

REQUÊTES D’AUDIENCE PUBLIQUE OU DE MÉDIATION

Nom du projet : Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier

Cote	Requête
PR 8.4.1 (1 de 2)	M. Yann Ropars
PR 8.4.2	M. Dominique Fréchette

11 décembre 2020  
Jean-Pascal Fortin

De [REDACTED]

**Envoyé :** 18 août 2020 23:31

**À :** Ministre MELCC <[ministre@environnement.gouv.qc.ca](mailto:ministre@environnement.gouv.qc.ca)>

**Objet :** Projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier à Québec

Monsieur le Ministre,

Vous trouverez ci-joint une demande de consultation publique concernant les études présentées par la firme Stantec à propos de la stabilisation des berges du Parc de la plage Jacques-Cartier.

Les documents fournis sont un rapport technique et un vidéo.

Compte tenu de sa taille, le fichier vidéo vous parviendra par We Transfer.

Je me permets de vous rappeler que le rapport a été rédigé pour l'usage exclusif du Ministre et que sa diffusion en tout ou en partie n'est pas autorisée sans un accord écrit de ma part.

Sincères salutations

Yann Ropars, M. Sc.

[REDACTED]

# **Plage Jacques-Cartier**

**Québec, Québec**

## **Étude de la stabilisation des berges du parc**

### **Demande de consultation publique**

Par

**Yann ROPARS, M.Sc.**



**Août 2020**

Pour

**Le Ministre de l'environnement et de la lutte contre les changements  
climatiques**

## **Note**

Ce document a été produit **pour l'usage exclusif du Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques** dans le cadre de l'étude de stabilisation des berges du parc de la Plage Jacques-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 Yann Ropars.

# SOMMAIRE EXÉCUTIF

## Modélisation des courants au centre du fleuve

**Stantec n’a pas modélisé les courants de marée à hauteur de la plage Jacques-Cartier.** Le modèle numérique présenté par Stantec est un modèle hydraulique utilisé pour modéliser les courants fluviaux du Saint-Laurent (comme par exemple à la hauteur de Montréal) et non un modèle hydrodynamique requis pour modéliser la partie estuarienne du fleuve à la hauteur de Québec, combinant débit d’eau douce et effet de la marée. Il s’ensuit que les courants maximaux modélisés par Stantec dans le fleuve sont de l’ordre de 1 m/s en utilisant une crue relativement exceptionnelle (20 000 m<sup>3</sup>/s), alors que des vitesses vers l’aval de 2 à 2,5 m/s et que des vitesses vers l’amont de 1,5 à 2 m/s sont observées pratiquement tous les jours dans le secteur des ponts de Québec. Les résultats de modélisation de Stantec sont en contradiction avec les résultats de modélisation de Pascal Matte et du Service hydrographique du Canada ainsi qu’avec des mesures de courant faites dans le cadre de la thèse de doctorat de Pascal Matte.

Afin que leurs modélisations des vitesses de courant devant la plage Jacques-Cartier aient un minimum de crédibilité, des modélisations des courants combinés de marée et fluviaux (modèle hydrodynamique) devraient être exigées de Stantec et non simplement une modélisation des courants marginaux produits par le débit fluvial (modèle hydraulique) sans tenir compte de l’effet de la marée.

## Modélisation des courants le long des rives

Avec le type de modélisation retenu par Stantec, les vitesses de courant modélisées près des rives de la plage Jacques-Cartier sont de très loin inférieures aux vitesses observées. Là où Stantec modélise des vitesses extrêmes de courant de l’ordre de 20 cm/s avec une crue importante, des mesures de courant faites avec une marée moyenne et un débit d’étiage du fleuve ont donné des vitesses de 30 à 75 cm/s. Étant donné la **divergence importante entre les modélisations de Stantec et la réalité**, tous les résultats présentés par Stantec en fonction de leur modélisation des courants devraient être déclarés irrecevables, en particulier les présomptions de « gains environnementaux » générés par la présence des épis.

## Optimisation de la géométrie des épis

La seule optimisation de la géométrie des épis faite par Stantec est la comparaison de deux élévations très proches de leur crête (3,32 m versus 3,09 m). Aucune optimisation du **nombre**, de la **position**, de la **longueur** ou de l’**orientation** des épis n’est présentée dans les rapports de Stantec. Compte tenu de l’importance des ouvrages proposés et de leur impact sur l’environnement du fleuve, une **optimisation** en bonne et due forme des épis devrait être exigée de la part de Stantec pour se rapprocher d’une pratique responsable de l’ingénierie et d’une gestion responsable de fonds publics.

## Modélisations hydro-sédimentaires

Aucune modélisation hydro-sédimentaire, prenant en compte non seulement l'impact des courants de marée mais également l'impact des vagues, n'a été faite par Stantec. Seules les vitesses largement sous-estimées des courants fluviaux modélisés ont été prises en compte, alors que, sans parler des vitesses réelles de courant observées sur le site, les vitesses de courant dus aux vagues provoquent des effets autrement plus importants sur les sédiments et les végétaux. Une étude complète des mouvements hydro-sédimentaires devrait être exigée de Stantec étant donné leurs prétentions par rapport aux gains environnementaux dus aux épis.

De plus, la présence des épis va perturber la propagation des vagues et provoquer l'augmentation de leur hauteur au droit des herbiers en place. Non seulement les gains environnementaux présumés par Stantec sont loin d'être démontrés, mais **la présence des épis pourrait signifier la disparition de certains herbiers en place.**

## Recharge de plage

Les options de protection de berge proposées par Stantec (mur continu de gros boulders) vont pratiquement interdire l'accès aux plages à une majorité des usagers de ces plages. Des exemples de recharge de plage tel que celui de Notre-Dame-du-Portage démontrent qu'il est possible de faire une recharge de plage près d'un herbier aquatique en ayant un réel impact sur la résistance à l'érosion des rives, sans faire disparaître ni les plages ni les herbiers. Pour le plus grand bénéfice des usagers du parc, **des options fonctionnelles de recharge de plage devraient être exigées** de la part de Stantec.

## Entrave à la navigation

La présence des épis submersibles constitue une **sérieuse entrave à la navigation et un danger réel pour les usagers** qui oseraient s'approcher des rives de la plage Jacques-Cartier à marée haute. Si tant est que Transport Canada autorise une telle entrave à la navigation, le risque d'accident et de mortalité par noyade posé par ces épis est majeur. Une justification incontestable de la nécessité de mettre ces épis est donc requise, ce qui n'est pas le cas avec les rapports actuellement présentés par Stantec.

## Stabilité des épis

La conception des épis proposée par Stantec fait en sorte que les glaces vont arracher plusieurs des pierres de la crête de ces épis dès le premier hiver. La fonctionnalité déjà très hypothétique de ces épis sera sérieusement altérée par ces dommages.

## Intérêt pour le milieu touché

Le projet présenté par Stantec constitue une quasi-destruction des plages du Parc de la plage Jacques-Cartier et une perturbation inconcevable du milieu hydrique (épis non-justifiés). En tant que résident de Québec et utilisateur régulier de ces plages, j'ai un intérêt très particulier à tenter d'éviter ces dommages irrémediables.

# 1 Modélisation des courants du Saint-Laurent

---

## 1.1 Contexte hydrodynamique

La partie du fleuve au droit de la plage Jacques-Cartier est soumise à d'intenses courants de marée. Le courant s'inverse à chaque marée, indication très claire que le débit d'eau douce n'est pas le paramètre influençant le plus les caractéristiques hydrodynamiques de cette partie du fleuve.

## 1.2 Modélisations du SHC

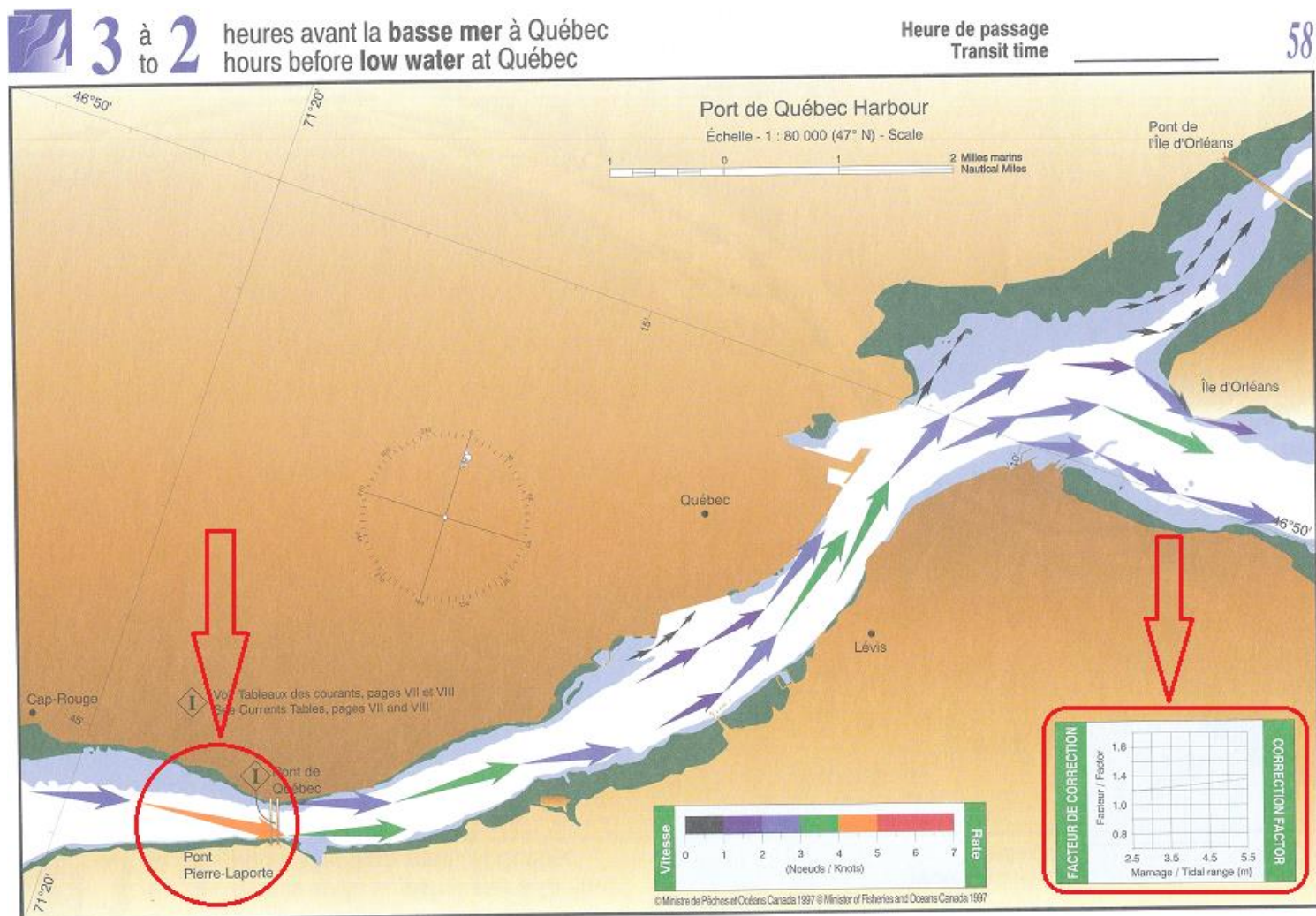
La figure 1.1 est extraite des tables de courants éditées par le ministère des Pêches et Océans Canada / Service hydrographique du Canada (MPO-SHC) pour la zone de Québec. Il s'agit d'une des seules informations publiques disponibles à propos des courants de marée dans le fleuve à cet endroit.

On y constate qu'en **conditions de marée moyenne**, l'intensité du courant de marée descendante devant la plage Jacques-Cartier atteint de **4 à 5 nœuds (2 à 2,5 m/s)** de 3 à 2 heures avant la basse mer à Québec. Si on se reporte au **graphique en bas à droite de l'image**, il y est indiqué que, selon l'amplitude de la marée, il faut **multiplier ces vitesses par un facteur pouvant atteindre 1,35**. Si on considère une vitesse moyenne de 4,5 nœuds et qu'on la multiplie par le facteur de 1,35, lors de **conditions de marées plus exceptionnelles**, on obtient **6 nœuds, soit 3 m/s vers l'aval**.

Les modélisations du SHC ne tiennent pas compte des débits d'eau douce exceptionnels (crues). Il est donc possible que la vitesse maximale du courant à marée descendante dépasse parfois les 6 nœuds au large de la plage Jacques-Cartier.

Si on se reporte à la figure 1.2, les vitesses de courants de marée montante devraient atteindre de **3 à 4 nœuds (1,5 à 2 m/s)** de 0 à 1 heures après la pleine mer à Québec. Si on se reporte au **graphique en bas à droite de l'image**, il y est indiqué que, selon l'amplitude de la marée, il faut **multiplier ces vitesses par un facteur pouvant atteindre 1,4**. Si on considère une vitesse moyenne de 3,5 nœuds et qu'on la multiplie par le facteur de 1,4, lors de **conditions de marées plus exceptionnelles**, on obtient **4,9 nœuds, soit 2,4 m/s vers l'amont**.

Ces informations sont connues de Stantec qui les reproduit à la figure 23 du rapport PR5.2 (1 de 3) (page 150/376 du pdf).



**Figure 1.1 Intensité et direction des courants du fleuve à Québec (MPO-SHC) de 3 à 2 heures avant la basse mer à Québec**



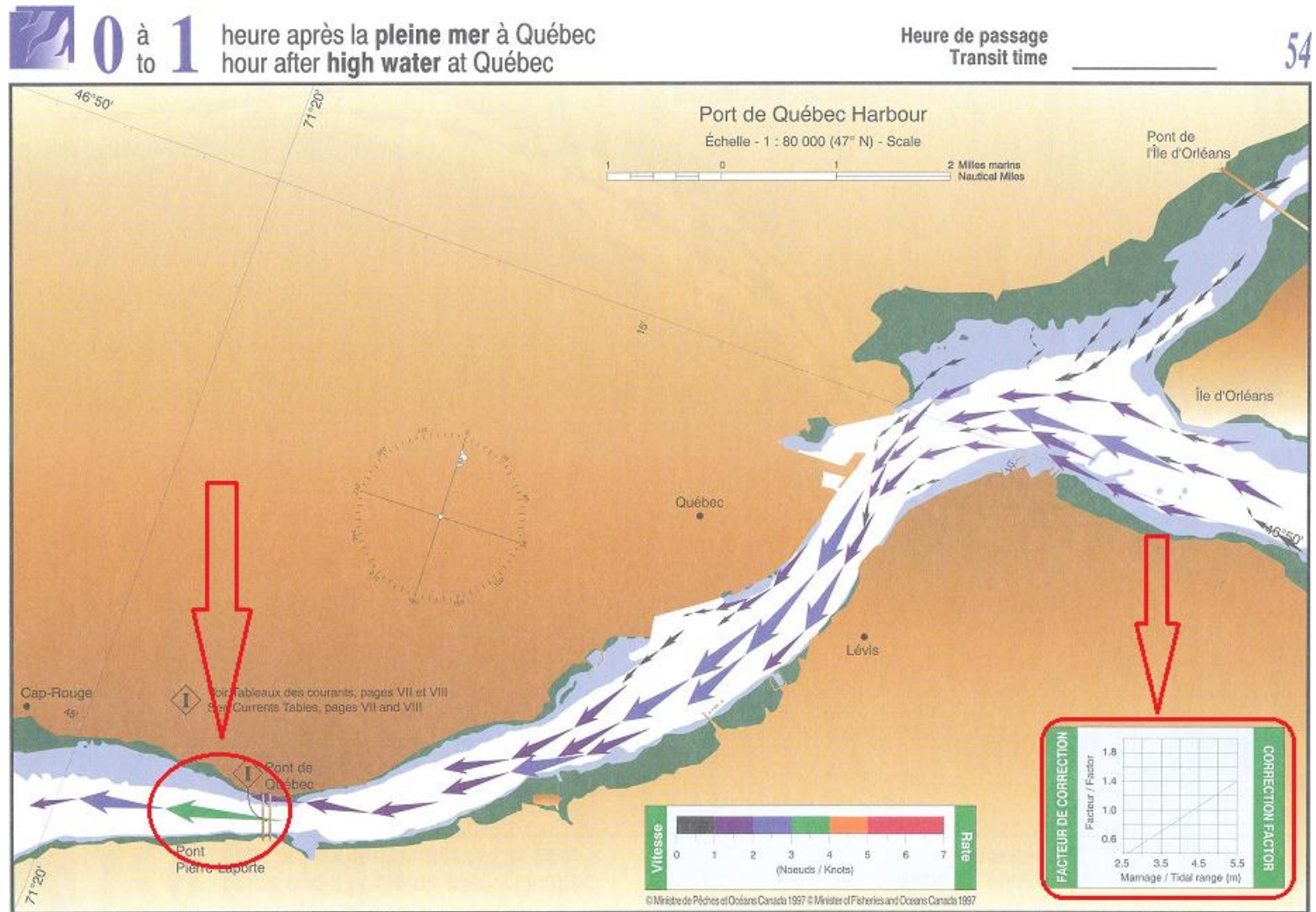
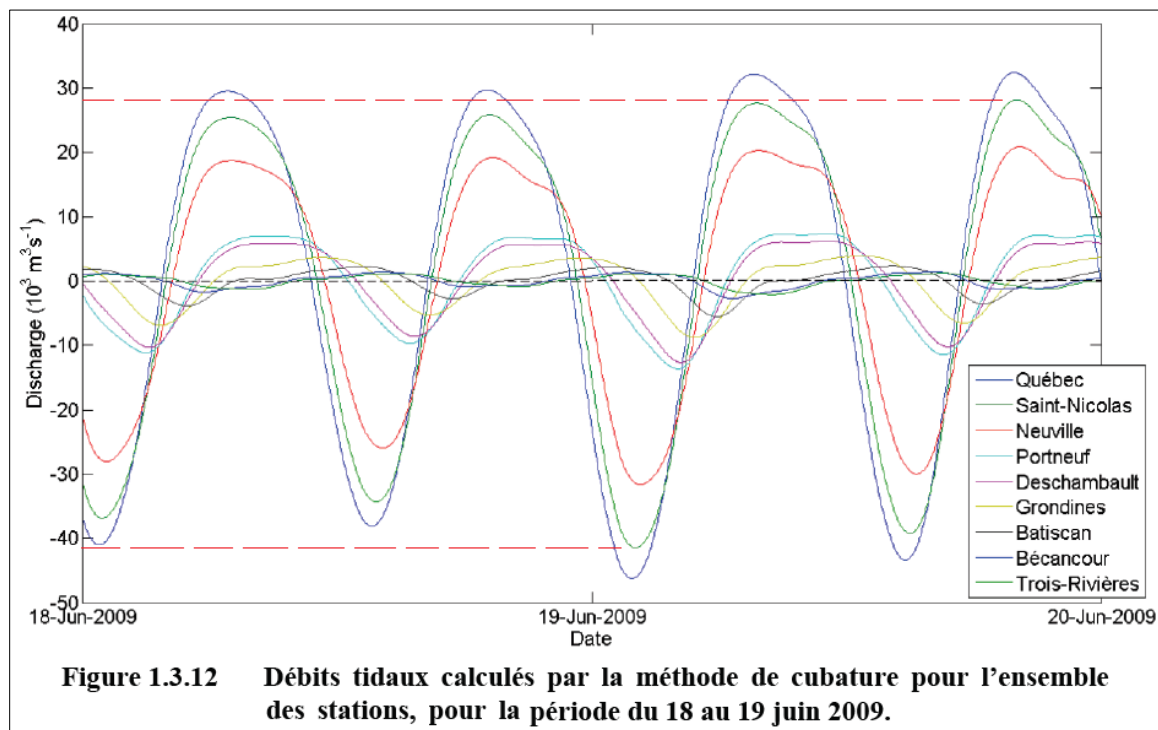


Figure 1.2 Intensité et direction des courants du fleuve à Québec (MPO-SHC) de 0 à 1 heure après la pleine mer à Québec

### 1.3 Modélisations de Pascal Matte

Pascal Matte a fait sa thèse de doctorat<sup>1</sup> (Ph.D.) sur la modélisation du fleuve Saint-Laurent entre la sortie du lac Saint-Pierre et Saint-Joseph-de-la-Rive. Ce travail a l'avantage de se baser sur de **nombreuses mesures** faites dans le fleuve afin de permettre la calibration du modèle numérique.

Une information importante rapportée dans la thèse de P. Matte est le débit tidal. Des résultats sont disponibles pour le site de Saint-Nicolas, soit en face de la plage Jacques-Cartier et sont reproduits sur la figure 1.3. On y constate que le débit tidal calculé pour un marnage de moins de 4 m à Québec (soit moins qu'une marée moyenne) atteint devant la plage Jacques-Cartier pratiquement **30 000 m<sup>3</sup>/s vers l'amont** et dépasse **40 000 m<sup>3</sup>/s vers l'aval**. Ces chiffres sont très supérieurs aux 20 000 m<sup>3</sup>/s utilisés par Stantec pour ses modélisations « extrêmes ». Il va sans dire que pour des marnages de grandes marées de l'ordre de 6 m, le débit retenu par Stantec a encore moins de rapport avec la réalité.



**Figure 1.3** Débits tidaux calculés par P. Matte pour différentes stations du fleuve St-Laurent

La figure 1.4 présente des mesures de courant faites à Neuville. On y constate que les **vitesse mesurées peuvent atteindre 2,5 m/s** à un endroit sans configuration géométrique particulière du fleuve, comme le rétrécissement qu'on retrouve à hauteur des ponts de Québec.

D'autres figures montrant l'intensité des courants de marée dans cette portion du fleuve Saint-Laurent sont disponibles dans le rapport de P. Matte.

<sup>1</sup> Matte, Pascal, "Modélisation hydrodynamique de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent", Université du Québec, I.N.R.S. Centre Eau Terre Environnement, 2014 (<http://espace.inrs.ca/id/eprint/2616/>)

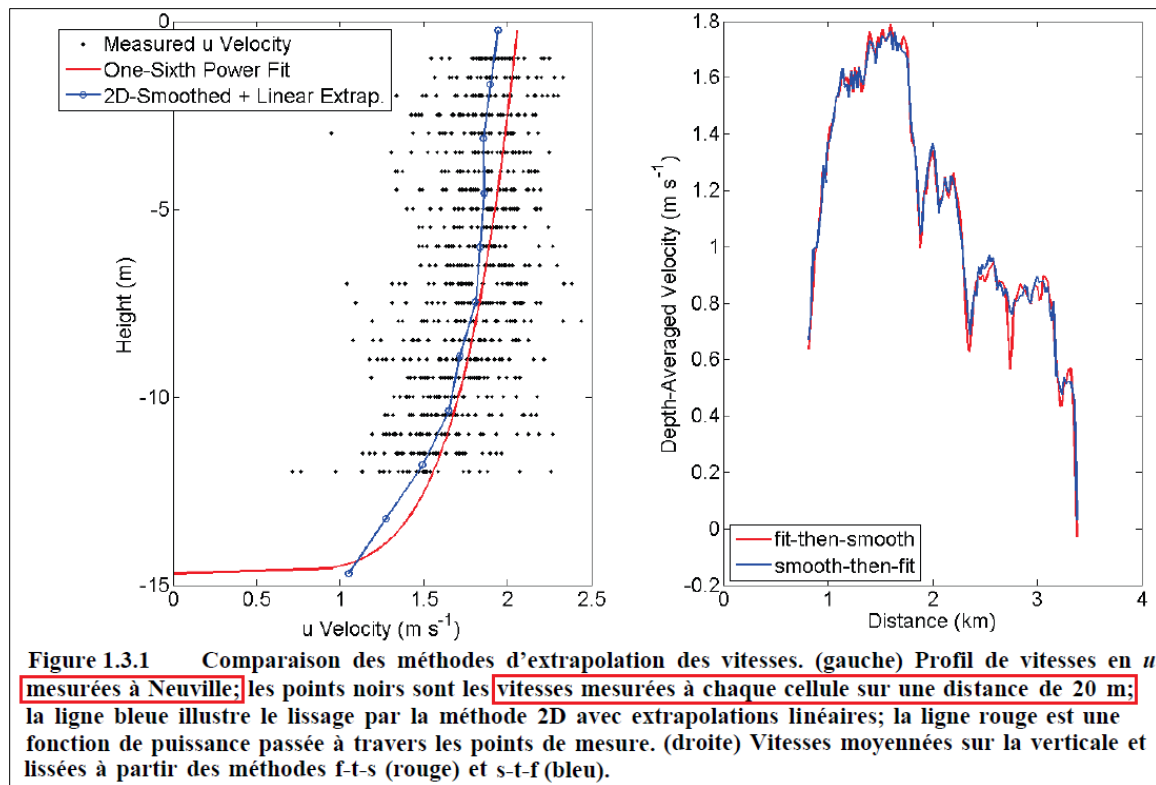


Figure 1.4 Vitesses de courant mesurées à Neuville (Matte-2014)

## 1.4 Courants modélisés par Stantec

Lors de la période d'information publique du 28 juillet, Stantec a répondu à une question concernant ces courants de marée montante en faisant référence à des figures montrant des flèches orientées vers l'amont : figures 4.4, 4.7 (figure 1.5 suivante) ou 4.10 du rapport PR5.2 (2 de 3) (pages 32/59, 36/59 et 40/59 du pdf). Ces flèches indiquent des **directions de vagues** et non des courants. Lors de la réponse écrite, Stantec s'est heureusement récusé, mais il est plus qu'inquiétant que le spécialiste de Stantec ait pu confondre des résultats de modélisations de vagues avec des résultats de courants.

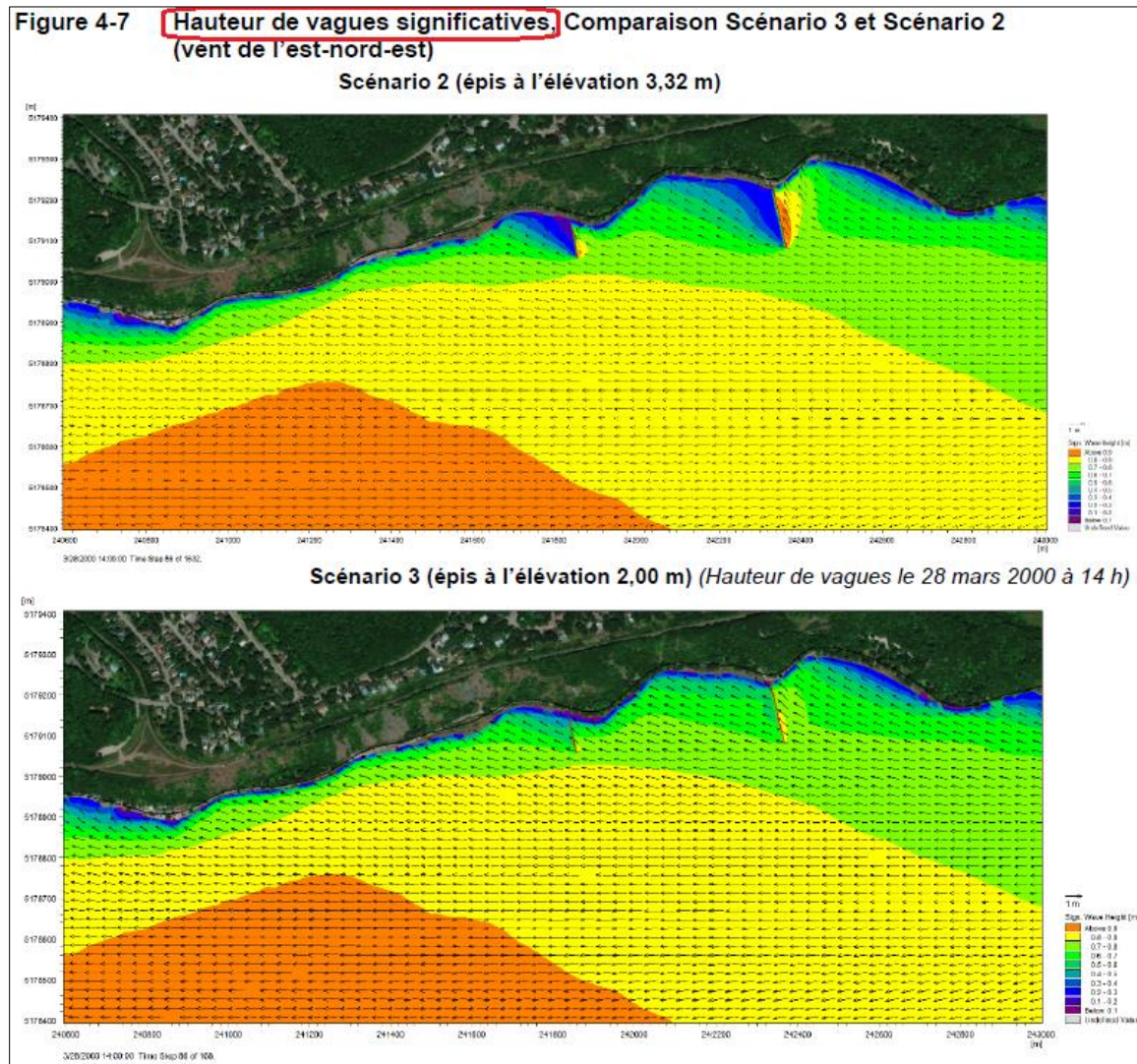
La figure 1.6, tiré du rapport de Stantec (PR5.2 (1 de 3), page 142/376 de la version pdf) de décembre 2019, illustre des **courants maximaux de l'ordre de 1 m/s au milieu du fleuve sous les ponts**, là où on devrait trouver des **courants de marée de 2 à 3 m/s**. À hauteur de Saint-Nicolas, là où des vitesses mesurées dans des conditions très ordinaires ont atteint 2,5 m/s (Matte-2014), la modélisation « extrême » de Stantec peine à obtenir des vitesses de 0,5 m/s.

La modélisation de Stantec n'est **pas en mesure de représenter correctement les importants courants de marée descendante** que n'importe quel navigateur rencontre tous les jours dans cette section du fleuve.

Pour ce qui est courants de marée montante, dans les différents rapports de Stantec **nous n'avons trouvé ni indication dans le texte ni graphique montrant que des courants de marée montante ont été modélisés**, que ce soit près du bord de la plage ou au large.

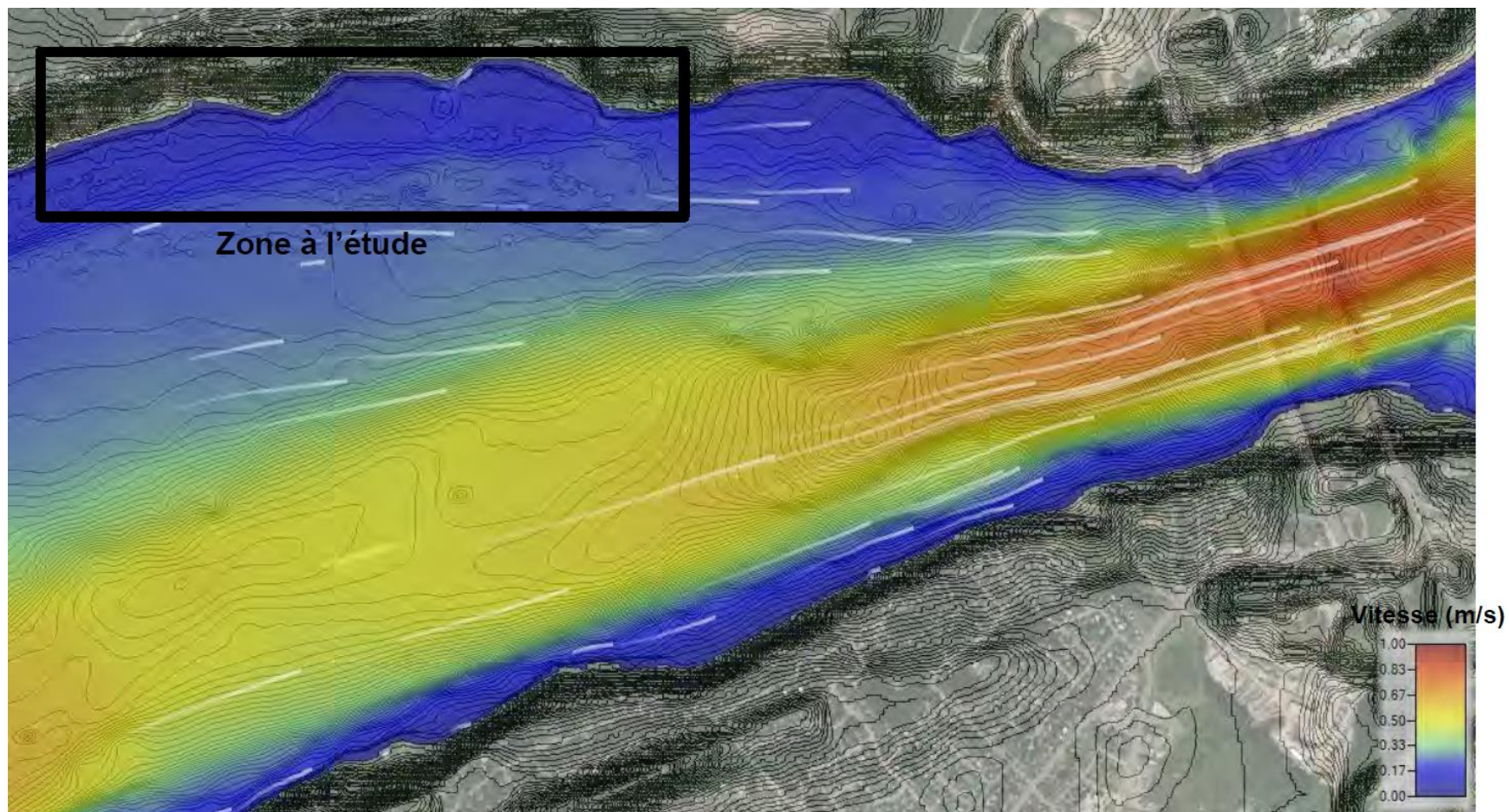


Il n'existe aucun document produit par Stantec permettant de penser que les courants de marée (montante ou descendante) ont été modélisés, malgré leurs vitesses importantes. Donc, jusqu'à ce que Stantec prouve qu'il y a eu une modélisation des courants de marée, tout indique que **seule la modélisation des courants marginaux dus au débit fluvial** a été faite par Stantec. Il s'agit donc de résultats d'une **modélisation hydraulique** tel qu'on le ferait pour le fleuve Saint-Laurent à hauteur de Montréal et non d'une **modélisation hydrodynamique** qui est requise pour étudier la dynamique du fleuve à hauteur de Québec en tenant compte des importants courants dus à la marée, auxquels s'ajoutent les courants d'eau douce provenant de l'amont.



**Figure 1.5** Hauteurs de vagues modélisés par Stantec près de la plage Jacques-Cartier





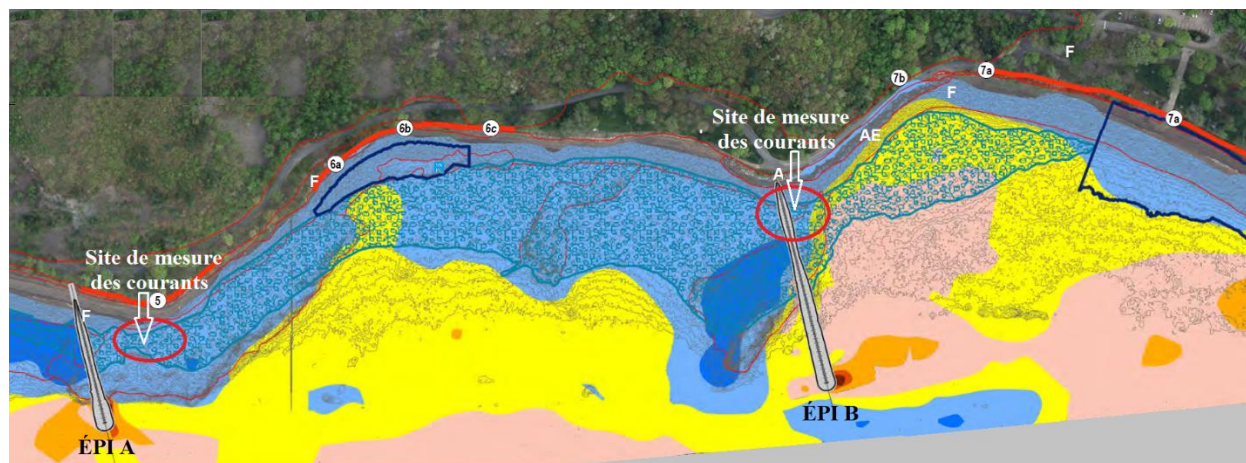
**Figure 1.6** Courants maximaux modélisés par Stantec au large de la plage Jacques-Cartier

## 1.5 Courants sur le bord de la rive

Étant donné que Stantec ne semble pas avoir jugé utile de vérifier quelles étaient les vitesses de courant se produisant réellement sur le bord des rives du parc de la Plage Jacques-Cartier, des mesures ont été faites le 4 août 2020 entre 09h45 et 10h35 HAE. Les sites visités sont ceux des deux épis proposés par Stantec (épis A et B des tronçons 5 et 7 – voir figure 1.7).

Une **séquence vidéo** est jointe à ce rapport pour illustrer la vitesse du courant observée le 4 août 2020 vers 10h42 HAE.

Les mesures ont consisté à chronométrer le temps pris par un flotteur (situé à différentes distances de la rive) pour parcourir une distance de 10 m. Étant donné la relative imprécision des mesures, celles-ci ont été répétées pour valider les résultats.



**Figure 1.7** Localisation des sites de mesure des courants près des rives

Selon le site d'Environnement Canada, le 4 août 2020, le fleuve était en situation d'étiage ( $9\,300\text{ m}^3/\text{s}$  à la station de LaSalle<sup>2</sup>) donc très loin des conditions de crues de Stantec ( $20\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ).

Selon le site du Service hydrographique<sup>3</sup>, le marnage prédit le 4 août 2020 pour cette phase de marée était de 4,8 m, soit un peu plus que le marnage d'une marée moyenne (4,4 m selon le SHC) et nettement moins que le marnage d'une grande marée (5,9 m selon le SHC).

Le vent était léger de l'Est pendant les mesures.

Les résultats des mesures sont présentés dans le tableau 1.1.

<sup>2</sup> <http://www.cehg.gouv.qc.ca/suivihydro/graphique.asp?Nostation=0014003>

<sup>3</sup> <https://www.marees.gc.ca/fra/station?type=0&date=2020%2F08%2F04&sid=3250&tz=EDT&pres=1>



Tableau 1.1 Vitesses de courant mesurées près des rives de la plage Jacques-Cartier le 4 août 2020

Épis / Tronçon	Heure HAE)	Distance du bord (m)	Vitesse mesurée (m/s)
Épi A / T5	09h47	6	0,3
Épi A / T5	09h50	3	0,2
Épi A / T5	09h55	6	0,3
Épi A / T5	10h00	6	0,3
Épi B / T7	10h10	8	<b>0,7</b>
Épi B / T7	10h15	10	<b>0,7</b>
Épi B / T7	10h20	4	<b>0,7</b>
Épi B / T7	10h26	4	<b>0,7</b>
Épi B / T7	10h30	10	<b>0,75</b>
Épi B / T7	10h35	6	<b>0,7</b>

Stantec indique dans son rapport que les **vitesses extrêmes de courant** modélisées près du bord par ses soins sont de **0,2 m/s** mais la grande majorité des vitesses maximales modélisées sont inférieures à 0,1 m/s. Une simple vérification des vitesses réelles de courant lors de conditions hydrauliques très courantes indique des **vitesses réelles de courant presque 4 fois plus élevées** que celles modélisées par Stantec. Si on extrapole vers des conditions plus exceptionnelles (de marée et de crue), des vitesses probablement dix fois plus grandes que celles modélisées par Stantec devraient être observées le long des rives du Parc de la plage Jacques-Cartier.

## 1.6 Demande au Ministre

Compte tenu :

- Des **divergences importantes** entre les résultats de modélisation de courant de Stantec dans le fleuve et les informations produites par le Service hydrographique du Canada ou Pascal Matte **pour les courants de marée descendante**,
- Des **différences importantes** entre les « vitesses extrêmes » de courants modélisées par Stantec et les **vitesses de courants ordinaires** mesurées dans le cadre de la thèse de Pascal Matte (2014),
- Des **divergences très importantes** entre les résultats de modélisation de courant de Stantec près des rives et les mesures de courants réalisées dans des conditions absolument ordinaires,
- Du **refus systématique de Stantec de produire des documents** démontrant que ses modélisations ont traité les courants de **marée (montante et descendante)**,

Serait-il possible pour le Ministre de faire valider les modélisations de Stantec par une équipe familière avec ce type de modélisation hydrodynamique ? Au moins deux organismes seraient en mesure de le faire au Québec, soit l'équipe de Jean Morin et Pascal Matte (Environnement Canada) et l'équipe de Marc Villeneuve (LaSalle|NHC).

Il est intéressant de noter que LaSalle|NHC a produit non pas des cartes heure par heure mais des animations vidéo de la variation des courants de marée dans le Saint-Laurent pour les audiences publiques concernant le projet du Port de Québec à Beauport. Le refus de Stantec de présenter ne serait-ce que des cartes heure par heure des courants n'en est que plus perturbant.

En attendant ces validations, il faudrait prendre avec beaucoup de prudence toutes les « démonstrations » faites par Stantec à propos des impacts des épis sur l'hydrodynamique du fleuve, en particulier les « gains environnementaux » résultant de la mise en place des épis.

## 2 Modélisations hydro-sédimentaires

---

### 2.1 Modélisation des mouvements sédimentaires

Les théories de mouvement des sédiments granulaires sont basées sur le principe de l'existence d'une vitesse critique d'entraînement spécifique, en deçà de laquelle les sédiments ne bougent pas et au-delà de laquelle les sédiments sont entraînés.

Il est donc extrêmement important de bien définir les vitesses maximales auxquelles sont soumis les sédiments pour déterminer leurs mouvements. En particulier, les courants engendrés par les vagues déferlant sur la plage sont critiques pour définir la susceptibilité au mouvement des sédiments (figure 2.1). Une fois les sédiments mis en suspension par les vagues, ces sédiments peuvent être entraînés, **même si la vitesse du courant fluvial est significativement inférieure à la vitesse critique d'entraînement des sédiments.**



**Figure 2.1** Mise en suspension par les vagues des sédiments des rives de la plage Jacques-Cartier (tronçon 4)

Le Coastal Engineering Manual (C.E.M.) fournit certaines informations sur la dynamique des sédiments soumis à des courants. Une notion importante est le ratio des forces de mise en mouvement (drag forces) sur les forces stabilisatrices (poids submergé), identifié comme le paramètre de Shield<sup>4</sup>. Ce paramètre est

---

<sup>4</sup> C.E.M. – U.S. Army Corps of Engineers – Equation III-6-43, page III-6-28  
Stabilisation des berges du parc



**proportionnel au carré de la vitesse** du fluide. Une erreur sur l'évaluation de la vitesse du fluide a donc des conséquences dramatiques sur la caractérisation de la mobilité des sédiments.

Les calculs faits avec les équations III-6-45, III-6-47 et III-6-49, ainsi qu'avec la figure II-6-8 du C.E.M. ont donné les vitesses critiques d'entraînement suivantes pour différentes tailles de sédiments (tableau 2.1) :

**Tableau 2.1 Vitesses critique d'entraînement des sédiments**

Diamètre caractéristique du sédiment (mm)	Vitesse critique d'entraînement $u_{*cr}$ (m/s)
0,2	0,013
2	0,034
5	0,063

## 2.2 Vitesses de courant produites par des vagues

La théorie linéaire des vagues<sup>5</sup> permet d'avoir une idée du mouvement des particules d'eau sous une vague. Il s'agit d'une approximation qui est tout à fait suffisante pour les besoins du présent exercice.

À partir de données de vagues courantes pour le site de la plage Jacques-Cartier, les calculs faits par 2 m de profondeur ont donné les vitesses locales maximales du fluide près du fond suivantes (tableau 2.2) :

**Tableau 2.2 Vitesses orbitales générées par les vagues près du fond**

Hauteur significative des vagues $H_s$ (m)	Période moyenne des vagues $T_m$ (s)	Vitesse orbitale max près du fond $u_{wcr}$ (m/s)
0,4	2,4	0,24
0,6	2,8	0,43
0,8	3,2	0,65
1,0	3,5	0,86
1,2	3,9	1,09

En comparant les tableaux 2.1 et 2.2, on constate que **les courants générés par les vagues peuvent être de deux ordres de grandeur (100x) supérieurs aux vitesses critiques d'entraînement des sédiments.**

Il est donc inquiétant que ces courants produits par les vagues aient été complètement négligés par Stantec dans le cadre d'une analyse de la dynamique hydro-sédimentaire de la plage Jacques-Cartier.

## 2.3 Demande au Ministre

Serait-il possible de demander à Stantec de tenir compte de l'ensemble des vitesses (courants et vagues) pouvant déplacer les sédiments dans le cadre de leurs évaluations, en particulier celles des « bénéfices environnementaux » produits par la mise en place des épis ?

De plus, la réflexion des vagues sur les épis (et l'augmentation de hauteur de vague qui en résulte) aurait dû être prise en compte dans ces calculs pour obtenir les effets réels de la présence des épis sur les sédiments des plages et des herbiers. Il ne semble pas que ce soit le cas.

## 3 Épis

### 3.1 Projet présenté par Stantec

Le projet présenté par Stantec inclus la mise en place de deux épis majeurs (ouvrages en enrochement perpendiculaires au rivage de 100 et 150 m de long – figure 3.1).

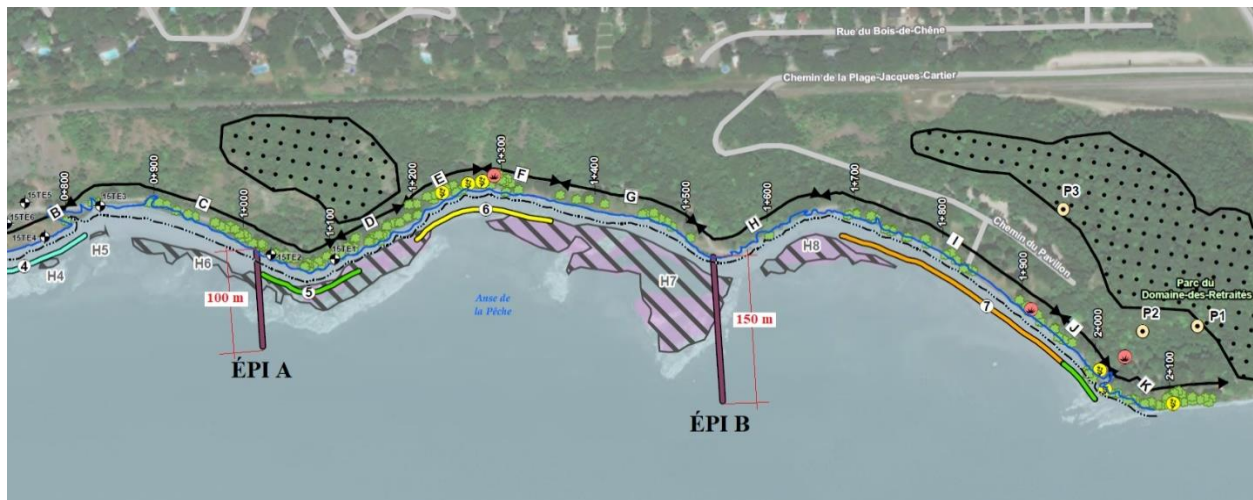


Figure 3.1 Localisation des épis proposés par Stantec près de la plage Jacques-Cartier

### 3.2 Raison d'être des épis

Les épis ne faisaient pas partie des solutions à étudier dans la demande de proposition de la Ville de Québec<sup>6</sup>. Les impacts de telles structures majeures (empiétement, perturbation du courants, impact visuel, coûts, etc.) auraient donc dû faire en sorte qu'un accent particulier soit mis sur leur justification. C'est loin d'être le cas dans le rapport de Stantec.

**Aucune étude d'optimisation** de la géométrie des épis n'est présentée dans les différents rapports de Stantec. En aucun cas, la **position**, le **nombre**, la **longueur** ou l'**orientation des épis** n'ont été évaluées par rapport à des alternatives. Tout s'est passé comme s'il n'était pas requis de la part de Stantec de vérifier la validité ou la géométrie des épis proposés spontanément dans leur première version de rapport.

Pire, l'épi B est installé directement sur un herbier alors qu'un déplacement de quelques mètres aurait évité cette destruction directe d'habitat faunique sensible.

### 3.3 Élévation de la crête des épis et vagues

L'élévation finale de la crête des épis recommandée par Stantec est de +3,32 m (référence [3], chapitre 7.2 de l'annexe F, page 53/59 du pdf). Il s'agit du seul paramètre des épis ayant fait l'objet de plus qu'une option dans les rapports de Stantec, l'élévation alternative étant de +3,09 m (23 cm de moins).

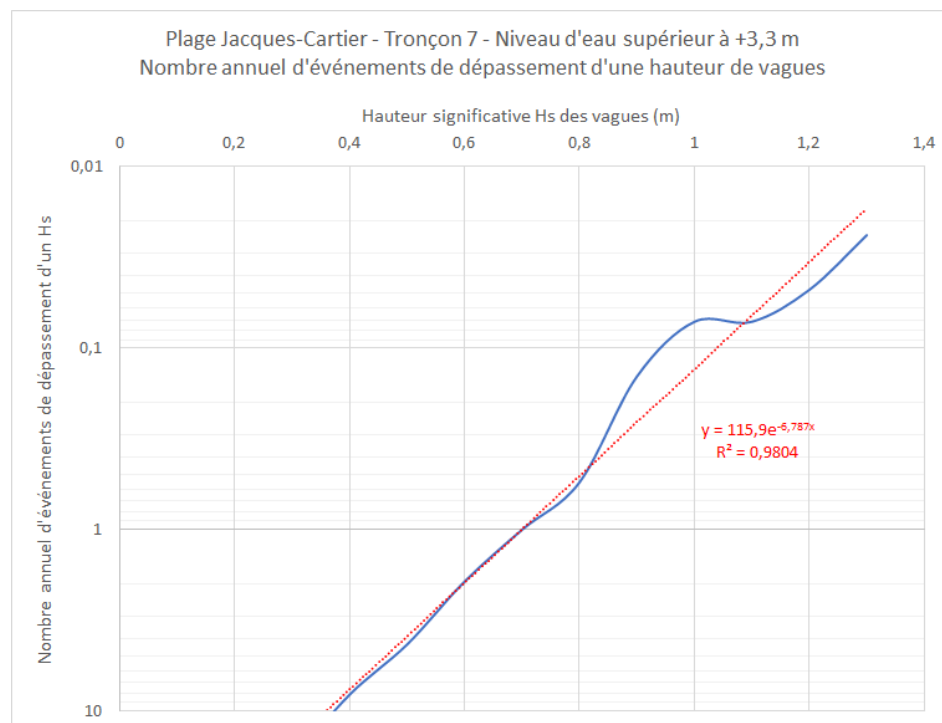
Une vérification des événements de vagues s'étant produit lorsque le niveau d'eau était supérieur à +3.32 m a été faite à partir de la série temporelle synchrone (niveaux d'eau de la station de Neuville et vagues

<sup>6</sup> Appel d'offres No 50240 – Stabilisation des berges, Plage Jacques-Cartier – Étude d'impact (PSP150140) – Mai 2017 – Ville de Québec

générées près de la plage – du 1<sup>er</sup> avril 1969 au 31 décembre 2013). Les vagues qui se sont produites alors que le niveau d'eau était supérieur à +3,32 m sont loin d'être des cas anecdotiques.

La figure 3.2 présente la relation entre la hauteur significative des vagues supérieure à une valeur donnée et le nombre moyen d'événements par année pendant lesquels se produit cette hauteur de vagues **lorsque le niveau d'eau est supérieur à +3,32 m**. Une régression linéaire a été tirée des données pour normaliser les calculs. On constate à partir de la figure 2.2 qu'en moyenne :

- La valeur de  $H_s > 0,3$  m se produit presque 20 fois par année,
- La valeur de  $H_s > 0,4$  m se produit un peu plus de 8 fois par année,
- La valeur de  $H_s > 0,5$  m se produit un peu plus de 4 fois par année,
- La valeur de  $H_s > 0,6$  m se produit presque 2 fois par année,
- La valeur de  $H_s > 0,7$  m se produit une fois par année,
- La valeur de  $H_s > 0,9$  m se produit une fois tous les 7 ans,
- La valeur de  $H_s > 1,1$  m se produit une fois tous les 14 ans,
- La valeur de  $H_s > 1,3$  m se produit une fois tous les 40 ans.



**Figure 3.2** Nombre d'événements de  $H_s$  supérieur à une valeur donnée par année

Avec la fréquence de vagues qui passent directement par-dessus les épis recommandés par Stantec, il n'est pas difficile de deviner l'impact de ces vagues sur la rive : **les épis ne protégeront pas la rive de l'érosion lors de ces événements combinant vagues et hauts niveaux d'eau**. Or ce sont ces événements qui sont à la base des problématiques d'érosion de la plage Jacques-Cartier (et de bien d'autres rivages québécois).

### 3.4 Élévation de la crête des épis et navigation

L'élévation finale de la crête des épis recommandée par Stantec est de +3,32 m (référence [3], chapitre 7.2 de l'annexe F, page 53/59 du pdf). En comparant cette élévation avec les élévations de la base de données de niveaux d'eau de Neuville (SHC - référence retenue par Stantec), on constate qu'en moyenne, les épis seront submergés plus de 2,8% du temps, soit **près de 250 heures par année en moyenne**. Les niveaux d'eau extrêmes étant prévus à +5,1 m, **ces épis seront parfois sous 1,8 m d'eau**. Dans un tel cas de brise-lames immergés et sans parler de l'effet des glaces, le C.E.M.<sup>7</sup> recommande de procéder à des essais en modèle réduit pour faire leur conception. Aucune mention d'une telle mise en garde n'a été trouvée dans les différents rapports de Stantec.

Si on tient compte de la combinaison des effets des changements climatiques (prévisions du GIEC) et du rehaussement isostatique à Québec (NRCan), les épis seront submergés en moyenne par année :

- 280 heures dans 20 ans,
- 320 heures dans 30 ans,
- 370 heures dans 40 ans,
- 430 heures dans 50 ans,

Étant donné la fréquence à laquelle les épis vont être submergés (si tant est qu'ils conservent leur élévation de crête), **la présence des épis submersibles constituera donc une sérieuse entrave à la navigation et un danger réel pour les usagers** qui oseraient s'approcher des rives de la plage Jacques-Cartier à marée haute. Si tant est que Transport Canada autorise une telle entrave à la navigation, le risque d'accident et de mortalité par noyade posé par ces épis est majeur.

Il est un peu surprenant que le sujet n'ait pas été abordé dans le rapport de Stantec, comme si la santé et la sécurité de la population québécoise ne faisait pas partie des préoccupations de Stantec dans le cadre de cette proposition spontanée d'épis.

### 3.5 Résistance des épis aux glaces

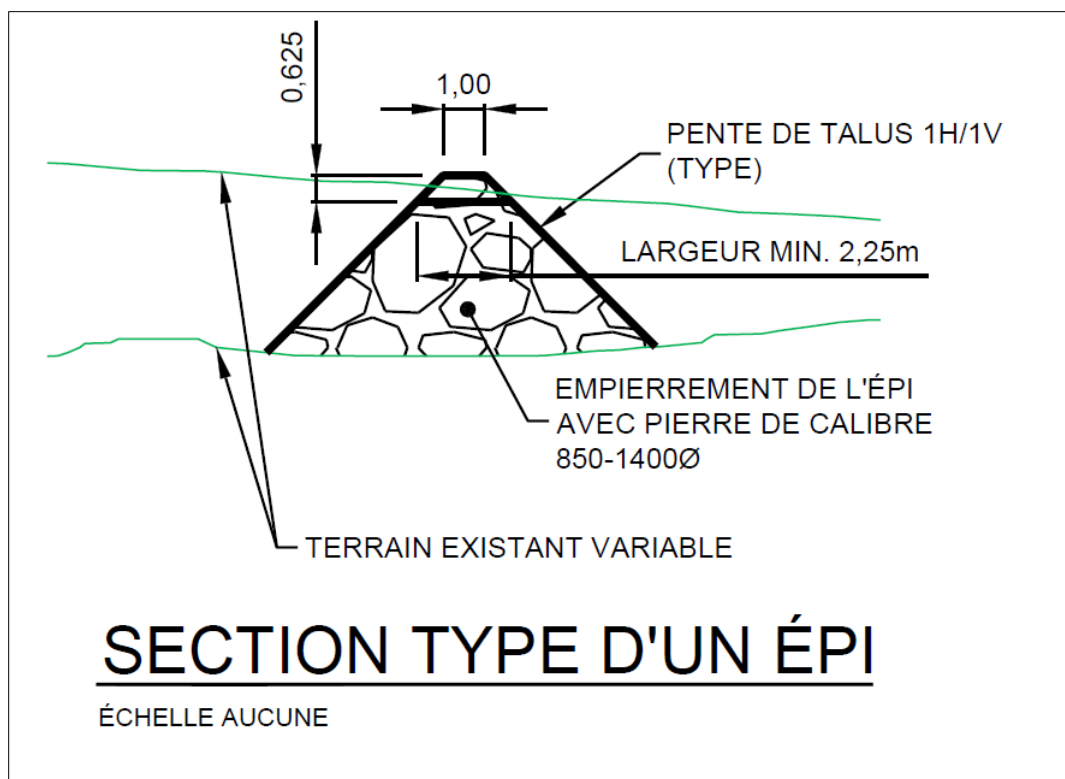
Le chapitre 8.4 du rapport de février 2019 de Stantec (référence [2], annexe B, pages 178/376 et suivantes) prétend dimensionner les épis par rapport aux efforts de glace. En fait, le seul calcul qui est présenté n'est pas clair à propos de ce qui est calculé. De plus, il manque la référence d'où est tirée l'équation du chapitre 8.4 du rapport de Stantec pour s'assurer de sa pertinence dans le contexte de la plage Jacques-Cartier. En effet, de nombreuses équations concernant les glaces ont été développées dans le contexte de lacs ou réservoirs d'eau et non dans le contexte très dynamique du fleuve Saint-Laurent.

D'après ces résultats (référence [2], tableau 17, page 179/376), il faudrait des pierres de 0,83 à 1,39 m (calibre) sur une épaisseur de 2,22 m.

La figure 3.3 (référence [2], annexe D, page 231/376) indique que la crête de l'épi (qui se trouve à +3,32 m selon les recommandations de Stantec) n'est constituée que d'une seule pierre. Pour un ouvrage submersible, ceci constitue un énorme risque par rapport aux recommandations du C.E.M. concernant ce genre d'ouvrage. Au contraire, pour être en mesure de résister aux vagues et aux glaces qui passeront par-dessus ces épis, il faudrait **multiplier le nombre de pierres se trouvant sur la crête** et les placer selon des **pentés plus douces que 1H/1V**.

---

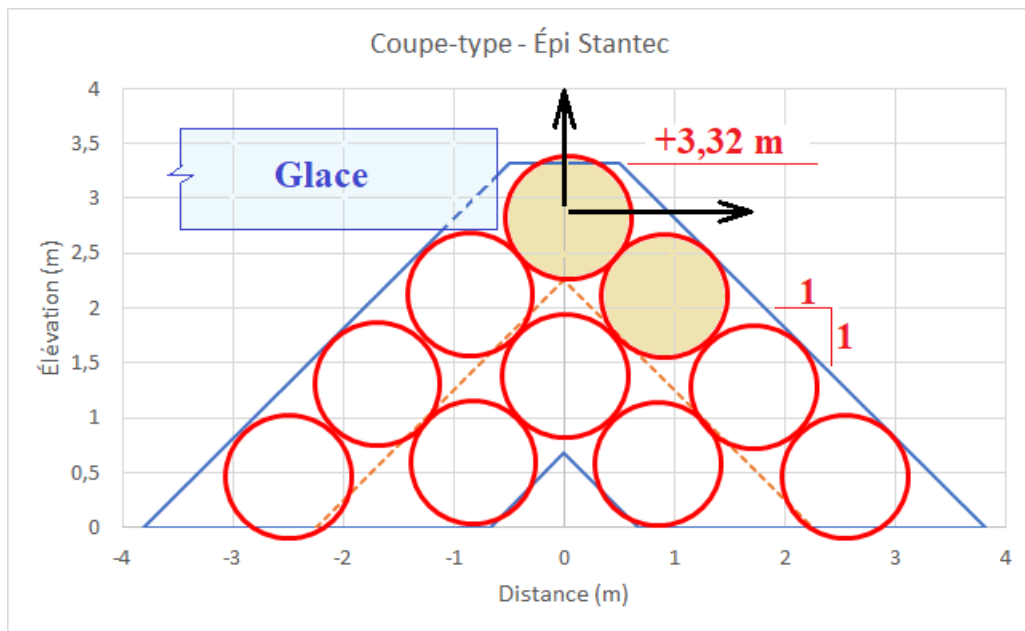
<sup>7</sup> Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers



**Figure 3.3** Coupe-type d'un épi - Référence Stantec

Avec des épaisseurs de glace de l'ordre du mètre et des niveaux d'eau qui dépassent régulièrement et largement l'élévation de la crête de l'épi (jusqu'à +1,8 m de plus), l'infrastructure proposée par Stantec ne sera pas stable. Des vérifications sommaires ont été faites, essentiellement pour établir des ordres de grandeur des problèmes anticipés.

La figure 3.4 présente la structure théorique de l'épi de Stantec. Cette figure permet de visualiser certaines hypothèses qui ont été posées pour faire les calculs de résistance aux glaces.



**Figure 3.4 Coupe-théorique d'un épi selon la recommandation de Stantec**

Un premier calcul a consisté à vérifier la capacité de la glace à soulever une pierre de la crête. Les hypothèses des calculs (très conservatrices) ont été :

- Tension entre la glace et la pierre : 300 kPa (en général, on utilise de l'ordre de 1 MPa en eau douce),
- Diamètre de la pierre : 1 m (poids estimé de 1,7 tonnes avec une densité de  $2,6 \text{ t/m}^3$ ). Ce diamètre est également pris comme largeur d'application de la force, en prenant pour acquis que les pierres de la crête se touchent,
- Hauteur de contact entre pierre et glace : 0,5 m (la moitié de la hauteur de la pierre). Les épaisseurs de glace peuvent pratiquement atteindre le mètre selon Stantec (référence [2], annexe B, page 177/376). Les mesures d'épaisseur de glace effectuées par Environnement Canada<sup>8</sup> dans la région de Québec confirment cet ordre de grandeur.

Avec ces paramètres, la force de soulèvement des pierres pourrait théoriquement atteindre **48 tonnes**. Les études de Jean-Claude Dionne dans les années 1970 ont démontré le réalisme de ce chiffre par l'étude du mouvement des boulders sur les battures de la grande région de Québec.

Pour développer une telle force d'Archimède, il faut qu'une quantité suffisante de glace soit immergée. Les relevés de la taille des morceaux de glace homogène circulant dans la région de Québec indiquent qu'ils peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres (voir la photo de la zone du port de Québec datée du 4 février 2010 sur Google<sup>TM</sup> Earth).

Dans le cas des épis de Stantec, il est facile de penser que la glace pourrait s'accumuler de part et d'autre des épis pour atteindre ces dimensions. Mais en fait, il suffit d'un **morceau de glace ayant une longueur de 40 m, une largeur de 1 m et une épaisseur de 0,5 m pour soulever 2 tonnes**. Il est donc

<sup>8</sup> <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/previsions-observations-glaces/conditions-glaces-plus-recentes/archives-aperçu/donnees-epaisseur.html>

pratiquement garanti que des morceaux de glace seront en mesure de soulever de nombreuses pierres de la crête des épis de Stantec et de les emporter au loin.

Il est probable que le départ de pierres de la crête se fera à plusieurs, prises dans le même morceau de glace. Il est également intéressant de noter qu'une fois qu'une pierre de la crête est emportée, les pierres adjacentes sont encore plus susceptibles d'être emportées. Il n'y aura donc plus de pierres sur la crête des épis en l'espace de quelques hivers et l'élévation réelle de la crête des épis sera au mieux de l'ordre de +2,2 m, à condition que ces départs de pierres de la crête ne déstabilisent pas les autres pierres, ce qui est très loin d'être assuré avec des pentes de 1H/1V.

Un deuxième calcul a consisté à vérifier la poussée horizontale de la glace sur les pierres de la crête des épis de Stantec. Les mêmes hypothèses que ci-dessus ont été faites, la tension étant remplacée par la contrainte admissible dans la glace. Cette contrainte peut atteindre de l'ordre de 3 à 4 MPa dans la glace d'eau douce selon des mesures faites par le laboratoire de glaces de l'université Laval, mais la valeur de 300 kPa a été conservée. Avec la géométrie proposée par Stantec, on arrive avec une **force horizontale de 15 tonnes exercée par la glace**. Comme la pierre de la crête est en partie bloquée par une autre pierre (angle de la zone de contact = 45 degrés), il faudrait plutôt prendre en considération la **composante verticale de cette force qui est de 8 tonnes**.

Il est donc également garanti que des morceaux de glace seront en mesure de déplacer les pierres de la crête des épis de Stantec et de les faire tomber de l'épi. Ce genre de dommages va également se propager aux pierres situées à côté et plus bas dans les épis.

### 3.6 Demande au Ministre

**Les épis proposés par Stantec n'ont fait l'objet d'aucune étude d'optimisation** (position, nombre, longueur, orientation). Leur effet sur la réduction des hauteurs de vagues qui détruisent la berge est loin d'être évident compte tenu de la durée de submersion de ces épis. L'importance de l'impact de ces ouvrages devrait imposer autre chose que des affirmations comme celle selon laquelle l'influence des événements combinés de très hauts niveaux d'eau et de vagues est « négligeable » alors que la plupart des dommages observés le long des berges de la plage Jacques-Cartier et de nombreux rivages québécois sont reliés à ce genre d'événements (6 décembre 2010 en Gaspésie ou ouragan Dorian, par exemple). La Ville de Québec a elle-même justifié son intervention d'urgence de décembre 2019 sur la plage en prétextant les dommages dus à un événement de ce type (tempête du secteur Est accompagnée de hauts niveaux d'eau).

L'étude de **l'impact des épis sur la dynamique sédimentaire** de Stantec n'a pas pris en compte l'effet des courants induits par les vagues sur les sédiments. Or, des calculs très simples montrent que ces effets sont déterminants dans la dynamique sédimentaire des plages du Parc.

**Le concept d'épi proposé par Stantec n'est ni stable ni durable** car il n'est pas en mesure de résister aux contraintes de glace. **Les épis construits selon les recommandations de Stantec seront détruits à court terme** et ne rempliront en aucun cas le rôle que Stantec prétend leur faire remplir.

Même s'ils conservaient leur élévation de crête, les épis proposés par Stantec n'empêcheront pas les vagues d'atteindre la berge avec des **hauteurs significatives de plus d'un mètre**.

Le Ministre pourrait-il demander à Stantec :

- De justifier le choix des épis en comparant des interventions alternatives (nombre, position, longueur et orientation des épis),

- De justifier la nécessité de la mise en place d'épis par des études en bonne et due forme, tenant compte des courants ayant un certain rapport avec les courants réels et tenant compte de l'ensemble des contraintes hydrodynamiques (courants et vagues) auxquels seront soumis les sédiments des plages et les végétaux,
- De revoir le dimensionnement des épis proposés de façon à ce que leur stabilité soit assurée sur une durée de vie utile normale (de l'ordre de 50 ans pour ce genre de structure très difficile à aller réparer)
- De vérifier l'acceptabilité des épis du point de vue de la sécurité nautique (Loi sur les eaux navigables canadiennes<sup>9</sup>)

---

<sup>9</sup> <https://tc.canada.ca/fr/marine/propos-loi-eaux-navigables-canadiennes>



## 4 Recharge de plage

### 4.1 Projet présenté par Stantec

Le projet présenté par Stantec fera en sorte qu'aucune plage du parc de la plage Jacques-Cartier ne sera plus accessible sans avoir à franchir une barrière d'importants boulders similaires à ceux qui viennent d'être installés en décembre dernier le long de la partie ouest du parc.

La seule proposition de « recharge de plage » présentée dans le rapport de Stantec (figure 4.1) ne correspond en aucun cas à une recharge de plage tel qu'on peut le retrouver dans les références à ce sujet<sup>101112</sup>.

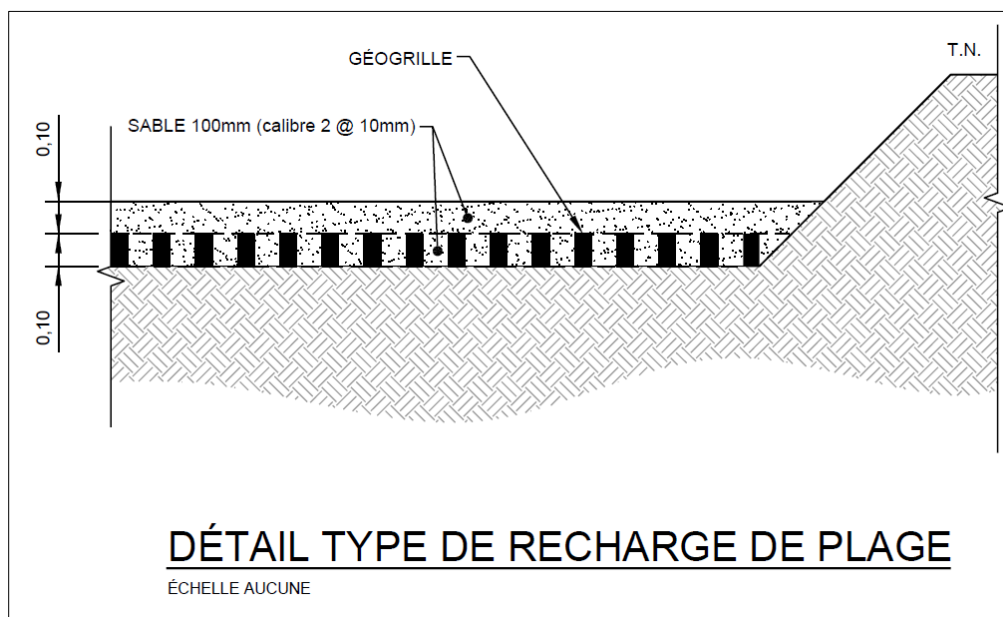


Figure 4.1 Recharge de plage proposée par Stantec

### 4.2 Ampleur des variations de topographie des plages du parc

La photo de la figure 4.2 expose un phénomène de baisse significative (plus de 300 mm) de la plage observé au printemps 2020, illustré par l'apparition de racines qui se sont développées dans le sol.

Selon les observations faites au cours d'années de fréquentation de la plage Jacques-Cartier, une partie de ce phénomène est transitoire, la plage étant réapprovisionnée en sable au cours de la saison estivale. Une autre partie du phénomène est permanente, les plages de cette zone ayant progressivement perdu de l'altitude avec les années.

<sup>10</sup> [https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-02/A3.2\\_Perc%C3%A9.pdf](https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-02/A3.2_Perc%C3%A9.pdf)

<sup>11</sup> <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1072791/etude-uqar-recharge-plage-erosion-berges>

<sup>12</sup> <https://www.erudit.org/fr/revues/natcan/2016-v140-n2-natcan02523/1036508ar.pdf>



**Figure 4.2 Baisse d'altitude de la plage Jacques-Cartier au printemps (racines mises à nu)**

Les photos des figures 4.3 et 4.4 illustrent des phénomènes de ravinement se produisant tous les printemps sur les différentes plages du Parc. On constate que ces phénomènes transitoires peuvent creuser la plage sur des profondeurs qui dépassent régulièrement les 300 mm, surtout en cas de pluie accompagnant la fonte de la neige. En général, ces ravines se comblent lors des grandes marées hautes suivantes.

Installés dans un tel contexte, les 100 mm de sable proposés par Stantec comme « recharge de plage » sont particulièrement peu appropriés. Il n'est pas besoin d'être un spécialiste en dynamique des plages pour comprendre que la proposition de Stantec n'est en aucun cas le fruit d'une expérience de conception de recharges de plage. Dans les conditions hydro-sédimentaires de la plage Jacques-Cartier, cette « solution » aura au mieux une durée de vie utile d'un an, le ravinement printanier et les vagues exposeront le géogrille et emporteront les sédiments le recouvrant, les vagues briseront et arracheront le géogrille et les glaces parachèveront la dégradation.





**Figure 4.3**      **Ravinement sur la plage Jacques-Cartier au printemps**



**Figure 4.4**      **Ravinement sur la plage Jacques-Cartier au printemps**



### 4.3 Projets de recharge de plage au Québec

Les villes de Sainte-Luce (2014 – figure 4.5), de Percé (2017) et de Notre-Dame-du-Portage (2018 – figure 4.6) ont mis en place des recharges de plage pour redonner un accès direct au fleuve ou à la mer à leur citoyens et visiteurs à des endroits où se trouvaient des enrochements ou des murs verticaux.



**Figure 4.5**      Recharge de plage de Sainte-Luce



**Figure 4.6 Recharge de plage de Notre-Dame-du-Portage**

Il est intéressant de noter sur la figure 4.6 la **présence du marais** au pied de la recharge de plage de Notre-Dame-du-Portage, situation similaire à celle de la plage du tronçon 7 de la plage Jacques-Cartier. Il est également intéressant de noter que la ZIP a participé au projet en prenant en charge la plantation de différents végétaux en haut de plage.

Les villes de Tadoussac, de Pointe-aux-Outardes et la municipalité des Îles de la Madeleine s'apprêtent à mettre en place leurs propres recharge de plage sur des sites menacés par l'érosion.

**Toutes ces villes ont en commun d'être situées dans des environnements significativement plus exposés aux vagues de tempêtes que le site de la plage Jacques-Cartier.**

#### **4.4 Demande au Ministre**

Le Ministre pourrait-il demander à Stantec de proposer une alternative réaliste et durable de recharge de plage permettant d'éviter la mise en place d'un mur continu de boulders le long des rives du parc de la plage Jacques-Cartier et d'éviter la destruction de toutes les plages du parc ?

Yann Ropars, M. Sc.

## ANNEXE 1

### RÉFÉRENCES

- [1] Fichier « 3211-02-300-3.pdf » Stantec, « PR3 – Étude d’impact sur l’environnement – Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier – Version finale », Préparée pour la Ville de Québec, 18 mai 2018
- [2] Fichier « 3211-02-300-6.pdf » Stantec, « PR5.2 (1 de 3) – Réponses aux questions et commentaires – Étude d’impact sur l’environnement – Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier – Addenda – Réponses aux questions du MELCC du 26 juillet 2018 », Préparée pour la Ville de Québec, 16 décembre 2018
- [3] Fichier « 3211-02-300-7.pdf » Stantec, « PR5.2 (2 de 3) – Réponses aux questions et commentaires – Étude d’impact sur l’environnement – Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier – Annexe F – Note technique hydraulique (Stantec, décembre 2018) – Annexe G – Simulations visuelles », Préparée pour la Ville de Québec, 16 décembre 2018
- [4] Fichier « 3211-02-300-8.pdf » Stantec, « PR5.2 (3 de 3) – Réponses aux questions et commentaires – Étude d’impact sur l’environnement – Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier – Annexe G – Simulations visuelles (suite) – Annexe H – Coupe-type des solutions de stabilisation proposées – Annexe I – Cartographie du milieu », Préparée pour la Ville de Québec, 16 décembre 2018
- [5] Fichier « 18746-presentation2018.pdf » Ville de Québec, « Séance d’information et de consultation publique – Projet de stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier – 24 septembre 2018 »
- [6] Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers

**De :** Dominique Fréchette [REDACTED]

**Envoyé :** 20 août 2020 15:00

**À :** Ministre MELCC <[ministre@environnement.gouv.qc.ca](mailto:ministre@environnement.gouv.qc.ca)>

**Objet :** Demande de l'examen public par le BAPE - Projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier à Québec

Cabinet du ministre  
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques  
Édifice Marie-Guyart  
675, boul. René-Lévesque Est, 30<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec)  
G1R 5V7

**OBJET: Demande de l'examen public par le BAPE du projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier à Québec**

Vous trouverez, en pièce jointe, ma demande concernant l'objet ci-dessus mentionné.

M. Dominique Fréchette

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

Fichier joint: Dem\_examen\_publ\_plage\_J-Cartier.docx

## **DEMANDE DE L'EXAMEN PUBLIC DU PROJET DE STABILISATION DES BERGES DE LA PLAGE JACQUES-CARTIER À QUÉBEC**

Le projet soumis par la Ville de Québec vise à stabiliser des talus et des berges sur certains tronçons du parc de la plage Jacques-Cartier à Québec.

L'étude réalisée propose l'implantation de diverses mesures telles que :

- La mise en place de nouveaux enrochements végétalisés
- La remise en place d'enrochements actuels
- L'implantation de végétation en rive
- La construction de deux épis brise-lames de 100 et 150 mètres de longueur

La réalisation de ces aménagements aura des impacts importants sur le milieu hydrique et entraînera une détérioration permanente du paysage du secteur.

Le projet soumis s'appuie sur la configuration actuelle du littoral et ne tient pas compte du fait que la plupart des talus et berges érodés du parc de la plage Jacques-Cartier ne sont pas d'origine naturelle, ayant été créés lors de la construction de deux diffuseurs d'eaux usées au début des années 70. En effet, ces diffuseurs situés près des limites des anciennes municipalités de Cap-Rouge et de Sainte-Foy ont nécessité pour leur construction de créer, sur la section ouest de la plage, une voie carrossable large, de niveau, utilisable en toutes saisons par des camions et équipements lourds.

Le matériel granulaire utilisé pour la construction de la route a simplement été pris à même la falaise. À cette époque, le devis ne comprenait probablement pas l'obligation de remettre les lieux dans leur état original après la fin des travaux.

Dans les années subséquentes, des travaux similaires ont été réalisés par la Ville de Sainte-Foy sur quelques tronçons situés entre les diffuseurs d'eaux usées et l'actuel pavillon de service situé à l'est de la plage. Ces ouvrages avaient pour objet de faciliter la circulation automobile des propriétaires des résidences d'été d'alors.



Le projet soumis par la Ville ne traite pas de l'approche qui consisterait à remettre le plus possible les berges à leur état naturel original. Les tronçons actuels de la plage qui sont demeurés dans leur état naturel original sont peu ou pas affectés par l'érosion. En remettant d'autres tronçons dans cet état, l'étendue des zones où des travaux d'enrochement pourraient être requis sera réduite de façon marquée et la construction des épis brise-lames pourrait devenir superflue. La nature reprendrait ainsi sa place. Pour les usagers, en éliminant des talus l'accès physique à la grève serait facilité, le sentier continuerait à s'étendre sur toute la longueur de la plage, l'observation du fleuve serait bonifiée et l'intégrité des lieux naturels serait rétablie et préservée.

Mon intérêt pour le milieu touché par le projet repose sur le fait que j'ai résidé sur la plage durant les étés de mon enfance, de mon adolescence et de quelques années de ma vie d'adulte, le tout s'étendant des années 1962 à 1989. J'ai ainsi été témoin de ce qu'était l'état naturel original de la plage et des interventions sur le milieu survenues dans les années 70 et suivantes. Depuis son inauguration, Je fréquente régulièrement le parc de la plage Jacques-Cartier et je souhaite que la population puisse continuer à profiter de ce qui a, sans conteste, le potentiel d'être le plus beau parc naturel sur le bord du fleuve de toute la grande région de Québec.

Compte tenu de ce qui précède, et en conclusion, j'estime qu'il serait pertinent que le BAPE mette en place une consultation à l'égard de ce projet.

M. Dominique Fréchette

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]