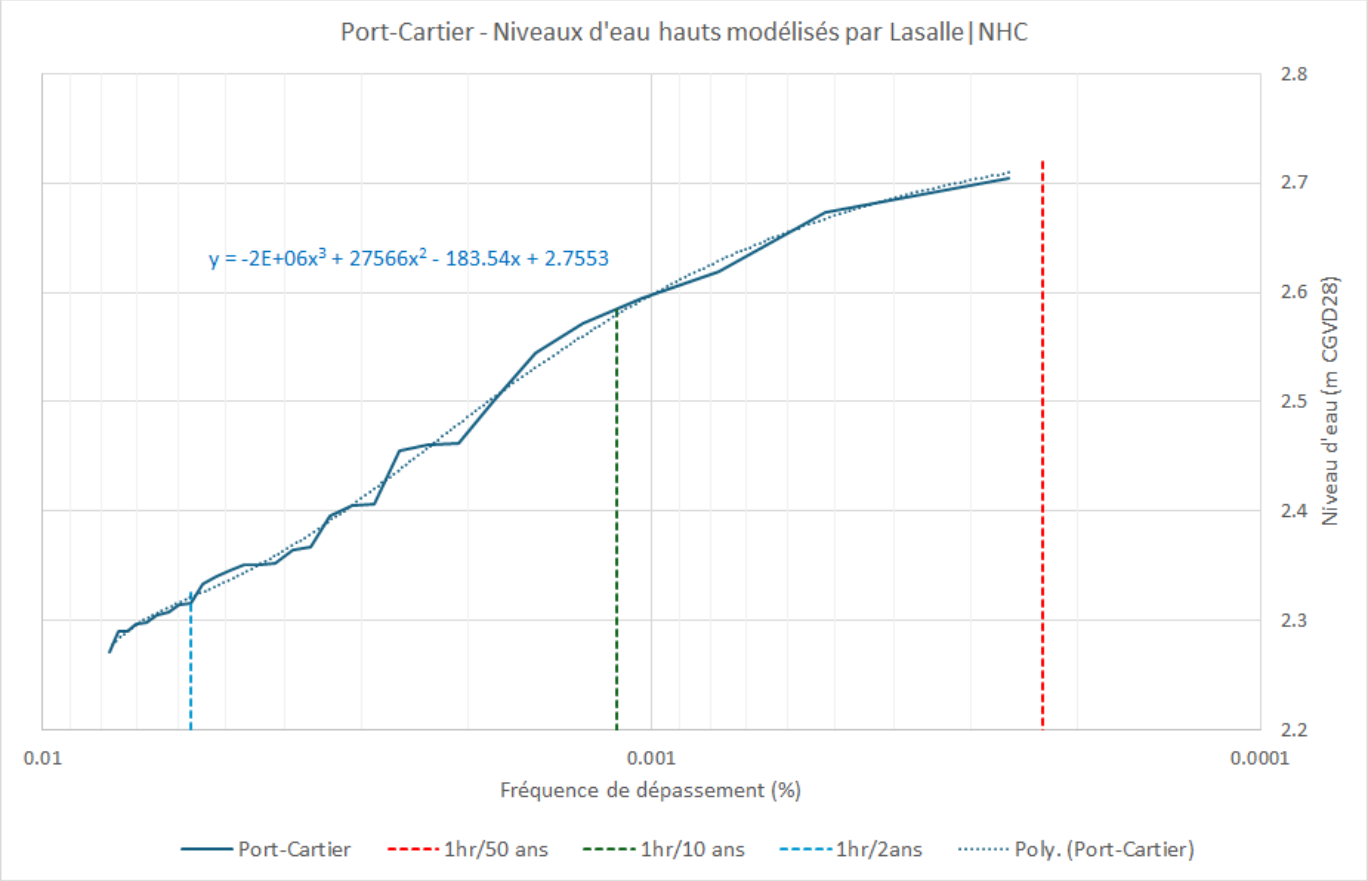


Figure 2.1 Port-Cartier – Fréquence de dépassement des niveaux d'eau horaires extrêmes hauts

La figure 2.2 présente l'analyse statistique des maximums annuels sur la même période. Les résultats sont similaires avec les deux méthodes statistiques pour la période de retour de 50 ans (+2,70 m versus +2,71 m CGVD28).

L'analyse faite par Lasalle|NHC en utilisant une méthode statistique différente propose une valeur similaire, soit +2,75 m.

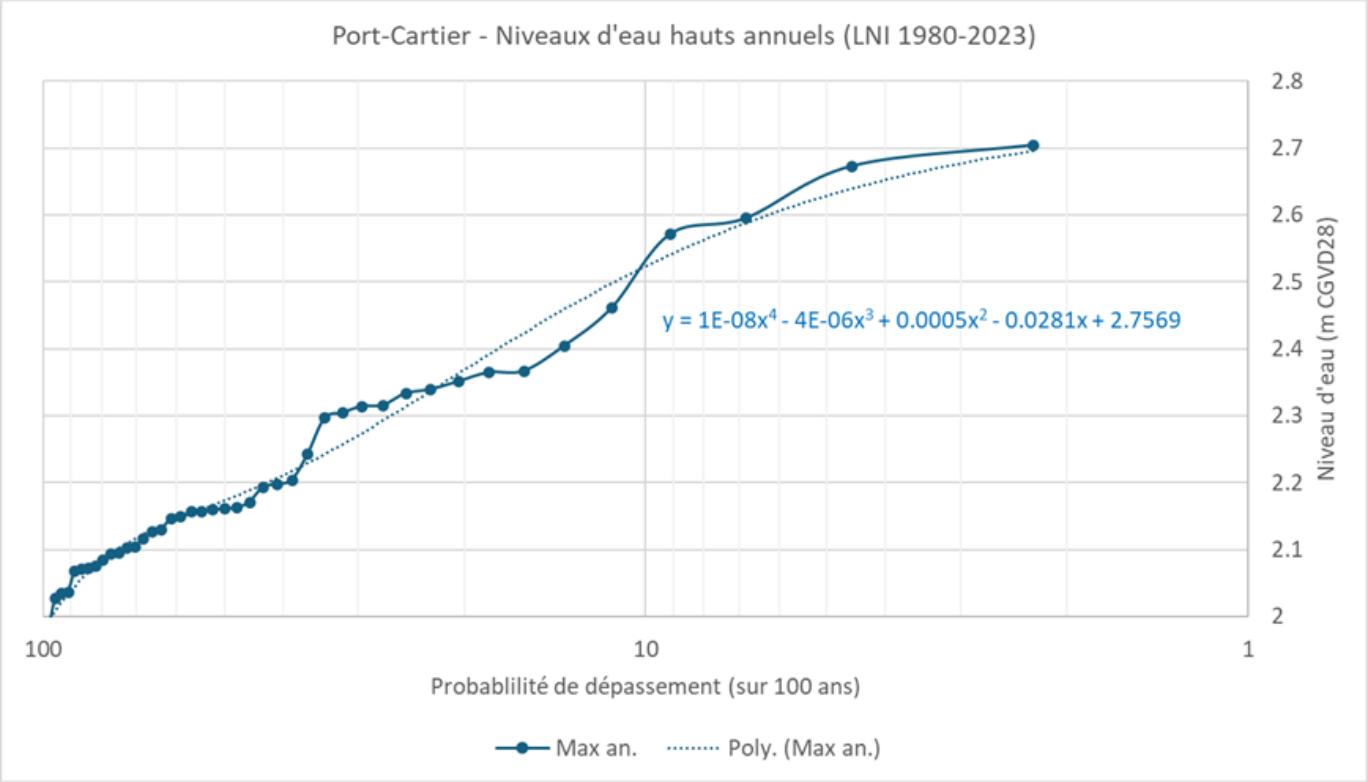


Figure 2.2 Port-Cartier – Période de retour des niveaux d'eau annuels extrêmes hauts

2.3 Influence des changements climatiques

La hausse du niveau moyen des mers[4] selon le GIEC (IPCC)[5] et le calcul de l'ajustement isostatique selon NRCan[6] ont été utilisés en vue d'obtenir une évaluation des niveaux d'eau extrêmes dans le futur.

Ressources naturelles Canada indique pour Port-Cartier une remontée de la croute terrestre de 3,6 mm/an.

Les données du rapport du GIEC en 2023 (scénario SSP5-8.5[7] – Voir figure 2.3) tendent à indiquer une hausse du niveau d'eau de 0,33 à 0,48 m (fourchette probable) lors des 50 prochaines années (prévision de

[4] IPCC AR6 WGI: "It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land. Global mean sea level increased by 0.20 [0.15 to 0.25] m between 1901 and 2018. The average rate of sea level rise was 1.3 [0.6 to 2.1] mm yr-1 between 1901 and 1971, increasing to 1.9 [0.8 to 2.9] mm yr-1 between 1971 and 2006, and further increasing to 3.7 [3.2 to 4.2] mm yr-1 between 2006 and 2018 (high confidence).".

[5] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat / Intergovernmental Panel on Climate Change

[6] Ressources naturelles Canada http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/trx.php

[7] IPCC AR6 WGI: "Throughout this report, the five illustrative scenarios are referred to as SSPx-y, where 'SSPx' refers to the **Shared Socio-economic Pathway** or 'SSP' describing the socio-economic trends underlying the scenario, and 'y' refers to the approximate level of radiative forcing (in W m_{-2}) resulting from the scenario in the year 2100. A detailed comparison to scenarios used in earlier IPCC reports is provided in

0,39 m par rapport à 2005). La hausse relative du niveau d'eau selon ce scénario serait de 0,08 m en 2045 et de 0,22 m en 2075 par rapport aux niveaux d'eau de 2025.

Par rapport à 2025, la combinaison de la hausse du niveau moyen des mers et du relèvement isostatique à **Port-Cartier** donne une **hausse effective du niveau d'eau de :**

- **0,08 m dans 20 ans,**
- **0,12 m dans 30 ans,**
- **0,22 m dans 50 ans.**

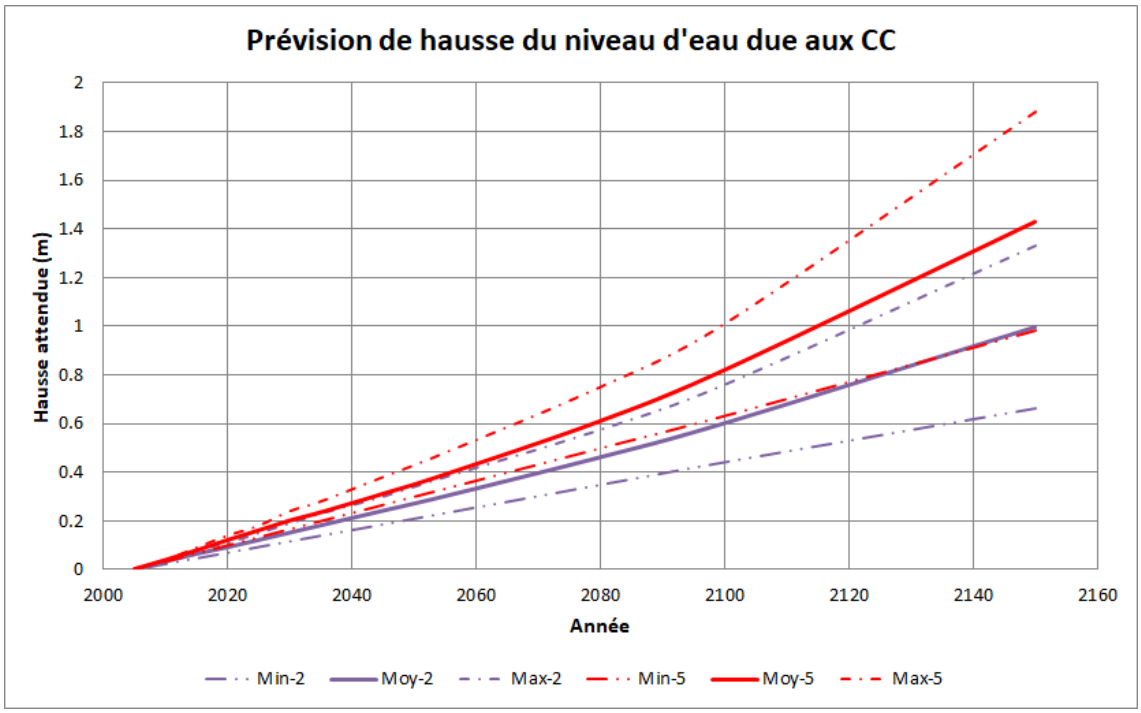


Figure 2.3 Hausse du niveau moyen des mers – GIEC/IPCC-2021 (« 2 » = SSP2-4.5, « 5 » = SSP5-8.5)

Section TS1.3 and 1.6 and 4.6. The SSPs that underlie the specific forcing scenarios used to drive climate models are not assessed by WGI. Rather, the SSPx-y labelling ensures traceability to the underlying literature in which specific forcing pathways are used as input to the climate models. IPCC is neutral with regard to the assumptions underlying the SSPs, which do not cover all possible scenarios. Alternative scenarios may be considered or developed."

2.4 Recommandations de niveaux d'eau – Conception d'infrastructures côtières

Selon la base de données de Lasalle|NHC, les niveaux d'eau présentés au tableau 2.1 devraient être retenus dans le dimensionnement des infrastructures côtières. Il est recommandé de prendre en compte l'influence sur les niveaux d'eau des changements climatiques et de l'ajustement isostatique spécifique à la région de Port-Cartier. À l'échéance de 50 ans, on s'attend à ce que les niveaux d'eau moyens soient 22 cm plus haut qu'aujourd'hui.

Tableau 2.1 Fréquence de dépassement des niveaux d'eau à Port-Cartier

Niveau d'eau	Fréquence de dépassement	Élévation (m GVD28)	Remarque
Haut	1 heure / 2 ans	+2,32	
Très haut	1 heure / 10 ans	+2,58	
Extrême actuel	1 heure / 50 ans	+2,72	Sans influence des changements climatiques ni ajustement isostatique
Extrême futur	1 heure / 50 ans	+2,94	Avec influence des changements climatiques et de l'ajustement isostatique

La limite d'**empiètement sur l'habitat du poisson** est définie par le ministère des Pêches et Océans Canada comme correspondant à la pleine mer supérieure de grande marée (PMSGM). Les données fournies par Pêches et Océans Canada[8] pour la station de Port-Cartier sont les suivantes :

- Pleine Mer Supérieure de Grande Marée (**PMSGM**) : +3,36 m ZC / +**1,89 m** CGVD28
- Pleine Mer Supérieure de Marée Moyenne (PMSMM) : +2,67 m ZC / +1,20 m CGVD28
- Niveau moyen de l'eau : +1,43 m ZC / -0.04 m CGVD28
- Basse Mer Inférieure de Marée Moyenne (BMIMM) : +0,39 m ZC / -1,08 m CGVD28
- Basse Mer Inférieure de Grande Marée (BMIGM) : -0,22 m ZC / -1,69 m CGVD28

2.5 Vagues au large de la zone à protéger

Les modélisations de vagues faites par Lasalle|NHC entre 1980 et 2023 (en se servant des données climatiques disponibles dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent) ont été utilisées pour dimensionner les

[8] https://marees.gc.ca/fr/stations/02790

protections de berge de Port-Cartier. Ces modélisations de vagues ont été validées à partir des données enregistrées par des AWAC de l'ISMER à Sept-Îles et Rivière Pentecôte.

Les données climatiques utilisées par Lasalle|NHC sont les données de forçage CFSR (grille de 36 km – entre 1980 et 2023) et HRDPS (grille de 2,5 km – entre 2018 et 2023). Les validations faites sur les données enregistrées par l'UQAR dans la région de Port-Cartier ont permis de montrer que l'utilisation du forçage CFSR nécessitait l'utilisation de facteurs de correction de biais pour représenter de façon satisfaisante le régime de vagues avec ce forçage.

Il faut noter que l'utilisation du forçage CFSR (1980-2023) pourrait avoir induit une légère sous-estimation des hauteurs de vagues extrêmes dans le secteur de Port-Cartier, malgré l'effort de correction fait par Lasalle|NHC pour débiaiser ces données.

Les vagues au large ont été réfractées en plusieurs points et des séries chronologiques ont été produites pour différents points d'extraction.

La figure 2.4 illustre la position des points d'extraction des vagues fournis par Lasalle|NHC.. Les informations concernant les points P1, P2 et P3 ont été utilisées dans le dimensionnement des ouvrages de protection.

Les coordonnées (MTM6) des points P1 à P3 sont :

Tableau 2.2 Localisation des points d'extraction des vagues à Port-Cartier

Point	X (m MTM6)	Y (m MTM6)	Z (m CGVD28)
P1	350700	5542725	-1,36
P2	351050	5542725	-1,00
P3	351300	5542725	-1,12

On distingue deux orientations principales des grandes vagues au large de Port-Cartier, soit le sud et le sud-est. À l'approche de la rive, les vagues proviennent exclusivement du sud.

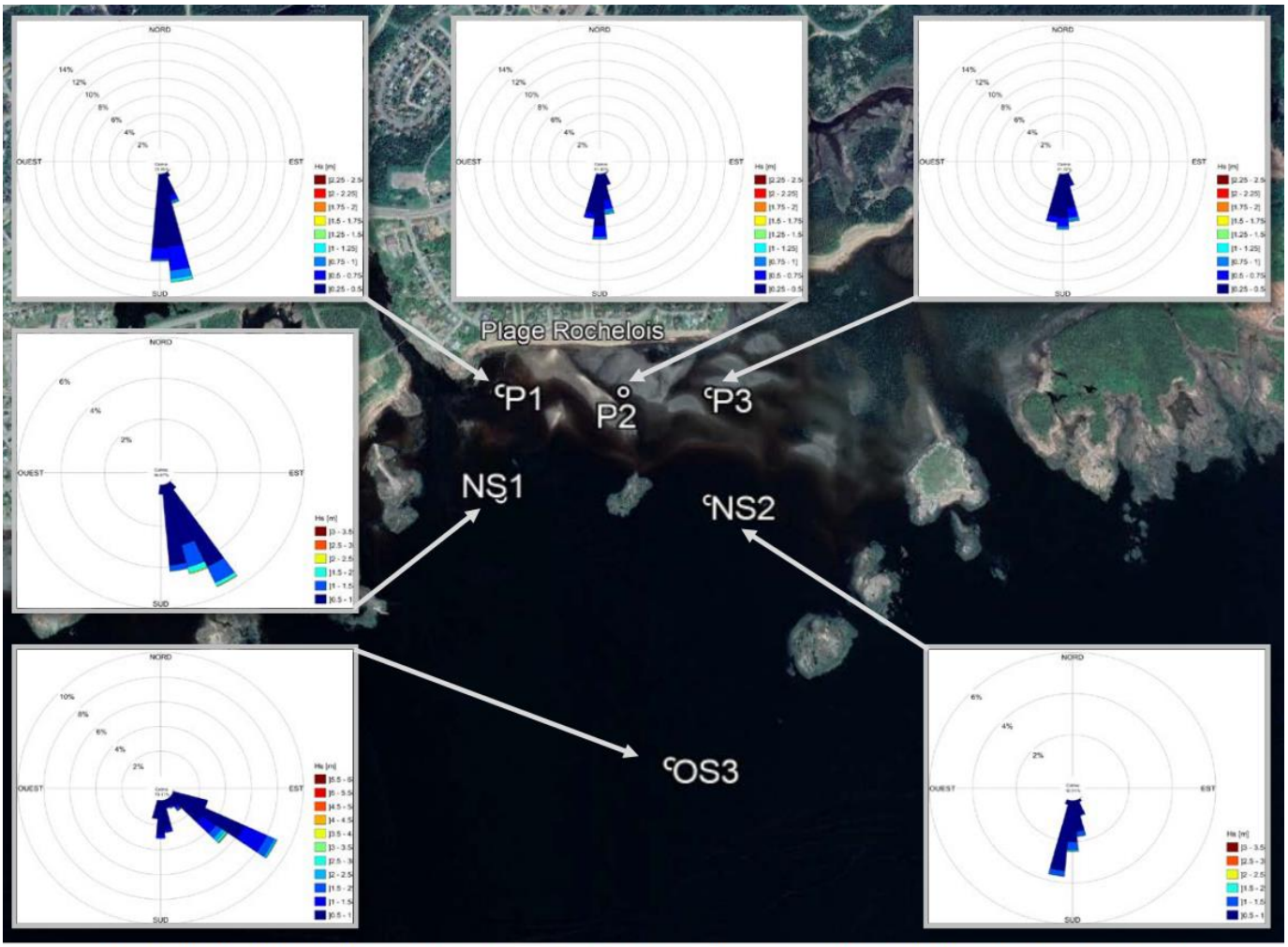


Figure 2-10 : Distribution des hauteurs significatives des vagues (Hs [m]) dans le domaine local

Figure 2.4 Localisation des points d'extraction des vagues – Lasalle|NHC, 2026 (en préparation)

Les hauteurs significatives des fortes vagues au point P1 (le point le plus exposé aux vagues) sont illustrées sur la figure 2.5 qui montre la fréquence de dépassement des plus grandes vagues de la série. Pour une fréquence d'une heure en 50 ans, la hauteur de vague significative est de l'ordre de 2,0 m et elle provient du Sud-Sud-Est.

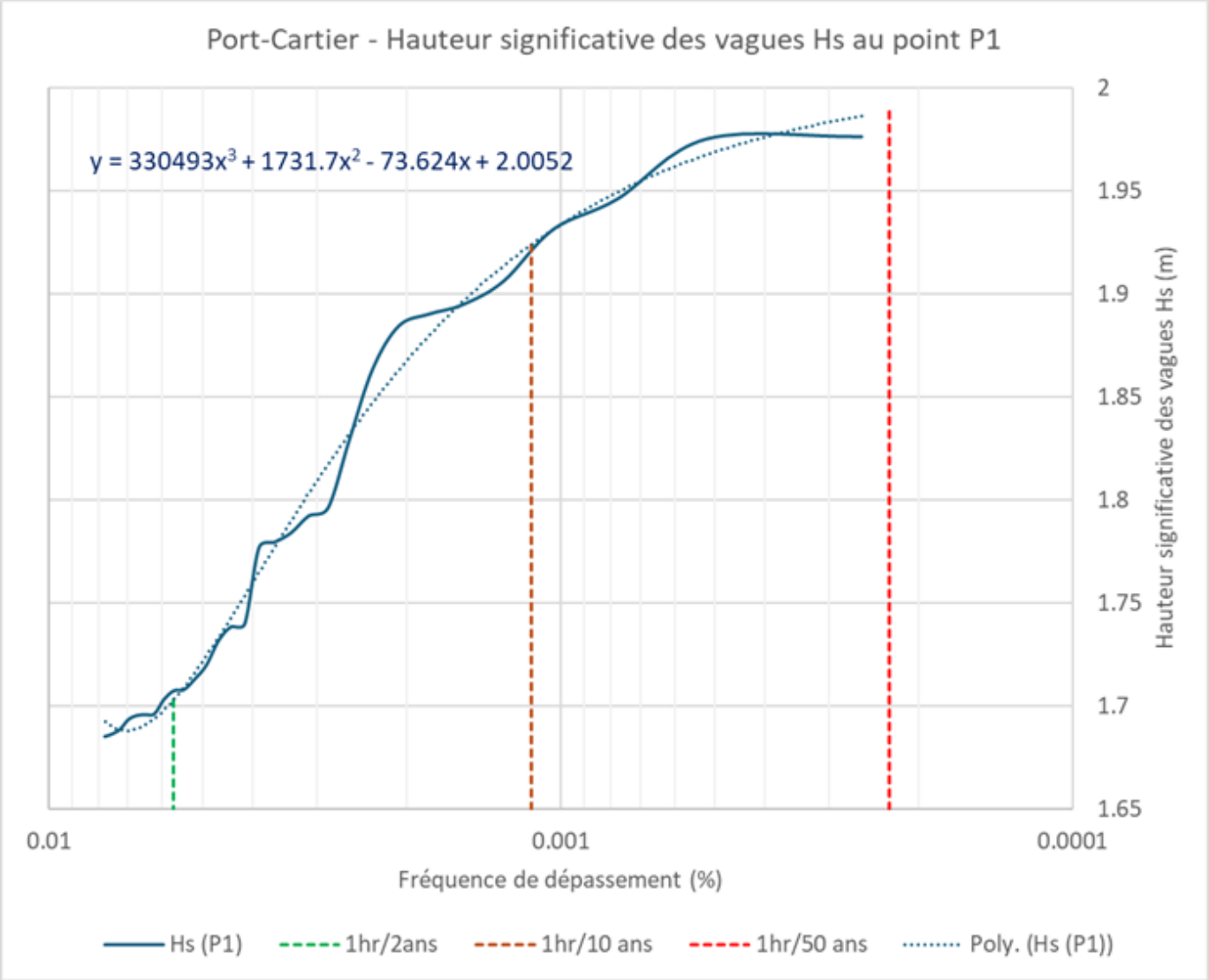


Figure 2.5 Hauteurs significative des vagues par 2,5 m de profondeur (P1) – Fréquence de dépassement

Des séries temporelles synchrones de vagues / niveaux d'eau ont été produites pour les points P1 à P3 par Lasalle|NHC. Ces séries temporelles comprennent 385 704 données horaires chacune. Les figures 2.6 et 2.7 illustrent la relation entre la hauteur significative des plus fortes vagues de la série temporelle et les niveaux d'eau (figure 2.6) ou la période de pointe (figure 2.7) pour le point P1. On constate sur ces figures que des vagues de 1,95 m de Hs se sont produites avec des niveaux d'eau de 2,7 m CGVD28 (tempête du 30 décembre 2016).

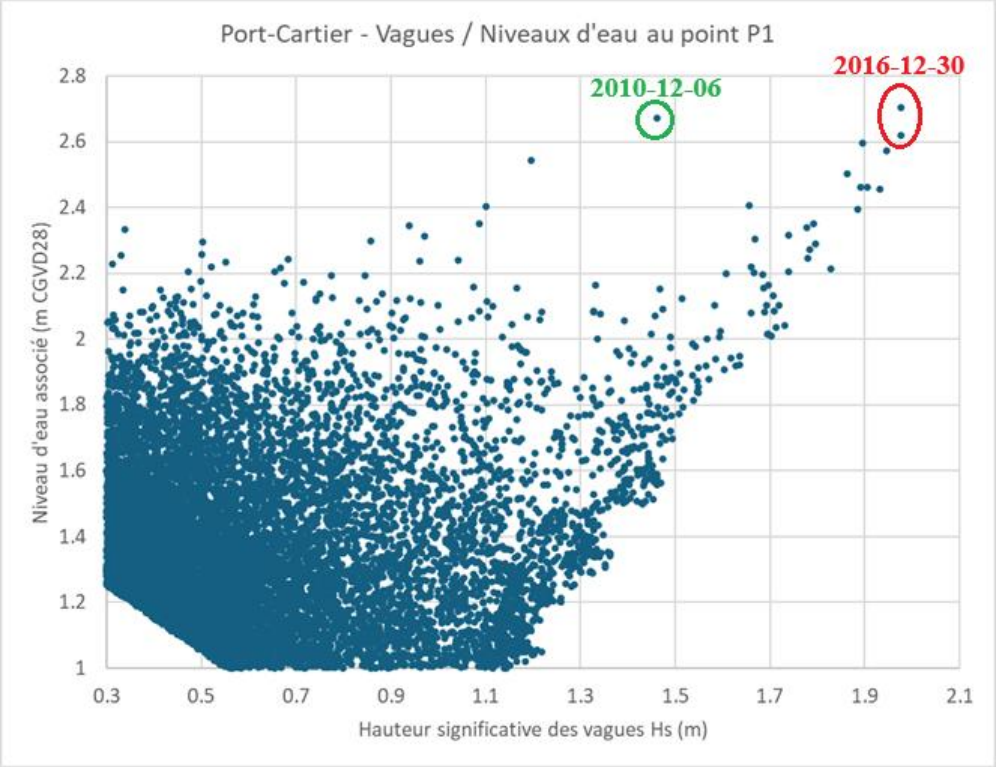


Figure 2.6 Relation entre le Hs et la direction des grandes vagues au point P1

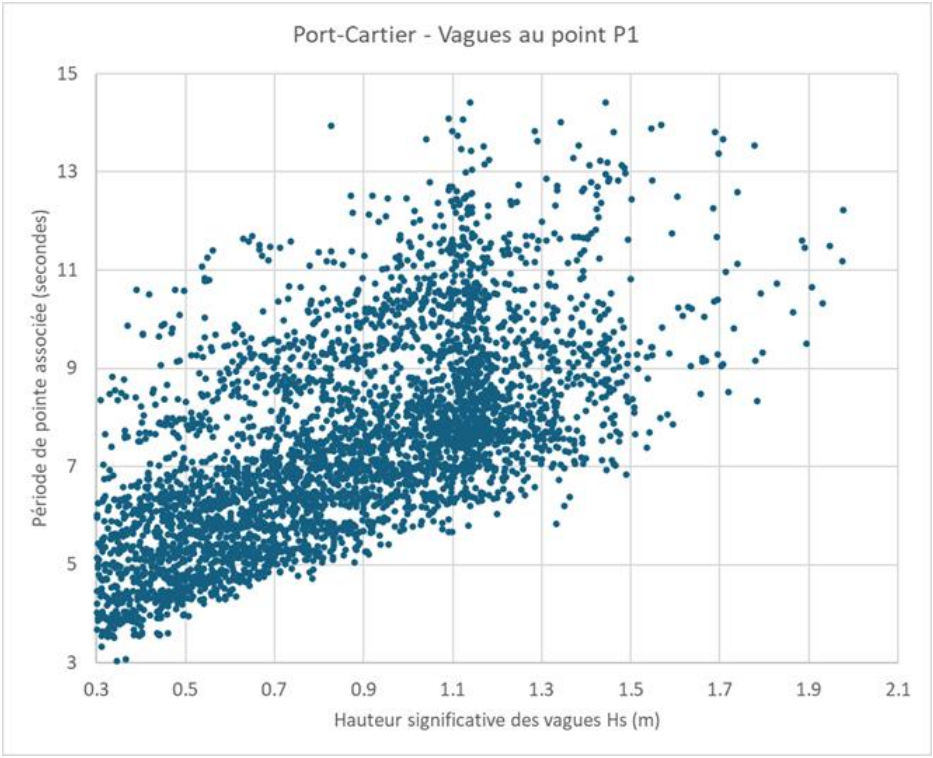


Figure 2.7 Relation entre le Hs et la période de pointe des grandes vagues au point P1

2.6 Topo-bathymétrie des rives

Toutes les données altimétriques apparaissant dans ce rapport (sauf indication contraire) sont en géodésique (CGVD28). Les coordonnées des points sont en projection cartographique conique conforme de Lambert : NAD 1983 CSRS MTM 6 (SCOPQ).

Les données topographiques retenues dans l'étude des différentes options de protection des berges de Port-Cartier sont les données les plus récentes disponibles, soit celles recueillies à marée basse par Cadoret le 3 août 2023 (figure 2.8). À cause de l'amplitude de la marée, aucune donnée de relevé bathymétrique n'était requise pour les besoins de mise en plan de la recharge de plage.

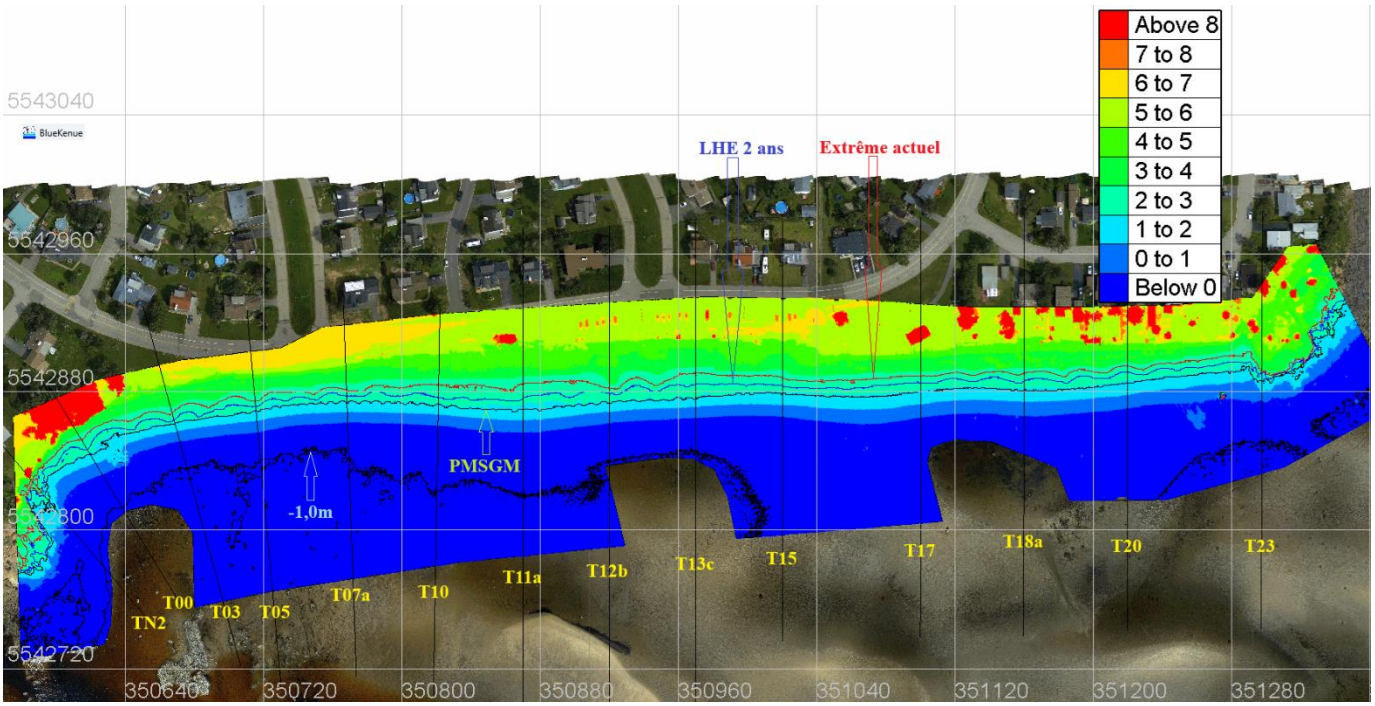


Figure 2.8 Relevés topographiques disponibles dans la zone d'étude (Cadoret-2023)

Il est recommandé de prévoir un relevé topographique de la berge avant le début des travaux pour valider les quantités de matériaux requises.

La figure 2.8 présente la position des différents transects illustrés plus loin en coupe. Les chiffres sur la figure en plan réfèrent au numéro du transect apparaissant dans le titre des vues en coupe.

2.7 Calcul de l'élévation des crêtes des ouvrages

En se basant sur les informations fournies dans le Coastal Engineering Manual (C.E.M.)[9], sur les travaux de Didier et al., 2016[10] ainsi que sur d'autres publications scientifiques, plusieurs équations de la remontée des vagues sur le rivage de Port-Cartier et sur les ouvrages de protection ont été utilisées pour établir l'élévation de crête d'ouvrages permettant de protéger adéquatement les infrastructures situées près du rivage (routes, maisons, services, etc.).

Des modélisations numériques (X-Beach) ont été réalisées par Lasalle|NHC pour confirmer les élévations de crête obtenues par des méthodes paramétriques. Ces modélisations sont présentées dans le rapport de Lasalle|NHC, 2026[11](en préparation).

2.8 Granulométrie des matériaux de recharge

Compte tenu de l'exposition aux vagues de la plage Rochelois et des contraintes budgétaires liées à la protection de ce secteur, il est recommandé de s'orienter vers un diamètre médian D_{50} des matériaux de recharge de 15 mm. Ce choix limite les quantités de matériaux à mettre en œuvre lors de la construction ainsi que la mobilité des matériaux sous l'impact des vagues, ce qui prolonge la durée de vie utile de la recharge de plage. Les options de diamètre médian D_{50} des matériaux de 10 mm et 5 mm ont également été évaluées et sont présentées aux chapitres 5.5 et 5.6.

L'expérience des recharges de plage mises en place au Québec depuis plus de dix ans sous la direction du ministère de la Sécurité publique montre que ce sont les matériaux granulaires plus fins qui dominent la surface de la recharge de plage en été. Cette constatation peut également être faite sur la plage McCormick sur laquelle avaient été placés des matériaux significativement plus grossiers que ceux prévus sur la plage Rochelois (photos requises SVP).

[9] U.S. Army Corps of Engineers – Coastal Engineering Manual https://www.publications.usace.army.mil/USACE-Publications/Engineer-Manuals/u43544q/636F617374616C20656E67696E656572696E67206D616E75616C/

[10] Didier, D. et al., "Wave runup estimations on platform-beaches for coastal flood hazard assessment", Nat Hazards, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2016

[11] Lasalle|NHC, « Plage Rochelois – Port-Cartier - Mise à jour de la conception de la recharge de gravier », Rapport R-0829, En préparation.

3 Conception d'une protection de berge en recharge de plage

3.1 Série temporelle de vagues et de niveaux d'eau

La série temporelle synchrone de vagues et de niveaux d'eau obtenue à partir des données disponibles (modélisation des vagues et niveaux d'eau de Lasalle|NHC – 1980-2023) a été utilisée pour calculer la remontée des vagues sur une recharge de plage (voir chapitres 2.2 et 2.5).

Les prévisions de hausse de niveaux d'eau due aux changements climatiques à Port-Cartier sont de 0,12 m en 30 ans (voir chapitre 2.3). En considérant la vie utile d'une protection en recharge de plage de 30 ans, une remontée moyenne des niveaux d'eau de 0,10 m a été prise en compte de façon à obtenir une évaluation raisonnable de l'élévation de la crête de la recharge de plage au cours de sa vie utile.

3.2 Remontée des vagues sur une plage

La remontée des vagues sur les rives de Port-Cartier a été calculée pour chacun des 4 000 ensembles de valeurs de la série temporelle synchrone de vagues et de niveaux d'eau les plus susceptibles de provoquer une forte remontée des vagues sur la rive. Ces calculs ont été effectués pour :

- 3 points d'extraction des données de vagues (points P1 à P3 – voir figure 2.4),
- 6 pentes de plage (de 8% à 25%),
- 2 configurations de rivage (élévation du fond au déferlement de -1.0 m et -1,3 m CGVD28),
- Chacune des 4 équations retenues pour calculer la remontée des vagues (Poate 2016, Stockdon 2006 générale, Ruggiero 2001 pour une remontée à 2% - Battjes 1971 ajustée pour la remontée maximale).

De plus, ces calculs ont été faits en conditions actuelles (série temporelle 1980-2023) et en conditions futures (2053). Pour ce faire, la série temporelle synchrone de 1980 à 2023 a été modifiée en ajoutant 10 cm à tous les niveaux d'eau de la série pour simuler un régime de vagues et de niveaux d'eau en conditions futures (rehaussement moyen du niveau marin relatif jusqu'en 2053).

Les résultats de chacun de ces calculs ont ensuite été classés par ordre décroissant pour définir les récurrences des événements extrêmes (une heure dans 50 ans) de remontée des vagues sur le rivage. Pour la partie ouest de la plage, la figure 3.1 illustre les résultats obtenus pour l'équation de Poate-2016 (runup à 2%) en conditions actuelles. La récurrence d'une heure en 50 ans correspond à la ligne pointillée verticale à droite sur la figure. La régression polynomiale du 3^{e} degré a été retenue comme plus représentative des tendances indiquées par les courbes. Ce choix évite d'exagérer les valeurs extrêmes (qui seraient obtenues par exemple avec la régression logarithmique).

La pente de 25% correspond à la pente de construction de la recharge. Cette pente est transitoire et, normalement, ne devrait pas être utilisée dans le dimensionnement de la crête de la recharge de plage. Par contre, cette information permet de visualiser le risque associé à une tempête importante qui frapperait la recharge peu de temps après sa mise en place.

La pente de 15% correspond à la pente de la partie supérieure de la recharge à l'équilibre avec un D_{50} des matériaux granulaires de 15 mm.

La pente de 12% correspond à la pente moyenne à l'équilibre de la partie de la recharge frappée par les vagues lors d'événements de tempête accompagnés de hauts niveaux d'eau (D_{50} de 15 mm).

L'équation de Poate 2016 a spécifiquement été développée dans le contexte de plages de gravier, ce qui n'est pas le cas des autres équations. Les résultats de cette équation sont privilégiés par rapport aux autres résultats puisque les matériaux envisagés pour la recharge seraient relativement grossiers (D_{50} = 15 mm).

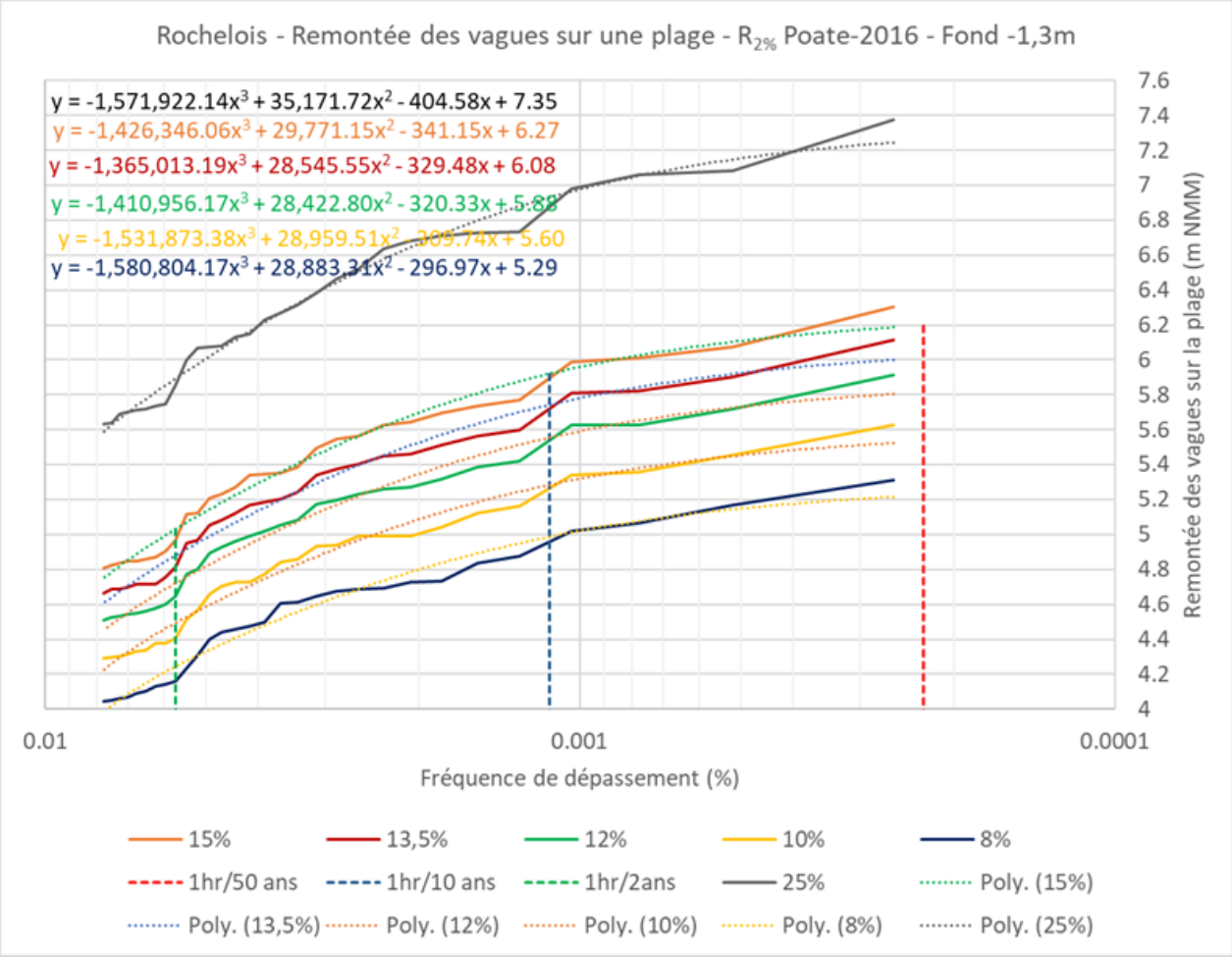


Figure 3.1 Remontée des vagues – $R_{2\%}$ Poate-2016 – Conditions actuelles – Fond à -1,3 m

La figure 3.2 (fond à -1,3 m - Actuel) présente les résultats de calcul de remontée des vagues correspondant aux vagues au point P1 pour une fréquence de dépassement de 1 heure / 50 ans pour les équations de Poate, Stockdon et Ruggiero ($R_{2\%}$) ainsi que ceux pour l'équation de Battjes (R_{max}) pour la rive à protéger.

La figure 3.3 (fond à -1,0 m - Actuel) présente les mêmes résultats de calcul de remontée des vagues, mais pour le point P3. Les quatre pentes de plage représentées sont 25%, 15%, 13,5% et 12%.

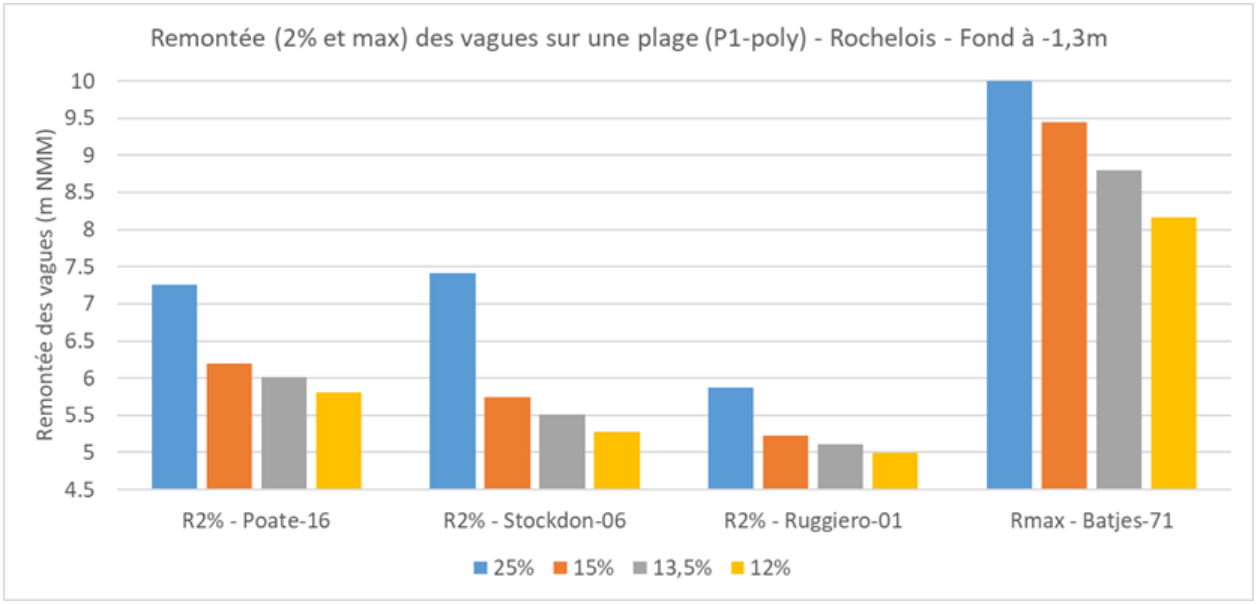


Figure 3.2 Résultats des calculs de remontée des vagues sur une plage – Rochelois point P1 – Fond à -1,3 m (climat actuel)

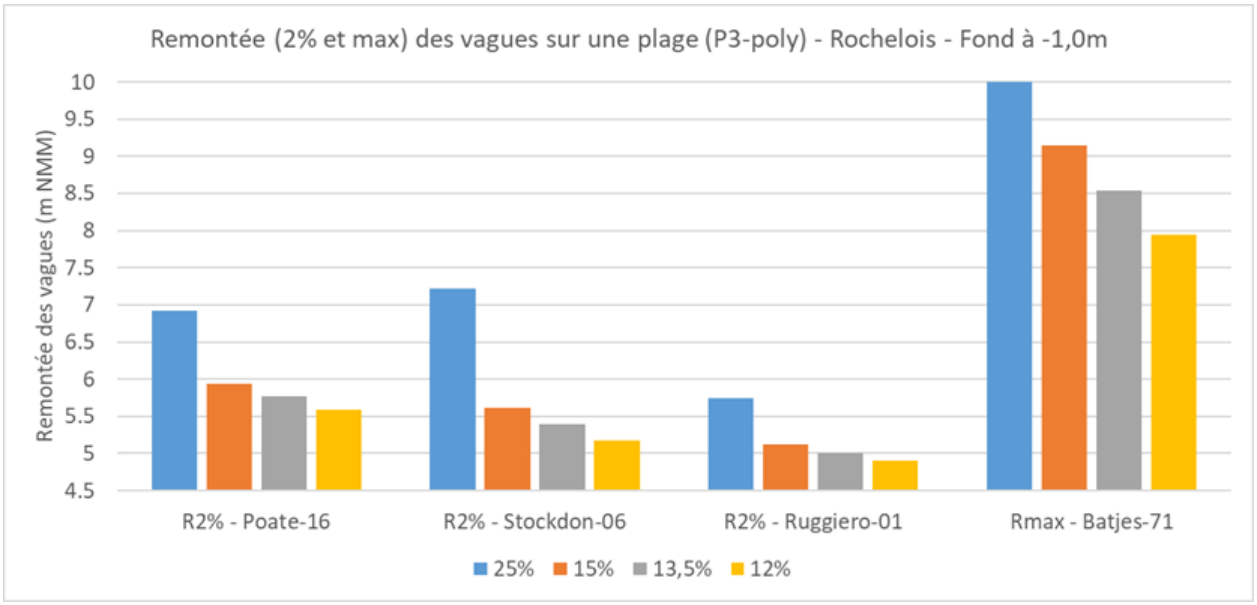


Figure 3.3 Résultats des calculs de remontée des vagues sur une plage – Rochelois point P3 – Fond à -1,0 m (climat actuel)

Il est important de noter que si une tempête se produit peu de temps après la mise en place de la recharge de plage et que c'est sur une pente de 25% que se produit la remontée des vagues, du franchissement de la crête de la recharge sera observé. C'est ce qui s'est passé sur la recharge de plage du site de La Grave (Îles-de-la-Madeleine) lorsque la tempête Fiona l'a frappé six mois après la fin des travaux. Des dommages à la crête de la nouvelle recharge pourraient être constatés si un tel événement se produisait.

Le dimensionnement de la recharge de plage se fait en considérant une plage ayant atteint progressivement sa pente d'équilibre lorsqu'une première tempête importante se produit. L'atteinte de la pente d'équilibre prend normalement de 2 à 3 ans. Un risque subsiste que les critères de conception retenus soient dépassés avant l'atteinte de la pente d'équilibre de la plage. La recommandation d'utiliser les résultats de remontée des vagues à 2% pour une pente de 15% ne garantit donc pas que des franchissements de la recharge dépassant les 2% de conception ne se produiront pas lors d'un événement de tempête frappant la recharge quelques mois après sa construction. **Les figures 3.2 et 3.3 indiquent clairement que pour se prémunir contre tout franchissement excessif tout au long de la vie de la recharge, des élévations de crête significativement supérieures à la recommandation devraient être retenues**.

De plus, le régime des tempêtes ne semble plus aussi prévisible qu'auparavant. Plusieurs tempêtes de périodes de retour supérieures à 50 ans (période de retour retenue pour le dimensionnement) ont frappé certaines côtes du Québec depuis 2010. Un suivi régulier de la recharge de plage est recommandé pendant les 5 à 10 ans suivant sa mise en place de façon à intervenir en cas de détérioration de la crête de la recharge ou de mouvement important des matériaux granulaires.

Il est également recommandé de réviser les critères de conception de la recharge de plage à la fin de la période « sans entretien » de trente ans, en vue d'optimiser l'intervention de la recharge d'entretien et de s'assurer que les paramètres de conception n'ont pas varié de façon trop importante depuis la conception originale (niveaux d'eau et régime de tempêtes).

Selon les résultats qui incluent la hausse des niveaux d'eau avec les changements climatiques et en tenant compte des risques plus importants de franchissement de la partie ouest de la recharge, le tableau 5.1 présente les recommandations d'élévation de la crête de la recharge selon la zone considérée.

Tableau 3.1 Recommandations d'élévation de crête de la recharge selon la zone

Chainage (m)	Partie ouest (P1)	Partie centrale et partie est (P2 et P3)
Élévation de crête recommandée	+6,2 m	+5,9 m

4 Conception de l'épi à l'est de la recharge de plage

4.1 Série temporelle de vagues et de niveaux d'eau

La série temporelle synchrone de vagues et de niveaux d'eau obtenue pour le point P3 (Lasalle|NHC – 1980-2023) a été utilisée pour calculer la remontée des vagues sur l'épi situé à l'extrémité orientale de la recharge de même que pour dimensionner les pierres constituant cet épi.

4.2 Dimension des pierres de l'épi

La hauteur significative de vague de dimensionnement des enrochements de l'épi de la plage Rochelois obtenue avec les données de vagues au point P3 est de 1,88 m (1hr/50ans).

Pour le musoir de l'épi, avec une pente de 1,5H/1V, la taille moyenne des pierres requises est de 1,6 t (fourchette de 1,2 à 2 tonnes – diamètre équivalent de 0,9 à 1,05 m). L'épaisseur de cette couche de pierres doit être de 1,7 m et la largeur minimale de la crête doit être de 2,5 m.

La pierre-filtre recommandée sous cette pierre de carapace est une pierre de 100 à 200 kg à placer sur une épaisseur de 0,9 m.

Le tout-venant sous la pierre-filtre devrait être un matériel de carrière de 0 à 200 kg dont au plus 5% en poids devrait peser moins de 1 kg.

Pour la partie en riprap de l'épi, la dimension recommandée pour les pierres est de 0,6 tonne (fourchette de 0,5 à 0,8 tonnes – diamètre équivalent de 0,65 à 0,75 m). L'épaisseur de cette couche de pierres doit être de 1,25 m et la largeur minimale de la crête recommandée est de 2,4 m. Le noyau recommandé pour le cœur ce riprap est de la pierre de 50 à 100 kg (diamètre équivalent de 0,3 à 0,4 m).

4.3 Remontée des vagues sur l'épi

La remontée des vagues sur les rives de Port-Cartier a été calculée pour chacun des 4 000 ensembles de valeurs de la série temporelle synchrone de vagues et de niveaux d'eau les plus susceptibles de provoquer une forte remontée des vagues sur la rive. Ces calculs ont été effectués pour une pente d'enrochement de 1,5H/1V.

Comme la structure se présente avec un fort angle d'incidence par rapport aux directions principales des vagues et qu'aucune infrastructure sensible n'est présente à proximité immédiate, une élévation de crête d'enrochement de +6,3 m a été retenue (runup à 5%, 1 hr/10ans + hausse des niveaux d'eau).

5 Options de protection des berges envisagées

5.1 Recharge de plage

En présence de plages sur le site, l'option de protection de berge par recharge de plage est une solution très intéressante. Cette option limite les impacts des travaux de protection de berge sur les rives et propriétés avoisinantes. Comme le sable est très mobile dans l'environnement de Port-Cartier, c'est un matériau granulaire de type gravier et sable qui a été étudié dans le cadre de cette protection de berge. Ce choix de matériaux granulaires permet de limiter les quantités de matériaux requises lors de la première recharge ainsi que la fréquence et l'importance des recharges ultérieures (voir chapitres 5.5 et 5.6).

La taille (diamètre médian ou D_{50}) des sédiments de plage échantillonnés par Englobe en 2018 sur la plage Rochelois (40 échantillons analysés) variait de 0,2 à 1 mm[12]. Par contre, lors de réunions publiques, un résident de Port-Cartier a mentionné que l'existence de la plage Rochelois résultait de travaux de déplacement de matériaux granulaires effectués par de la machinerie dans les années 70 (prélèvement de sable au large pour le ramener sur la rive). La plage Rochelois ne serait donc pas entièrement naturelle.

L'élévation de **crête de la recharge retenue** varie de **+5,9 m à +6,2 m CGVD28**, ce qui est généralement proche de l'altitude actuelle de la rive.

La figure 5.1 illustre le concept de recharge de plage utilisant un mélange de gravier et de sable (D_{50} = 15 mm) sur la plage Rochelois de Port-Cartier. Ce concept a l'avantage de ne pas créer d'obstruction visuelle pour les usagers et de conserver une plage comme rivage à Port-Cartier, mais avec une granulométrie relativement grossière. Ce choix de matériel granulaire de type gravier et sable permet une meilleure résistance de la plage à l'érosion et une plus grande durée de vie utile de l'ouvrage de protection, ce qui devrait être un objectif à poursuivre par la Municipalité. Si du matériel plus fin était utilisé comme matériel de recharge, il faudrait une quantité beaucoup plus importante de matériaux granulaires pour assurer la même protection, de même que des entretiens plus réguliers. Ceci augmenterait significativement le coût des travaux à court et long termes et irait à l'encontre de l'objectif d'avoir une solution qui respecte les coûts et les avantages.

[12] Englobe, "Caractérisation géotechnique – Plage Rochelois - Port-Cartier (QC) », Référence # 127-P-0017584-0-01-100-GE-R-0001-00, rédigé pour le compte de la Ville de Port-Cartier, 21 septembre 2018

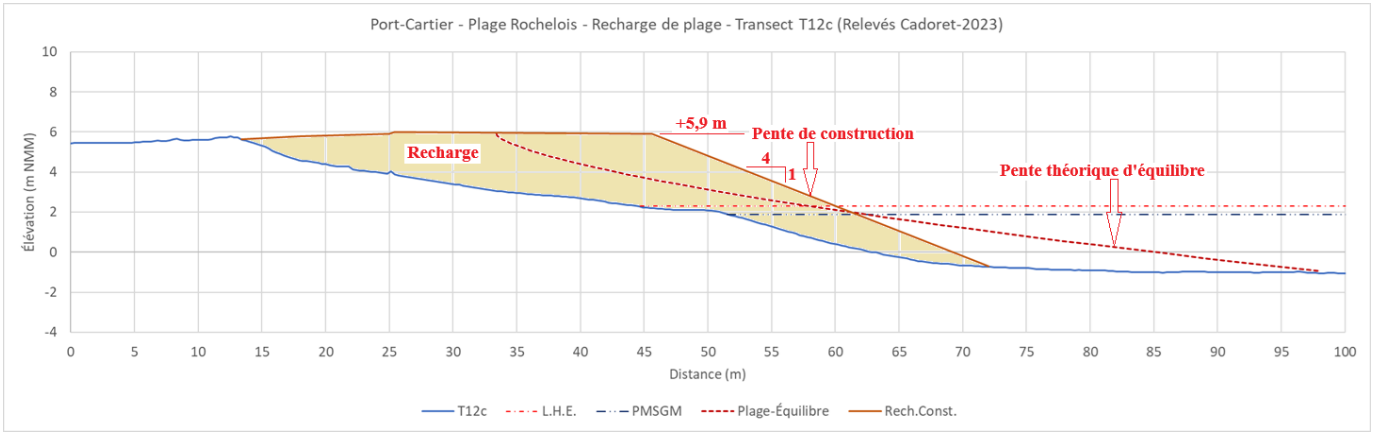


Figure 5.1 Coupe-type d'une recharge de plage – Zone centrale de la plage Rochelois

5.2 Options de recharge V1 versus V2

L'option de recharge V1 consistait en une reprise de la dernière géométrie évaluée en 2021.

La figure 5.2 illustre les différences en plan entre l'option V2 qui intègre les derniers éléments d'analyse hydro-sédimentaires de Lasalle|NHC, les nouvelles élévations de crête et les relevés topographiques de 2023.

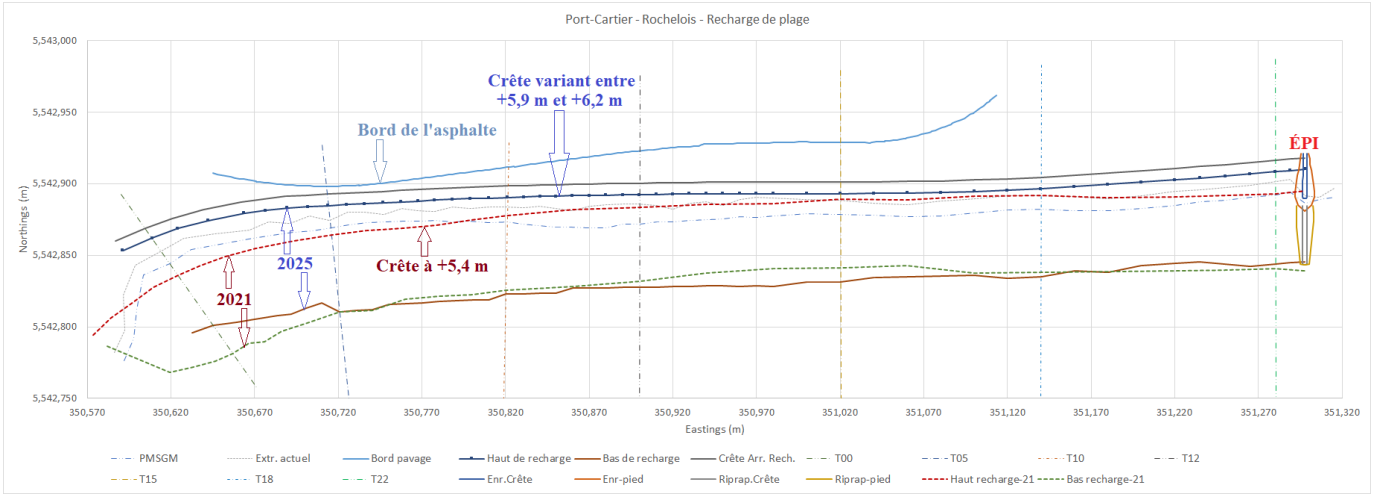


Figure 5.2 Comparaison des options de recharge de plage – V1 (2021) versus V2 (2025)

La version de la recharge de 2025 (V2) est moins courbée que la version de 2021 (V1), suite aux analyses hydro-sédimentaires récentes de Lasalle|NHC.

Les caractéristiques principales de cette option de recharge V2 sont :

- Longueur : 730 m
- Volume anticipé de matériaux granulaires : 100 000 m^3
- Un épi rocheux orienté N-S à l'extrémité est de la recharge.

5.3 Option V3

L'option V2 avait mis en lumière deux éléments potentiellement problématiques, soit :

- La position de l'épi situé directement sur un cran de roc (difficulté à stabiliser les pierres),
- La quantité de matériel granulaire requis (dépassement anticipé des coûts jugés acceptables).

Une option V3 de la recharge de plage a été développée afin de répondre à ces deux questions (figure 5.3).

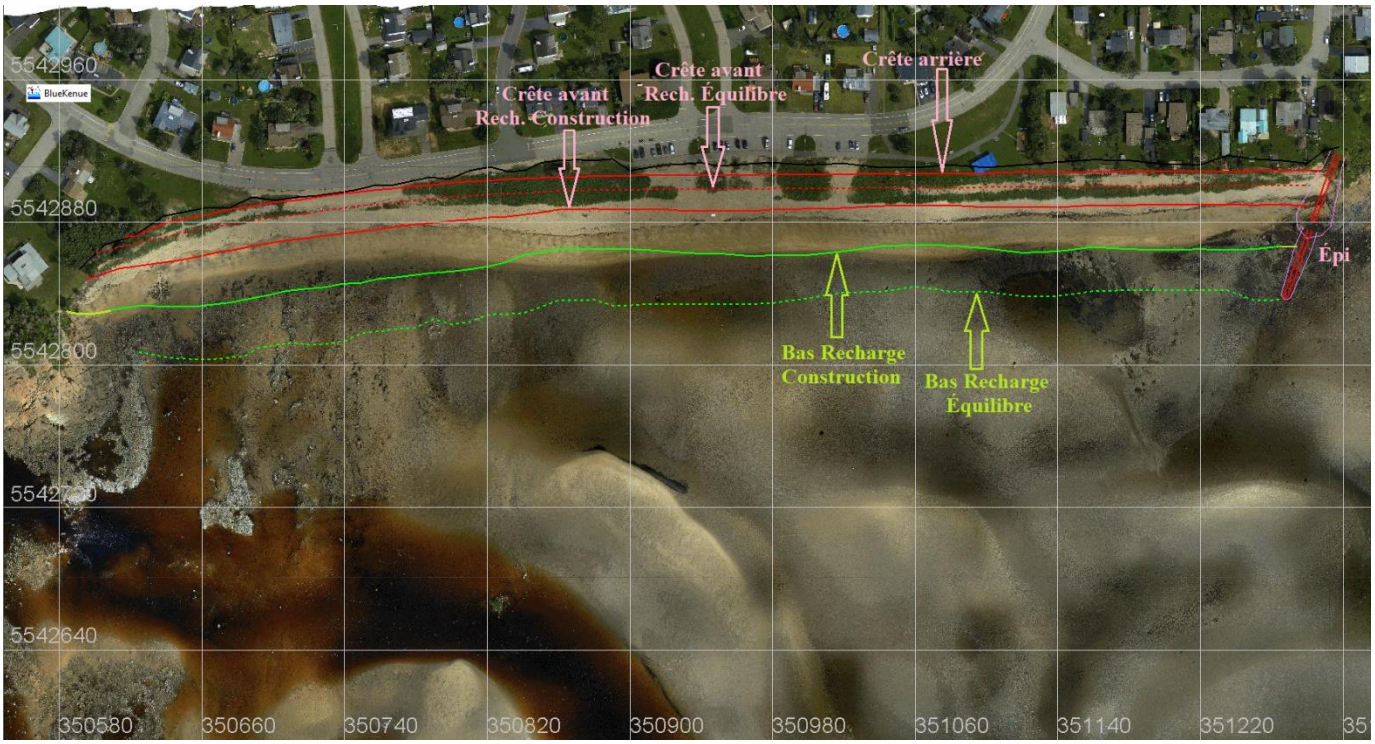


Figure 5.3 Vue en plan de l'option V3 de recharge de la plage Rochelois

Pour l'épi, une rotation de 20 degrés dans le sens horaire a été proposée (sans changement de l'origine sur terre de l'épi). Cette nouvelle position fait en sorte que l'épi se retrouve dans des zones légèrement plus sablonneuses, ce qui diminuera l'impact des vagues et des glaces sur la stabilité des pierres mais n'éliminera pas le besoin d'ancrage des pierres de l'épi (muret de béton armé ancré dans le roc).

Pour les quantités de matériaux granulaires, la recharge a été déplacée de six mètres vers le nord par rapport à l'option V2. Il s'agit du plus grand déplacement possible avant que l'arrière de la recharge n'embarque sur la rue des Rochelois. Ce déplacement implique que, pour conserver la fonctionnalité de la recharge en matériaux granulaires en tant que protection de berge, il sera requis d'excaver une partie de la plage actuelle de façon à garantir une épaisseur minimale de matériaux granulaires ayant un D_{50} de 15 mm. Les matériaux granulaires en place étant nettement plus fins que les matériaux proposés pour la recharge de plage, leur exposition lors des changements de géométrie de la plage sous l'impact des vagues aurait pu mettre en péril la capacité de la recharge de plage à conserver un profil adéquat sous l'impact de ces vagues. La figure 5.4 illustre l'excavation requise par endroits sur la plage.

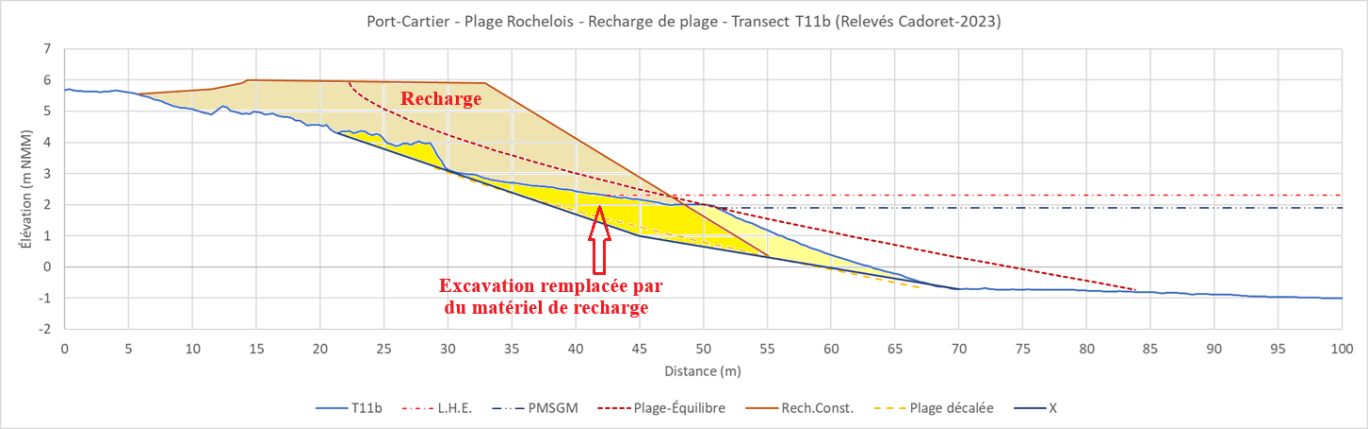


Figure 5.4 Coupe-type de la recharge de plage option V3 avec excavation préalable de la plage actuelle

Les matériaux granulaires fins prélevés de la plage seront réutilisés sur le dessus de la recharge de plage.

Les caractéristiques principales de cette option de recharge V3 sont :

- Longueur : 720 m
- Volume anticipé de matériaux granulaires : 74 000 m^3
- Un épi rocheux orienté NNE-SSO à l'extrémité est de la recharge.

5.4 Option V4

Par rapport à l'option V3, l'option V4 introduit quelques correctifs mineurs relatifs à la continuité des pentes de la recharge (décalage horizontal introduit pour répondre au décalage vertical de la crête) et par rapport à la longueur de l'épi (légère augmentation de la longueur pour tenir compte de la rotation de 20 degrés).

Les figures 5.5 (vue d'ensemble) et 5.6 (zoom sur l'extrémité est) présentent la vue en plan de l'option V4 de la recharge de la plage Rochelois.

Les caractéristiques principales de cette option de recharge V4 sont :

- Longueur : 720 m
- Volume anticipé de matériaux granulaires : 76 000 m^3
- Un épi rocheux orienté NNE-SSO à l'extrémité est de la recharge.

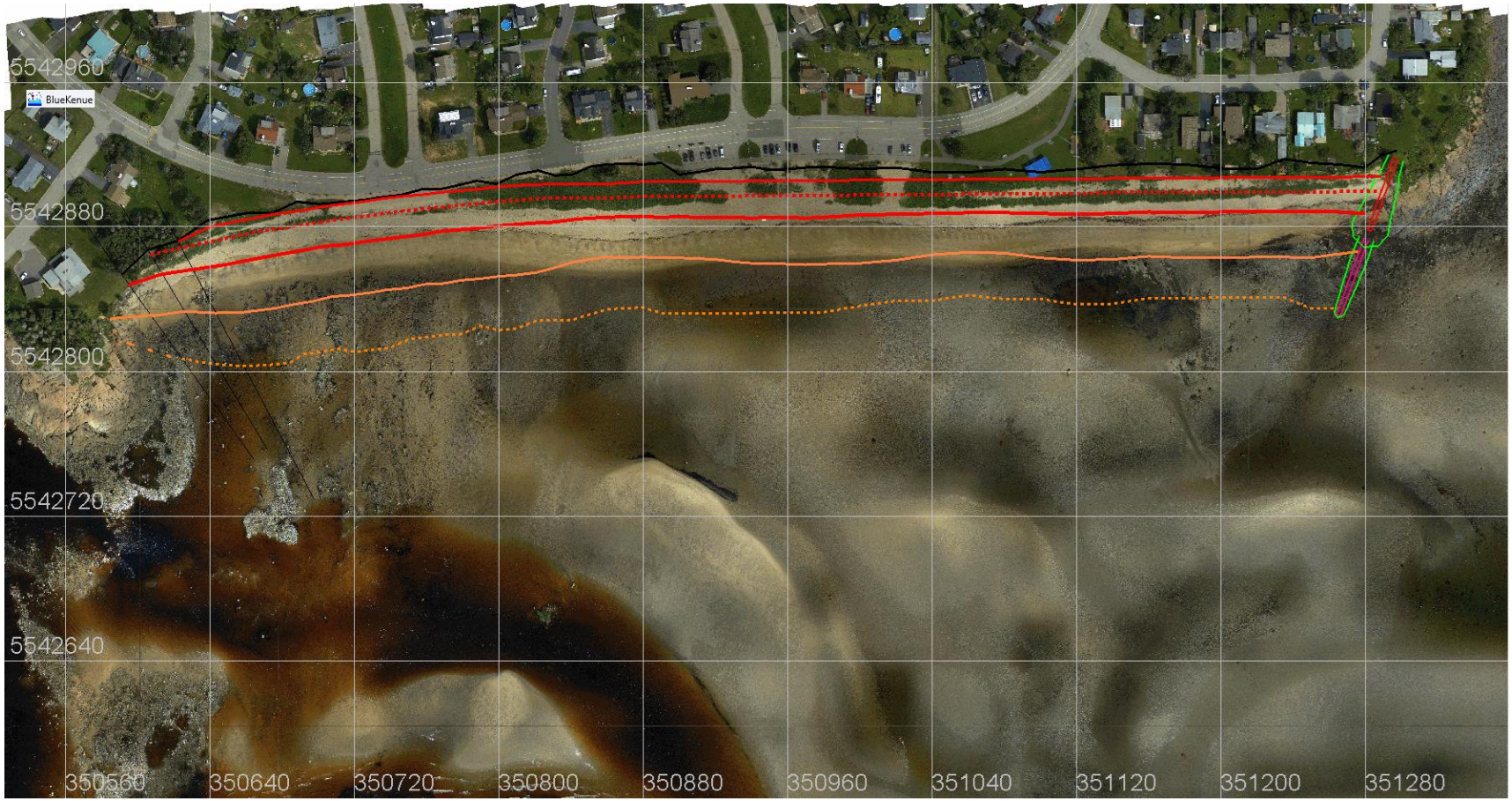


Figure 5.5 Vue en plan de l'option V4 de la recharge de plage (vue d'ensemble)

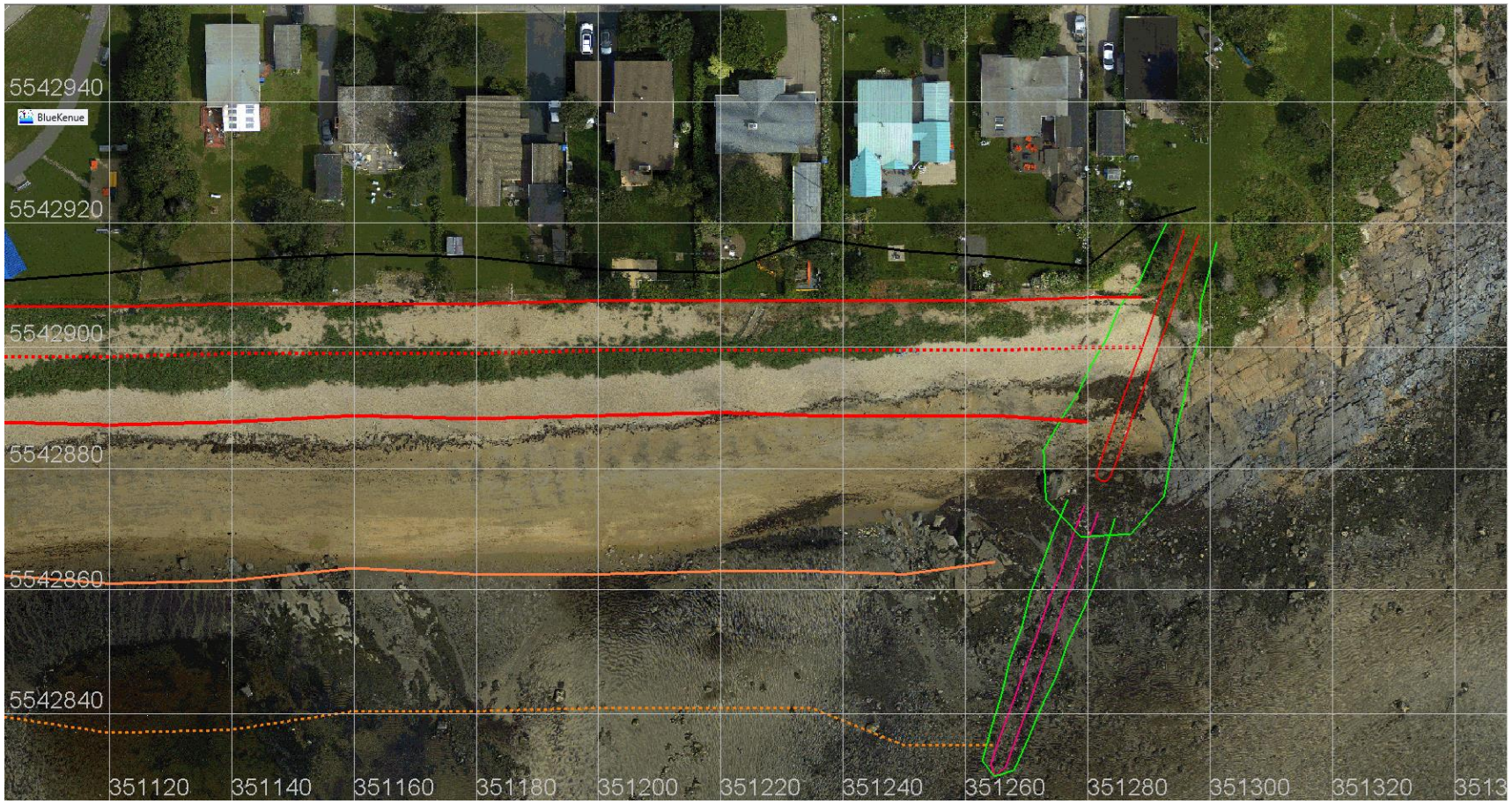


Figure 5.6 Vue en plan de l'option V4 de la recharge de plage (zoom sur l'extrémité est)

5.5 Option de recharge avec un D_{50} de 10 mm

Une option de la recharge de plage utilisant un matériel granulaire ayant un diamètre médian D_{50} de 10 mm a été évaluée.

La figure 5.7 présente en coupe les différences entre une recharge de plage utilisant un D_{50} de 15 mm et celle utilisant un D_{50} de 10 mm. Pour compenser la plus faible pente d'équilibre théorique d'un matériau granulaire plus fin, il est nécessaire de placer plus de matériaux lors de la construction de la recharge.

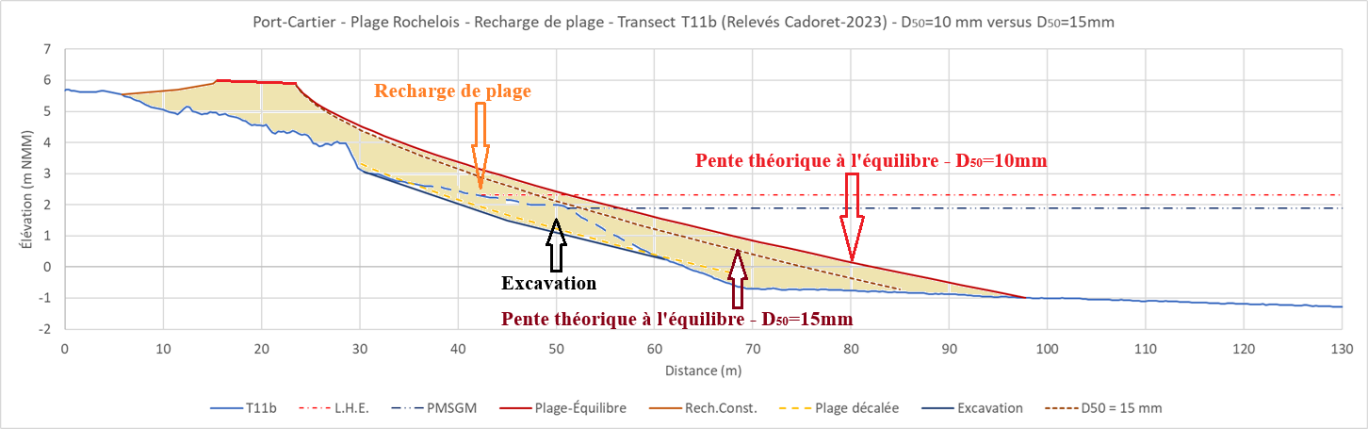


Figure 5.7 Comparaison en coupe des options de recharge utilisant des D_{50} et 15 mm et de 10 mm

Avec exactement la même géométrie de crête de recharge à l'équilibre, les calculs de quantités estimatives de matériaux requis pour une recharge de plage utilisant un D_{50} de 10 mm donnent un volume de 94 000 m^3 de matériaux granulaires (par rapport à 76 000 m^3 pour un matériel granulaire ayant un D_{50} de 15 mm).

La quantité de matériaux à excaver de la plage actuelle et à replacer sur le dessus de la recharge passe de 5 200 m^3 pour un D_{50} de 15 mm à 1 100 m^3 pour un D_{50} de 10 mm.

La longueur de l'épi à l'extrémité est de la recharge de plage devrait être augmentée d'environ 13% en passant d'un D_{50} de 15 mm à un D_{50} de 10 mm.

L'émissaire situé dans la partie ouest de la recharge devrait être allongé de l'ordre de 14 m en passant d'un D_{50} de 15 mm à un D_{50} de 10 mm.

5.6 Option de recharge avec un D_{50} de 5 mm

Une option de la recharge de plage utilisant un matériel granulaire ayant un diamètre médian D_{50} de 5 mm a également été évaluée.

La figure 5.8 présente en coupe les différences entre une recharge de plage utilisant un D_{50} de 15 mm et celle utilisant un D_{50} de 5 mm. Pour compenser la plus faible pente d'équilibre théorique d'un matériau granulaire plus fin, il est nécessaire de placer encore plus de matériaux lors de la construction de la recharge.

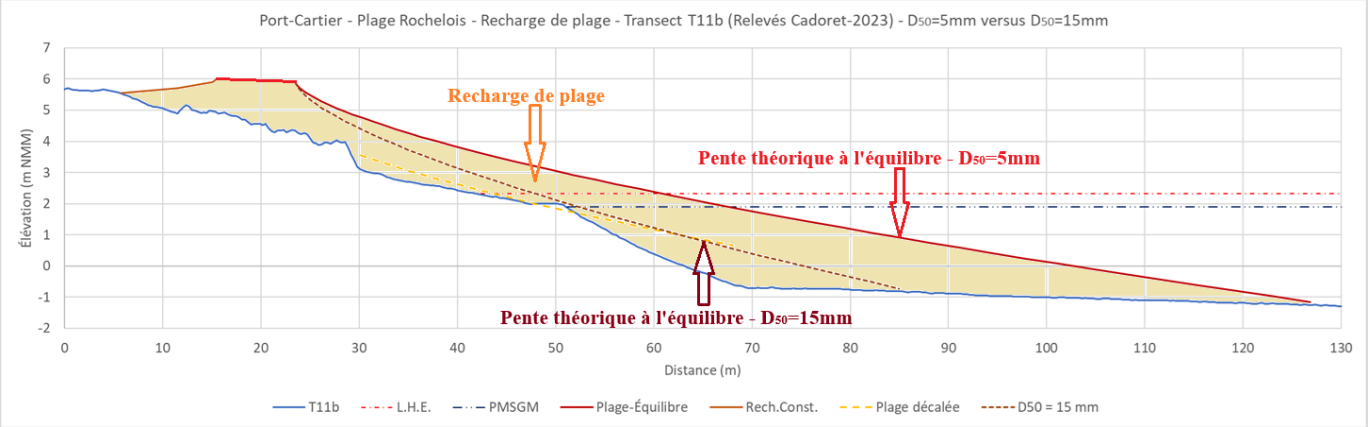


Figure 5.8 Comparaison en coupe des options de recharge utilisant des D_{50} et 15 mm et de 5 mm

Avec exactement la même géométrie de crête de recharge à l'équilibre, les calculs de quantités estimatives de matériaux requis pour une recharge de plage utilisant un D_{50} de 5 mm donnent un volume de 147 000 m^3 de matériaux granulaires (par rapport à 76 000 m^3 pour un matériel granulaire ayant un D_{50} de 15 mm).

Il n'y aurait plus de matériaux à excaver dans la plage actuelle et à replacer sur le dessus de la recharge pour un D_{50} de 5 mm.

La longueur de l'épi à l'extrémité est de la recharge de plage devrait être augmentée d'environ 41% en passant d'un D_{50} de 15 mm à un D_{50} de 5 mm.

L'émissaire situé dans la partie ouest de la recharge devrait être allongé de l'ordre de 45 m en passant d'un D_{50} de 15 mm à un D_{50} de 5 mm.

6 Conclusion et recommandations

6.1 Conclusion

La protection de berge prévue sur la plage Rochelois à Port-Cartier a fait l'objet d'une révision complète de son dimensionnement par rapport aux analyses faites en 2018-2020. De nouvelles données de niveaux d'eau et de vagues ont été modélisées par Lasalle|NHC. Un relevé topographique a été fait à marée basse en août 2023. Ces nouvelles informations ont été intégrées dans la conception de la recharge de plage en vue d'obtenir un ouvrage de protection de berge plus durable.

Le MSI recommande que la Municipalité mette en œuvre une solution qui assure en priorité la sécurité des personnes et de biens, qui soit durable (au moins 30 ans), qui prend en compte l'effet des changements climatiques, qui soit adaptée au milieu et qui assure un équilibre entre les investissements et la valeur des enjeux et usages protégés tout en limitant les impacts environnementaux.

Les données disponibles pour la zone à l'étude ont été recueillies et analysées (relevés topographiques et bathymétriques, données de niveaux d'eau et régime des vagues) et une revue des options de protection des berges de la plage Rochelois à Port-Cartier a été faite.

- Quatre options de protection de la berge à l'aide d'une recharge de plage ont été analysées avec des matériaux granulaires ayant un diamètre médian D_{50} de 15 mm.
- Deux options supplémentaires de recharge de plage ont été sommairement évaluées avec des matériaux granulaires ayant un diamètre médian D_{50} de 10 mm et de 5 mm.
- La position en plan de la recharge de plage a été adaptée pour optimiser les quantités de matériaux granulaires requis dans la construction de cette recharge de plage.
- La position en plan de l'épi retenant l'extrémité est de la recharge a également fait l'objet d'une rotation afin d'améliorer la résistance des pierres de l'épi aux impacts des glaces et des vagues.

6.2 Recommandations

L'option V4 de la recharge de la plage Rochelois est l'option recommandée qui répond le mieux aux objectifs du *Cadre pour la prévention des sinistres* du MSP car elle :

- Limite la submersion de la rive et la projection de débris,
- Limite la dégradation du milieu naturel (plage),
- Limite la perte de connectivité entre la rive et le domaine maritime (sommet de l'ouvrage nettement plus bas que celui d'un enrochement ou d'un mur vertical),
- Reconstitue une plage pour les résidents locaux et les touristes,
- Reconstitue un milieu naturel pour la macrofaune benthique.

En raison des coûts importants, tant lors de la construction que dans le cadre de recharges d'entretien, il est recommandé de s'orienter vers une recharge faite avec des matériaux granulaires de type gravier et sable (D_{50} de 15 mm) plutôt que sable et gravier fin (D_{50} de 5 mm) ou sable (D_{50} de 0,5 à 1 mm). Il est intéressant de noter que les problèmes liés à la granulométrie relativement grossière des matériaux granulaires de la recharge de plage recommandée pourraient être atténués par des mesures de mitigation, comme le fait de prévoir une couche de sable ou de gravier fin sur la crête de la recharge.

Il serait important d'informer les résidents que la zone de matériaux granulaires de la recharge de plage qui serait construite devant les résidences n'est pas une zone de développement. Toute construction, durable ou temporaire, devrait être strictement interdite sur cette zone, même si une partie de cette zone « gagnée sur la mer » est à l'intérieur des propriétés tel que définies par le cadastre. En cas de non-respect de cette recommandation, à cause du caractère de zone-tampon de ce haut de plage, les installations construites seront probablement détruites lors de tempêtes accompagnées de hauts niveaux d'eau.

En ce qui concerne la durabilité de la recharge de plage, il faut noter que les calculs effectués par Lasalle|NHC comportent une importante hypothèse, soit l'absence d'interférence de l'émissaire sur le comportement de la recharge de plage. Si, par exemple, l'émissaire est dimensionné de façon à se comporter comme un épi ou si les débits d'écoulement de l'émissaire dans la recharge sont trop concentrés, cette hypothèse ne tient plus et le comportement de la recharge de plage à long terme pourrait en être affecté.

La circulation de véhicules motorisés (motos, quads, pickups, etc.) sur la plage devrait être interdite car cette activité affecte directement la durée de vie utile de la recharge de plage.

Compte tenu de l'évolution de la berge constatée entre les relevés de 2017 et de 2023, il est recommandé de prévoir un relevé topographique de la berge avant le début des travaux pour valider les quantités de matériaux requises et de prévoir un suivi topographique de la plage sur 5 à 10 ans pour intervenir en prévention en cas d'impact significatif sur la recharge de tempêtes exceptionnelles.

Préparé par :



Yann Ropars, ing. (#34863), M. Sc.
Consultants Ropars, Inc.
yann_ropars@videotron.ca

Direction de l'Ingénierie, des infrastructures et de l'adaptation aux changements climatiques

Fédération québécoise des municipalités
1134, Grande-Allée Ouest RC 01
Québec (Québec) G1S 1E5
Téléphone : 418 651-3343
Télécopieur : 418 651-1127

