



Service de l'ingénierie  
Division de la réalisation des projets de l'état

Le 28 janvier 2021

Madame Annie St-Gelais  
Bureau des Audiences Publiques sur l'Environnement  
140, Grande Allée Est, bureau 650  
Québec (Québec) G1R 5N6

Objet : Projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier à Québec –  
Réponses à la cinquième série de questions

Madame St-Gelais,

En réponse à votre lettre du 26 janvier 2021, nous vous transmettons les réponses aux questions posées. Certaines d'entre elles nécessitent d'avantage de recherches pour être en mesure d'y répondre, nous vous transmettons les réponses dans les plus brefs délais :

### **Sur la conception, les scénarios et la construction des ouvrages**

1. Vous mentionnez qu'il existe « un certain consensus auprès de divers organismes gouvernementaux, organismes académiques et autres organisations quant aux types d'approches [de stabilisation des berges] à privilégier » (PR3, p. 7.1). Quel est ce consensus et dans quelles mesures a-t-il guidé le choix des interventions à privilégier pour le site à l'étude? Veuillez appuyer vos propos de références scientifiques.

#### Réponse :

*La question est tirée de ce passage de l'étude d'impact :*

*« Au cours des dernières années, la problématique d'érosion côtière est devenue un sujet courant de discussion au Québec, notamment le long des berges du fleuve Saint-Laurent. À cet effet, il a été possible de remarquer un certain consensus auprès de divers organismes gouvernementaux, organismes académiques et autres organisations quant aux types d'approches à privilégier. »*

*Basé sur l'expérience pratique des divers intervenants et sur leurs discussions entre eux lors d'événements (conférences, congrès, colloques, ateliers, réunions*

de travail, etc.), il s'agit d'un consensus général, sans références particulières, sur les faits résumés suivants :

1- Compte tenu de ses impacts démontrés (effets de bout, érosion des plages, élimination de sources d'alimentation des systèmes hydrosédimentaires, modifications significatives des comportements hydrosédimentaires locaux et parfois régionaux, etc.), l'enrochement "pur" des berges devrait être une méthode de **dernier recours** à utiliser avec parcimonie;

2- Les méthodes plus douces telles que le rechargement des plages avec un granulats de diamètre équivalent ou plus grossier que celui naturellement en place, et ce, avec ou sans ouvrages complémentaires de réduction des opérations récurrentes de recharges d'entretien (épis, brise-lames, déflecteurs, bermes subtidales, etc.), devraient être privilégiées partout où cela est possible c.-à-d. où les conditions physiques locales le permettent;

3- Les méthodes douces de génie végétal « pur » (ensemencement, plantation, fagots, fascines, matelas de branches, etc.) ou « mixte » si les conditions du milieu sont plus dynamiques (palissade, caissons, végétalisation de murets de béton, de gabions ou d'enrochements, enrochements végétalisés, etc.) devraient aussi être privilégiées partout où cela est possible en fonction des conditions physiques locales (en milieu côtier à marée exposé à de fortes vagues de tempêtes, le génie végétal n'est utilisable qu'en arrière-plage, soit au-delà de la limite de la zone d'influence des vagues lors des marées de vives-eaux (> PMSGM ou LHE, selon le plus haut niveau atteignable). En raison de la submersion par les surcotes de tempêtes, les ouvrages de génie végétal pur ont davantage une vocation sacrificielle requérant des travaux récurrents d'entretien ou de restauration.);

4- Tout autre programme d'intervention d'ouvrages durs ou plus lourds sans recharges (épis, champs d'épis, jetées, brise-lames, bermes subtidales, etc.) devrait faire l'objet d'une analyse avantages-coûts (AAC ou ACA) détaillée pour déterminer les interventions les plus appropriées sur chaque site.

2. Vous mentionnez que deux chicanes seraient aménagées à travers l'épis B (DT1, p. 27). Veuillez illustrer approximativement où ces chicanes seraient aménagées à travers l'épis B. Veuillez également fournir un plan en coupe de ces chicanes.

Réponse :

Réponse à venir.

3. Quelles seraient les incidences sur le design des épis (hauteur, largeur, pente, calibre de l'enrochement...) de la création d'espaces piétonniers sur leur sommet et pour la pratique de la pêche récréative?

Réponse :

*Il n'est pas possible d'imaginer un plateau submergé à la cote prévue de 3,32 m tant en été qu'en hiver. Il faudrait alors rehausser la crête au-delà la LHE (4,5 m) pour protéger les usagers et le plateau de l'ouvrage. Ce plateau devrait, soit être résistant pour les 4 saisons*

ou être amovible à chaque automne. Les coûts d'opération et d'entretien-réparation seraient élevés.

4. Vous affirmez qu'en utilisant des enrochements plus grands sur les berges, l'enrochement végétalisé sera lavé plus rapidement et que ça ne permet pas à l'enrochement végétalisé de résister plus longtemps (Ammar Taha, DT1.1, p. 46). Quelles sont les conditions hydrodynamiques ou les critères de conception qui favoriseraient ce « lavage » plus rapide dans le cas du scénario d'enrochements sans épis en comparaison de celui avec épi?

Réponse :

*Si les épis ne sont pas mis en place, l'énergie des vagues sera plus importante et les vagues seront plus hautes sur le talus des tronçons 4 à 7. La végétalisation mise en place sur l'enrochement serait alors plus exposée et inévitablement balayée par ces vagues. Cette végétalisation risque ainsi de ne pas résister bien longtemps. Ces hauts taux de mortalité obligent donc de relocaliser à une élévation plus haute, la limite basse de la végétalisation. De surcroît, la largeur plus étroite de la bande végétée serait également moins résistante aux vagues et de ne pas l'énergie de submersion. Il faut alors augmenter la hauteur de la crête de l'enrochement. Tout est une question d'équilibre des forces naturelles (hydrauliques vs biologiques structurantes du génie végétal mixte).*

5. Vous indiquez, comme plusieurs auteurs, que : « les gens sont contre l'usage, autant que possible, d'enrochements [...] c'est l'intervention de dernier recours. » (Mario Heppell, DT1.1, p. 20). Qu'en est-il pour les enrochements végétalisés?

Réponse :

*Les enrochements végétalisés constituent une technique mixte de génie végétal qui intègre d'emblée des mesures d'atténuation des impacts. Les arbustes (saules, cornouillers, etc.) sont insérés dans l'ouvrage et sont ainsi structurants parce que 1- ils sont ancrés dans le sol sous la couche en enrochement dudit ouvrage et que 2- leurs racines et tiges entourent densément les pierres contribuant à leur stabilité, au maintien en place des matériaux interstitiels et à l'emploi de pierres de plus petits calibres. Les tiges et leurs feuilles dissipent l'énergie hydraulique des vagues en saison de croissance et aussi en hiver, bien que dans une moindre mesure en raison de l'absence des feuilles. En hiver, les tiges peuvent aussi retenir le couvert nival ainsi que les glaces qui se forment autour d'elles, protégeant aussi les berges de l'assaut des vagues. L'énergie dissipée par la bande végétée limite en bonne partie la submersion du milieu terrestre au-dessus de la crête de l'ouvrage d'où une crête pouvant être moins haute, et limite aussi grandement l'érosion des matériaux meubles de la plage au pied par réflexion des vagues. Les tiges favorisent même la captation et la sédimentation sur cette plage des matériaux charriés en suspension dans les eaux. La plage y est ainsi d'autant plus protégée. D'autres avantages distinguent grandement un enrochement végétalisé d'un enrochement pur. L'important est surtout de retenir qu'un enrochement pur est un ouvrage qui accentue les vitesses de courants le long de celui-ci, et vers le large, par réflexion, ce qui cause des effets accrus d'érosion sur son pourtour, et parfois même bien au-delà.*

6. Dans l'article que vous avez soumis à la commission on peut lire : « La meilleure solution sur le plan environnemental serait d'enlever les enrochements et de

*reconstruire des berges plus naturelles avec des techniques de génie végétal. » (DA7.1, p. 38 sur 184 PDF). Au DA7.1 (p. 3 sur 184 PDF), on peut lire : « L'enrochement végétalisé ne constitue pas une technique de génie végétal en tant que telle, car le végétal ne participe pas directement à la résistance mécanique de la berge ». Et enfin, dans une présentation PPT soumise (DA7.1, [https://qcbs.ca/wp-content/uploads/2016/08/Quebec\\_Phytotechnologies\\_Raymond.pdf](https://qcbs.ca/wp-content/uploads/2016/08/Quebec_Phytotechnologies_Raymond.pdf) p. 9 sur 74 PDF), il est mentionné, comme critère de décision entre les enrochements et le génie végétal que les enrochements sont déconseillés dans les aires récréotouristiques. Quelles sont les raisons scientifiques pour lesquelles, dans le cas de la plage Jacques-Cartier, vous n'avez pas analysé le scénario composé seulement du génie végétal?*

**Réponse :**

*Idéalement, la forte majorité des enrochements "purs" mondiaux devraient être remplacés et d'autant plus dans les secteurs écologiques d'intérêt et dans les secteurs récréotouristiques. Cela explique pourquoi aucun nouvel enrochement n'est proposé pour la plage Jacques-Cartier.*

*L'enrochement végétalisé proposé est une technique "**mixte**" de génie végétal. Elle n'a rien à voir avec la technique classique de végétalisation de la surface d'un enrochement qui en est une purement **cosmétique**, même si elle peut aussi avoir une fonction d'habitat. Cette technique cosmétique ne participe aucunement à la stabilité du milieu contrairement à l'enrochement végétalisé proposé dans le présent projet. Voir les définitions du glossaire à la page 2 des réponses aux QC du 16 décembre 2019.*

*La **plus importante raison scientifique** est l'exposition marquée des tronçons 5 et 7b aux vagues de tempêtes de l'ouest et des tronçons 4 et 6 à celles de l'est. Aucune structure de génie végétale ne saurait résister à de tels événements.*

*Dans ce projet, dans les tronçons 1 et 3, on propose de remplacer les enrochements existants par une technique **mixte** d'enrochements "végétalisés". Pour les tronçons 4, 5, 6b et 7b, ce sont aussi des ouvrages **mixtes** d'enrochements végétalisés qui sont proposés. Enfin, pour les tronçons 6c et 7a, ce sont des **ouvrages purs de génie végétal** qui ont été proposés parce que ce sont les seuls endroits où les conditions hydrodynamiques sont suffisamment faibles. Et encore pour le tronçon 7a, c'est uniquement parce que l'épi B est proposé, parce que sans épi, il faudra y faire aussi de l'enrochement végétalisé. Si cela avait été possible de mettre plus génie végétal, cela aurait forcément été proposé. Le génie végétal n'est pas une panacée dans des milieux fortement exposés aux conditions de tempêtes. Rappelons que lors de la tempête d'avril 2019, les enrochements âgés de plus de 30 ans des tronçons 1 et 3 ont été sévèrement emportés, ce qui a induit un besoin urgent de réparation.*

7. En considérant que les recharges de plage : « [...] ont davantage une fonction de « maintien durable du profil de plage » et d'accueil plus confortable des usagers de ces plages (substrat plus adéquat que celui des microplaquettes coupantes de shales) plutôt qu'une fonction de relèvement du profil afin de protéger les berges en éloignant les zones de dissipation de l'énergie des vagues (déferlement). Bien que cette dernière fonction se manifestera aussi, celle-ci sera moins significative. » (PR5.2 (1 de 3), p. 91).

- a. Pourquoi les recharges de plage demeurent optionnelles dans une perspective de l'amélioration de la qualité et du confort des usagers?
- b. Quelles seraient les interventions possibles qui permettraient l'amélioration de la qualité et du confort des usagers au regard des plages?

Réponse :

a) *Les recharges restent optionnelles pour éviter d'avoir à refaire une nouvelle procédure d'étude d'impact (5000 m<sup>2</sup> et plus), si leur réalisation devient nécessaire.*

b) *Il s'agirait de l'usage de matériaux granulaires aux arêtes naturellement émoussées. (ex: sable, gravier, cailloux).*

8. À combien estimez-vous le coût total de construction du projet et d'entretien de la plage Jacques-Cartier sur une durée de 20 ans de (i) l'enrochement avec épis, (ii) l'enrochement sans épis et (iii) sans enrochement supplémentaire? Notez que le scénario sans enrochement supplémentaire implique la finalisation des enrochements actuels aux tronçons 1, 2 et 3.

Réponse :

Réponse à venir.

### **Sur la modélisation**

9. Pourquoi avoir choisi le modèle HEC-RAS pour la modélisation des courants de l'estuaire fluvial, autant dans le chenal principal qu'en rive?

Réponse :

*Le modèle HEC-RAS avait été utilisé au début de l'implication de Stantec dans ce projet. À cette époque, l'objectif était d'évaluer l'ordre de grandeur des vitesses afin de déterminer si le courant est la raison de l'érosion des berges. HEC-RAS est le logiciel le plus utilisé au Québec pour simuler les écoulements à surface libre en rivière pour les études hydrauliques. Il tient en compte les débits et les variations de niveau d'eau imposées par les marées. À la suite au dépôt du premier rapport, des discussions avec le MELCC, Stantec et la Ville ont eu lieu, et il avait été conclu qu'un modèle plus raffiné était nécessaire pour tenir en compte différents facteurs qui n'étaient pas jusqu'alors pris en compte (vagues, sédimentation/érosion). Donc, le modèle HEC-RAS ne représente que la partie préliminaire du projet.*

10. Quels sont les critères qui vous ont amenés à retenir HEC-RAS et MIKE 21 parmi tous les logiciels disponibles? Sont-ils mieux adaptés à l'analyse des situations estuariennes?

Réponse :

*À la suite au dépôt du premier rapport, des discussions avec le MELCC, Stantec et la Ville ont eu lieu, et il avait été conclu qu'un modèle plus raffiné était nécessaire pour tenir en compte des vagues, sédimentation/érosion. Le modèle MIKE 21 avait été jugé acceptable par tous (notamment le MELCC), car il tenait en compte les critères demandés.*

11. Les modèles MIKE 21 et HEC-RAS ont-ils des limites d'utilisation qui biaiseraient les résultats?

Réponse :

*Afin de répondre aux questions du MELCC, le modèle HEC-RAS avait des limitations, car il ne tenait pas en compte des vagues, ni de la sédimentation et de l'érosion, et c'est pourquoi le modèle MIKE21 avait été utilisé. Le modèle Mike 21 contient un module pour tenir compte des vagues, des sédiments et des marées. Ce modèle est très utilisé dans le monde et au Canada.*

*Au début du janvier 2021, nous avons refait des simulations et avons constaté dans la réponse aux questions du BAPE, que MIKE 21 ne tenait pas compte du renversement du débit au flot et jusant. En faisant les simulations en imposant des débits fictifs qui changent la direction, nous avons pu produire le phénomène du renversement du débit. Toutefois, pour considérer un bilan annuel, il serait nécessaire d'obtenir les débits horaires et leur direction (données manquantes) et de les imposer aux conditions frontières.*

12. Quelle confiance peut-on avoir en la modélisation proposée et à la probabilité que les aires de sédimentation et d'érosion se réalisent? Justifiez votre réponse.

Réponse :

*Tel qu'indiqué à la réponse précédente, MIKE 21 ne tient pas en compte du renversement du débit au flot et au jusant afin de déterminer avec précision les zones. Il est possible que ce phénomène ait une incertitude sur les aires de sédimentation et d'érosion.*

*Si les débits horaires d'inversement des marées sont obtenus, il serait possible de les appliquer aux conditions frontières pour voir l'impact sur la sédimentation/érosion avec plus de précision. Il en reste que les simulations avec débit journalier moyen sont faites pour une année moyenne ou seront faites avec les débits horaires pour une période spécifique (si ces débits sont rendus disponibles). Jusqu'à maintenant, il reste donc toujours une certaine incertitude associée à la précision des données disponibles.*

13. Quelle confiance peut-on avoir dans les débits hypothétiques présentés au document DA4.1 (p. 3) compte tenu des valeurs imposées?

Réponse :

*Les débits hypothétiques simulés dans la dernière réponse aux questions du BAPE sont dans l'ordre de grandeur des débits des résultats du modèle de M. Pascal Matte (Environnement Canada). Le niveau de confiance demeure ainsi relativement bon. La simulation avec débits hypothétiques visait à montrer un scénario typique, et à montrer que le renversement des débits causé par le flot et jusant peut être modélisé, si les débits*

horaires et leur direction sont fournis (données manquantes) et que l'ordre de grandeur de la vitesse maximale atteinte sur la plage reste de l'ordre de 0,5 m/s.

### **Sur la sédimentation avec le projet**

14. Vous indiquez que la vitesse instantanée de 0,5 m/s pourra causer une érosion plus importante que la vitesse de 0,1 m/s présentée dans l'étude de Stantec, mais que cette vitesse de 0,5 m/s a une durée limitée.
  - a. Veuillez présenter les effets de vitesses de 0,5 m/s sur l'érosion et la sédimentation en comparant la situation actuelle, l'enrochement sans épis et l'enrochement avec épis.
  - b. Veuillez présenter les effets de vitesses de 1 m/s sur l'érosion et la sédimentation en comparant la situation actuelle, l'enrochement sans épis et l'enrochement avec épis.

### Réponse :

*Les périodes journalières de courants rapides observables sur l'estran ne se produisent que durant une heure ou deux lors des changements de marées hautes-basses (flot-jusant). Pour la forte majorité du temps, le courant reste relativement plus faible et favorable à la sédimentation. C'est sûr que le cas le plus critique causera de l'érosion (en jusant), mais Stantec est d'avis que, lors de flot, c'est le phénomène inverse qui se produit. Les sédiments transportés par le fleuve se déposent sur les berges, lorsque les vitesses sont réduites. Les commentaires émis lors des séances du BAPE étaient basés sur des cas extrêmes et ne peuvent pas représenter la totalité du bilan sédimentaire. La ville a demandé à ECCC de leur fournir le calcul des débits à partir de leur modèle sur une période annuelle (si c'est disponible), car elle n'a pas de mesures des débits horaires qui peuvent servir à calculer le bilan sédimentaire annuel en tenant compte des fluctuations journalières.*

*En complément, nous rappelons que la vitesse de 0,1 m/s est un résultat des simulations et n'est pas une condition imposée. Par ailleurs, si une vitesse de 0,5 m/s ou 1 m/s est imposée en permanence, elle ne représenterait pas la réalité. Pour bien représenter les vitesses instantanées, il faudrait les appliquer sur leur durée réelle. Pour ce faire, il faudrait réaliser les modélisations de manière encore plus précises et appliquer les débits horaires (ou de plus court intervalle) variables et leur direction dans le modèle.*

15. La section 7.4 de l'étude hydraulique du 26 février 2019 présente la simulation des vagues à l'aide du modèle MIKE 21 (PR5.2 (1 de 3), p. 158 PDF). Le tableau des vitesses simulées sur la rive (Tableau 11, PR5.2 (1 de 3), p. 169 PDF) présente des valeurs atteignant près de 1 m/s (0,98 m/s) dans un scénario avec épis pour un vent de récurrence 25 ans.
  - a. Quels seraient les effets instantanés sur le transport et la dynamique sédimentaire de ces vitesses de courant ?
  - b. Quels seraient les effets combinés sur l'érosion et la sédimentation de vent de

réurrence 25 ans et de niveau d'eau de réurrence 20 ans ?

Réponse :

*a. : La section 7.4 montre des conditions constantes pendant 1 mois, et non pas un phénomène instantané. La vitesse de 0.98 m/s dont il est question est située au PT-3 du scénario 3 (avec épis et vent du sud-ouest). Comme montré dans le tableau 13 de la section 7.4.6, des conditions constantes pendant 1 mois entraînent une érosion de 0,055 m au point PT-3. Le point PT-3 correspond au point qui a le plus d'érosion, parmi les points à l'étude.*

*b. : Le scénario 5 correspond au vent 25 ans combiné au niveau des marées 20 ans. Il faut noter que ces simulations sont en conditions constantes (marée, débit, vents) et ne servent qu'à comparer les scénarios 3 et 5. Le tableau 13 et la figure 39 montrent les effets du haut niveau d'eau. Le tableau 13 montre qu'aux points de contrôle, il y a plus d'érosion avec le niveau de 20 ans comparativement au niveau de la marée haute moyenne.*

16. En réponse à la question 1 du DQ1.1, vous référez à l'étude de *Caractérisation du régime hydrosédimentaire de la Plage-Jacques-Cartier* (PR5.2, p. 315 PDF) laquelle quantifie l'évolution récente des berges de 2011 à 2017 à l'aide des données LiDAR. Quelle est la marge d'erreur de la méthodologie utilisée?

Réponse :

Réponse à venir.

17. Quels ont été les effets de la mise en place des enrochements des tronçons 1 à 3 ainsi que de celui situé entre le tronçon 6 et 7 sur la plage (largeur, volume de sédiments, taille des sédiments, pente, etc.) pas sur la berge?

Réponse :

Réponse à venir

18. Veuillez présenter sur la même série de photos aériennes que pour les herbiers (à marée basse et sur 20 ans) la localisation des plages dans les limites de l'aire d'étude. Pour chacune de ces années, veuillez mesurer la superficie et la largeur de chaque polygone.

Réponse :

Réponse à venir.

19. Lors de la première partie de l'audience publique, au sujet de l'apport sédimentaire, vous avez indiqué : « Effectivement, actuellement, c'est les berges qui alimentent la plage et c'est la rivière qui vient encore engranger le

sol de la plage. [...] le bilan sédimentaire montre que dans certains endroits, le bilan est positif. Donc, il y a des dépôts de sédiments qui se fait. » (Amar Taha, DT1.1, p. 30), alors que M. Heppell a indiqué : « On est en déficit sédimentaire, il n'y a pas vraiment... c'est... il n'y a que de l'érosion, que de la perte en ce moment. » (Mario Heppell, DT1.1, p. 31). Dans l'analyse de la dynamique sédimentaire le long de la plage Jacques-Cartier (DA2) vous indiquez que le régime sédimentaire est dominé par l'érosion et que la principale source sédimentaire locale est la rivière Cap-Rouge.

- a. Qu'est-ce qui explique la présence des plages le long des berges du parc de la Plage Jacques-Cartier?
- b. Veuillez indiquer clairement la source des sédiments qui composent les plages le long des berges du parc de la Plage Jacques-Cartier?
- c. Comparer la taille des sédiments transportés par la rivière Cap-Rouge et par le fleuve (PR5.2 (1 de 3), p. 90 PDF) en comparaison de ceux retrouvés sur les plages et de ceux composant les berges du secteur à l'étude. Veuillez présenter votre réponse sous forme de tableau.
- d. De quelles façons et en fonction de la modification de quels paramètres hydrosédimentaires le régime sédimentaire actuel, dominé par l'érosion, pourrait évoluer vers un régime sédimentaire en accumulation?

Réponse :

Réponse à venir.

20. Dans le PR5.2 (1 de 3) vous indiquez que : « Selon la conclusion de ce rapport, [Simulations additionnelles pour l'étude hydraulique, modélisation 2D et solution technique pour les berges de la plage Jacques-Cartier] les épis de 3,32 m de hauteur ont globalement un meilleur effet au niveau de la sédimentation sur les plages et de la protection des berges que ceux d'une hauteur de 2,00 m ou 4,51 m. » (PR5.2 (1 de 3), p. 91 PDF) alors que la conclusion de ce rapport indique : « les épis ne révèlent aucun impact au point NS-1. » et « la présence des épis, notamment pour une élévation entre 2 m et 3,32 m géodésique, a un impact très positif en matière de recharge de plage à l'endroit NS-5 alors cet impact devient négatif avec une érosion légèrement plus importante aux points NS-2 et NS-4. » (PR5.2 (2 de 3), p. 45 PDF).
- a. Veuillez confirmer que l'effet positif des épis sur la sédimentation ne se ferait sentir qu'au point NS-5 situé au droit du tronçon 7.
  - b. Quelles sont les résultats qui vous permettent d'affirmer que les épis ont globalement un meilleur effet au niveau de la sédimentation?

Réponse :

*Malgré que le but principal des épis est de réduire l'impact des vagues de grandes portées, aucune nette amélioration n'a été constatée lors des modélisations en passant de la hauteur 3,32 m à 4,51 m, alors que l'augmentation entre la hauteur 2 m et 3,32 m a montré un résultat encourageant en termes de déposition de sédiment (recharge).*

*Complément pour 20 a) : Parmi les 5 points identifiés, il est vrai que la sédimentation est seulement au point 5. Toutefois, l'impact de l'épi B se fait sentir devant tout le tronçon 7, comme montré sur la figure 5-1. Plusieurs points pourraient être choisis devant le tronçon 7 et on verra une tendance forte à la sédimentation, comme montré sur la figure 5-1.*

*Pour ce qui est des points NS-2 et NS-4, ceux-ci sont situés relativement loin de l'épi A d'où le faible impact de l'épi. Toutefois, la figure 5-1 montre qu'il y a une grande zone de sédimentation devant le tronçon 5, près de l'épi A.*

*Complément pour 20 b) : En l'absence des données des débits horaires (comme mentionné à la réponse de la question 14), Stantec est d'avis (sans pouvoir l'affirmer) que le jusant (avec eau chargée de sédiments) pourra partiellement déposer ses sédiments dans les zones à faible vitesse (plage), mais le flot déplacera (érodera) ces sédiments durant un temps très limité (une heure ou deux au maximum chaque jour). Ainsi, même si les résultats positifs de sédimentation sont déjà anticipés, le bilan local ne pourra pas être confirmé tant que les débits horaires n'auront pas été obtenus et les modélisations, réalisées. En attendant cette confirmation et en tenant compte de débit moyen journalier (seule information disponible à ce jour) avec les vagues et hauteurs de marées horaires ainsi que les concentrations mensuelles de matières en suspension (MES), la figure 5-1 (objet de cette affirmation) montre qu'il y a des zones de sédimentation plus grosses avec la mise en place des épis, comparativement à l'état existant.*

## **Sur le transport des matériaux et ses incidences**

21. Au PR5.2 (1 de 3), p. 4 et 5, vous estimez qu'un total de 1224 voyages aller-retour serait nécessaire pour la disposition des matériaux de déblais et qu'un total de 1995 voyages aller- retour serait nécessaire pour apporter au chantier les matériaux de remblais.
- a. Veuillez mettre à jour les informations précédentes en complétant le tableau ci- dessous pour l'ensemble des travaux de chacune des deux phases, et ce, selon deux scénarios différents. De plus, considérant que la recharge de plage est optionnelle et qu'elle n'est pas prévue aux phases 1 et 2 du projet, veuillez ne pas considérer les voyages aller-retour associés à celle-ci dans vos estimations.

	Phase 1	Phase 2
--	---------	---------

Scénarios	Nombre total de voyages aller-retour	Nombre maximum de voyages aller-retour par jour	Nombre total de voyages aller-retour	Nombre maximum de voyages aller-retour par jour
Enrochements avec épis				
Enrochements sans épis				

Réponse à venir.

- b. Veuillez fournir une carte illustrant le ou les tracés qui seront potentiellement utilisés par les véhicules lourds pour l'ensemble des travaux de chacune des deux phases, et ce, à partir du lieu où les véhicules lourds quittent l'autoroute jusqu'à leur arrivée au parc.

Réponse :

*Voir carte en annexe.*

- c. Veuillez fournir (i) le pourcentage actuel de véhicules lourds dans la circulation annuelle (ainsi que le DJMA, si possible, par type de véhicules) sur les tracés qui seront potentiellement utilisés par les véhicules lourds, et ce, à partir du lieu où les véhicules lourds quittent l'autoroute jusqu'à leur arrivée au parc (ii) une estimation de l'augmentation, en pourcentage, du nombre de véhicules lourds sur ces mêmes tracés en raison des travaux qui seront effectués au parc de la Plage-Jacques- Cartier, et ce, pour chacune des deux phases du projet.

Réponse :

Axe	Secteur	DJMA total (deux directions) (Véhicules / jour)	Volume des véhicules lourds (camions / jour)	
			Min 1%	Max 2%
Chaudière	Secteur Mendel	5017	50	100
	Secteur Provencher	6182	62	124
	Secteur Promenade des sœurs	8347	83	167
Jean-Gauvin	Secteur Hêtrière	11413	114	228
	Secteur Promenade des sœurs	6641	66	133

	Secteur Chaudière	7364	74	147
Chemin Saint-Louis	Secteur Pie XII	8458	85	169
	Secteur des ponts	11344	113	227

- d. Quelles incidences la circulation des véhicules lourds aura-t-elle pour les résidents?

Réponse à venir.

22. L'initiateur a-t-il l'intention de compenser les GES qui seront émis dans le cadre du projet, soit une quantité estimée à 93,4 tonnes? *Notez que selon le site Carbone Boréal de l'Université du Québec à Chicoutimi, afin de compenser les émissions de CO<sub>2</sub> du projet, il serait nécessaire de planter 651 arbres ou payer environ 2 600 \$.*

Réponse :

*La Ville de Québec est consciente des émissions de GES pouvant être associées à chaque projet qu'elle réalise ou qui est réalisé sur son territoire. Elle travaille d'ailleurs fort afin de mettre en place les moyens permettant de les réduire à la source. Une réflexion quant à la possibilité de compenser les émissions de GES de certains projets devrait être menée à l'interne afin de statuer sur les implications ainsi que sur la meilleure façon de procéder afin de s'assurer de la cohérence des protocoles de compensation sous-jacents. Une fois cette réflexion complétée, la VDQ serait mieux positionnée afin de faire les meilleurs choix pour compenser les émissions de GES associés à ce type de projet.*

### **Sur les événements météorologiques et hydrologiques récents**

23. La Ville de Québec est intervenue au Parc de la Plage-Jacques-Cartier pour des travaux plus importants en 2016 (PR3, p. 3.1) (affaissement d'un sentier qui a requis un détournement) et 2019 (sur les tronçons 1 et 3). Veuillez documenter les événements météorologiques et hydrologiques à la source de ces dommages. Notamment, préciser la date des événements, la direction et la force du vent, la hauteur et la direction des marées, le débit du fleuve, ainsi que leur récurrence équivalente. Toute autre information pertinente à la compréhension de ces événements est bienvenue.

Réponse :

*Selon les informations disponibles, les dommages auraient eu lieu durant les mois de mai 2016 et avril 2019, mais la date exacte de déclenchement est inconnue. La journée avec le vent maximal (Aéroport Jean-Lesage) et la journée avec la marée haute maximale (station Neuville) ont été identifiées. Le tableau suivant compile ces données. Nous n'avons pas à notre disposition des données de débits du fleuve de 2016 et 2019.*

Comme il ne s'agissait pas d'événements ayant une grande période de retour, il est de notre avis que les dommages viennent de l'accumulation de détérioration causée par des événements antérieurs et les événements de mai 2016 et avril 2019 sont principalement le déclencheur de la rupture de 2019.

#### Mai 2016

	<b>Date/heure</b>	<b>Vents</b>	<b>Direction</b>	<b>Récurrence de vent associée</b>	<b>Marée haute / basse durant ce cycle de marée</b>	<b>Récurrence associée à la marée haute / basse</b>
Vent maximal	9 mai 2016 à 11h	41 kmh (à 11h)	280°(ouest)	Inférieure à 2 ans	Géodésique : 4.28m à -0.30m (Zéro des cartes : 5.65 à 1.08)	Inférieure à 2 ans
Marée haute max.	5 mai 2016 à 8h (marée basse à 17h)	24 kmh (à 15h)	290°(ouest)	Inférieure à 2 ans	Géodésique : 4.49m à -0.12m (Zéro des cartes :5.86 à 1.26)	Inférieure à 2 ans

#### Avril 2019

	<b>Date/heure</b>	<b>Vents</b>	<b>Direction</b>	<b>Récurrence de vent associée</b>	<b>Marée haute / basse durant ce cycle de marée</b>	<b>Récurrence associée à la marée haute / basse</b>
Vent maximal	4 avril 2019 à 14h	54 kmh (à 14h)	270°(ouest)	Inférieure à 2 ans	Géodésique : 3.17m à -0.9m (Zéro des cartes : 4.55 à 0.48)	Inférieure à 2 ans
Marée haute max.	24 avril 2019 à 10h (marée basse à 19h)	25 kmh (à 11h)	70°(est)	Inférieure à 2 ans	Géodésique : 4.79m à 0.87m (Zéro des cartes :6.17 à 2.25)	Marée haute de récurrence entre 5 et 10 ans

#### Sur la fréquentation du parc et la promenade de l'Ouest

24. À combien estimez-vous la capacité d'accueil ou la capacité de support du parc de la plage Jacques-Cartier?

Réponse :

*La Ville de Québec évalue la fréquentation actuelle du site entre 150 000 et 200 000 visiteurs annuellement. Considérant que les stationnements existants (incluant ceux dans le secteur du Parc Nautique) sont généralement en surcapacité et qu'il n'y a pas de place pour en construire d'autres sur le site, la Ville estime que la capacité de support de la Plage Jacques-Cartier est atteinte sous cet aspect. En réponse à la question, on pourrait ainsi associer le nombre de 200 000 visiteurs à la capacité de support du site de la plage Jacques-Cartier.*

*Par contre la capacité d'accueil de la clientèle piétonne composée de promeneurs qui se déplacent est une donnée différente et, à ce niveau, le site n'est pas considéré comme ayant atteint sa pleine capacité.*

*Il faut noter que la Ville n'a jamais procédé à un comptage de l'achalandage selon une méthode scientifique. Il s'agit ici d'une évaluation exhaustive basée sur l'expérience de gestion des espaces extérieurs à la ville de Québec.*

25. Veuillez fournir une carte illustrant la connectivité du parc de la plage Jacques-Cartier, au sentier des Grèves ainsi qu'à la promenade Samuel-de-Champlain. La carte devrait illustrer :
- Les limites de chacun des parcs;
  - Le début et la fin de chacun des sentiers;
  - Les discontinuités entre les sentiers, s'il y en a;
  - L'usage des sentiers : piétonnier et/ou cyclable, de même s'ils sont partagés et/ou séparés (si applicable);
  - Les éléments qui limitent l'accessibilité aux sentiers (ex. escaliers);
  - Les stationnements.

Réponse :

*Voir la carte en pièce jointe.*

26. Veuillez décrire la connexion qu'il y aura éventuellement entre le parc linéaire de la rivière du Cap Rouge et le parc de la plage Jacques-Cartier (DT2, p. 23).

Réponse :

*Localisé entre le parc de la plage Jacques-Cartier et le parc linéaire de la rivière du Cap-Rouge, le Parc Nautique représente un point de services commun et la connexion entre les deux parcs linéaires.*

*Dans le cadre du Plan de mise en valeur des rivières de la ville de Québec, de nouveaux sentiers et espaces publics sont prévus le long de la rivière du Cap-Rouge, en particulier à l'embouchure de la rivière, ce qui permettra une meilleure connexion pour les piétons avec le parc Nautique et le fleuve, donc également avec le parc de la plage*

*Jacques-Cartier. Les aménagements prévus qui serviront à relier les 3 parcs se concentrent sur les piétons, par exemple la bonification de l'accès piéton au Parc Nautique à partir de la rue St-Félix, l'aménagement d'une traverse piétonne bien identifiée, de nouveaux sentiers le long de la rivière permettant de boucler la promenade hors rue, des aménagements qui mettent en valeur l'embouchure de la rivière, etc. De la signalisation viendra orienter et informer les promeneurs sur les services et l'offre récréative des trois parcs qui permettront un parcours unique, de la rivière au fleuve.*

*Pour plus de détails, voir le plan de mise en valeur de la rivière du Cap-Rouge sur le site de la ville de Québec <https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/eau/rivieres/riviere-cap-rouge.aspx>*

## **Sur le paysage**

27. Veuillez fournir des photographies et simulations visuelles des tronçons afin de pouvoir analyser l'impact des ouvrages sur le paysage.

a. Pour le tronçon 4 :

À partir de la photographie ayant servi de simulation visuelle à la page 53 du PR5.4, veuillez fournir une simulation visuelle à **marée basse** de la situation future pour le scénario enrochements avec épis (3.32 m)

b. Pour le tronçon 5 :

La commission est intéressée d'obtenir des photographies et simulations visuelles ayant un point de vue depuis le sentier vers le fleuve. Si disponibles, veuillez fournir les photographies et simulations de:

- 1) La situation actuelle
- 2) La situation future avec le scénario enrochements avec épis
- 3) La situation future avec le scénario enrochements sans épis
- 4) L'épis A (3.32 m) à **marée basse**

c. Pour le tronçon 6 :

La commission estime que les photographies et simulations visuelles du PR5.4 p. 50 et

p. 51 ne reflètent pas précisément les situations actuelles et futures du tronçon 6. Veuillez donc fournir des photographies et simulations visuelles plus adéquates :

- 1) D'un point de vue de la plage vers le sentier illustrant:
  - La situation actuelle
  - La situation future avec le scénario enrochements avec épis
  - La situation future avec le scénario enrochements sans épis, si la taille de

l'enrochement varie avec l'option sans épis

2) D'une vue de l'épis B depuis le tronçon 6c, à **marée basse**.

d. Pour le tronçon 7 :

1) À partir de la photographie ayant servi de simulation visuelle à la page du PR5.4, veuillez fournir une simulation visuelle des épis B et A à 3.32 m à **marée basse**.

2) À partir de la photographie ayant servi de simulation visuelle à la page 52 du PR5.4, veuillez fournir une simulation visuelle de la situation future avec le scénario enrochements sans épis.

Réponse :

Réponse à venir.

28. Avez-vous réalisé une analyse du paysage indépendamment de l'information disponible au rapport d'ÉIE? Si oui, veuillez déposer le rapport. Par ailleurs, veuillez décrire l'unicité (ou non) du paysage du parc par rapport aux paysages que l'on retrouve à l'échelle de la Communauté métropolitaine de Québec.

Réponse :

Réponse à venir.

29. Actuellement, les berges de la plage Jacques-Cartier présentent des ouvrages de stabilisation sur environ 38 % de leur longueur totale (PR5.2, p. 329 PDF). Quelle serait la situation, en pourcentage, une fois le projet complété en considérant les scénarios d'enrochements avec et sans épis?

Réponse :

Réponse à venir.

### **Sur la falaise, le sentier et la sécurité**

30. La carte fournie en DQ1.3 présentant les marges de sécurité entre la berge et le sentier pour les tronçons 1 à 3 ne correspondent pas aux valeurs du tableau 2.3 de l'étude de Norda- Stelo (2016). Quelles sont les valeurs de marge de

sécurité effectives pour les tronçons 1 à 3?

Réponse :

Réponse à venir.

31. À la question 7b du DQ1.1 vous indiquez que : « la Ville de Québec a pris l'engagement de reculer les ouvrages en excavant dans les talus par rapport au nouveau pied de talus partout où cela sera possible » (DQ1.1, p. 12) Veuillez confirmer que le talus qui serait excavé est bien le talus de la berge et non le talus de la falaise situé derrière. Dans l'éventualité où le recul des ouvrages par excavation dans les talus serait impossible, quelles seraient la ou les solutions envisagées?

Réponse :

*Effectivement, l'engagement de la Ville est que la protection de talus n'empiètera pas davantage dans le cours, partout où cela est possible. La pente de la protection de talus sera excavée à même la berge. Dans le cas où l'espace serait trop restreint pour permettre un adoucissement de la pente de la protection de talus, diverses mesures pourraient être mises en place comme la construction de murets de soutènement, par exemple, ou encore à cet endroit, la pente de la protection de talus ne serait simplement pas adoucie.*

32. Vous affirmez que la falaise est dangereuse parce qu'il peut y avoir des éboulis (Guy Laliberté, DT1.1, p. 73) alors que vous considérez que la stabilité de celle-ci n'est pas préoccupante (DQ1.1, p. 11).
- a. Veuillez préciser votre position sur les risques associées à la falaise et sur la gestion de ceux-ci ?
- b. Vous indiquez que des marges de sécurité suffisamment larges doivent être maintenues en bas de talus (DQ1.1, p. 11). Quelles sont les marges qui doivent être maintenues en bas de talus pour chacun des tronçons visés par le projet pour assurer la sécurité des usagers du parc?

Réponse :

*a) La falaise située le long du sentier du Parc de la plage Jacques-Cartier présente une formation rocheuse constituée essentiellement d'un schiste argileux gris et rouge par endroit. Elle est en partie boisée ou recouverte de végétation. La falaise cause en effet des éboulis par endroit. Ces éboulis sont gérés par la Ville de Québec de façon ponctuelle selon les risques associés. Dans le cas d'un éboulement plus sévère, la Ville fait faire des expertises géotechniques à l'externe, toujours en sécurisant premièrement les lieux le cas échéant.*

*b) Pour chacun des tronçons, les marges de sécurité ne sont pas chiffrées ou calculées sans un avis d'expert en géotechnique qui doit tenir compte de toutes les particularités de chaque secteur en question. Des études de stabilité de la falaise pourraient être faites*

*pour chacun des tronçons. Établir tout simplement une distance équivalente à la hauteur du talus comme étant la marge serait trop irréaliste pour le contexte en question étant donné l'espace restreint des sentiers en place par endroit. C'est pourquoi on juge que les marges actuelles devront être maintenues au minimum, avec les précautions nécessaires (mur de béton, barrières ou autres) dans des secteurs plus susceptibles d'avoir des éboulis.*

Chantal Émond, ing., Chargée de projet  
CE/ml

c.c : Daniel Lessard, ing. MAP, Directeur de service – Ville de Québec  
Guy Laliberté, ing. DESS, Directeur de division – Ville de Québec  
Luc Ouellet, ing., MBA, Chef d'équipe – Ville de Québec  
Wendy Whittom, Conseillère en communication – Ville de Québec  
Mario Heppell, Biol. Chargé de projet – Stantec  
Ammar Taha, ing. Ph. D – Stantec