



Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

Projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

Addenda à l'étude d'impact sur l'environnement – Réponses aux questions et commentaires du 18 juillet 2018

N/Réf. : 115642.001-700

Version finale

1015, avenue Wilfrid-Pelletier
Québec QC, Canada G1W 0C4
Tél. : 418 654-9600 Téléc. : 418 654-9699
www.norda.com

Octobre 2018



Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

Projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

Addenda à l'étude d'impact sur l'environnement – Réponses aux questions et commentaires du 18 juillet 2018

N/Réf. : 115642.001-700

Version finale

Octobre 2018

AVIS : Le présent document est encadré par la *Loi sur le droit d'auteur* et Norda Stelo Inc. en est le titulaire. Toute reproduction, production qui s'en inspire ou quelque contrefaçon que ce soit est donc formellement interdite. Ce document demeure la propriété de Norda Stelo Inc. et cette dernière est la seule à pouvoir autoriser de façon écrite la reproduction du présent document. Le contenu de ce dernier, dans son ensemble, est par ailleurs limité et réservé aux fins qu'il poursuit et qui y sont mentionnées. Norda Stelo Inc. se dégage de toute responsabilité liée à la réutilisation de ce document effectuée sans son consentement.

ÉQUIPE DE TRAVAIL

| | |
|--|--|
| Stephan Ferrero, ing., génie portuaire et côtier | Responsable de projet |
| Annie Taillon, M. Sc., biogéographe | Spécialiste en environnement, responsable d'exécution |
| Catherine Munger, ing. jr | Ingénieure junior |
| Lester Trujillo González, ing. Ph. D. | Ingénieur spécialiste en hydraulique |
| Catherine Vallières, M. Sc., biologiste | Spécialiste en environnement (faune aviaire) |
| François Gaudreault, géologue | Spécialiste en caractérisation et restauration de terrains |
| Maxime Léveillé, M. Sc., biologiste | Spécialiste en écologie aquatique |
| Karine Pouliot | Adjointe administrative |

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 1 |
| 1 Description du milieu récepteur..... | 2 |
| 1.1 Milieu humain | 2 |
| 1.1.1 Cadre légal et réglementaire | 2 |
| 1.1.2 Usage du territoire | 3 |
| 1.1.3 Patrimoine..... | 6 |
| 1.2 Milieu physique..... | 9 |
| 1.2.1 Sols et sédiments | 9 |
| 1.3 Milieu biologique..... | 12 |
| 1.3.1 Avifaune..... | 12 |
| 1.3.2 Ichtyofaune | 33 |
| 1.3.3 Aires protégées..... | 36 |
| 2 Description du projet | 37 |
| 2.1 Acceptabilité sociale..... | 37 |
| 2.2 Variante et aménagements | 39 |
| 2.3 Sols et sédiments | 47 |
| 2.4 Méthode de travail..... | 51 |
| 2.5 Matières résiduelles..... | 52 |
| 2.6 Gaz à effet de serre..... | 52 |
| 3 Évaluation des impacts et mesures d'atténuation..... | 53 |
| 3.1 Qualité de vie..... | 53 |
| 3.2 Espèces floristiques..... | 55 |
| 3.3 Espèces envahissantes..... | 57 |
| 3.4 Avifaune..... | 58 |
| 3.5 Ichtyofaune | 68 |
| 3.6 Milieux humides et hydriques | 72 |
| 3.7 Qualité de l'eau..... | 73 |
| 4 Surveillance environnementale | 75 |
| 5 Autres considérations..... | 79 |
| 6 Références et documents consultés | 81 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-------------|--|----|
| Tableau 1.1 | Liste des espèces d'oiseaux recensées dans la parcelle 19CN50 de l'Atlas des oiseaux du Québec lors de la période de nidification | 15 |
| Tableau 1.2 | Espèces d'oiseaux observées lors des inventaires de mai 2016 dans la baie de Beauport..... | 18 |
| Tableau 1.3 | Espèces d'oiseaux observées dans la baie de Beauport lors des inventaires de 2015 et 2016 pendant la période de reproduction | 21 |
| Tableau 1.4 | Espèces d'oiseaux observées lors des inventaires réalisés lors de la migration automnale (fin août à la fin octobre 2015) dans la baie de Beauport | 23 |
| Tableau 1.5 | Nombre de feuillets d'observation enregistrés dans eBird pour le site de la Pointe de Maizerets du début 2008 à août 2018 | 26 |
| Tableau 1.6 | Espèces aviaires observées lors de la visite du 5 septembre 2018 au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | 30 |
| Tableau 1.7 | Liste des espèces d'oiseaux terrestres à statut précaire observées dans la région selon l'AONQ et eBird et probabilité de les retrouver dans le secteur du quai..... | 31 |
| Tableau 2.4 | Utilisation potentielle de l'habitat par les principales espèces de poissons susceptibles d'être présentes dans le secteur des travaux | 34 |
| Tableau 2.3 | Distribution du nombre d'échantillons à analyser | 50 |
| Tableau 3.1 | Synthèse des espèces végétales à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude | 55 |
| Tableau 3.2 | Mesures d'atténuation spécifiques à six espèces végétales à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude..... | 56 |
| Tableau 3.3 | Calcul des empiétements permanents et temporaires de milieux humides et hydriques liés au projet sous la ligne des hautes eaux..... | 70 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|----------|---|
| Annexe A | Étude de potentiel archéologique (Pintal, 2018) |
| Annexe B | Étude géotechnique finale (GHD, 2018) |
| Annexe C | Abondance relative des différentes espèces d'oiseaux observées au site eBird de la Pointe de Maizerets début 2008 à août 2018 |
| Annexe D | Tableau 2.1 Liste des activités d'information-consultation menées par la CDQSAB depuis 2014 |
| Annexe E | Plans |
| Annexe F | Version électronique du rapport technique préparé par les consultants Ropars inc. |

INTRODUCTION

Le présent document renferme les réponses aux questions et commentaires datées du 18 juillet 2018 adressées par le MDDELCC à la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement du projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

1 DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR

1.1 Milieu humain

1.1.1 Cadre légal et réglementaire

QC-1 L'initiateur doit compléter la liste des lois par lesquelles le projet est visé, et ce, pour tous les paliers gouvernementaux. Les impacts potentiels associés au projet sont assujettis, notamment à la *Loi sur les pêches* (L.R.C. (1985), ch. F-14) et à la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29) (LEP), deux lois fédérales.

Réponse à la QC-1

Au palier provincial :

- *Loi sur la qualité de l'environnement (LQE; RLRQ, chapitre Q-2);*
- *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques (loi 132, LCMHH; LQ 2017, chapitre 14);*
- *Loi concernant des mesures de compensation pour la réalisation de projets affectant un milieu humide ou hydrique (LMCMHH; RLRQ, chapitre M-11.4);*
- *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (RLRQ, chapitre E-12.01);*
- *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés (LCCRE; RLRQ, c. C-6.2);*
- *Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN; C-61.01);*
- *Loi portant sur la délimitation de la ligne des hautes eaux du fleuve Saint-Laurent sur le territoire de la municipalité régionale de comté de la Côte-de-Beaupré (LQ 1999, chapitre 84).*

Au palier fédéral :

- *Loi sur les pêches (L.R.C. (1985), ch. F-14);*
- *Loi sur la protection de la navigation (L.R.C. (1985), ch. N-22);*
- *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (LCOM; L.C. 1994, ch. 22);*
- *Loi sur les espèces en péril (LEP; L.C. 2002, ch. 29).*

1.1.2 Usage du territoire

QC-2 Aucune source d'alimentation en eau potable n'est localisée dans l'étude d'impact. L'initiateur doit indiquer si des sources d'alimentation en eau potable sont présentes dans la zone d'étude locale ou à proximité de celle-ci.

Le cas échéant, l'initiateur doit localiser les prises d'eau et les aires d'alimentation et de protection associées à ces dernières. De plus, l'initiateur doit évaluer l'impact de son projet sur ces sources et prévoir des mesures d'atténuation visant à assurer leur protection en phase de construction et d'exploitation de son projet.

Réponse à la QC-2

Aucune source d'alimentation en eau potable n'est présente dans la zone d'étude locale ou à proximité de celle-ci. En effet, la ville de Sainte-Anne-de-Beaupré s'approvisionne présentement en eau potable via deux sources souterraines localisées au nord de l'avenue Royale, à savoir les sites Captation Turcotte (source Ouest, n° X0008986) et Captation Racine (source Est, n° X0008985). Ces deux sites sont respectivement situés à environ 2,6 et 2,8 km du quai à vol d'oiseau. La figure 1.1 montre la localisation des deux sources souterraines ainsi que l'emplacement du futur site de prélèvement d'eau de surface.

À noter que la Ville de Sainte-Anne-de-Beaupré développe actuellement un projet d'amélioration des infrastructures et d'alimentation en eau potable. Ce projet prévoit que l'alimentation en eau potable se fasse dans le futur à partir la rivière aux Chiens (information personnelle, M. Jean-François Gauthier, Service des Travaux publics), à un emplacement situé à 2,7 km du quai (figure 1.1).

En raison de la distance entre le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré et les divers lieux de captage des eaux souterraines et de surface, le projet de réhabilitation de cette infrastructure n'aura aucun impact sur l'approvisionnement en eau potable de la municipalité. Il n'y a donc pas de raison de prévoir des mesures d'atténuation visant à assurer leur protection, tant en phase de construction que d'exploitation du projet.

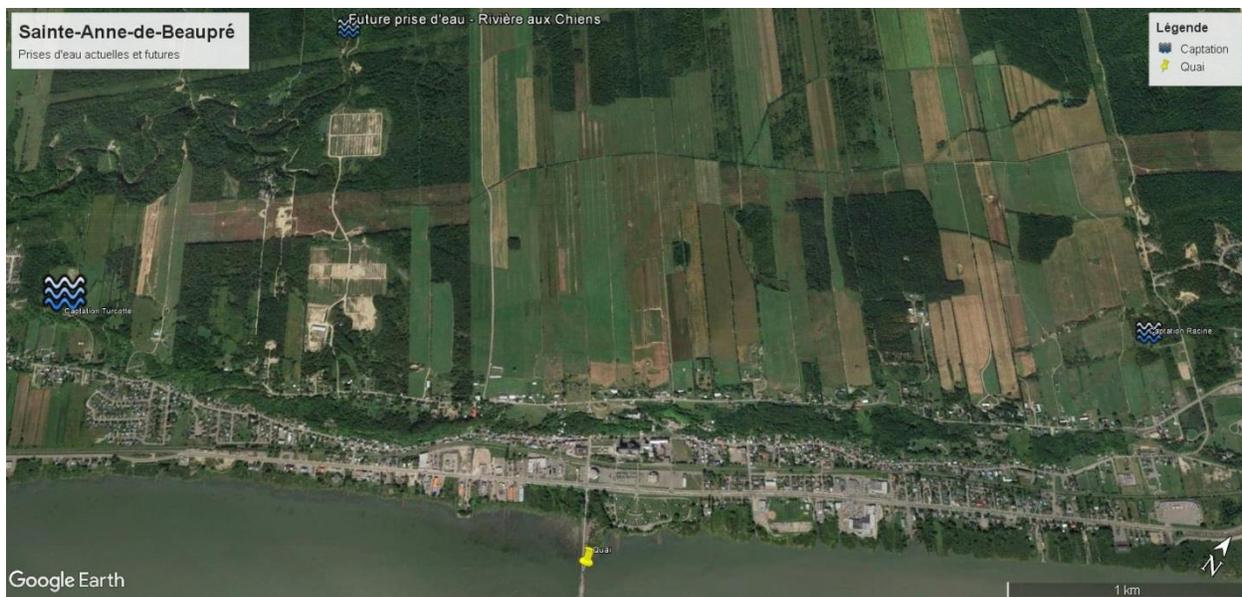


Figure 1.1 Localisation des prises d'eau actuelles et futures de la ville de Sainte-Anne-de-Beaupré

QC-3 L'utilisation actuelle du fleuve par divers utilisateurs, notamment les pêcheurs, les plaisanciers ou les kayakistes, est peu décrite dans l'étude d'impact. L'initiateur doit documenter davantage cet aspect de l'utilisation du fleuve dans le secteur du projet et décrire les mesures qu'il prévoit mettre en place de sorte à éviter les conflits d'usage potentiels.

Réponse à la QC-3

Comme l'indique l'étude d'impact à la section 2.4.5.2 « Activités récréatives et tourisme », le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré ainsi que la partie du chenal nord du fleuve Saint-Laurent située à proximité de celui-ci font l'objet d'une diversité d'activités récréatives et de loisirs (pêche sportive sur le quai ou en embarcation, détente, observation, navigation de plaisance [motorisée ou à voile], kayak de mer, kitesurf, planche à voile, planche à pagaie, etc.).

Aucun inventaire ni décompte du nombre d'usagers pour chacune de ces activités n'a été réalisé aux fins de l'étude d'impact et aucun n'est actuellement prévu compte tenu de l'effort que cela demanderait pour obtenir des données moins représentatives. Toutefois, des observations personnelles du promoteur et de son consultant ont permis de constater que les pêcheurs récréatifs sont de loin les utilisateurs les plus nombreux et assidus du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré et de la zone d'étude environnante, alors que les autres activités sont pratiquées moins intensivement. D'ailleurs, compte tenu du courant et des marées, la pratique d'activités nautiques non motorisées (ex. : kitesurf, planche à voile) sur cette portion du fleuve nécessite de la part des usagers un niveau de compétence au moins intermédiaire.

Tel que précisé à la section 4.2.1.13 « Activités récréatives » de l'étude d'impact, seules les activités pratiquées sur le quai seront réellement impactées par la réalisation du projet qui prévoit des travaux de réfection se limitant à la surface et à la tête de celui-ci, ainsi qu'aux enrochements qui le bordent. Aucune répercussion n'est anticipée sur les activités nautiques pratiquées par les utilisateurs du chenal nord du fleuve Saint-Laurent.

Le promoteur s'engage par la présente à informer les utilisateurs potentiels de l'amorce des travaux en utilisant les divers moyens à sa disposition (panneaux d'information, avis public dans l'hebdomadaire local, lettre circulaire, réseaux sociaux, contacts directs, etc.).

Les pêcheurs récréatifs qui sont les principaux utilisateurs du quai seront spécifiquement ciblés par le programme d'information et de communication qui sera mis en place par l'initiateur du projet. De plus, la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré s'engage à élargir ce programme afin d'informer les autres utilisateurs potentiels de l'amorce du projet et de toute autre activité de chantier qui pourrait nécessiter une vigilance particulière lors de la pratique de leurs activités nautiques dans le secteur. De façon préliminaire, le promoteur s'engage par la présente à informer également :

- La Garde côtière canadienne (GCC);
- La marina du Port de Québec, le Yacht Club de Québec (Sillery), le Club nautique de l'Île Bacchus (marina de Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans), le Parc Nautique Lévy (Lévis), la Marina De La Chaudière Inc. (Saint-Romuald) et la Marina Anse St-Michel (Bellechasse);
- La Ville de Château-Richer, propriétaire du quai Gravel (qui constitue la seule rampe de mise à l'eau dans le chenal Nord, située à environ 9 km à l'ouest du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré);
- Les fournisseurs de services liés aux activités nautiques, tels le Vieux Port Yachting et les organisateurs d'événements (ex. : régates) empruntant le chenal nord;
- Les groupes et organisations liés à la pratique d'activités nautiques, tels l'Association des kitesurfers et véliplanchistes de Québec (AKVQ);
- L'hôtel Quality Suites (seul établissement hôtelier de la zone d'étude, situé à un peu plus de 250 m à l'ouest du quai);
- Le Domaine Sainte-Anne (site des Rédemptoristes localisé face à la Basilique et opéré par la Ville depuis l'été 2018);
- La Nation huronne-wendat (NHW).

Cette liste de diffusion sera élaborée de manière définitive avant l'amorce des travaux et tenue à jour durant toute la durée du chantier. Le cas échéant, la Corporation veillera à ajouter d'autres intervenants à celle-ci.

QC-4 La description de l'utilisation du territoire par la Nation huronne-wendat est incomplète. L'initiateur doit documenter davantage l'utilisation du territoire par la Nation huronne-wendat et présenter les impacts potentiels du projet sur ces usages. De plus, des mesures visant à éviter ou à atténuer les impacts du projet sur les pratiques de la Nation huronne-wendat doivent être proposées.

Réponse à la QC-4

La Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré a entrepris une démarche de consultation auprès de la Nation huronne-wendat au cours de l'été 2018.

Selon l'entente conclue entre les deux parties, le Bureau du Nionwentsio de la Nation huronne-wendat va produire un complément à l'étude d'impact qui identifiera les principales activités pratiquées par les membres de la Nation dans le secteur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, les impacts potentiels du projet sur ces usages et des suggestions de mesures visant à éviter ou à atténuer ces impacts. Ce document sera transmis au MDDELCC dans les plus brefs délais suivant sa réception.

1.1.3 Patrimoine

QC-5 La description du milieu humain doit inclure les secteurs et les zones de potentiel archéologique. Ainsi, l'initiateur doit effectuer une étude de potentiel archéologique afin d'identifier adéquatement le potentiel archéologique terrestre et submergé dans la zone d'étude. En fonction des résultats de cette étude, l'initiateur devra proposer des mesures visant à éviter ou à atténuer les impacts du projet sur le patrimoine archéologique ou prévoir des mesures de compensation (ex. : des activités de recherche ou de conservation). À ce sujet, l'initiateur est invité à consulter le Guide pour l'initiateur de projet – Prendre en compte la protection du patrimoine archéologique dans la production des études d'impacts sur l'environnement en conformité avec la *Loi sur la qualité de l'environnement* (chapitre Q-2) (LQE).

Réponse à la QC-5

Une étude de potentiel archéologique a été réalisée en septembre 2018 pour une zone s'étendant sur 50 m de part et d'autre du quai et autant vers le large depuis la tête du quai (Pintal, 2018 : annexe A); cette zone, qui est illustrée sur la figure 1.2, englobe le seul site archéologique connu du secteur, à savoir le site Gaudreault (CGER-1; voir figure 2.16 de l'étude d'impact).



Figure 1.2 Limites approximatives de la zone considérée pour l'étude de potentiel archéologique

Cette étude s'est intéressée à la probabilité que le projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré ait des répercussions sur le patrimoine archéologique de ce secteur. Aucune zone présentant un potentiel archéologique n'a été identifiée dans le secteur du quai. Les principales conclusions et recommandations de l'archéologue sont les suivantes :

- La probabilité que l'on puisse découvrir des vestiges préhistoriques intacts dans l'emprise du quai est jugée faible. Aucune intervention au terrain n'est recommandée;
- Comme de nombreux travaux ont eu lieu depuis la construction du quai en 1870 (boulevard Sainte-Anne, modernisation du quai dans les années 1980, etc.), l'intérêt patrimonial de ce dernier apparaît faible. Aucune intervention au terrain n'est recommandée;
- En ce qui concerne le potentiel archéologique subaquatique, aucune épave n'a été répertoriée dans ce secteur (MCC, 2018a et b). De plus, les relevés bathymétriques dans le secteur des travaux projetés ne font état de la présence d'aucune anomalie suggérant la présence d'une épave (voir relevés bathymétriques dans SNC-Lavalin 2016 (annexe 2 de l'ÉIE)). Par conséquent, le potentiel archéologique subaquatique apparaît faible et aucune intervention au terrain n'est recommandée;

- Enfin, pour ce qui est du potentiel d'occupation amérindienne préhistorique, la découverte d'une pointe de flèche en pierre datant d'environ 4 000 ans AA à environ une quarantaine de mètres à l'est du quai (voir figure 2.16 de l'étude d'impact) invite à la prudence. Même si ces terrains ont été quelque peu perturbés, il apparaît nécessaire de vérifier si cet objet était isolé lors de sa découverte ou s'il fait partie d'un établissement plus vaste encore en place. La réalisation d'un inventaire au terrain, consistant en une inspection visuelle du secteur et quelques sondages manuels, est recommandée avant l'amorce des travaux.

À noter que l'initiateur de projet a élaboré un protocole d'intervention en cas de découverte archéologique fortuite (voir réponse à QC-47) puisque nonobstant les résultats de l'étude de potentiel, des sites archéologiques peuvent quand même être découverts accidentellement lors de la réalisation des travaux.

QC-6 Une description qualitative et quantitative des éléments du cadre bâti présents dans l'aire d'étude doit être fournie afin de déterminer si elle contient des éléments patrimoniaux. L'initiateur doit ensuite décrire les impacts de son projet sur ces composantes de l'environnement et proposer des mesures visant à éviter ou à atténuer les impacts de son projet sur le patrimoine culturel. Mentionnons, entre autres, que l'aire d'étude comprend le Cyclorama de Jérusalem un immeuble sous avis d'intention de classement en vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel* (chapitre P-9.002). L'initiateur peut consulter les Lignes directrices pour la prise en compte du patrimoine bâti dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement pour l'orienter dans cette démarche.

Réponse à la QC-6

Un inventaire du patrimoine bâti de la MRC de La Côte-de-Beaupré a été réalisé en 2015-2016 (Bergeron Gagnon inc. 2016). L'étude visait la mise à jour de l'inventaire informatisé réalisé à l'été 2002 dans les neuf municipalités de la MRC. Ce nouvel inventaire a permis d'identifier à Sainte-Anne-de-Beaupré un total de 173 bâtiments. Seulement huit d'entre eux sont assujettis à la *Loi sur le patrimoine culturel*, à savoir sept immeubles patrimoniaux cités et un seul immeuble patrimonial classé.

Ces bâtiments, majoritairement situés le long de l'avenue Royale (117/173)¹, sont presque tous situés hors des limites de la zone d'étude illustrée à la figure 2.2 de l'étude d'impact. En fait, seul le Cyclorama de Jérusalem (8, rue du Sanctuaire) se trouve à l'intérieur la zone d'étude, tout près de sa limite nord. Comme précisé ci-dessus, le panorama ainsi que la rotonde qui l'abrite sont, depuis le 14 août 2017, sous avis d'intention de classement en vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel* (chapitre P-9.002) (MCC, 2017). L'avis d'intention de classement vise plus spécifiquement l'extérieur et l'intérieur de la

¹ On trouve également de ces bâtiments d'intérêt patrimonial sur les côtes Gravel et Sainte-Anne ainsi que sur les rues Paré, Pelletier et du Sanctuaire, toutes situées hors de la zone d'étude.

rotonde et du portique, ainsi que l'extérieur de l'annexe abritant la boutique et l'enseigne en bordure du boulevard Sainte-Anne.

En raison de la localisation des travaux, soit uniquement le long de l'axe du quai et à sa tête, le projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré n'aura aucun impact sur le Cyclorama de Jérusalem. Aucune mesure n'est donc nécessaire afin d'éviter ou d'atténuer les impacts du projet sur le patrimoine culturel local.

1.2 Milieu physique

1.2.1 Sols et sédiments

QC-7 L'étude géotechnique et la caractérisation environnementale préliminaire réalisées par GDH (2017) mentionnent que huit forages ont été réalisés. Cependant, les résultats des analyses chimiques pour les forages F1 et F2 effectués à l'extrémité de la tête du quai ne sont pas présentés à l'annexe D (certificats d'analyses chimiques environnementales). L'initiateur doit déposer les résultats des analyses effectuées sur ces sondages.

Réponse à la QC-7

La version finale de l'étude de GHD est jointe à la présente. Celle-ci est datée du 22 mai 2018 (voir annexe B). Les forages F1 et F2 n'ont pas fait l'objet d'analyses chimiques dans le cadre de l'étude géotechnique et de la caractérisation environnementale réalisées par GHD. Étant donné que ce secteur ne sera pas visé par des excavations, mais plutôt par la mise en place de pieux et palplanches, nous n'avons pas jugé pertinent de prélever des sédiments dans ces forages pour en faire des analyses chimiques.

Il est important de noter que des prélèvements supplémentaires seront effectués cet automne dans les sédiments où une excavation sera requise pour la mise en place des clés d'ancrage de l'enrochement (voir précisions à la réponse à la question 26 pour l'échantillonnage environnemental complémentaire prévu).

QC-8 Selon l'information présentée, en raison de la détérioration du quai, le remblai contenu dans la structure s'est retrouvé exposé aux vagues et au vent avec les années. L'étude de caractérisation (GHD, 2017) mentionne qu'aucune évaluation environnementale de site – phase I n'a été réalisée afin de confirmer l'origine des matériaux de remblai contenus dans le quai. La caractérisation des sols a été effectuée par forage et les résultats démontrent que les niveaux de contamination étaient tous inférieurs au critère C du guide d'intervention.

Le maillage appliqué par la firme GHD est acceptable pour une étude préliminaire. Toutefois, des tranchées d'exploration doivent être réalisées plutôt que des forages afin de permettre une

meilleure description des remblais en place, mais également pour confirmer les résultats de l'étude environnementale préliminaire dans les secteurs où il est prévu d'excaver des remblais en vue de les gérer. Dans le cas contraire, l'initiateur doit justifier la méthode de caractérisation des remblais qu'il a utilisée. Il doit aussi décrire le programme final de caractérisation environnemental pour les secteurs remblayés du quai et dont l'excavation est prévue.

Réponse à la QC-8

Tel que mentionné par le MDDELCC dans le libellé à la question QC-8, le maillage appliqué par la firme GHD est acceptable pour une étude préliminaire. De plus, dans le cadre de l'étude de SNC-Lavalin réalisée en 2016, deux forages stratigraphiques ont été réalisés, en plus d'une tranchée d'exploration. Ces trois sondages réalisés en 2016 par SNC-Lavalin permettent de confirmer la nature des matériaux en place, ainsi que leur hétérogénéité.

De plus, lors de la réalisation de la tranchée à une profondeur de 2,4 m, il a été possible de constater que les parois de la tranchée étaient instables, ce qui rendait difficile l'appréciation de la disposition des matériaux (voir photo 1.1). Par conséquent, en raison de l'impossibilité de visualiser adéquatement les parois de la tranchée et par le fait même, l'impossibilité de prélever des échantillons non remaniés dans les matériaux du quai avec cette technique, la méthode d'échantillonnage par forage nous apparaît comme étant la plus adéquate. Rappelons également que l'échantillonnage par forage est une technique recommandée par le MDDELCC dans son *Guide d'échantillonnage des sols* (MDDEP, 2009).



Photo 1.1 Tranchée d'exploration réalisée par SNC-Lavalin en 2016

Finalement, puisque la superficie à excaver en surface du quai est évaluée à environ 2 000 m² et que le volume est estimé à 290 m³, le nombre de sondages et d'analyses réalisés est suffisant et conforme aux recommandations du *Guide de caractérisation des terrains* du ministère de l'Environnement (MENV, 2003). Il est prévu d'excaver les matériaux en surface du quai sur une profondeur maximale de 0,7 m et au plus 2 m de profondeur sur les bordures pour la réfection des ancrages tel que montré sur la coupe-type (voir figure 1.3). Dans la mesure du possible, les matériaux excavés seront réutilisés aux mêmes endroits d'où ils ont été excavés si les caractéristiques géotechniques le permettent. Les sols qui seront excavés devront être gérés conformément à la « Grille de gestion des sols excavés » du *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* du MDDELCC (Beaulieu, 2016).

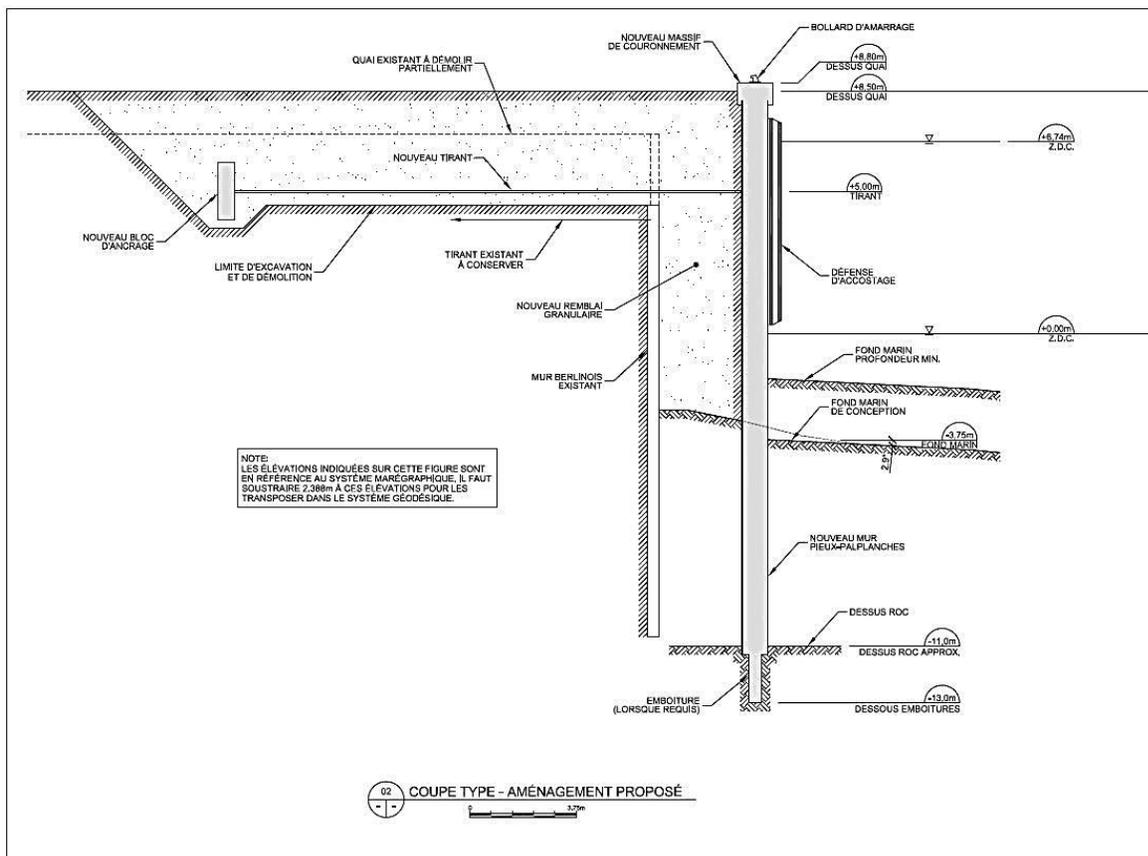


Figure 1.3 Coupe-type de la reconstruction du quai

1.3 Milieu biologique

1.3.1 Avifaune

QC-9 L'étude d'impact présente un portrait sommaire de la faune aviaire fréquentant l'aire à l'étude. Bien que le projet soit situé dans une Aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA), la description de l'avifaune présentée dans l'étude d'impact ne permet pas d'apprécier l'importance de ce secteur pour les oiseaux. La description de l'avifaune est basée principalement sur huit feuillets « ebird » qui ont été produits pour ce secteur, et majoritairement en période automnale. Afin de pouvoir bien documenter les impacts du projet, de déterminer les mesures d'atténuation à mettre en place et la nécessité d'un programme de surveillance ou de suivi, tel que demandé à la question QC-37, un portrait de la faune aviaire adéquat et représentatif de l'aire d'étude doit être présenté. Pour ce faire, l'initiateur doit décrire les espèces aviaires et le nombre d'individus susceptibles de fréquenter l'aire d'étude en période de nidification et de migration.

Réponse à la QC-9

Aucun inventaire de l'avifaune n'a été réalisé dans le cadre du projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Par contre, il existe différentes sources de données permettant d'établir la liste des espèces pouvant fréquenter le secteur lors des périodes de migration et de nidification. Les sources consultées ici sont :

- L'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (AONQ, 2018) pour la parcelle 19CN50;
- L'étude d'impact environnemental pour l'aménagement d'un quai en eau profonde – Beauport 2020, dans la baie de Beauport (Englobe, 2018);
- La base de données eBird (Cornell Lab of Ornithology, 2018) pour le site de la Pointe de Maizerets.

Les paragraphes qui suivent décrivent les données recueillies auprès de ces trois sources d'information.

En ce qui a trait au nombre d'individus susceptibles de fréquenter l'aire d'étude, il n'est pas possible de le connaître. Par contre, les données d'eBird permettent de se faire une idée de l'abondance relative des espèces tout au long de l'année au site de la Pointe de Maizerets.

En outre, la présence de nids d'hirondelle à front blanc a été rapportée par des citoyens sous la passerelle du quai (voir la publication du 7 juillet sur la page Facebook @Lequaidesainteannedebeaupre). Une visite de terrain a été réalisée le 5 septembre 2018 afin d'observer la taille de la colonie et de vérifier la présence potentielle de l'hirondelle rustique au sein de celle-ci. En outre, toutes les espèces d'oiseaux observées dans le secteur du quai lors de cette visite ont été notées.

Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (AONQ, 2018)

Les inventaires effectués pour le deuxième Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional (2010 à 2014; AONQ, 2018) sont une source de données fiables permettant d'établir la liste des espèces aviaires qui nichent dans la région du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Les données de l'AONQ sont recueillies à l'échelle de parcelles d'inventaire mesurant 10 km sur 10 km (100 km²). Le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré est localisé dans la parcelle 19CN50 qui couvre une partie de la Côte-de-Beaupré et de l'Île-d'Orléans (figure 1.4). Cinquante-neuf heures d'observation ont été complétées dans cette parcelle au cours des relevés du deuxième AONQ. Selon les données disponibles, 79 espèces d'oiseaux nichent dans la parcelle avec un niveau de certitude variable² (AONQ, 2018). Celles-ci sont présentées au tableau 1.1.

Bien évidemment, ce ne sont pas toutes ces espèces qui sont susceptibles de nicher dans la zone d'étude du quai. Celles dont les habitats de nidification incluent les marais, les prairies humides, les marécages arbustifs et arborescents ainsi que les parcs urbains pourraient fréquenter le secteur pour construire leurs nids et élever leurs jeunes. De plus, certaines espèces pourraient utiliser les structures anthropiques pour construire leurs nids, dont, le quai lui-même. Le tableau 1.1 précise les espèces qui sont les plus susceptibles d'être rencontrées dans la zone d'étude du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

Les données disponibles ne permettent malheureusement pas de préciser le nombre d'individus susceptibles de fréquenter l'aire d'étude lors de la période de reproduction.

² Il existe trois niveaux de certitude de nidification : possible, probable ou confirmée. Ces niveaux de certitude sont établis selon différents indices de nidification qui correspondent à des comportements ou à des observations qui permettent d'établir si une espèce donnée se reproduit dans une parcelle. Par exemple, un mâle chanteur correspond à une nidification possible, un comportement nuptial entre un mâle et une femelle à une nidification probable et le transport de nourriture par un adulte à une nidification confirmée (AONQ, 2011).



Source : GoogleEarth (2018) et AONQ (2018)

Figure 1.4 Localisation de la parcelle 19CN50 de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec

Tableau 1.1 Liste des espèces d'oiseaux recensées dans la parcelle 19CN50 de l'Atlas des oiseaux du Québec lors de la période de nidification

| Famille | Nom français | Nom latin | Niveau de certitude de nidification | Espèce susceptible de nicher dans la zone d'étude du quai** |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Anatidae | Bernache du Canada | <i>Branta canadensis</i> | CONF | X |
| | Canard branchu | <i>Aix sponsa</i> | POSS | |
| | Canard noir | <i>Anas rubripes</i> | POSS | X |
| | Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | CONF | X |
| Phalacrocoracidae | Cormoran à aigrettes | <i>Phalacrocorax auritus</i> | POSS | |
| Ardeidae | Grand Héron | <i>Ardea herodias</i> | POSS | |
| Cathartidae | Urubu à tête rouge | <i>Cathartes aura</i> | POSS | |
| Accipitridae | Pygargue à tête blanche* | <i>Haliaeetus leucocephalus</i> | POSS | |
| | Busard Saint-Martin | <i>Circus cyaneus</i> | POSS | X |
| | Buse à queue rousse | <i>Buteo jamaicensis</i> | POSS | |
| Charadriidae | Pluvier kildir | <i>Charadrius vociferus</i> | CONF | X |
| Scolopacidae | Chevalier grivelé | <i>Actitis macularia</i> | POSS | X |
| | Bécassine de Wilson | <i>Gallinago delicata</i> | POSS | X |
| | Bécasse d'Amérique | <i>Scolopax minor</i> | PROB | X |
| Laridae | Goéland à bec cerclé | <i>Larus delawarensis</i> | POSS | |
| | Goéland argenté | <i>Larus argentatus</i> | POSS | |
| Columbidae | Pigeon biset | <i>Columba livia</i> | POSS | X |
| | Tourterelle triste | <i>Zenaidura macroura</i> | PROB | X |
| Apodidae | Martinet ramoneur* | <i>Chaetura pelagica</i> | CONF | |
| Trochilidae | Colibri à gorge rubis | <i>Archilochus colubris</i> | POSS | |
| Picidae | Pic maculé | <i>Sphyrapicus varius</i> | PROB | |
| | Pic mineur | <i>Picoides pubescens</i> | CONF | X |
| | Pic chevelu | <i>Picoides villosus</i> | POSS | |
| | Pic flamboyant | <i>Colaptes auratus</i> | POSS | X |
| | Grand Pic | <i>Dryocopus pileatus</i> | POSS | |
| Tyrannidae | Pioui de l'Est* | <i>Contopus virens</i> | POSS | |
| | Moucherolle des aulnes | <i>Empidonax alnorum</i> | POSS | X |
| | Moucherolle tchébec | <i>Empidonax minimus</i> | POSS | |
| | Tyran huppé | <i>Myiarchus crinitus</i> | POSS | |
| | Tyran tritri | <i>Tyrannus tyrannus</i> | POSS | X |
| Vireonidae | Viréo à tête bleue | <i>Vireo solitarius</i> | POSS | |
| | Viréo mélodieux | <i>Vireo gilvus</i> | POSS | X |
| | Viréo de Philadelphie | <i>Vireo philadelphicus</i> | POSS | |
| | Viréo aux yeux rouges | <i>Vireo olivaceus</i> | PROB | X |
| Corvidae | Geai bleu | <i>Cyanocitta cristata</i> | POSS | X |
| | Corneille d'Amérique | <i>Corvus brachyrhynchos</i> | CONF | X |
| | Grand Corbeau | <i>Corvus corax</i> | POSS | |
| Alaudidae | Alouette hausse-col | <i>Eremophila alpestris</i> | POSS | |
| Hirundinidae | Hirondelle bicolore | <i>Tachycineta bicolor</i> | CONF | X |
| | Hirondelle à ailes hérissées | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | POSS | |
| | Hirondelle de rivage* | <i>Riparia riparia</i> | POSS | |
| | Hirondelle à front blanc | <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> | CONF | X |
| | Hirondelle rustique* | <i>Hirundo rustica</i> | CONF | X |

Source: AONQ (2018)

* Espèce possédant un statut de protection au niveau provincial et/ou au niveau fédéral.

** Selon les habitats préférentiels présentés dans Gauthier et Aubry (1995)

| Famille | Nom français | Nom latin | Niveau de certitude de nidification | Espèce susceptible de nicher dans la zone d'étude du quai** |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Paridae | Mésange à tête noire | <i>Poecile atricapillus</i> | CONF | X |
| Sittidae | Sittelle à poitrine blanche | <i>Sitta carolinensis</i> | POSS | |
| Troglodytidae | Troglodyte des forêts | <i>Troglodytes hiemalis</i> | POSS | X |
| Turdidae | Merlebleu de l'Est | <i>Sialia sialis</i> | PROB | |
| | Grive fauve | <i>Catharus fuscescens</i> | POSS | |
| | Grive solitaire | <i>Catharus guttatus</i> | PROB | X |
| | Merle d'Amérique | <i>Turdus migratorius</i> | CONF | X |
| Mimidae | Moqueur chat | <i>Dumetella carolinensis</i> | PROB | X |
| | Moqueur roux | <i>Toxostoma rufum</i> | PROB | |
| Sturnidae | Étourneau sansonnet | <i>Sturnus vulgaris</i> | CONF | X |
| Bombycillidae | Jaseur d'Amérique | <i>Bombycilla cedrorum</i> | PROB | X |
| Parulidae | Paruline jaune | <i>Setophaga petechia</i> | CONF | X |
| | Paruline à flancs marron | <i>Setophaga pensylvanica</i> | POSS | |
| | Paruline à tête cendrée | <i>Setophaga magnolia</i> | POSS | |
| | Paruline bleue | <i>Setophaga caerulescens</i> | CONF | |
| | Paruline à gorge noire | <i>Setophaga virens</i> | PROB | |
| | Paruline à gorge orangée | <i>Setophaga fusca</i> | POSS | |
| | Paruline flamboyante | <i>Setophaga ruticilla</i> | CONF | X |
| | Paruline couronnée | <i>Seiurus aurocapilla</i> | PROB | |
| | Paruline triste | <i>Geothlypis philadelphia</i> | POSS | |
| | Paruline masquée | <i>Geothlypis trichas</i> | PROB | X |
| Emberizidae | Bruant familier | <i>Spizella passerina</i> | CONF | X |
| | Bruant vespéral | <i>Pooecetes gramineus</i> | POSS | |
| | Bruant des prés | <i>Passerculus sandwichensis</i> | CONF | X |
| | Bruant chanteur | <i>Melospiza melodia</i> | CONF | X |
| | Bruant à gorge blanche | <i>Zonotrichia albicollis</i> | POSS | X |
| Cardinalidae | Piranga écarlate | <i>Piranga olivacea</i> | POSS | |
| | Cardinal à poitrine rose | <i>Pheucticus ludovicianus</i> | POSS | X |
| | Goglu des prés* | <i>Dolichonyx oryzivorus</i> | CONF | |
| Icteridae | Carouge à épaulettes | <i>Agelaius phoeniceus</i> | PROB | X |
| | Quiscale bronzé | <i>Quiscalus quiscula</i> | CONF | X |
| | Vacher à tête brune | <i>Molothrus ater</i> | PROB | |
| | Oriole de Baltimore | <i>Icterus galbula</i> | POSS | X |
| Fringillidae | Roselin pourpré | <i>Haemorhous purpureus</i> | POSS | |
| | Chardonneret jaune | <i>Spinus tristis</i> | PROB | X |
| Passeridae | Moineau domestique | <i>Passer domesticus</i> | CONF | X |

Note: Niveaux de certitude de nidification

CONF: Nidification confirmée

PROB: Nidification probable

POSS: Nidification possible

Étude d'impact environnemental pour l'aménagement d'un quai en eau profonde – Beauport 2020 (Englobe, 2018)

Des inventaires de l'avifaune ont été réalisés en 2015 et en 2016 dans la baie de Beauport dans le cadre de l'étude d'impact du projet d'aménagement d'un quai en eau profonde au port de Québec. Les détails des inventaires sont présentés dans le rapport de l'étude d'impact du projet (Englobe, 2018).

Les habitats retrouvés dans ce secteur sont en partie similaires à ceux observés au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. En effet, la baie de Beauport comprend des marais intertidaux (marais à scirpe d'Amérique, à sagittaires à larges feuilles et à zizanie des marais), ainsi que des marécages arbustifs (saulaies) et arborescents.

Migration printanière

Des inventaires d'oiseaux utilisant la zone d'étude pendant la migration printanière ont été réalisés en mai 2016, à la fréquence de deux visites par semaine pour un total de huit visites.

La présence de cinq espèces de limicoles a été confirmée lors de ces inventaires de mai 2016, soit la bécasse d'Amérique, le bécasseau minuscule, le bécasseau semipalmé, le chevalier grivelé et le pluvier kildir (tableau 1.2). Dans le cas de la sauvagine, 13 espèces de sauvagine ont été recensées. L'oie des neiges était de loin l'espèce la plus abondante, représentant 93 % des observations totales de sauvagine. Les autres espèces d'anatidés les plus abondantes étaient le canard colvert, le petit fuligule, le petit garrot, la bernache du Canada et le canard souchet.

Huit espèces d'oiseaux aquatiques autres que des limicoles ou de la sauvagine ont été observées lors des inventaires de mai 2016 (tableau 1.2). Il s'agit du plongeon huard, du grèbe jougris, du goéland à bec cerclé, du goéland argenté, du goéland marin, de la sterne pierregarin et du cormoran à aigrettes. Le goéland à bec cerclé était de loin l'espèce la plus abondante.

Vingt-quatre espèces d'oiseaux terrestres ont été recensées lors des inventaires réalisés en mai 2016 (tableau 1.2). Il s'agit du groupe qui a présenté la plus forte utilisation des milieux aménagés en haut de talus. Ces espèces sont principalement associées aux aires boisées et arbustives trouvées dans le secteur, et ce, bien que certaines (ex. merle d'Amérique et étourneau sansonnet) utilisent aussi les terrains gazonnés pour se nourrir.

Période de nidification

Des inventaires par points d'écoute ont été réalisés pendant la période de nidification des oiseaux en 2015 et en 2016 dans la zone d'étude. Ces inventaires ont été conduits en favorisant la période de ponte et d'incubation qui s'étend généralement de la fin mai à la fin juillet (AONQ, 2011).

Au total, 50 taxons d'oiseaux, dont 46 identifiés à l'espèce, ont été recensés pendant l'été lors des inventaires de 2015 et de 2016 (tableau 1.3). Parmi les taxons recensés au cours des trois inventaires réalisés en 2016, 23 ont un statut de nidification dans la zone d'étude : deux sont des nicheurs confirmés, onze des nicheurs probables et dix des nicheurs possibles (tableau 9.3). Les autres taxons observés sont considérés comme non nicheurs. Selon les données d'observation de 2016, le nombre de couples nicheurs a été évalué à 135 couples pour la zone d'étude.

Tableau 1.2 Espèces d'oiseaux observées lors des inventaires de mai 2016 dans la baie de Beauport

| Nom français | Nom latin | Nombre maximal d'individus observés lors d'une même visite |
|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Limicoles | | |
| Bécasse d'Amérique | <i>Scolopax minor</i> | 2 |
| Bécasseau minuscule | <i>Calidris minutilla</i> | 22 |
| Bécasseau semipalmé | <i>Calidris pusilla</i> | 2 |
| Chevalier grivelé | <i>Actitis macularius</i> | 4 |
| Pluvier kildir | <i>Charadrius vociferus</i> | 2 |
| Sauvagine | | |
| Bernache du Canada | <i>Branta canadensis</i> | 8 |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | 12 |
| Canard noir | <i>Anas rubripes</i> | 2 |
| Canard souchet | <i>Anas clypeata</i> | 5 |
| Grand harle | <i>Mergus merganser</i> | 2 |
| Oie des neiges | <i>Chen caerulescens</i> | 423 |
| Petit fuligule | <i>Aythya affinis</i> | 11 |
| Petit fuligule ou F. milouinan | <i>Aythya sp.</i> | 4 |
| Petit garrot | <i>Bucephala albeola</i> | 8 |
| Sarcelle d'hiver | <i>Anas crecca</i> | 1 |
| Autres oiseaux aquatiques | | |
| Cormoran à aigrettes | <i>Phalacrocorax auritus</i> | 2 |
| Goéland à bec cerclé | <i>Larus delawarensis</i> | 57 |
| Goéland argenté | <i>Larus argentatus</i> | 1 |
| Goéland marin | <i>Larus marinus</i> | 1 |
| Grèbe jougris | <i>Podiceps grisegena</i> | 2 |
| Plongeon huard | <i>Gavia immer</i> | 1 |
| Sterne pierregarin | <i>Sterna hirundo</i> | 6 |
| Oiseaux de proie | | |
| Urubu à tête rouge | <i>Cathartes aura</i> | 2 |
| Oiseaux terrestres | | |
| Bruant à couronne blanche | <i>Zonotrichia leucophrys</i> | 4 |
| Bruant à gorge blanche | <i>Zonotrichia albicollis</i> | 1 |
| Bruant chanteur | <i>Melospiza melodia</i> | 9 |
| Bruant des prés | <i>Passerculus sandwichensis</i> | 2 |
| Bruant familier | <i>Spizella passerine</i> | 4 |
| Bruant sp. | | 1 |
| Cardinal à poitrine rose | <i>Pheucticus ludovicianus</i> | 1 |
| Carouge à épaulettes | <i>Agelaius phoeniceus</i> | 8 |
| Chardonneret jaune | <i>Spinus tristis</i> | 6 |
| Corneille d'Amérique | <i>Corvus brachyrhynchos</i> | 4 |
| Étourneau sansonnet | <i>Sturnus vulgaris</i> | 23 |
| Hirondelle bicolor | <i>Tachycineta bicolor</i> | 4 |
| Hirondelle de rivage* | <i>Riparia riparia</i> | 29 |
| Hirondelle sp. | | 2 |
| Merle d'Amérique | <i>Turdus migratorius</i> | 6 |
| Mésange à tête noire | <i>Poecile atricapillus</i> | 1 |
| Paruline à croupion jaune | <i>Setophaga coronata</i> | 1 |
| Paruline à flancs marron | <i>Setophaga pensylvanica</i> | 1 |
| Paruline jaune | <i>Setophaga petechia</i> | 10 |
| Paruline masquée | <i>Geothlypis trichas</i> | 1 |
| Passerin indigo | <i>Passerina cyanea</i> | 1 |
| Pic flamboyant | <i>Colaptes auratus</i> | |
| Pigeon biset | <i>Columba livia</i> | 1 |
| Quiscale bronzé | <i>Quiscalus quiscula</i> | 20 |

| Nom français | Nom latin | Nombre maximal d'individus observés lors d'une même visite |
|---------------------------|-----------------------------|--|
| Roitelet à couronne rubis | <i>Regulus calendula</i> | 1 |
| Roselin familier | <i>Haemorhous mexicanus</i> | 3 |
| Roselin pourpré | <i>Haemorhous purpureus</i> | 3 |
| Tourterelle triste | <i>Zenaida macroura</i> | 1 |
| Tyran tritri | <i>Tyrannus tyrannus</i> | 2 |

Source : Englobe (2018)

* **Espèce possédant un statut de protection au niveau provincial et/ou au niveau fédéral.**

Tableau 1.3 Espèces d'oiseaux observées dans la baie de Beauport lors des inventaires de 2015 et 2016 pendant la période de reproduction

| Nom français | Nom latin | Habitat utilisé dans la zone d'étude | Inventaire de 2015 | Inventaire de 2016 | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------------|
| | | | CATÉGORIE DE NIDIFICATION | Nombre de couples nicheurs dans la zone d'étude (moyenne des 3 inventaires) | CATÉGORIE DE NIDIFICATION |
| Limicoles | | | | | |
| Bécasseau semipalmé | <i>Charadrius semipalmatus</i> | Marais, plage | Non nicheur (espèce observée) | 0 | – |
| Chevalier grivelé | <i>Actitis macularius</i> | Marais, plage | Probable | 4,7 | Probable |
| Pluvier kildir | <i>Charadrius vociferus</i> | Marais, plage, herbaçaie, terrain paysager entretenu, terrain vacant | Possible | 3 | Probable |
| Pluvier semipalmé | <i>Charadrius semipalmatus</i> | Marais, plage | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Sauvagine | | | | | |
| Bernache du Canada | <i>Branta canadensis</i> | Marais, plage | Non nicheur (espèce observée) | 0 | – |
| Canard branchu | <i>Aix sponsa</i> | Marais, plage | Non nicheur (espèce observée) | 0 | – |
| Canard chipeau | <i>Anas strepera</i> | Marais, plage | – | 1 | Possible |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | Marais, plage | Probable | 6,7 | Confirmée |
| Canard souchet | <i>Anas clypeata</i> | Marais, plage | – | 0,3 | Possible |
| Canard sp. | - | Marais, plage | – | 0 | – |
| Fuligule à tête rouge | <i>Aythya americana</i> | Marais, plage | – | 0,3 | Possible |
| Grande oie des neiges | <i>Chen caerulescens</i> | Marais, plage | Non nicheur (espèce observée) | 0 | – |
| Autres oiseaux aquatiques | | | | | |
| Cormoran à aigrettes* | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Marais, plage | Non nicheur (espèce observée) | 0 | – |
| Goéland à bec cerclé | <i>Larus delawarensis</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Goéland argenté | <i>Larus argentatus</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Possible | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Goéland marin | <i>Larus marinus</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Goéland sp. | <i>Larus sp.</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Mouette de Bonaparte | <i>Chroicocephalus philadelphia</i> | Marais, plage | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Plongeon huard | <i>Gavia immer</i> | Marais, plage | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Sterne pierregarin | <i>Sterna hirundo</i> | Marais, plage | Probable | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Sterne sp. | <i>Sterna sp.</i> | Marais, plage | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Oiseaux de proie | | | | | |
| Balbusard pêcheur | <i>Pandion haliaetus</i> | Marais, plage | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Épervier brun | <i>Accipiter striatus</i> | Marécage, arborie, friche | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Oiseaux terrestres | | | | | |
| Bruant chanteur | <i>Melospiza melodia</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 19,3 | Probable |
| Bruant familier | <i>Spizella passerina</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Possible | 0 | – |
| Cardinal à poitrine rose | <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Arborie, terrain paysager entretenu | – | 0,3 | Possible |
| Cardinal rouge | <i>Cardinalis cardinalis</i> | Arborie, friche | Possible | 0 | – |
| Carouge à épauettes | <i>Agelaius phoeniceus</i> | Marais, marécage, friche | Probable | 14 | Probable |
| Chardonneret jaune | <i>Spinus tristis</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 9,3 | Probable |
| Corneille d'Amérique | <i>Corvus brachyrhynchos</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Engoulevent d'Amérique* | <i>Chordeiles minor</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant, espace aérien | Probable | 0 | – |
| Étourneau sansonnet | <i>Sturnus vulgaris</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 8,5 | Possible |

Tableau 1.3 (suite) Espèces d'oiseaux observées dans la baie de Beauport lors des inventaires de 2015 et 2016 pendant la période de reproduction

| Nom français | Nom latin | Habitat utilisé dans la zone d'étude | Inventaire de 2015 | Inventaire de 2016 | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------------|
| | | | CATÉGORIE DE NIDIFICATION | Nombre de couples nicheurs dans la zone d'étude (moyenne des 3 inventaires) | CATÉGORIE DE NIDIFICATION |
| Oiseaux terrestres (suite) | | | | | |
| Hirondelle à front blanc | <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Hirondelle bicolor | <i>Tachycineta bicolor</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Possible | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Hirondelle de rivage* | <i>Riparia riparia</i> | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Confirmée | 24,5 | Confirmée |
| Hirondelle sp. | | Marais, plage, herbaçaie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | – | 9,7 | Possible |
| Jaseur d'Amérique | <i>Bombycilla cedrorum</i> | Herbaçaie, arborie, friche, terrain paysagé entretenu, terrain vacant | Probable | 6,2 | Probable |
| Martinet ramoneur* | <i>Chaetura pelagica</i> | Espace aérien | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Merle d'Amérique | <i>Turdus migratorius</i> | Marécage, herbaçaie, arborie, friche, terrain paysager entretenu, terrain vacant | Probable | 5,7 | Probable |
| Mésange à tête noire | <i>Poecile atricapillus</i> | Arborie, friche | – | 0,3 | Possible |
| Moucherolle des aulnes | <i>Empidonax alnorum</i> | Marécage, friche | – | 1,5 | Probable |
| Paruline flamboyante | <i>Setophaga ruticilla</i> | Marécage, arborie, friche | – | 0,3 | Possible |
| Paruline jaune | <i>Setophaga petechia</i> | Marécage, arborie, friche | Probable | 9,8 | Probable |
| Paruline masquée | <i>Geothlypis trichas</i> | Marécage, friche | Probable | 1,5 | Probable |
| Pic flamboyant | <i>Colaptes auratus</i> | Arborie, friche, terrain paysager entretenu | Possible | 0 | – |
| Pigeon biset | <i>Columba livia</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysager entretenu, terrain vacant | – | 0 | Non nicheur (espèce observée) |
| Quiscale bronzé | <i>Quiscalus quiscula</i> | Marais, marécage, plage, herbaçaie, friche, terrain paysager entretenu, terrain vacant | Possible | 7,7 | Probable |
| Roselin familier | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Arborie, friche, terrain paysager entretenu | Non nicheur (espèce observée) | 0,3 | Possible |
| Roselin pourpré | <i>Haemorhous purpureus</i> | Arborie, terrain paysager entretenu | – | 0,3 | Possible |
| Tourterelle triste | <i>Zenaida macroura</i> | Herbaçaie, friche, terrain paysager entretenu, terrain vacant | Possible | 0 | – |

Source : Englobe (2018)

* Espèce possédant un statut de protection au niveau provincial et/ou au niveau fédéral.

Migration automnale

Des relevés visant plus spécifiquement les limicoles, la sauvagine, les autres oiseaux aquatiques et les rapaces ont eu lieu dans la zone d'étude de la fin août à la fin octobre 2015 à raison de deux visites par semaine en août et en septembre et d'une visite par semaine en octobre. Les résultats sont présentés au tableau 1.4.

Tableau 1.4 Espèces d'oiseaux observées lors des inventaires réalisés lors de la migration automnale (fin août à la fin octobre 2015) dans la baie de Beauport

| Nom français | Nom latin | Nombre total d'individus observés (14 visites) |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Limicoles | | |
| Bécasseau sp. | | 11 |
| Bécasseau à croupion blanc | <i>Calidris fuscicollis</i> | 2 |
| Bécasseau minuscule | <i>Calidris minutilla</i> | 66 |
| Bécasseau sanderling | <i>Calidris alba</i> | 6 |
| Bécasseau semipalmé | <i>Calidris pusilla</i> | 28 |
| Bécasseau variable | <i>Calidris alpina</i> | 8 |
| Bécassine de Wilson | <i>Gallinago delicata</i> | 2 |
| Chevalier grivelé | <i>Actitis macularius</i> | 10 |
| Pluvier argenté | <i>Pluvialis squatarola</i> | 10 |
| Pluvier kildir | <i>Charadrius vociferus</i> | 1 |
| Pluvier semipalmé | <i>Charadrius semipalmatus</i> | 137 |
| Sauvagine | | |
| Bernache du Canada | <i>Branta canadensis</i> | 72 |
| Canard d'Amérique | <i>Anas americana</i> | 8 |
| Canard chipeau | <i>Anas strepera</i> | 13 |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | 896 |
| Canard noir | <i>Anas rubripes</i> | 40 |
| Canard pilet | <i>Anas acuta</i> | 6 |
| Canard souchet | <i>Anas clypeata</i> | 1 |
| Fuligule à tête rouge | <i>Aythya americana</i> | 4 |
| Oie des neiges | <i>Chen caerulescens</i> | 2 |
| Sarcelle à ailes bleues | <i>Anas discors</i> | 39 |
| Sarcelle d'hiver | <i>Anas crecca</i> | 93 |
| Autres oiseaux aquatiques | | |
| Cormoran à aigrettes | <i>Phalacrocorax auritus</i> | 3 |
| Goéland à bec cerclé | <i>Larus delawarensis</i> | 1 258 |
| Goéland argenté | <i>Larus argentatus</i> | 38 |
| Goéland marin | <i>Larus marinus</i> | 8 |
| Grand héron | <i>Ardea herodias</i> | 26 |
| Martin-pêcheur d'Amérique | <i>Megaceryle alcyon</i> | 2 |
| Mouette de Bonaparte | <i>Chroicocephalus philadelphia</i> | 1 |
| Oiseaux de proie | | |
| Balbusard pêcheur | <i>Pandion haliaetus</i> | 1 |
| Busard Saint-Martin | <i>Circus cyaneus</i> | 1 |
| Épervier brun | <i>Accipiter striatus</i> | 1 |
| Urubu à tête rouge | <i>Cathartes aura</i> | 3 |

Source : Englobe (2018)

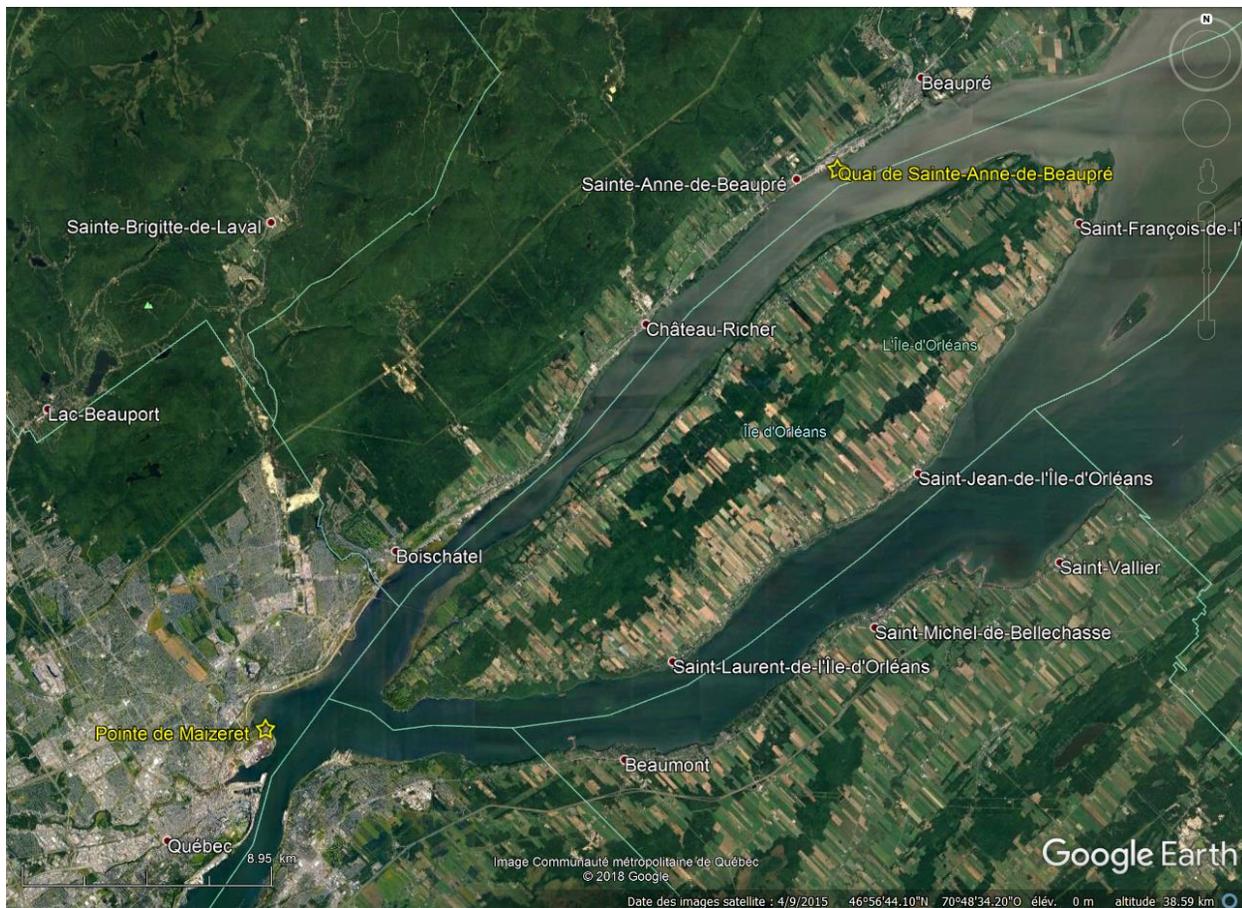
Les espèces de limicoles les plus souvent observées sont le pluvier semipalmé, le bécasseau minuscule et le bécasseau semipalmé. La plus grande abondance de ces espèces de limicoles est observée au début de septembre. Par la suite, le nombre d'observations diminue à partir de la fin septembre.

Dans le cas de la sauvagine, les espèces les plus abondantes sont le canard colvert, le canard noir, la sarcelle à ailes bleues et la sarcelle d'hiver. Les effectifs les plus importants de ces espèces sont observés les deuxièmes et troisièmes semaines de septembre.

Dans le cas des autres oiseaux aquatiques, le goéland à bec cerclé est de loin le plus abondant lors de la migration automnale.

Base de données eBird

La base de données eBird (Cornell Lab of Ornithology, 2016) a été consultée afin de décrire la communauté aviaire présente dans la région pendant les différentes périodes de l'année. Peu de feuillets sont disponibles pour le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Par contre, des sites d'observation situés sur la rive nord du Saint-Laurent font l'objet de beaucoup plus de visites de la part des ornithologues. C'est, entre autres, le cas du site de la Pointe de Maizerets, situé à environ 29 km au sud-ouest du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (figure 1.5), qui compte 1 612 feuillets d'observation pour les dix dernières années (2008-2018). Notons que ce site est situé dans la baie de Beauport, soit dans la zone d'étude visée par l'étude d'impact du quai en eau profonde de Beauport 2020 abordée ci-dessus (Englobe, 2018). Comme mentionné précédemment, les habitats retrouvés dans le secteur de la Pointe de Maizerets sont en partie similaires à ceux observés au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, soit des marais intertidaux et des marécages arbustifs (saulaies) et arborescents. De plus, la baie de Beauport est située dans une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA), tout comme le site du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.



Source : GoogleEarth (2018)

Figure 1.5 Localisation du site d'observation de la Pointe de Maizerets

Afin d'illustrer l'abondance relative des diverses espèces d'oiseaux observées au cours de l'année, eBird divise l'année en 48 périodes (chaque mois étant divisé en quatre parties) et répartit les observations dans chacune d'elles. Le nombre de feuillets d'observation enregistrés pour chacune de ces périodes à la Pointe de Maizerets du début 2008 à août 2018 est présenté au tableau 1.5. Notons que le nombre de feuillets disponibles pour la période hivernale est faible comparativement aux autres périodes.

Tableau 1.5 Nombre de feuillets d'observation enregistrés dans eBird pour le site de la Pointe de Maizerets du début 2008 à août 2018

| Mois | Nombre de feuillets par période | Mois | Nombre de feuillets par période | Mois | Nombre de feuillets par période |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Janvier (25 feuillets) | 12 | Mai (201 feuillets) | 51 | Septembre (164 feuillets) | 50 |
| | 7 | | 49 | | 42 |
| | 3 | | 43 | | 34 |
| | 3 | | 58 | | 38 |
| Février (25 feuillets) | 5 | Juin (53 feuillets) | 27 | Octobre (162 feuillets) | 36 |
| | 6 | | 12 | | 44 |
| | 4 | | 8 | | 27 |
| | 10 | | 6 | | 55 |
| Mars (89 feuillets) | 11 | Juillet (42 feuillets) | 7 | Novembre (198 feuillets) | 37 |
| | 11 | | 13 | | 50 |
| | 24 | | 8 | | 49 |
| | 43 | | 14 | | 62 |
| Avril (264 feuillets) | 37 | Août (112 feuillets) | 17 | Décembre (161 feuillets) | 98 |
| | 81 | | 23 | | 33 |
| | 64 | | 35 | | 18 |
| | 82 | | 37 | | 12 |

Source : Cornell Lab of Ornithology (2018).

À partir de ces données, un diagramme illustrant l'abondance relative (rare à abondant) des différentes espèces aviaires observées à la Pointe de Maizerets au fil des saisons a été produit (annexe C). Il importe de souligner que toutes les espèces recensées dans le secteur, incluant les mentions d'espèces très rares ou exceptionnelles, y apparaissent.

Migration printanière

Au printemps, le passage migratoire des limicoles se fait principalement en mai. Les espèces de passage incluent le pluvier semipalmé, le bécasseau variable, le bécasseau minuscule, ainsi que les grand et petit chevaliers. Or, le nombre d'espèces et l'abondance relative des limicoles lors de la migration printanière sont faibles comparativement à ce qui est observé lors de la migration automnale. Le pluvier kildir et le chevalier solitaire sont aussi relativement abondants à cette période, mais, contrairement aux espèces mentionnées précédemment, ils semblent rester dans le secteur pour la nidification.

C'est en avril et en mai qu'est observé le plus grand nombre d'individus de sauvagines et d'autres oiseaux aquatiques lors de la migration printanière. Sont observées, entre autres, les espèces suivantes : l'oie des neiges, la bernache du Canada, le canard colvert, le canard noir, la sarcelle d'hiver, les fuligules, le petit garrot, le garrot à œil d'or, le grand harle, le cormoran à aigrettes, les goélands à bec cerclé, argenté et marin et la sterne pierregarin. Les grèbes esclavons et jougris ainsi que la mouette de Bonaparte sont aussi de passage à ce moment de l'année.

Dans le cas des oiseaux de proie, la crécerelle d'Amérique semble l'espèce la plus souvent rencontrée au printemps.

Les espèces d'oiseaux terrestres hivernant plus au sud arrivent majoritairement en avril et en mai, comme les hirondelles, les parulines, les bruants et les ictéridés (oiseaux noirs).

Période de nidification

Lors de la période de nidification, les espèces de sauvagine, de limicoles et d'autres oiseaux aquatiques qui semblent les plus abondantes sont la bernache du Canada, les canards colvert et noir, la sarcelle d'hiver, le pluvier kildir, le chevalier grivelé, le cormoran à aigrettes, les goélands à bec cerclé, argenté et marin et la sterne pierregarin.

La crécerelle d'Amérique semble être la seule espèce d'oiseau de proie régulièrement observée au site de la Pointe de Maizerets.

Dans le cas des oiseaux terrestres présents lors de la période de reproduction, les espèces suivantes sont notables de par leur abondance relative : les hirondelles bicolores, de rivage et à front blanc, le merle d'Amérique, le jaseur d'Amérique, la paruline jaune, le bruant des prés, le bruant chanteur, le carouge à épauettes, le quiscale bronzé et le chardonneret jaune.

Migration automnale

C'est à l'automne que l'activité migratoire semble la plus intense au site de la Pointe de Maizerets, autant par le nombre d'espèces que d'individus de sauvagines et de limicoles. Le passage de la sauvagine semble se faire en deux vagues selon les espèces. Certaines sont plus abondantes en septembre, comme les sarcelles à ailes bleues et d'hiver, les canards chipeau, souchet, pilet et d'Amérique, ainsi que le fuligule à collier. D'autres le sont plutôt de la fin octobre à la fin novembre, comme le fuligule milouinan, le petit fuligule, les macreuses, l'harelda kakawi et les garrots.

Dans le cas des limicoles, leur passage est plutôt marqué en août et septembre, surtout pour le pluvier semipalmé, les bécasseaux sanderling, de Baird, minuscule et semipalmé, ainsi que pour les grand et petit chevaliers et le chevalier solitaire. Le pluvier argenté, le bécasseau variable et le bécasseau à croupion blanc s'arrêtent quant à eux dans la baie en plus grand nombre en septembre et octobre.

Les observations de grands hérons sont fréquentes pendant toute la période de la migration automnale.

C'est aussi à cette période que les observations de rapaces sont les plus fréquentes à partir du site de la Pointe de Maizerets; les espèces les plus notables étant le balbuzard pêcheur, le pygargue à tête blanche et la buse à queue rousse.

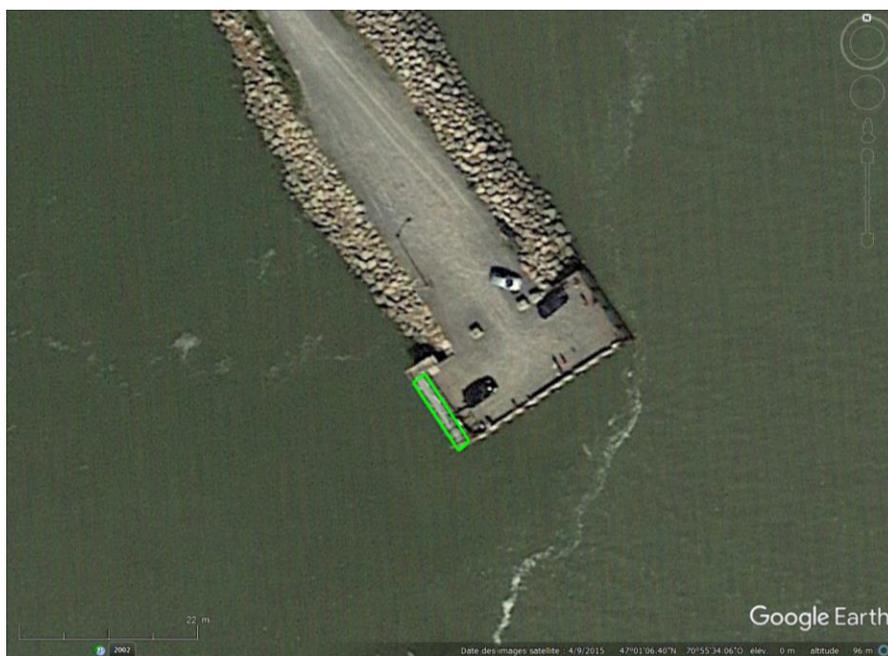
La migration automnale est aussi marquée par le passage d'un nombre important de passereaux se dirigeant vers leurs aires d'hivernage situées plus au sud. Le passage des parulines se fait surtout en septembre, tandis que celui des bruants est principalement important en octobre.

Espèces présentes à l'année

Les espèces résidentes, soit celles qui sont observées à l'année dans le secteur, comprennent, entre autres, le pigeon biset, la tourterelle triste, les pics mineur et chevelu, la corneille d'Amérique, la mésange à tête noire, l'étourneau sansonnet et le roselin familial.

Visite du 5 septembre 2018 – Colonie d'hirondelles à front blanc

La visite du 5 septembre 2018 a été faite à marée basse de 8 h 20 à 9 h 10. Elle a permis de confirmer la présence d'une colonie d'hirondelles à front blanc sous la passerelle du quai. Cette colonie utilise la passerelle longeant le côté ouest de la tête du quai (figure 1.6). Les nids sont construits le long du surplomb des traverses de la plateforme (photo 1.2). Environ 45 nids en bon état (photo 1.3) et une vingtaine de nids abîmés (photo 1.4) ont été repérés. De plus, des traces révélant la présence d'anciens nids ont pu être observées. Des pêcheurs présents à la tête du quai lors de la visite ont mentionné que les nids ont été détruits, il y a deux ans, par un utilisateur du quai. Les hirondelles ont depuis repris possession des lieux. Il importe de mentionner qu'aucun nid d'hirondelle rustique, une espèce menacée au Canada, n'a été observé au sein de la colonie.



Source : GoogleEarth (2018)

Figure 1.6 Localisation de la colonie d'hirondelles à front blanc sous la plateforme du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré



Photo 1.2 Montage photographique du dessous de la passerelle du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré montrant les nids de la colonie d'hirondelles à front blanc



Photo 1.3 Nids en bon état



Photo 1.4 Nids endommagés

Quatorze autres espèces d'oiseaux ont été identifiées lors de la visite. Celles-ci sont listées au tableau 1.6.

Tableau 1.6 Espèces aviaires observées lors de la visite du 5 septembre 2018 au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

| Nom français | Nom latin | Commentaires |
|---------------------------|---------------------------------|---|
| Bruant chanteur | <i>Melospiza melodia</i> | Quelques individus dans le marais et le marécage arbustif |
| Busard Saint-Martin | <i>Circus cyaneus</i> | Un juvénile survolant le marais |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | Une dizaine d'individus |
| Cormoran à aigrettes | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Un individu dormant à la tête du quai |
| Goéland à bec cerclé | <i>Larus delawarensis</i> | Plus de cent individus |
| Goéland marin | <i>Larus marinus</i> | Un individu |
| Grand corbeau | <i>Corvus corax</i> | Un individu survolant la rive |
| Grand héron | <i>Ardea herodias</i> | Trois individus |
| Mésange à tête noire | <i>Poecile atricapillus</i> | Un individu entendu dans le marécage arborescent |
| Oie des neiges | <i>Chen caerulescens</i> | Environ six individus probablement blessés |
| Paruline à croupion jaune | <i>Setophaga coronata</i> | Plus d'une vingtaine d'individus en migration le long du quai |
| Paruline jaune | <i>Setophaga petechia</i> | Quelques individus dans le marais et le marécage arbustif |
| Pic flamboyant | <i>Colaptes auratus</i> | Un individu entendu |
| Pygargue à tête blanche | <i>Haliaeetus leucocephalus</i> | Un individu survole la batture et va se poser sur une roche. **Espèce vulnérable au Québec** |

QC-10 Dans la section portant sur la faune aviaire (tableau 2.6), on mentionne la présence de l'hirondelle rustique. Or, cette espèce a été ajoutée en novembre 2017 à l'annexe 1 de la LEP, comme espèce menacée. En considérant cette information et à partir de la mise à jour de la description de la faune aviaire effectuée en réponse à la question précédente, l'initiateur doit :

- Dresser la liste des espèces à statut précaire qui sont susceptibles de fréquenter l'aire d'étude, en y incluant l'hirondelle rustique;
- Identifier les impacts du projet sur ces espèces;
- Proposer des mesures d'atténuation pour éviter ou atténuer les effets du projet sur ces espèces.

Réponse à la QC-10

Espèces susceptibles de fréquenter le secteur du quai

Parmi les 79 espèces recensées dans la parcelle 19CN50 lors de la période de nidification (tableau 1.1), six possèdent un statut précaire, soit le pygargue à tête blanche, le martinet ramoneur, le pioui de l'Est, l'hirondelle de rivage, l'hirondelle rustique et le goglu des prés. Ces espèces sont incluses au tableau 1.7. À celles-ci s'ajoute l'engoulevent d'Amérique qui a été observé lors des divers inventaires menés dans la baie de Beauport pour le projet Beauport 2020 (Englobe, 2018).

Tableau 1.7 Liste des espèces d'oiseaux terrestres à statut précaire observées dans la région selon l'AONQ et eBird et probabilité de les retrouver dans le secteur du quai

| Nom français | Nom latin | Statut actuel de l'espèce | | | Présence d'habitat propice dans le secteur du quai |
|---|-----------------------------------|---------------------------|--------------|------------|--|
| | | Annexe 1 de la LEP | COSEPAC | MFFP | |
| Engoulevent d'Amérique | <i>Chordeiles minor</i> | Menacée | Préoccupante | ESDMV | Non, le tablier du quai pourrait être utilisé par l'espèce, mais il est peu intéressant, considérant la présence humaine. |
| Faucon pèlerin (sous-espèce <i>anatum</i>) | <i>Falco peregrinus anatum</i> | Préoccupante | Non en péril | Vulnérable | Pourrait venir chasser le long du littoral. |
| Goglu des prés | <i>Dolichonyx oryzivorus</i> | Menacée | Menacée | – | Non |
| Gros-bec errant | <i>Coccothraustes vespertinus</i> | – | Préoccupante | – | Non |
| Hibou des marais | <i>Asio flammeus</i> | Préoccupante | Préoccupante | ESDMV | Le marais pourrait être utilisé par l'espèce pour la nidification et la chasse, mais cela est peu probable. La mention de nidification probable la plus rapprochée selon l'AONQ (2018) est située à l'Île aux Grues. |
| Hirondelle de rivage | <i>Riparia riparia</i> | Menacée | Menacée | – | Non |
| Hirondelle rustique | <i>Hirundo rustica</i> | Menacée | Menacée | – | Pourrait nicher sous la passerelle du quai, mais ce site est déjà utilisé par l'hirondelle à front blanc. Aucun nid d'hirondelle rustique n'est présent. |
| Martinet ramoneur | <i>Chaetura pelagica</i> | Menacée | Menacée | ESDMV* | Non, mais pourrait être vu en vol au-dessus du site |
| Paruline du Canada | <i>Cardellina canadensis</i> | Menacée | Menacée | ESDMV | Non, les marécages arbustifs et arborescents sont de trop faible superficie. |
| Pioui de l'Est | <i>Contopus virens</i> | Préoccupante | Préoccupante | – | Non |
| Pygargue à tête blanche | <i>Haliaeetus leucocephalus</i> | – | Non en péril | Vulnérable | Pourrait venir chasser le long du littoral. |

*ESDMV : Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable

En plus de ces espèces, la base de données eBird contient des mentions d'autres espèces d'oiseaux possédant un statut précaire observées au site de la Pointe de Maizerets entre 2008 et aujourd'hui. Deux de ces mentions sont exceptionnelles pour la région et constituent des individus égarés, soit l'océanite cul-blanc et la mouette blanche. Dans le cas de l'arlequin plongeur, du garrot d'Islande, du grèbe esclavon, du bécasseau roussâtre et du phalarope à bec étroit, il s'agit d'espèces nichant plus au nord, à l'est ou à l'ouest, mais qui peuvent être observées à l'occasion, quoique rarement pour la plupart, lors des migrations. Parmi les espèces à statut précaire observées à la Pointe de Maizerets, celles qui ont été ajoutées au tableau 1.7 puisqu'elles sont considérées comme celles susceptibles d'être observées dans la région du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, sont le hibou des marais, le faucon pèlerin, la paruline du Canada et le gros-bec errant.

Ainsi, 11 espèces d'oiseaux à statut précaire pourraient être observées dans la région du quai. La zone d'étude du quai ne contient cependant pas d'habitat de nidification propice pour le pygargue à tête blanche, le faucon pèlerin, le martinet ramoneur, le pioui de l'Est, l'hirondelle de rivage, la paruline du Canada, le goglu des prés et le gros-bec errant. Il est également peu probable que le hibou des marais et l'engoulevent d'Amérique utilisent le secteur pour la nidification. Dans le cas de l'hirondelle rustique, la majorité des nids de l'espèce sont construits sur des structures artificielles près de milieux ouverts et de plans d'eau où elle peut chasser les insectes. La présence de boue à proximité est importante puisqu'il s'agit du principal matériau pour la construction du nid (Gauthier et Aubry, 1995). La passerelle du quai pourrait donc potentiellement être intéressante. Or, la visite réalisée le 5 septembre a permis de vérifier qu'aucun nid de l'espèce n'est présent sous la passerelle de la tête du quai, celle-ci étant plutôt occupée par une colonie d'hirondelles à front blanc.

Malgré tout, le pygargue à tête blanche, le faucon pèlerin, le martinet ramoneur, l'engoulevent d'Amérique et l'hirondelle rustique pourraient venir chasser le long du littoral. Lors de la visite du 5 septembre, un individu de pygargue à tête blanche a effectivement été observé en vol près du quai. Il s'est ensuite posé sur une grosse pierre dans la batture.

Impact du projet sur les espèces aviaires à statut précaire

Considérant l'analyse présentée ci-dessus, il est peu probable que des espèces à statut précaire nichent dans le secteur du quai. De toute façon, les travaux de reconstruction du quai sont prévus débuter en septembre 2019, soit hors de la période de nidification des oiseaux migrateurs qui s'étend approximativement du 8 avril au 28 août dans la région (zone de nidification C3; ECCC, 2017).

Par contre, certaines espèces pourraient venir chasser au-dessus du secteur, comme le pygargue à tête blanche, le faucon pèlerin, le martinet ramoneur, l'engoulevent d'Amérique et l'hirondelle rustique. Ainsi, le bruit et la présence humaine liés aux travaux de reconstruction du quai pourraient déranger les individus de ces espèces lors de leurs activités de chasse. Dépendamment de la sensibilité des individus

au bruit et au dérangement, ceux-ci s'éloigneront du site des travaux pour utiliser temporairement d'autres secteurs plus ou moins bruyants à proximité.

Mesures d'atténuation proposées

Afin de minimiser les impacts du bruit sur les espèces aviaires à statut précaire pouvant venir chasser dans le secteur, les mesures d'atténuation suivantes seront appliquées :

- Arrêter le fonctionnement de tout engin motorisé lorsqu'il n'est pas utilisé pendant une certaine période de temps (par exemple, les pauses du midi);
- Munir les équipements, la machinerie lourde et les véhicules de silencieux fonctionnels et performants et les maintenir dans de bonnes conditions de fonctionnement;
- Réparer, dans les plus brefs délais, la machinerie et les véhicules défectueux;
- Minimiser le claquement du panneau arrière des camions lors du déchargement de matériaux;
- Munir les camions d'une alarme de recul à bruit blanc (son multifréquence);
- Installer des dispositifs antibruit aux marteaux pneumatiques et/ou hydrauliques;
- Coffrer ou insonoriser l'équipement motorisé fixe tel que les génératrices.

1.3.2 Ichtyofaune

QC-11 L'information présentée dans le tableau 2.4 « Utilisation potentielle de l'habitat par les principales espèces de poissons susceptibles d'être présentes dans le secteur des travaux » doit être mise à jour à la lumière des informations suivantes :

- Seul l'éperlan arc-en-ciel de la population du sud de l'estuaire du Saint Laurent possède le statut de vulnérable;
- Le bar rayé n'est pas une espèce désignée dans la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (chapitre E-12.01), mais elle est considérée comme une espèce disparue en vertu de la LEP. De plus, le projet se situe à l'intérieur de l'habitat essentiel pour la croissance des larves et des juvéniles de bar rayé actuellement en cours de désignation. Mentionnons que les habitats recherchés par les larves et les juvéniles de cette espèce correspondent à ceux retrouvés au site du quai (zone riveraine intertidale, profondeur à marée basse entre 0-5 mètres). Ces habitats sont fréquentés entre juin et novembre par les larves et les juvéniles de bar rayé. Ainsi, l'initiateur doit évaluer les impacts de son projet en considérant l'information sur le bar rayé et démontrer que pour la variante retenue :
 - L'ensemble des mesures d'évitement ou d'atténuation susceptibles de réduire les conséquences négatives de l'activité pour l'espèce ont été envisagées et que la meilleure solution a été retenue;

- Toutes les mesures possibles seront prises afin de minimiser les conséquences négatives de l'activité pour l'espèce, son habitat essentiel ou le maintien des individus à ce site;
- L'activité ne mettra pas en péril la survie ou le rétablissement de l'espèce.

Réponse à la QC-11

Le tableau 2.4 a été mis à jour et présente aussi le statut des espèces en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

Tableau 2.4 Utilisation potentielle de l'habitat par les principales espèces de poissons susceptibles d'être présentes dans le secteur des travaux

| Espèces de poisson | Fonction de l'habitat | | | Statut (en vertu de la <i>Loi sur les espèces menacées et vulnérables</i>) | Statut (en vertu de la <i>Loi sur les espèces en péril</i> ³) |
|--|-----------------------|--------------|--------------|---|---|
| | Alevinage | Alimentation | Reproduction | | |
| Alose savoureuse | X | X | X | Désignée vulnérable | |
| Anguille d'Amérique | | X | | Susceptible d'être désignée | |
| Baret | X | X | | | |
| Bar rayé population de l'estuaire du Saint-Laurent | | X | | | Disparu |
| Carpe | | X | | | |
| Doré jaune | X | X | | | |
| Doré noir | X | | | | |
| Éperlan arc-en-ciel de la population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent | | X | | Désigné vulnérable | |
| Épinoche à trois épines | X | X | | | |
| Esturgeon jaune | X | X | | Susceptible d'être désigné | |
| Esturgeon noir | | X | | Susceptible d'être désigné | |
| Fondule barré | X | X | X | | |
| Gaspareau | X | X | | | |
| Grand brochet | X | X | X | | |
| Laquaiche argentée | X | X | | | |
| Meunier noir | X | X | | | |
| Meunier rouge | X | X | | | |
| Perchaude | X | X | X | | |
| Poulamon atlantique | X | X | | | |
| Saumon atlantique | | X | | | |

Les principaux impacts des travaux d'aménagement du quai sur les larves et les juvéniles de bar rayé sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

³ Annexe 1 Liste des espèces en péril (LEP)

Empiètement permanent dans l'habitat essentiel du bar rayé en cours de désignation

Les travaux projetés au quai occasionneront un très faible empiètement dans l'habitat essentiel du bar rayé. En effet, une superficie de 5 049,24 m² d'empiètement permanent est visée par les travaux d'enrochement de la digue d'approche et de la tête du quai sous la cote d'inondation de récurrence de 2 ans. De ce nombre, seulement 2 216,55 m² correspondent à une perte de marais à scirpe, le reste de la superficie de l'empiètement étant le dépôt de pierres sur pierres (1 985,74 m²), le dépôt de pierres sur le littoral (695,99 m² exempts de marais à scirpe) et l'empiètement sur le littoral lié au mur de pieux-palplanches à la tête du quai (150,96 m²). Voir réponse QC-40 pour répartition des surfaces en image.

Cette superficie d'empiètement correspond à une infime proportion de toute l'aire visant la croissance et l'alimentation du bar rayé présente sur la rive nord qui est comprise dans la zone intertidale 0-5 m entre Neuville et Petite-Rivière-Saint-François (source : MPO, 2017).

Cette perte de superficie par rapport à l'ensemble de l'aire délimitée n'aura aucun impact sur la population de bar rayé. De plus, ces pertes devront être compensées dans le cadre d'un programme de compensation de l'habitat du poisson.

Dérangement des individus lors des travaux

Les travaux de mise en place de l'enrochement et de vibrofonçage des pieux et des palplanches pourront occasionner un dérangement temporaire des poissons. Le dérangement des juvéniles de bars rayés sera principalement localisé à la tête du quai, car les travaux d'enrochement seront effectués à marée basse. Lors du vibrofonçage des pieux et des palplanches, les poissons délaisseront temporairement la zone proximale des travaux et se dirigeront vers des secteurs adjacents localisés à l'intérieur de la zone d'habitat essentiel en cours de désignation (zone riveraine intertidale, profondeur à marée basse entre 0-5 mètres). Le vibrofonçage a été préconisé plutôt qu'un enfoncement des pieux par battage pour minimiser l'impact du bruit de construction.

Considérant que les poissons pourront délaisser temporairement la zone proximale des travaux et qu'une partie des travaux susceptibles de déranger les poissons sera effectuée en zone exondée à marée basse, l'impact sera faible.

Modification de la qualité de l'habitat par la mise en suspension des sédiments

Certains travaux occasionneront une mise en suspension de sédiments et pourraient modifier temporairement la qualité de l'habitat du poisson dans le secteur à proximité du quai. Toutefois, puisque ce secteur se situe dans la zone de turbidité maximale du fleuve Saint-Laurent, les espèces qui s'y retrouvent, dont le bar rayé, sont tolérantes aux eaux où les concentrations en MES sont élevées.

Afin que l'augmentation des concentrations en MES ne devienne excessive, différentes mesures d'atténuation seront réalisées, dont la mise en place d'un rideau de turbidité qui permettra de circonscrire la zone des travaux.

L'impact de la mise en suspension des sédiments sur les larves et juvéniles du bar rayé est donc négligeable.

L'ensemble des mesures d'évitement ou d'atténuation susceptibles de réduire les conséquences négatives des travaux pour le bar rayé ont été envisagées et la meilleure solution a été retenue. Toutes les mesures possibles seront prises afin de minimiser les conséquences négatives des travaux sur l'espèce, son habitat essentiel et le maintien des individus à ce site. Les travaux ne mettront pas en péril la survie ou le rétablissement de l'espèce.

1.3.3 Aires protégées

QC-12 L'initiateur doit compléter la section 2.4.5.4 de l'étude d'impact, puisqu'on n'y retrouve pas la liste des aires protégées présentes dans l'aire d'étude et leurs objectifs spécifiques de protection. À ce sujet, la référence à l'Union internationale pour la conservation de la nature de 1994 n'est pas adéquate, puisqu'un nouveau document a été publié en 2008 par cette organisation. De plus, l'analyse des impacts du projet devra être révisée pour aborder les effets du projet sur les aires protégées présentes dans la zone d'étude.

Réponse à la QC-12

La carte interactive des aires protégées du MDDELCC

(http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protégees/carte-interactive.htm) indique que les secteurs amont et aval du quai correspondent respectivement aux ACOA suivantes :

- 1) Aire de concentration d'oiseaux aquatiques de Sainte-Anne-de-Beaupré Quai; Superficie de 261,12 ha. Désigné comme habitat faunique; Code UICN IV. Numéro de l'aire protégée 5800;
- 2) Aire de concentration d'oiseaux aquatiques de Sainte-Anne-de-Beaupré Est; Superficie de 214,76 ha. Désigné comme habitat faunique; Code UICN IV. Numéro de l'aire protégée 5799.

Ces deux ACOA totalisent donc une superficie de 475,9 ha. Les travaux projetés au quai occasionneront un très faible empiètement dans ces ACOA. En effet, tel que mentionné plus haut (réponse à la question QC-11), une superficie d'environ 5 049 m² (0,5 ha) d'empiètement permanent est visée par les travaux d'enrochement de la digue d'approche et de la tête du quai sous la cote d'inondation de récurrence de 2 ans. Cette superficie représente 0,11 % de la superficie totale des deux ACOA, de sorte que les effets du projet (empiètement permanent) sont jugés négligeables.

2 DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Acceptabilité sociale

QC-13 L'initiateur doit décrire les démarches entreprises jusqu'à présent, afin d'informer et de recevoir les commentaires de la population sur son projet, en particulier les citoyens riverains. À ce sujet, il doit présenter les principales attentes et préoccupations émises par la population lors des consultations publiques, le cas échéant. De plus, l'initiateur doit préciser de quelle façon il a pris en compte les commentaires émis par la population dans l'élaboration de son projet et dans le choix de la variante.

Réponse à la QC-13

Le projet visant la réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré s'est amorcé sous l'égide de la municipalité locale en 2008, mais c'est seulement en 2014 que sa maîtrise d'œuvre a été confiée à la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (CDQSAB) qui agit à titre d'initiateur du projet. Depuis ce temps, la population, la communauté d'affaires et les instances politiques ont régulièrement été informées des développements associés au projet via diverses activités d'information : communiqués de presse, échanges sur les réseaux sociaux, articles de journaux, rencontres individuelles, rencontres de groupes, présentations publiques, séances du conseil de Ville, etc.

De plus, tout au long du développement du projet, il était possible pour tous les citoyens désirant s'exprimer sur le sujet du quai de communiquer directement avec Développement Côte-de-Beaupré (CLD) ou la CDQSAB, ou même de venir en parler lors des conseils de Ville.

Le tableau 2.1 (voir annexe D) présente la liste de ces activités, en précisant, pour chacune d'entre elles, la date de l'activité, les organismes présents (incluant, le cas échéant, le public en général) et le nombre de participants, les sujets abordés ainsi que les remarques, attentes et préoccupations énoncées par les participants. Les principales attentes et préoccupations formulées par les divers groupes d'intervenants à la Corporation sont les suivantes :

- Que le projet :
 - Soit conçu de façon à assurer la pérennité des installations;
 - Soit conçu en symbiose avec le milieu, en respect du patrimoine et de l'environnement (respect des différentes lois et normes applicables);
 - Réponde aux besoins de la communauté, des gens d'affaires et des partenaires financiers;
 - Assure un accès privilégié aux citoyens, pêcheurs et visiteurs (valoriser l'expérience « pêche », compromis entre activités commerciales et accès par la communauté, etc.);
 - Crée des opportunités d'affaires pour les croisiéristes (notamment en configurant la tête du quai pour recevoir les navires affectés aux croisières fluviales);

- Et, enfin, qu'une rampe de mise à l'eau pour les bateaux à moteur soit aménagée à même le site du quai.
- Le conseil d'administration de la Corporation a toujours privilégié une approche de consensus quant à la définition et la conception du projet du quai. Chacun des commentaires, suggestions et/ou remarques a été considéré afin d'en étudier la faisabilité. Ces commentaires et suggestions ont fait l'objet de discussions et d'évaluations techniques. Le comité a fait appel à des professionnels afin de justifier ses choix. Ces commentaires ont été recueillis lors de diverses activités que vous retrouverez dans le tableau 2.1 de l'annexe D.

Voici les principaux critères qui ont été retenus afin d'évaluer les suggestions et/ou commentaires :

- Faisabilité financière;
- Faisabilité technique;
- Retombées économiques et sociales;
- Respect de l'environnement, physique, social et culturel;
- En symbiose avec les autres activités et expériences du projet;
- Offrir une valeur supplémentaire au projet;
- Mettre en valeur le Sanctuaire de Sainte-Anne-de-Beaupré et favoriser la mise en valeur du noyau urbain de Sainte-Anne-de-Beaupré;
- Positionner le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré comme un attrait touristique régional.

QC-14 L'initiateur doit expliquer s'il a entrepris une démarche de consultation auprès de la Nation huronne-wendat. Le cas échéant, il doit communiquer les principales préoccupations de la communauté et décrire comment il compte les considérer dans l'élaboration de son projet.

Réponse à la QC-14

La Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré a entrepris une démarche de consultation auprès de la Nation huronne-wendat au cours de l'été 2018.

Selon l'entente conclue entre les deux parties, le Bureau du Nionwentsïo de la Nation huronne-wendat va produire un complément à l'étude d'impact qui identifiera les principales préoccupations de la communauté par rapport au projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Ce document sera transmis au MDDELCC dans les plus brefs délais suivant sa réception.

Le promoteur indiquera alors comment il entend prendre en compte ces préoccupations dans l'élaboration de son projet de réhabilitation ou les projets connexes envisagés par la Corporation (ex. : aménagements paysagers et aménagements terrestres à proximité de l'entrée du boulevard Sainte-Anne).

2.2 Variante et aménagements

QC-15 Dans l'étude hydraulique réalisée par Norda Stelo, soit dans le rapport de conception présenté à l'annexe 3, on constate que l'analyse statistique des données de la station marégraphique de Saint-François (Île-d'Orléans) est faite de 1986 à 2012. Cependant, les données pour cette station sont disponibles de 1962 à aujourd'hui. L'initiateur doit :

- Expliquer pourquoi certaines données ont été écartées de l'analyse;
- Justifier la recommandation d'une élévation de 6,1 m (NMM) dans cette étude hydraulique, alors que, dans le rapport technique des consultants Ropars inc., l'élévation de l'enrochement de protection recommandée à la tête du quai est de 6,3 m (NMM);
- Démontrer que l'ajout des données de 2013 à 2018 pour la station marégraphique de Saint-François (IO) dans l'analyse statistique des niveaux d'eau et des vagues ne modifie pas de façon significative l'élévation recommandée pour l'enrochement du quai. Dans le cas contraire, l'initiateur devra revoir son projet en conséquence.

Réponse à la QC-15

Partie 1 de la question : Tout d'abord, veuillez noter qu'aucune donnée n'a été écartée. Nous avons obtenu les plus récentes données du Service hydrographique du Canada. Il y a eu une erreur de frappe dans l'indication des années.

Partie 2 de la question : Le choix d'une élévation pour le nouveau quai est un choix de conception qui est basé sur des probabilités de franchissement ainsi que l'analyse de transformation des vagues ce qui n'avait pas été fait initialement dans l'étude de Ropars. Nous sommes d'avis que l'élévation de 6,1 m (NMM) est une valeur suffisante pour répondre aux besoins du promoteur et pour avoir des durées et probabilités de franchissement raisonnables. Il est important de se souvenir que les opérations sur ce quai s'échelonneront principalement en été et automne, donc les périodes où les événements de tempêtes ont moins de chance de survenir.

Nous reprenons ici les conclusions de l'analyse effectuée par l'hydraulicien présentée en annexe de l'étude de conception :

« Le tableau suivant montre les résultats de l'analyse de la remontée des vagues pour la vague de récurrence **50 ans**. Deux élévations de crête sont présentées : l'élévation de crête seulement dépassée que par le 10 % des vagues à l'intérieur de la tempête de récurrence 50 ans, et l'élévation de crête dépassée par le 50 % des vagues à l'intérieur de la tempête de récurrence 50 ans.

Tableau 1 - Résultats de l'analyse de la remontée des vagues et de l'élévation de la crête

| Profil | Hauteur (m) | Élévation 10 % (m) | Élévation 50 % (m) | Élévation proposée (m NMM) |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| E01 | 0,98 | 6,1 | 5,5 | 6,1 |
| E02 | 0,87 | 6,1 | 5,5 | |
| E03 | 0,84 | 5,9 | 5,3 | 5,9 |
| E04 | 0,83 | 5,9 | 5,3 | |
| E05 | 0,74 | 5,7 | 5,3 | 5,7 |
| E06 | 0,65 | 5,6 | 5,2 | 5,6 |
| E07 | 0,63 | 5,6 | 5,2 | |
| E08 | 0,13 | 4,7 | 4,7 | Actuelle |

Au tableau précédent, on observe que :

- Si nous voulons permettre que la crête de l'enrochement à l'extrémité du quai soit dépassée seulement par la remontée des vagues du 10 % des vagues à l'intérieur d'une tempête de conception, il faudrait fixer la crête de l'enrochement à l'élévation 6,1 m.
- Après les 100 derniers mètres du quai, on peut commencer réduire l'élévation de la crête telle que montrée à la dernière colonne du tableau précédent. »

Selon les probabilités d'une vague de récurrence 50 ans, il y a 40 % de chance qu'un tel événement survienne dans une période de 25 ans ($R = 1 - (1 - P)^N$) où R est le risque qu'un événement avec une probabilité P soit atteint ou dépassé au moins une fois en N années).

Si, à cela, nous ajoutons la contrainte d'avoir au même moment un niveau d'eau de conception très haut, les risques seront plus faibles encore.

Partie 3 de la question : Étant donné que les plus récentes données (2013 à 2018) ont été utilisées, nous sommes d'avis que les conclusions demeurent les mêmes.

QC-16 Aucune évaluation des impacts hydrodynamiques du futur quai n'a été présentée dans l'étude d'impact. L'initiateur doit fournir une modélisation hydraulique en 2D et une évaluation des conditions hydrologiques sur un tronçon du fleuve Saint-Laurent suffisamment long pour bien caractériser les impacts du projet sur les vitesses d'écoulement, les niveaux d'eau, le régime hydrosédimentaire et le potentiel d'érosion. Cette évaluation doit également prendre en compte

l'impact des changements climatiques sur les conditions hydrauliques et hydrologiques. De plus, la modélisation hydraulique doit inclure l'analyse de différents scénarios, notamment quant à la géométrie des différentes options de structures envisagées. Ces scénarios doivent être considérés dans le choix de la variante retenue, de l'analyse des impacts du projet et dans le choix des mesures d'atténuation.

Réponse à la QC-16

Effectivement, aucune modélisation de l'écoulement du fleuve Saint-Laurent n'a été réalisée dans le cadre de l'étude d'impact. Nous sommes d'avis que les modifications qui seront introduites ne vont modifier l'écoulement du fleuve Saint-Laurent que très localement, ce qui ne justifierait pas une modélisation. Nous vous rappelons que les principales modifications qui seront introduites au quai sont :

- Le rehaussement de la crête du quai à l'élévation +8,5 m (Z.C.) (soit un rehaussement de 1,5 m par rapport à l'existant). Nous sommes d'avis que cette modification a un faible impact par rapport à l'hydrodynamique du secteur à l'étude;
- L'avancement de la façade du quai de 3 mètres. Cette modification est la modification avec le plus d'incidence sur l'écoulement, cependant, nous sommes d'avis que cette modification aura des impacts très mineurs et que ceux-ci seront très locaux;
- Élargissement de la jetée pour la mise en place d'un empierrement. Cet aménagement favorisera une meilleure dissipation de l'énergie, donc réduira les impacts sur la dynamique sédimentaire par rapport à la configuration existante.

De plus, étant donné que le quai est sur place depuis plus de 100 ans, l'environnement est depuis très longtemps modifié et dans un état d'équilibre. Ainsi, nous jugeons que l'empiétement de 3 m supplémentaire ne sera pas assez important pour introduire un changement significatif dans la section d'écoulement du fleuve Saint-Laurent face à la zone des travaux (ouverture de presque 2 km en face du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré).

Finalement, il est important de mentionner qu'aucune station hydrométrique proche du secteur à l'étude n'est disponible. Le fleuve Saint-Laurent est sous la responsabilité du gouvernement fédéral, et, à notre connaissance, il n'y a pas d'information publique par rapport aux débits à la hauteur de Sainte-Anne-de-Beaupré. À ce moment, pour la réalisation de l'étude hydrodynamique aux abords du quai, il serait fort probable que :

- Il faudrait faire une analyse des différents bassins versants en amont du secteur à l'étude, pour ainsi estimer le débit du fleuve Saint-Laurent, ou essayer de trouver une autre étude ou source définissant ces débits;

- Il faudrait faire la modélisation de tout le secteur entourant l'Île-d'Orléans, et cela, avec l'objectif de bien définir la répartition des débits au bras nord (secteur à l'étude) et au bras sud du fleuve Saint-Laurent.

La figure 2.1 montre l'ensemble du secteur qui probablement devrait être modélisé pour bien définir la répartition des débits aux abords de l'Île-d'Orléans.



Figure 2.1 Secteur qui devrait être modélisé pour bien définir la répartition des débits aux abords de l'Île-d'Orléans

Malheureusement, ce travail, bien que fort intéressant, risque d'être démesuré face à la magnitude des modifications proposées par le présent projet.

Nous concluons donc que, selon nous, les modifications proposées au projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré n'auront que des incidences très locales et marginales sur l'écoulement du fleuve, ses vitesses d'écoulement, ses niveaux d'eau, son régime hydrosédimentaire et le potentiel d'érosion. Nous sommes donc d'avis que ceci ne justifierait pas la réalisation d'une modélisation de l'écoulement dans le secteur.

QC-17 L'initiateur a considéré l'impact des changements climatiques sur le rehaussement du niveau moyen des océans dans son étude d'impact. Toutefois, l'initiateur a finalement retenu le niveau de la pleine mer de grande marée correspondant à + 6,74 m ZC (période de retour de 3 heures/an) pour la conception de ses ouvrages. Selon notre compréhension, ce niveau

n'intègre pas cette variation du niveau des océans, puisqu'il s'agit d'une donnée basée sur les informations du Service hydrographique du Canada pour la station de Saint-François (IO). D'ailleurs, le rapport technique de Ropars recommande des niveaux se situant entre +6,49 m ZC (période de retour de 12 heures/an) et + 7,77 m (période de retour de 1 heure/50 an). L'initiateur doit expliquer son choix en considérant le rehaussement du niveau des eaux résultant des changements climatiques.

Réponse à la QC-17

Les données qui ont permis de déterminer la hauteur d'eau de conception sont issues d'une année complète (12 mois), cas extrême qui risque de se produire lors de températures hivernales particulièrement douces, soit en l'absence d'un couvert de glace, ce qui est considéré comme un scénario réaliste en tenant compte des changements climatiques. De plus, il est mentionné à la page 10 de l'étude hydraulique qu'il est considéré que les marées et les conditions de vagues les plus pénalisantes surviennent au même moment, ce qui diminue la récurrence de conception. Les opérations du quai sont prévues avoir lieu l'été et l'automne, alors que les périodes de tempêtes et de grandes marées surviennent généralement tard à l'automne ou au printemps lorsqu'il n'y a pas de couvert de glace. Tous ces éléments appuient le choix de niveau d'eau de +6,74 m ZC comme hauteur de conception.

QC-18 L'initiateur doit considérer l'impact des changements climatiques sur le couvert de glace et l'intensité des tempêtes et justifier son choix de conception en considérant ces événements climatiques. Il doit également démontrer qu'il a pris en compte l'effet des changements climatiques sur la température et les précipitations dans le choix de ces critères de conception. À cet effet, il doit présenter les projections climatiques en climat futur pour les températures et précipitations au site d'implantation de son projet, et, si disponible, les cotes d'inondation en climat futur. Mentionnons qu'un outil permettant de visualiser des scénarios climatiques pour différentes régions du Québec est disponible à <https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques>.

Réponse à la QC-18

Les données qui ont permis de déterminer la hauteur d'eau de conception sont issues d'une année complète (12 mois), soit la représentation d'un cas extrême qui risque de se produire lors de températures hivernales particulièrement douces, soit en l'absence d'un couvert de glace. Ceci est considéré comme un scénario réaliste en tenant compte des changements climatiques.

En ce qui concerne les cotes d'inondation en climat futur, vu que nous sommes dans une section du fleuve sous l'influence des marées (secteur maritime), celles-ci gouvernent en ce qui concerne les côtes d'inondation. Nous n'avons pas jugé bon de combiner une côte d'inondation majorée dû aux changements climatiques à une marée extrême. De toute manière, dans le cas présent ceci aurait exigé

une modélisation poussée du fleuve dans son ensemble ce que nous ne jugeons pas pertinent dans le cas présent.

QC-19 L'initiateur mentionne à la section 1.4 de l'étude d'impact, qu'une fois le projet réalisé, des aménagements paysagers et des aménagements terrestres à proximité de l'entrée du boulevard Sainte-Anne seront réalisés. Dans le cas où ces interventions se situeraient en rive ou dans la plaine inondable, elles pourraient nécessiter une autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE. L'initiateur doit décrire davantage ces aménagements afin d'établir s'ils sont visés par la LQE et les inclure à la présente autorisation, le cas échéant. Mentionnons que les aménagements paysagers devront privilégier le choix d'espèces indigènes. À ce sujet, l'initiateur peut se référer au Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines.

Réponse à la QC-19

Les aménagements projetés ne sont pas encore définis avec précision. En ce moment un petit bâtiment de service (1 étage), une aire d'accueil avec débarcadère (aire de virage sécuritaire) ainsi qu'une zone pour l'installation d'un chapiteau sont prévus. Aucun stationnement public n'est prévu étant donné les contraintes d'espace. Il n'est pas prévu faire de remblayage supplémentaire dans ce secteur à l'exception de la construction des voies de circulation pour accéder au quai.

QC-20 La description des différentes composantes du projet est incomplète et ne permet pas de faire le lien avec les ouvrages déjà existants. En effet, les dimensions des ouvrages existants et projetés (digue et tête du quai) ne sont pas présentées ou sont illisibles sur les plans (voir figure 3.1). Les étapes de réhabilitation du quai ne sont également que décrites de façon très succincte et ne permettent pas d'apprécier l'ampleur des travaux à venir (ex. : les travaux visent-ils une reconstruction partielle ou complète de la digue en enrochement?). L'initiateur doit détailler davantage les composantes de son projet et les considérer dans l'évaluation des impacts de celui-ci et dans le choix des mesures d'atténuation.

Réponse à la QC-20

Tout d'abord, les plans sont fournis en annexe (annexe E) afin d'y présenter des images plus lisibles.

Tel que mentionné aux pages 3 et 4 de l'étude d'impact, l'ouvrage existant est constitué d'une digue d'approche, laquelle mesure 320 m de longueur, et ce, à partir de la rue du Sanctuaire jusqu'au début de la tête de quai. En amont, la digue d'approche présente une largeur de 8 m et rétrécit progressivement sur une distance d'environ 10 m pour atteindre une largeur de 5 m dans sa partie la plus étroite. Elle présente une voie carrossable recouverte de gravier et bornée partiellement d'une bordure de béton et de

lampadaires urbains. Ses côtés sont composés de divers matériaux, dont des pierres déversées ainsi qu'un muret de pierres qui est recouvert de béton maigre à certains endroits.

La tête de quai actuelle, quant à elle, mesure 10,5 m de largeur par 13 m de long. Elle est composée de 23 pieux tubulaires d'acier remplis de béton et son parement est composé de bois traité. Le quai comporte également, dans sa partie sud, une passerelle d'embarquement avec un mécanisme de levage.

En comparaison, le dessus (surface carrossable) de la digue d'approche des ouvrages projetés aura sensiblement les mêmes dimensions à l'exception d'une section d'environ 36 m de long près de la tête de quai qui sera élargie pour atteindre 12 m de large. L'enrochement sera effectué sur 290 m et aura une largeur variant de 5,5 m en amont jusqu'à atteindre 13 m près de la tête de quai. Cette dernière subira elle aussi un agrandissement et ses nouvelles dimensions seront de 15,5 m de large par 27 m de long. Elle sera composée de 30 de pieux de 0,9 m de diamètre et de 29 paires de palplanches de 1,46 m de long chacune.

Telles que décrites aux pages 76 et 77 de l'étude d'impact, les principales activités de construction prévues sont les suivantes :

- 1) Installation et mise en place du chantier;
- 2) Reconstruction de la digue d'approche :
 - Démantèlement de la digue actuelle : La surface et les talus de la digue actuelle seront régalez et compactés à partir du chaînage 0+160; certaines composantes (bordures de béton et conduits électriques désuets) seront démantelées et retirées du chantier;
 - Végétalisation : Cette activité vise la partie la plus en amont de la digue d'approche, soit des chaînages 0+120 à 0+160, et permettra de stabiliser les talus;
 - Excavation de la clé d'ancrage : La clé d'ancrage de l'enrochement sera excavée à partir de la tête de quai et progressera graduellement vers le chaînage 0+160 au fur et à mesure que les travaux d'enrochement avanceront. La quantité de matériel excavé est estimée à environ 900 m³;
 - Mise en place du nouvel enrochement : L'enrochement sera graduellement construit en mettant en place le géotextile, la pierre filtre, puis la pierre de carapace. La mise en place d'environ 21 700 tonnes de pierre carapace, 7 620 tonnes de pierre filtre et 13 200 m² de géotextile est prévue;
 - Construction des murets de béton : Les murets de béton seront érigés en amont du chaînage 0+180 jusqu'à la tête de quai. Ces derniers auront 1,3 m de largeur par 2,7 m de hauteur; des végétaux indigènes pourraient être plantés au sommet. Ceux-ci seront soit coulés en place ou préfabriqués;
 - Finition de la surface carrossable de la digue en pavage avec du béton bitumineux.
- 3) Reconstruction de la tête de quai :
 - Démantèlement partiel du mur : de la partie supérieure du mur berlinois (pieux et pièces de bois, sur une hauteur d'environ 1,5 m) et démantèlement de la rampe existante;

- Excavation du remblai supérieur actuel présent à l'intérieur du mur berlinois (pièces de bois et pierres) et d'une partie de l'enrochement actuel au pourtour du quai;
- Mise en place des nouveaux blocs d'ancrage et tirants sur le remblai actuel de la tête du quai;
- Mise en place des pieux par vibrofonçage sur une profondeur d'environ 7 à 8 m sous le fond marin à l'aide d'un gabarit de fonçage qui sera probablement installé en porte-à-faux à partir du quai existant;
- Vidange de l'intérieur des pieux et disposition des sédiments qui s'y seraient introduits grâce à l'utilisation d'une benne preneuse;
- Forage ou trépanation du roc à la base des pieux pour leur emboiture sur une profondeur d'environ 2 m;
- Coulée du béton dans les pieux; installation de la cage d'armature; raccord des tirants d'ancrage;
- Mise en place de la palplanche par vibrofonçage (glisser entre les pieux dans le support d'acier qui a été préalablement soudé au pieu);
- Mise en place de la rampe d'accès;
- Finition de la surface (pavage avec du béton bitumineux).

Les diverses composantes du projet seront considérées dans l'évaluation des impacts de celui-ci et dans le choix des mesures d'atténuation.

QC-21 À la section 3.2 (page 59), il est indiqué que le talus de pierres et de béton projeté sera démolé, puis réaménagé avec une végétalisation, en amont du chaînage 0+160 m, de façon à y incorporer des végétaux indigènes (entre les chaînages 120 m à 160 m donc sur 40 m, là où les contraintes hydrauliques permettent d'intégrer des végétaux). À la section 3.3.1 (page 69), il est indiqué qu'une plantation entre la tour de navigation et la racine de la digue d'approche est prévue. Afin de faciliter la compréhension de son projet, l'initiateur doit localiser la tour de navigation et la racine de la digue d'approche en termes de chaînage et indiquer si les travaux de végétalisation mentionnés précédemment concernent des zones distinctes ou réfèrent plutôt à un même site de végétalisation.

Réponse à la QC-21

La tour de navigation est située au chaînage 0+150 approximativement et la racine de la digue d'approche est située au chaînage 0+120. De ce fait, les travaux de végétalisation mentionnés dans les deux sections réfèrent au même site.

QC-22 L'étude géotechnique et caractérisation environnementale préliminaire réalisée par GDH propose plusieurs recommandations concernant les pierres utilisées pour l'enrochement, la réalisation d'un suivi géotechnique, les travaux d'enfoncement des pieux et des vibrations. L'initiateur doit confirmer ses intentions relativement à ces recommandations.

Réponse à la QC-22

Toutes les recommandations proposées dans l'étude géotechnique et caractérisation environnementale préliminaire réalisée par GHD seront suivies, et ce, tout au long des diverses phases du projet. Tel que mentionné précédemment, la version finale du rapport est fournie en annexe (annexe A).

QC-23 L'initiateur mentionne que différentes aires de travail seront aménagées par l'entrepreneur dès le début des travaux et qu'à l'entrée du site, des roulottes de chantier seront installées pour les travailleurs. De plus, des sites d'entreposage pour les matériaux granulaires seront disponibles à plus de 30 m de la rive et d'autres seront à la disposition de l'entrepreneur aux abords du site. L'initiateur doit localiser, délimiter et décrire davantage ces aires de travail et d'entreposage.

Réponse à la QC-23

Les roulottes de chantier seront installées à l'entrée du site, approximativement à la hauteur du chaînage 0+050. Les aires d'entreposage pour les matériaux granulaires se situeront entre les chaînages 0+050 et 0+090, soit à au moins 30 m de la rive. Les matériaux ainsi entreposés seront protégés du vent et des intempéries afin d'éviter la propagation de particules fines. De plus, des petites quantités de matériaux granulaires pourraient être mises en tas sur le dessus de la digue d'approche au fur et à mesure de l'avancement des travaux, mais elles devront être utilisées dans les 48 heures de leur livraison et recouvertes en cas d'intempérie.

2.3 Sols et sédiments

QC-24 Tous les remblais qui seront excavés dans le cadre des travaux devront être caractérisés en place, avant leur enlèvement pour gestion finale. En fonction des résultats d'analyses chimiques qui seront obtenus, l'initiateur devra se référer à l'annexe 5 « Grille de gestion de sols excavés » du Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés qui détaille les options de gestion possibles. À cet effet, toute caractérisation de sols ou de sédiments dans le but d'une gestion terrestre devra être réalisée sur le matériel en place et non sur du matériel excavé ou ayant été remanié. L'initiateur doit prendre un engagement en ce sens.

Réponse à la QC-24

La caractérisation des remblais qui seront excavés dans le cadre des travaux sera effectuée avant leur enlèvement pour gestion finale. De plus, la gestion de ces sols sera effectuée en suivant les recommandations de l'annexe 5 « Grille de gestion de sols excavés » du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* selon les résultats des analyses chimiques préalablement effectuées. Toutes les caractérisations des sols ou sédiments dans le but d'une gestion terrestre seront réalisées sur le matériel en place.

QC-25 Il est prévu que 2 430 m³ de matériaux de remblai soient utilisés afin de reconstruire la tête de quai. L'origine ainsi que la qualité environnementale de ces matériaux doivent être précisées, et ce, pour tous les matériaux utilisés dans le cadre des travaux.

Réponse à la QC-25

Les matériaux utilisés pour le remblayage de la tête de quai ainsi que tous les autres travaux du projet seront prélevés dans un banc d'emprunt de la région et leur qualité environnementale sera évaluée selon les normes en vigueur. De plus, tel que mentionné précédemment, les matériaux déjà en place seront caractérisés avant d'être excavés et ils pourront être réutilisés s'ils sont conformes.

QC-26 À la page 70 de l'étude d'impact, on peut lire qu'il n'y aura pas de dragage requis dans le cadre du projet. Toutefois, à la page 84, il est mentionné que, lors de l'excavation de la clé d'ancrage, les sédiments seront excavés et transportés hors site. GDH recommande d'ailleurs dans son étude géotechnique, l'excavation des sols vaseux sur une épaisseur d'environ 1 m. Le cas échéant, l'initiateur doit localiser et évaluer les volumes de sédiments qui seront excavés, la profondeur à laquelle ils seront prélevés, la période visée pour ces travaux, et effectuer une caractérisation de leur qualité afin que les modes de gestion appropriés puissent être définis.

De plus, dans le cas d'une contamination, l'initiateur doit définir le maillage, la méthode et la stratégie qui seront appliqués pour l'échantillonnage des sédiments lors de leur excavation. L'initiateur peut se référer au Guide de caractérisation des terrains du MDDELCC pour établir son programme de caractérisation. Il est attendu que tout échantillonnage de sédiments soit réalisé sur des sédiments en place et non à la suite de leur excavation et de leur assèchement. La méthode de gestion à appliquer pour ces sédiments doit être établie en fonction des résultats obtenus.

Réponse à la QC-26

Aucun dragage proprement dit ne sera effectué dans le cadre du présent projet. La clé d'ancrage prévue pour l'enrochement nécessitera toutefois l'excavation de sédiments sur une profondeur d'environ 1,25 mètre. La clé d'ancrage se situe sur toute la longueur de l'enrochement, soit du chaînage 0+160 jusqu'au début de la tête de quai, et le volume de sédiments ainsi excavé est estimé à environ 900 m³.

Afin que les modes de gestion des sédiments excavés puissent être définis, une caractérisation environnementale de ces sédiments sera réalisée. Cette caractérisation aura pour objectif de vérifier la présence ou l'absence de contamination dans les sédiments à draguer dans le cadre du présent projet.

MÉTHODOLOGIE

Les travaux de caractérisation des sédiments, la procédure d'échantillonnage et de nettoyage des instruments ainsi que la conservation des échantillons seront être réalisés en se conformant aux directives contenues dans les guides du MDDELCC et d'Environnement Canada et selon les normes applicables :

- *Guide de caractérisation des terrains, (MDDEP, 2003);*
- *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration. (Environnement Canada et MDDEP, 2007);*
- *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime : Volumes 1 et 2 (Environnement Canada, 2003);*
- *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahiers 1, Généralités (MDDEP, 2008).*

Les travaux d'échantillonnage consisteront au prélèvement de quatre échantillons de sédiments, en plus d'un duplicata de terrain, dans les secteurs où il est prévu d'excaver des sédiments pour la clé d'ancrage de l'enrochement, soit d'une part et d'autre du quai. Ainsi, deux échantillons de chaque côté du quai seront prélevés. Les échantillons de sédiments ainsi que le duplicata seront prélevés à l'aide d'un échantillonneur manuel permettant de limiter le remaniement des échantillons. Les échantillons de sédiments seront constitués de quatre sous-échantillons prélevés à différents endroits de manière à couvrir uniformément les secteurs où il est prévu d'excaver des matériaux.

Selon les superficies des secteurs à draguer estimées à 1 400 m², il est prévu de prélever un total de quatre échantillons, incluant un duplicata de terrain. Ce nombre respecte donc la grille d'échantillonnage d'au plus 25 m x 25 m (625 m²) recommandée par le *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime* ainsi que le *Guide de caractérisation des terrains*.

CHOIX DES PARAMÈTRES D'ANALYSES CHIMIQUES

Les analyses chimiques des échantillons de sédiments porteront sur les paramètres des hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ (HP C₁₀-C₅₀), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des métaux lourds (Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn), des biphényles polychlorés (BPC) et des analyses granulométriques et sédimentométriques.

Selon les *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration (MDDEFP, 2007)*, les paramètres d'analyses suivants doivent être considérés. La distribution du nombre d'échantillons (incluant les duplicata) à analyser est présentée au tableau 2.3.

Tableau 2.3 Distribution du nombre d'échantillons à analyser

| ANALYSES | UNITÉS |
|--|--------|
| Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ C ₅₀ | 4 |
| Biphényles polychlorés (BPC) | 4 |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) | 4 |
| Granulométrie et sédimentométrie | 2 |
| Métaux (Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) | 4 |

Pour l'évaluation d'une éventuelle gestion des sédiments en milieu terrestre, les résultats d'analyse seront également comparés aux critères pour les sols du *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* du MDDELCC. Les analyses chimiques seront réalisées par un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Aussitôt que les résultats seront disponibles, ceux-ci vous seront transmis (travaux en cours).

QC-27 À la section 1 (page 1) de l'annexe 3, il est indiqué que la conception du projet est basée sur les principaux objectifs, dont celui de construire un quai qui répondra aux contraintes fixées par les navires de conception présentés par la Corporation et viser une opération avec le minimum d'entretien (dragage). L'initiateur doit :

- Préciser si des activités de dragage seront requises ultérieurement, par exemple lors de l'entretien de l'infrastructure ou pour maintenir une profondeur adéquate pour accueillir les bateaux de croisières identifiés sachant, notamment que la hauteur d'eau est limitée à marée basse;
- Dans la situation où du dragage d'entretien est prévu, préciser, notamment, les zones visées, la période ciblée, la fréquence des interventions, les volumes de sédiments à draguer et les modes de gestion de ces sédiments.

Réponse à la QC-27

Aucune activité de dragage ne sera requise pour l'entretien de l'infrastructure ou pour maintenir une profondeur adéquate pour accueillir les bateaux de croisières identifiés. En effet, la conception des infrastructures proposées a été pensée pour que les fréquences de visites de ces navires suivent les marées.

QC-28 Il est mentionné à la page 83 de l'étude d'impact que « le matériel vidé des pieux sera déposé pour décantation dans un bassin-réservoir portable ». Il est également mentionné qu'une caractérisation physico-chimique sera réalisée une fois que le matériel sera asséché. À cet effet, les bassins qui seront utilisés pour la décantation de ce matériel doivent être mieux décrits et leur étanchéité signifiée. L'initiateur doit également préciser à quel endroit il prévoit les installer. Le processus d'assèchement (ex. : gestion des eaux de lixiviation) qui sera mis en place doit également être détaillé. Rappelons que toute caractérisation de sols ou de sédiments dans un but de gestion terrestre doit être réalisée sur le matériel en place et non sur du matériel excavé ou ayant été remanié.

Réponse à la QC-28

Il est mentionné à la page 83 de l'étude d'impact que « le matériel vidé des pieux sera déposé pour décantation dans un bassin-réservoir portable ». Il est également mentionné qu'une caractérisation physico-chimique sera réalisée une fois que le matériel sera asséché. Les moyens pour faire décanter les sédiments restent à déterminer par l'entrepreneur. Il ne sera pas permis de rejeter les eaux directement dans le fleuve afin de ne pas mettre en suspension les sédiments. Il est possible que ceci soit effectué au moyen d'un camion qui s'installera à proximité pour y pomper et filtrer ces eaux. Le tout sera ensuite caractérisé pour une disposition adéquate.

2.4 Méthode de travail

QC-29 L'initiateur doit décrire davantage de quelle façon il compte réaliser les travaux d'excavation de la digue actuelle et la construction des enrochements, notamment quant à l'emplacement de la machinerie utilisée. Afin de réduire les impacts sur l'environnement, la machinerie doit circuler préférentiellement sur le quai existant plutôt que sur le littoral ou en rive. Selon les méthodes d'intervention choisies, l'initiateur doit décrire les perturbations temporaires occasionnées sur ces milieux et prévoir des mesures d'atténuation appropriées.

Réponse à la QC-29

Les travaux d'excavation de la digue et la construction des enrochements seront effectués à partir de la digue d'approche et du quai existants; aucune machinerie ne circulera sur le littoral ou en rive. Les travaux d'enrochement progresseront de manière à ce qu'une section d'enrochement soit complétée sur sa pleine hauteur avant d'avancer. L'objectif étant d'éviter la mise à nu des remblais qui pourrait créer de l'érosion et le mouvement de sédiments. Ces activités seront effectuées à l'aide d'une pelle hydraulique qui devra être inspectée avant le début des travaux par un mécanicien qualifié afin de s'assurer qu'il n'y a pas de bris qui puisse entraîner une perte d'hydrocarbures ou de tout autre contaminant. De plus, l'entretien et le nettoyage de l'équipement, les pleins de carburant et l'entreposage des produits pétroliers

seront effectués dans des endroits stables et sécuritaires à une distance minimale de 30 m de la rive. Les travaux seront effectués de manière à empêcher que des débris se retrouvent dans le fleuve.

2.5 Matières résiduelles

QC-30 Le mode de gestion (valorisation ou élimination) des matières résiduelles issues des déblais et des activités de construction n'est pas précisé. L'initiateur doit donc documenter cet aspect de son projet en considérant que le MDDELCC a produit les Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille pour la valorisation de ces matières résiduelles.

Réponse à la QC-30

Les lignes directrices du document du MDDELCC seront respectées. Ainsi, les rebuts venant de résidus de béton, de brique, d'asphalte et des résidus du secteur de la pierre de taille seront disposés en conformité avec les lignes directrices du MDDELCC et sur des sites autorisés.

2.6 Gaz à effet de serre

QC-31 L'initiateur doit effectuer une estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) générées par son projet en phase de construction. À cet effet, il doit considérer, sans s'y restreindre, les émissions de GES provenant, le cas échéant :

- Des systèmes fixes (ex. : génératrices) et mobiles (ex. : équipements de transbordement, chargeuses, bulldozers, grues, etc.);
- De l'utilisation d'énergie électrique (ex. : bâtiments temporaires pour les ouvriers) ou de biocarburants;
- Du transport des matériaux de construction, d'excavation et de remblai.

Réponse à la QC-31

Sur la base des quantités fournies, soit l'utilisation prévue de 302 736 litres de diesel, de 4 680 litres d'essence et de 600 kWh d'électricité, un total de 922 tonnes de GES sera émis. Dans le cas du diesel et de l'essence, les calculs ont été effectués en utilisant les facteurs d'émissions présentés au Tableau 27-1 du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (Q-2, r.15). Dans le cas des émissions provenant de l'électricité, un facteur d'émission de 558 tonnes de GES/TWh a été utilisé, ce facteur provenant du document d'Hydro-Québec (2017) intitulé *Faits sur l'électricité : Approvisionnements en électricité et émissions atmosphériques*.

La somme des quantités individuelles (chargeur, pelle, grue, camion écoureur, foreuse, etc.) a été majorée de 20 % afin de tenir compte de travaux imprévus ou de retards dans les travaux.

3 ÉVALUATION DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION

3.1 Qualité de vie

QC-32 L'initiateur propose un horaire de travail variant entre 7 h et 19 h alors que le Règlement municipal mentionne « qu'il est prohibé le fait d'exécuter à l'extérieur entre 22 h et 8 h des travaux de construction, de démolition, y compris de mécanique (...) sauf s'il s'agit d'une urgence visant à sauvegarder la sécurité des lieux (...) ». L'initiateur doit donc revoir son horaire de travail en conséquence et s'engager à respecter la réglementation municipale en vigueur.

Réponse à la QC-32

Effectivement, comme indiqué à la section 4.2.1.10 « Qualité de vie (bruit) », l'article 4 du Règlement de nuisances numéro 272-V de la municipalité de Sainte-Anne-de-Beaupré indique que l'exécution de travaux de construction, de démolition, y compris de mécanique, à l'extérieur entre 22 h et 8 h est prohibée. Ainsi, puisqu'il existe un règlement municipal à cet égard, l'horaire de travail sera limité à la période de 8 h à 22 h et non de 7 h à 19 h comme mentionné à la section 4.2.1.1 « Air, bruits et vibrations ».

Les travaux de réhabilitation du quai seront idéalement réalisés du lundi au vendredi entre 8 h et 19 h (lorsque la marée le permet), ce qui évitera de réaliser des travaux bruyants durant la fin de semaine (notamment le dimanche) pour ne pas déranger les visiteurs de la Basilique et, en particulier, ceux qui séjournent au Domaine Sainte-Anne (site des Rédemptoristes localisé face à la Basilique et opéré par la Ville depuis l'été 2018).

Compte tenu des contraintes du calendrier de réalisation du projet, de l'effet potentiel des marées sur l'avancement des travaux et de l'étendue des périodes de restriction susceptibles d'être imposées au promoteur, la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré souhaite toutefois entreprendre des discussions avec les représentants de la Ville afin de convenir des conditions et autorisations nécessaires qui pourraient permettre exceptionnellement à l'entrepreneur de travailler sur le quai en dehors de l'horaire permis par le règlement municipal. Le Ministère sera tenu informé des développements qui pourraient survenir suite à ces discussions.

QC-33 L'initiateur doit décrire les mécanismes qu'il prévoit mettre en place afin de recevoir les commentaires des citoyens en phase de construction et d'exploitation du projet de sorte à s'assurer que la réalisation des travaux et l'exploitation du quai s'intègrent harmonieusement dans le milieu.

Réponse à la QC-33

La Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré s'engage à mettre en place, avant le début de travaux de construction, un dispositif permettant de recevoir les commentaires des citoyens sur le projet et sa réalisation. Ainsi :

- Un numéro de téléphone, une adresse postale et une adresse courriel à contacter seront diffusés aux citoyens via les sites Internet de la Corporation et de la Ville;
- Ces informations seront également publiées dans l'hebdomadaire local;
- Un envoi postal ciblé concernant l'existence de ce mécanisme sera effectué à certains des riverains du site et aux organisations dont les membres sont susceptibles d'utiliser le fleuve Saint-Laurent dans les environs du quai;
- Ces informations seront aussi affichées aux bureaux de la Corporation et de la Ville;
- Enfin, un panneau d'information indiquant comment contacter le promoteur sera installé à l'entrée du site du quai.

Aux fins de suivi, le mécanisme qui sera mis en place comprendra un registre des commentaires qui indiquera notamment :

- Les informations relatives aux personnes/organismes ayant formulé les commentaires;
- La date et l'heure de l'envoi du commentaire;
- La nature du commentaire et, le cas échéant, la cause;
- Si requis, les mesures prises ou à mettre en place;
- Le ou les suivis effectués;
- Les délais pour assurer le suivi (délai-type à préciser ultérieurement).

L'objectif de tels outils est de s'assurer que la réalisation des travaux de revitalisation du quai s'intègre aussi harmonieusement que possible dans son milieu récepteur.

S'il s'avère pertinent de le faire, le dispositif de réception de commentaires du public pourra être maintenu en phase d'exploitation.

3.2 Espèces floristiques

QC-34 L'initiateur prévoit effectuer un inventaire des espèces floristiques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées (EFMVS) aux périodes propices avant la réalisation des travaux et d'effectuer la transplantation de telles espèces advenant leur découverte (étude d'impact, p. 88). Toutefois, la transplantation n'est pas une mesure applicable à toutes les EFMVS potentielles, considérant le milieu récepteur et le fait que certaines espèces sont annuelles. Ainsi, l'initiateur doit proposer des mesures d'atténuation spécifiques aux espèces à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude, notamment le bident d'Eaton, le pédiculaire des marais, la zizanie naine, le cicutaire de Victorin et la gentiane de Victorin.

Réponse à la QC-34

Les espèces végétales à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude sont présentées au tableau 3.1.

Tableau 3.1 Synthèse des espèces végétales à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude

| Nom français | Nom latin | Statut au provincial ¹ | Statut au fédéral (selon la <i>Loi sur les espèces en péril</i> ²) |
|--------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Bident d'Eaton | <i>Bidens eatonii</i> | Susceptible | |
| Cicutaire de Victorin | <i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i> | Menacée | Préoccupante |
| Gentiane de Victorin | <i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>victorinii</i> | Menacée | Menacée |
| Isoète de Tuckerman | <i>Isoetes tuckermanii</i> | Susceptible | |
| Lycoper du Saint-Laurent | <i>Lycopus laurentianus</i> | Susceptible | |
| Pédiculaire des marais | <i>Pedicularis palustris</i> subsp. <i>palustris</i> | Susceptible | |
| Zizanie naine | <i>Zizania aquatica</i> var. <i>brevis</i> | Susceptible | |

1 : Source : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/index.htm>

2 : Source : http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default_f.cfm

Le tableau 3.2 présente les mesures d'atténuation spécifiques à six de ces espèces (source : <http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/fiches-sensibilite.pdf>).

Tableau 3.2 Mesures d'atténuation spécifiques à six espèces végétales à statut précaire potentiellement présentes dans la zone d'étude

| Mesures d'atténuation | Bident d'Eaton | Cicutaire de Victorin | Gentiane de Victorin | Isoète de Tuckerman | Lycoperon du Saint-Laurent | Zizanie naine |
|--|----------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| Ne pas faire de chemin ou sentier dans l'habitat occupé par l'espèce. | X | X | X | X | X | X |
| Ne pas circuler avec de la machinerie. | X | X | X | X | X | X |
| Éviter d'altérer la couche superficielle du sol, de façon à en minimiser l'assèchement. | X | X | X | X | X | X |
| Réaliser les travaux en réduisant au minimum l'emploi de la petite machinerie, lorsque le couvert de neige fournit une protection à cette espèce extrêmement vulnérable aux bris mécaniques. | | X | | | X | |
| Ne pas ouvrir davantage le milieu pour préserver l'ombre résiduelle et son effet bénéfique sur l'humidité du sol. | X | X | X | X | X | X |
| Les aires d'empilement sont à proscrire dans l'habitat occupé par l'espèce. | X | X | X | X | X | X |
| L'ébranchage et l'écimage sont à proscrire, pour préserver l'ombre résiduelle et son effet bénéfique sur l'humidité du sol. | X | X | X | X | X | X |
| Proscrire le scarifiage dans l'habitat occupé par l'espèce. | X | X | X | X | X | X |
| Éviter la conversion des peuplements dans l'habitat occupé par l'espèce. | X | X | X | X | X | X |
| Les travaux de drainage et d'égouttement sont à proscrire dans l'habitat occupé par l'espèce. | X | X | X | X | X | X |
| Réaliser les travaux lorsque l'espèce aura complété son cycle vital, à compter de la fin de l'automne. | X | | X | X | | X |

Le document du CDPNQ sur la sensibilité des espèces menacées ou vulnérables aux travaux de foresterie (www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/fiches-sensibilite.pdf) ne comprend pas de fiche de sensibilité spécifique pour le pédiculaire des marais. Toutefois, on retrouve une fiche pour une autre espèce de pédiculaire, soit le pédiculaire à bractées dilatées (*Pedicularis sudetica ssp. interioides*). Il s'agit d'une espèce de pleine lumière (héliophile stricte), intolérante à l'assèchement du sol (hygrophile) et qui est très vulnérable aux bris mécaniques en raison de ses bourgeons localisés à la surface du sol (hémicryptophyte). Comme le pédiculaire des marais présente des similitudes d'habitat avec le pédiculaire à bractées dilatées (lieux humides, particulièrement les rivages estuariens ou maritimes), les mesures d'atténuation associées au pédiculaire à bractées dilatées sont donc retenues pour cette espèce. Il s'agit des mêmes mesures que celles associées au cicutaire de Victorin et au lycoperon de Saint-Laurent. Selon le CDPNQ et sur la base des caractéristiques biologiques des espèces, la délimitation d'un périmètre de 60 m ceinturant son habitat constitue une protection minimale contre les altérations microclimatiques occasionnées par un effet de bordure (modifications de l'intensité lumineuse, de la température, du vent, de l'humidité relative, de l'accumulation de neige, etc.).

3.3 Espèces envahissantes

QC-35 L'initiateur doit éviter l'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes (EEE) pendant les travaux. À cet effet, le MDDELCC a remarqué la présence d'alpiste roseau de part et d'autre du quai dans le haut marais à proximité de la tour de communication (étude d'impact, annexe 2, figure 16). De plus, bien que la berce du Caucase n'ait pas été identifiée dans la zone d'étude, les travaux se dérouleront dans sa zone de prolifération. Ainsi, l'initiateur doit prévoir la mise en place des mesures suivantes :

- Baliser les populations d'alpiste roseau ou de toute autre EEE afin d'éviter que la machinerie circule dans ces colonies;
- Nettoyer la machinerie avant son arrivée sur le site des travaux et avant qu'elle ne quitte pour s'assurer qu'elle est exempte de boue, de plantes ou d'animaux;
- Végétaliser rapidement les enrochements avec un mélange de semences appropriées.

Réponse à la QC-35

La CDQSAB s'engage à mettre en place ces mesures.

QC-36 L'herbe à poux est une espèce envahissante ayant des répercussions sur la qualité de l'air et la santé publique. Les travaux se trouvant dans une zone propice à la présence de l'herbe à poux, l'initiateur doit expliquer les mesures qu'il mettra en place pour éviter la colonisation du site par cette espèce et prévoir des mesures de contrôle et de suivi une fois les aménagements réalisés.

Réponse à la QC-36

Une vérification de la présence de l'espèce sera effectuée avant la réalisation des travaux. Advenant la présence de l'espèce, les plants seront arrachés avant la floraison (début août à mi-septembre). Les plants arrachés (non en graines) seront compostés ou jetés dans la nature.

Par ailleurs, une fois les aménagements réalisés, la CDQSAB mettra en place un programme de suivi annuel (durant 3 ans) avant la floraison en vue d'éliminer les plants qui se seront nouvellement implantés.

3.4 Avifaune

QC-37 Selon l'évaluation actuelle des impacts du projet fait par l'initiateur, seule la mise en place des pieux-palplanches par vibrofonçage serait susceptible d'avoir des effets négatifs sur la faune aviaire alors que des effets potentiels comme la perte d'habitat, le bruit, la présence de travailleurs, le déversement accidentel d'hydrocarbures ou d'autres produits toxiques n'ont pas été discutés dans l'étude d'impact. L'évaluation des effets sur la faune aviaire doit couvrir toutes les phases du projet (construction, exploitation, démantèlement). Tenant compte, notamment, de l'information fournie à la QC- 9, l'initiateur doit décrire :

- La perte d'habitat pour la faune aviaire associée au projet;
- Les impacts potentiels du projet sur la faune aviaire;
- Les mesures d'atténuation qui seront mises en œuvre pour éviter ou réduire les effets du projet sur les oiseaux;
- Les mesures de surveillance ou de suivi spécifiques à la faune aviaire qui seront implantées.

Réponse à la QC-37

Impacts de la phase de construction du projet sur la faune aviaire

Les travaux correctifs au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré génèreront potentiellement les impacts suivants sur l'avifaune :

- Pertes d'habitat;
- Destruction de nids;
- Dérangement et perturbation des oiseaux;
- Contamination de l'eau par les fuites hydrocarbures pétroliers.

Pertes d'habitat

Aucun déboisement ne sera requis pour les travaux. Par contre, l'enrochement qui sera mis en place pour la reconstruction de la digue d'approche du quai causera une perte d'habitat pour les oiseaux fréquentant les milieux humides et le littoral en bordure du quai. L'empiétement permanent qui sera causé par la réalisation du projet est de 5 049,24 m².

Plus précisément, les superficies de pertes de milieux humides et hydriques sont les suivantes :

- Marais : 2 216,55 m²;
- Littoral : 846,95 m².

De ce nombre, seulement 2 216,55 m² correspond à une perte de marais à scirpe, le reste de la superficie de l'empiétement étant le dépôt de pierres sur pierres (1 985,74 m²) et le dépôt de pierres sur le littoral (695,99 m² exempts de marais à scirpe et 150,96 m² à la tête du quai).

Les oiseaux qui perdront leur habitat de nidification devront s'établir ailleurs. Considérant les faibles superficies impactées (environ 0,2 ha de milieux humides), peu de couples nicheurs devraient être touchés par les travaux.

Outre la perte d'habitat de nidification, les nouvelles infrastructures causeront la perte d'environ 0,3 ha d'habitats d'alimentation et de repos pour l'avifaune. Puisque les milieux perdus sont communs dans le secteur, les oiseaux pourront facilement se déplacer vers des sites non affectés.

Destruction de nids

Les travaux d'enrochement et de reconstruction de la tête du quai pourraient entraîner la destruction de nids actifs d'oiseaux s'ils sont effectués pendant la période de reproduction. Dans la zone des travaux, les oiseaux peuvent nicher dans la végétation des milieux humides ainsi que sur la structure du quai. Le nombre de nids actifs détruits par ces activités dépendra du chevauchement entre la période où les travaux seront réalisés et celle de la reproduction.

Le projet est situé dans la zone de nidification C3 pour laquelle la période générale de nidification des oiseaux migrateurs s'étend approximativement du 8 avril au 28 août (ECCC, 2017). Comme les travaux d'enrochement et de reconstruction de la tête du quai sont prévus débuter en septembre 2019 et s'étendre sur environ 6 mois, ils se dérouleront donc hors de la période de reproduction des oiseaux migrateurs. Ainsi, la destruction de nids actifs d'oiseaux migrateurs sera minimisée.

Par contre, les travaux mèneront à la destruction de nids inactifs d'oiseaux, comme ceux de la colonie d'hirondelles à front blanc installée sous la passerelle du quai. Contrairement à la majorité des espèces d'oiseaux qui ne réutilisent pas leurs nids d'une année à l'autre, l'hirondelle à front blanc cherche de

préférence à réutiliser les vieux nids en bon état (Gauthier et Aubry, 1995). Ainsi, la perte des nids sous la passerelle du quai aura un impact négatif sur l'hirondelle à front blanc en nécessitant une dépense énergétique supplémentaire des oiseaux pour la construction complète de nouveaux nids. Il convient de noter que la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* (L.C. 1994, ch. 22) et son *Règlement sur les oiseaux migrateurs* (C.R.C., ch. 1035) interdisent de déranger ou de détruire un nid d'oiseau migrateur.

Il n'est cependant pas possible, dans le cas présent, d'éviter de détruire ces nids lors de la reconstruction de la tête du quai. Malgré tout, il est possible de favoriser la réinstallation de la colonie d'hirondelles à front blanc en intégrant des éléments attractifs pour l'espèce dans la conception de la nouvelle passerelle.

Dérangement et perturbation des oiseaux

Le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré se situe dans une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)⁴, soit une zone importante pour la sauvagine lors des périodes de nidification ou de migration. Tel que mentionné à la réponse à la question 9 pour le site de la Pointe de Maizerets et la baie de Beauport, plusieurs espèces de sauvagines sont présentes en abondance dans les milieux humides longeant le fleuve lors des migrations printanière et automnale. Outre la sauvagine, des limicoles et d'autres oiseaux aquatiques utilisent aussi les rives du fleuve comme halte migratoire. Les espèces migratrices d'oiseaux terrestres peuvent également utiliser les portions terrestres du secteur pour se reposer et s'alimenter lors des migrations.

Les travaux de reconstruction de la digue d'approche et de la tête du quai commenceront au début septembre et s'étaleront sur 6 mois environ. Ceux-ci se dérouleront donc pendant la période de migration automnale de la sauvagine qui s'étale grossièrement de fin août à fin novembre. Ainsi, le plus grand impact dû aux travaux sera le dérangement et la perturbation des oiseaux utilisant le secteur comme halte migratoire.

Afin de minimiser le bruit et les vibrations générés par les travaux, le vibrofonçage sera utilisé pour le fonçage des pieux et des palplanches. Le battage ne sera utilisé qu'en dernier recours lors de l'atteinte du roc et ne pourrait représenter que 30 minutes par pieux au maximum. Les travaux de fonçage des pieux et des palplanches seront effectués de façon intermittente et s'étaleront sur une période de

⁴ Selon le *Règlement sur les habitats fauniques* (chapitre C-61.1, r.18), une aire de concentration d'oiseaux aquatiques est : « un site constitué d'un marais, d'une plaine d'inondations dont les limites correspondent au niveau atteint par les plus hautes eaux selon une moyenne établie par une récurrence de 2 ans, d'une zone intertidale, d'un herbier aquatique ou d'une bande d'eau d'au plus 1 km de largeur à partir de la ligne des basses eaux, totalisant au moins 25 ha, caractérisé par le fait qu'il est fréquenté par des oies, des bernaches ou des canards lors des périodes de nidification ou de migration et où l'on en dénombre au moins 50 par kilomètre mesuré selon le tracé d'une ligne droite reliant les 2 points du rivage les plus éloignés ou 1,5 par hectare; lorsque les limites de la plaine d'inondations ne peuvent être ainsi établies, celles-ci correspondent à la ligne naturelle des hautes eaux ».

14 semaines (figure 3.5 de l'EIE). À titre indicatif, le fonçage d'un pieu nécessitera de 1 à 2 heures seulement. Quant aux travaux d'enrochement, ils se feront simultanément au fonçage des pieux, mais nécessiteront deux semaines supplémentaires.

La sensibilité au dérangement varie selon les espèces d'oiseaux. Par exemple, les goélands semblent moins sensibles au dérangement humain que les autres espèces aviaires et pourraient même être attirés par certaines activités humaines (MMS, 2009). Ils sont connus pour s'habituer à un certain niveau de présence et de dérangement humain. Ces oiseaux sont régulièrement observés en train de se nourrir autour des navires et d'autres structures anthropiques. Ainsi, l'impact des travaux sur les goélands devrait être négligeable. Dans le cas des espèces plus sensibles, les individus qui seront dérangés par les travaux devront se déplacer temporairement vers des habitats d'alimentation et de repos similaires situés à proximité. Ils pourront revenir sur le site à la fin des travaux.

Contamination de l'eau par les fuites d'hydrocarbures pétroliers

Lors des travaux de reconstruction du quai, la présence de la machinerie à proximité du fleuve comporte des risques de déversement de produits pétroliers dans l'eau. Les oiseaux aquatiques et les limicoles sont particulièrement à risque d'entrer en contact avec les déversements de produits pétroliers puisqu'ils passent la plus grande partie de leur vie près de l'eau ou sur l'eau. Les produits pétroliers peuvent affecter les oiseaux aquatiques de plusieurs façons (AMSA, 2015) :

- Perte de l'imperméabilité des plumes causant une perte de flottabilité et potentiellement la noyade de l'oiseau;
- Incapacité de voler, de nager et de se nourrir;
- Irritation et ulcération de la peau, des yeux, de la bouche et des cavités nasales;
- Intoxication ou empoisonnement si ingestion de produits pétroliers lors du nettoyage des plumes ou suite à l'ingestion d'eau ou de proies contaminées.

La chimie du pétrole brut et des produits pétroliers raffinés, et donc leur toxicité, varie de façon significative. En général, les produits pétroliers raffinés tendent à être plus toxiques pour les organismes, mais ils sont moins persistants dans l'environnement (AMSA, 2015). Au contraire, le pétrole brut et les huiles lourdes tendent à être moins toxiques, mais ils sont plus persistants et plus susceptibles d'avoir des impacts physiques sur les animaux, comme d'enduire les plumes, la fourrure et la peau (AMSA, 2015). Ainsi, les impacts d'une fuite ou d'un déversement de produits pétroliers sur les oiseaux dépendront du type de produit qui est en cause.

Mesures d'atténuation

Pertes d'habitat

- Délimiter clairement les limites des aires de travail de sorte à interdire les travaux à l'extérieur de cette zone;
- Limiter les déplacements de la machinerie et des travailleurs au secteur des travaux.

Bruit

- Arrêter le fonctionnement de tout engin motorisé lorsqu'il n'est pas utilisé pendant une certaine période de temps (par exemple, les pauses du midi);
- Munir les équipements, la machinerie lourde et les véhicules de silencieux fonctionnels et performants et les maintenir dans de bonnes conditions de fonctionnement;
- Réparer, dans les plus brefs délais, la machinerie et les véhicules défectueux;
- Minimiser le claquement du panneau arrière des camions lors du déchargement de matériaux;
- Munir les camions d'une alarme de recul à bruit blanc (son multifréquence);
- Installer des dispositifs antibruit aux marteaux pneumatiques et/ou hydrauliques;
- Coffrer ou insonoriser l'équipement motorisé fixe tel que les génératrices.

Gestion des produits pétroliers

Afin d'éviter toute contamination du milieu aquatique, l'entrepreneur en charge des travaux devra :

- S'assurer que la machinerie utilisée est propre et exempte de toute fuite d'hydrocarbures et/ou d'autres fluides;
- Effectuer l'inspection de la machinerie de façon régulière et systématique;
- Effectuer l'entretien de la machinerie et des véhicules ainsi que leur ravitaillement en carburant et en lubrifiant à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau ou lac (à partir de la ligne naturelle des hautes eaux).

Malgré l'application de toutes ces précautions, une fuite ou un déversement accidentel peut toujours survenir. C'est pourquoi des mesures d'urgence en cas de déversement accidentel de produits pétroliers seront prévues afin d'éviter toute contamination des sols et du milieu aquatique, soit :

- Prévoir l'élaboration et l'application d'un plan d'urgence;
- Disposer en permanence d'une trousse d'urgence de récupération des produits pétroliers comprenant des boudins de confinement, des rouleaux absorbants, de la mousse de sphaigne, ainsi que les contenants et accessoires connexes (gants, etc.) essentiels pour parer aux déversements accidentels de faible envergure;

- S'assurer que la trousse d'urgence est facilement accessible en tout temps pour une intervention rapide;
- Informer le personnel concerné de la position de la trousse d'urgence;
- Assurer la récupération, l'entreposage et la gestion des sols et du matériel contaminés selon la réglementation applicable;
- Tout déversement accidentel ou fuite doit être rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence de l'entrepreneur. Le plan d'intervention en cas de déversement sera appliqué rapidement et de manière rigoureuse. Le MDDELCC doit également être avisé par l'entremise d'Urgence Environnement (24 heures sur 24). Une affiche indiquant le numéro d'Urgence Environnement ainsi que les noms et numéros de téléphone des responsables des mesures d'urgence devra être placée bien à la vue des travailleurs sur les chantiers. Des actions immédiates pour arrêter ou faire cesser le déversement, confiner le produit et récupérer les sols contaminés devront être posées.

Mesures de compensation – colonie d'hirondelles à front blanc

Afin de compenser la perte des nids d'hirondelle à front blanc, la nouvelle passerelle d'embarquement sera aménagée de façon à ce que la colonie puisse venir s'y installer à nouveau. De telles mesures de compensation ont, entre autres, été incorporées dans la conception du nouveau pont Champlain. Celles-ci sont présentées dans le *Plan de gestion de l'hirondelle à front blanc dans le cadre du Nouveau pont pour le Saint-Laurent* élaboré par Services Environnementaux Faucon (2014). Les éléments favorisant l'attrait des structures pour la nidification des hirondelles incluent, par exemple :

- L'intégration des éléments structuraux favorables à la nidification des hirondelles, en particulier des angles de 90° et des cavités;
- L'ajout d'éléments accessoires qui augmentent le nombre d'angles à 90°, comme des poutrelles supplémentaires;
- Le substrat des éléments formant des angles doit être stable et légèrement poreux pour favoriser l'adhérence des nids.

La conception de la passerelle actuelle peut être prise en exemple puisqu'elle semble elle-même très attrayante pour l'espèce.

Mesures de surveillance ou de suivi

Afin d'évaluer le succès de réinstallation de la colonie d'hirondelles à front blanc sous la nouvelle passerelle du quai, un suivi sera effectué pendant trois ans suivant la fin des travaux.

Le suivi sera réalisé par un biologiste vers la fin juin, soit lors de la nidification de l'espèce. Il se rendra sur le site, à marée basse, afin de noter le nombre de nids présents sur la structure, les éléments sur lesquels ils sont construits et la confirmation de l'activité pour chaque nid (actif ou inactif). Des photos seront également prises afin de pouvoir illustrer l'évolution de l'occupation de la passerelle entre les années.

Impacts de l'exploitation du quai sur la faune aviaire

La présence et l'exploitation du quai pourraient causer les impacts suivants sur l'avifaune :

- Création de sites de repos et de postes de chasse;
- Dérangement et perturbation des oiseaux;
- Contamination de l'eau par les fuites hydrocarbures pétroliers.

Création de sites de repos et de postes de chasse

Le quai est une structure anthropique qui peut être utilisée comme site de repos par les oiseaux. Il n'est pas rare d'observer des goélands et des cormorans se reposant sur les lampadaires, les pierres et les autres structures des quais. D'autres espèces d'oiseaux, comme les passereaux, peuvent également se poser sur le quai, principalement lors des périodes migratoires. Des oiseaux de proie peuvent également utiliser les lampadaires comme postes de chasse.

Par contre, puisque les travaux n'augmenteront pas la taille du quai, aucun site de repos ou poste de chasse supplémentaire ne sera créé. Ils seront cependant conservés.

Dérangement et perturbation des oiseaux

Tel que mentionné pour la phase de construction, le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré se situe dans une ACOA, soit une zone importante pour la sauvagine lors des périodes de nidification ou de migration. Plusieurs espèces de sauvagine sont entre autres présentes en abondance dans les milieux humides longeant le fleuve lors des migrations printanière et automnale. Outre la sauvagine, des limicoles et d'autres oiseaux aquatiques utilisent aussi les rives du fleuve comme halte migratoire. Les espèces migratrices d'oiseaux terrestres peuvent également utiliser les portions terrestres du secteur pour se reposer et s'alimenter lors des migrations.

Les oiseaux fréquentant le secteur du quai sont déjà habitués à un certain niveau de présence humaine. Par contre, suite aux travaux de réhabilitation, il est probable que la fréquentation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré par les bateaux, les voitures, les pêcheurs, les marcheurs et les bateaux augmente par rapport à la situation actuelle. La fréquentation maximale du quai devrait se faire lors des beaux jours, soit de la fin du printemps au début de l'automne. Ces activités restent, somme toute, peu bruyantes comparativement à d'autres retrouvées dans la région, comme les zones portuaires.

La sensibilité au dérangement varie selon les espèces d'oiseaux. Par exemple, les goélands semblent moins sensibles au dérangement humain que les autres espèces aviaires et pourraient même être attirés par certaines activités humaines (MMS, 2009). Ils sont connus pour s'habituer à un certain niveau de présence et de dérangement humain. Ces oiseaux sont régulièrement observés en train de se nourrir autour des navires et d'autres structures anthropiques. Ainsi, l'impact des travaux sur les goélands devrait être négligeable. Dans le cas des espèces plus sensibles, les individus qui seront dérangés par les activités récréotouristiques devront se déplacer vers des habitats d'alimentation et de repos similaires situés à proximité. Il est jugé que l'intensité de cet impact restera cependant relativement faible sur la faune aviaire.

Contamination de l'eau par les fuites d'hydrocarbures pétroliers

La présence de véhicules et de bateaux pose des risques de fuites et de déversement d'hydrocarbures pétroliers sur le quai et dans l'eau. Les impacts des hydrocarbures sur les oiseaux sont présentés plus haut dans la section concernant la phase de construction.

Mesures d'atténuation

Bruit

- Arrêter le fonctionnement des bateaux suite à leur amarrage au quai.

Gestion des produits pétroliers

Des mesures d'urgence en cas de déversement accidentel de produits pétroliers devraient être prévues à la tête du quai afin d'éviter toute contamination des sédiments et du milieu aquatique, soit :

- Prévoir l'élaboration et l'application d'un plan d'urgence;
- Disposer en permanence, à la tête du quai, d'une trousse d'urgence de récupération des produits pétroliers comprenant des boudins de confinement, des rouleaux absorbants, de la mousse de sphaigne, ainsi que des contenants et accessoires connexes (gants, etc.) essentiels pour parer aux déversements accidentels de faible envergure;
- S'assurer que la trousse d'urgence est facilement accessible en tout temps pour une intervention rapide;
- Informer les utilisateurs du quai de la position de la trousse d'urgence (installation de panneaux d'information, communication avec les exploitants de bateaux);
- Assurer la récupération, l'entreposage et la gestion des sols et du matériel contaminés selon la réglementation applicable;
- Tout déversement accidentel ou fuite doit être rapporté immédiatement au responsable du quai afin qu'il puisse s'assurer de la bonne gestion de l'incident. Le MDDELCC doit également être

avisé par l'entremise d'Urgence Environnement (24 heures sur 24). Une affiche indiquant le numéro d'Urgence Environnement ainsi que les noms et numéros de téléphone des responsables des mesures d'urgence devra être placée bien à la vue des utilisateurs du quai. Des actions immédiates pour arrêter ou faire cesser le déversement, confiner le produit et récupérer les sols contaminés devront être posées.

Impacts de la phase de démantèlement du quai sur la faune aviaire

Le démantèlement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré causera les impacts suivants sur l'avifaune :

- Pertes de site de nidification et de repos et de postes de chasse;
- Destruction de nids;
- Dérangement et perturbation des oiseaux;
- Contamination de l'eau par les fuites hydrocarbures pétroliers.

Pertes d'habitat

Le démantèlement du quai causera des pertes de sites de repos et de postes de chasse pour les oiseaux les utilisant. De plus, l'enlèvement de la passerelle du quai mènera à la disparition de la colonie d'hirondelles à front blanc qui niche sur celle-ci.

Les oiseaux affectés devront se déplacer vers d'autres sites. Dans le cas des sites de repos et des postes de chasse, les oiseaux pourront facilement trouver des éléments de remplacement dans le secteur. Pour ce qui est de la colonie d'hirondelles, elle devra trouver de nouvelles structures anthropiques répondant à ses besoins.

Destruction de nids

Les travaux de démantèlement pourraient entraîner la destruction de nids actifs d'oiseaux s'ils sont effectués pendant la période de reproduction. Dans la zone des travaux, les oiseaux peuvent nicher dans la végétation des milieux humides ainsi que sur la structure du quai. Le nombre de nids actifs détruits par ces activités dépendra du chevauchement entre la période où les travaux seront réalisés et celle de la reproduction. Le projet est situé dans la zone de nidification C3 pour laquelle la période générale de nidification des oiseaux migrateurs s'étend approximativement du 8 avril au 28 août (ECCC, 2017).

Même si les travaux de démantèlement se réalisent hors de la période de nidification, ils mèneront à la destruction de nids inactifs d'oiseaux, comme ceux de la colonie d'hirondelles à front blanc installée sous la passerelle du quai. Contrairement à la majorité des espèces d'oiseaux qui ne réutilisent pas leurs nids d'une année à l'autre, l'hirondelle à front blanc cherche de préférence à réutiliser les vieux nids en bon état (Gauthier et Aubry, 1995). Ainsi, la perte des nids et de la passerelle elle-même auront un impact

négligé sur les hirondelles à front blanc qui subiront une dépense énergétique supplémentaire pour la recherche d'un nouveau site de nidification et la construction complète de nouveaux nids. Il convient de noter que la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* (L.C. 1994, ch. 22) et son *Règlement sur les oiseaux migrateurs* (C.R.C., ch. 1035) interdisent de déranger ou de détruire un nid d'oiseau migrateur.

Il ne sera cependant pas possible d'éviter de détruire ces nids lors du démantèlement du quai. Il pourra être envisagé d'installer une structure favorisant la réinstallation de la colonie à proximité de l'ancien site du quai.

Dérangement et perturbation des oiseaux

Les impacts causés par le démantèlement du quai seront similaires à ceux observés lors de la phase de construction. Ainsi, ces travaux (bruit de la machinerie, chargement des matériaux, etc.) pourront déranger et perturber les oiseaux fréquentant l'ACOA lors des périodes de nidification ou de migration.

La sensibilité au dérangement varie selon les espèces d'oiseaux. Par exemple, les goélands semblent moins sensibles au dérangement humain que les autres espèces aviaires et pourraient même être attirés par certaines activités humaines (MMS, 2009). Ils sont connus pour s'habituer à un certain niveau de présence et de dérangement humain. Ces oiseaux sont régulièrement observés en train de se nourrir autour des navires et d'autres structures anthropiques. Ainsi, l'impact des travaux sur les goélands devrait être négligeable. Dans le cas des espèces plus sensibles, les individus qui seront dérangés par les travaux devront se déplacer temporairement vers des habitats d'alimentation et de repos similaires situés à proximité. Ils pourront revenir sur le site à la fin des travaux.

Contamination de l'eau par les fuites d'hydrocarbures pétroliers

Lors des travaux de démantèlement du quai, la présence de la machinerie à proximité du fleuve comporte des risques de déversements de produits pétroliers dans l'eau. La description de cet impact a été réalisée pour la phase de construction du projet.

Mesures d'atténuation

Pertes d'habitat

- Établir clairement les limites des aires de travaux de façon à interdire les travaux à l'extérieur de cette zone;
- Limiter les déplacements de la machinerie et des travailleurs au secteur des travaux.

Destruction de nids

- S'assurer de réaliser le démantèlement du quai à l'extérieur de la période de nidification des oiseaux. Cette précaution est particulièrement importante pour le démantèlement de la passerelle où se trouve la colonie d'hirondelles à front blanc.

Bruit

- Voir les mesures d'atténuation de la phase de construction.

Gestion des produits pétroliers

- Voir les mesures d'atténuation de la phase de construction.

3.5 Ichtyofaune

QC-38 Les méthodes de travail sont susceptibles de générer des impacts sur les poissons et leur habitat. Par conséquent, la séquence des travaux et les ouvrages temporaires requis, de même que les mesures d'atténuation mises en place pour réduire les impacts de ces derniers sur l'ichtyofaune doivent être documentés.

Réponse à la QC-38

Les principales mesures d'atténuation limitant les impacts sur les poissons sont les suivantes :

- Réalisation des travaux en période d'étiage;
- Réalisation des travaux en période de faibles risques pour les poissons et leurs habitats;
- Choix de la méthode par vibrofonçage pour l'enfoncement des pieux plutôt que par battage;
- Mise en place d'un rideau de turbidité pour circonscrire la zone des travaux afin de limiter la dispersion des matières en suspension;
- Mise en place de l'enrochement à marée basse dans la zone exondée.
- Empiètement permanent minimal des infrastructures projetées.

QC-39 Les dates recommandées afin de protéger la fraie du saumon de l'Atlantique s'étendent du 1^{er} juin au 1^{er} octobre dans la zone du projet et non pas du 1^{er} juillet au 15 septembre, telles qu'indiquées dans les tableaux 2.5 et 4.2. De plus, le projet se situe à l'intérieur de l'habitat essentiel en cours de désignation pour les larves et les juvéniles de bar rayé et les habitats présentent les caractéristiques recherchées par ceux-ci. Ces habitats sont fréquentés entre juin et novembre par les larves et les juvéniles de bar rayé. L'initiateur doit tenir compte de ces périodes dans l'élaboration de son échéancier pour la réalisation des travaux et considérer la période de restriction du 15 avril au 30 novembre pour les travaux en eau.

Réponse à la QC-39

L'annexe 5 du guide d'application du RADF indique une période de réalisation des travaux en milieu aquatique pour le saumon de l'Atlantique qui s'étend du 1^{er} juillet au 15 septembre et qui correspond également à la même période proposée par le MPO. Le MPO suggère également une période de réalisation des travaux en milieu aquatique générale pour la protection des espèces d'intérêt qui incluent le bar rayé pour la région de la Capitale-Nationale comprise entre le 15 juillet et le 15 avril. Toutefois, afin de protéger les larves et les juvéniles du bar rayé dans la zone des travaux, la période de restriction des travaux en milieu aquatique sera comprise entre le 15 mai et le 31 octobre. Cette période un peu moins restrictive permettra à l'entrepreneur de réaliser certaines phases des travaux en eau (ex. : vibrofonçage des palplanches) en l'absence des glaces. Également, certains travaux localisés en zone exondée en condition de marée basse seront autorisés durant cette période de restriction afin de ne pas compromettre l'avancement du projet. Aucun travail en eau ne sera autorisé à l'intérieur de la période de restriction proposée précédemment.

QC-40 Pour la portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent qui est sous l'influence des marées, on considère que le domaine de l'habitat du poisson se situe sous l'élévation de la pleine mer supérieure marée moyenne (PMSMM) ou de la cote d'inondation de récurrence de 2 ans. Les impacts potentiels du projet sur les poissons et leurs habitats devraient donc être évalués en fonction du niveau le plus élevé entre la cote d'inondation de 2 ans ou la PMSMM. Ainsi, l'initiateur doit :

- Établir le bilan des pertes d'habitats en considérant le niveau approprié, tel que décrit précédemment;
- Ventiler les pertes en fonction de la composante du projet à laquelle elles se rattachent (enrochement de la digue d'approche, palplanche de la tête du quai, etc.), de leur nature temporaire ou permanente et des types d'habitats touchés (herbiers, substrat dénudé, etc.);
- Comptabiliser toutes les pertes permanentes et temporaires d'habitat du poisson associées aux travaux. Actuellement, les pertes considérées semblent être attribuables aux ouvrages requis sur la tête du quai uniquement. Or, selon notre compréhension, la digue d'approche sera reconstruite et sera plus large que la digue actuelle. Ces empiétements doivent également être comptabilisés dans le bilan des pertes d'habitats.

Réponse à la QC-40

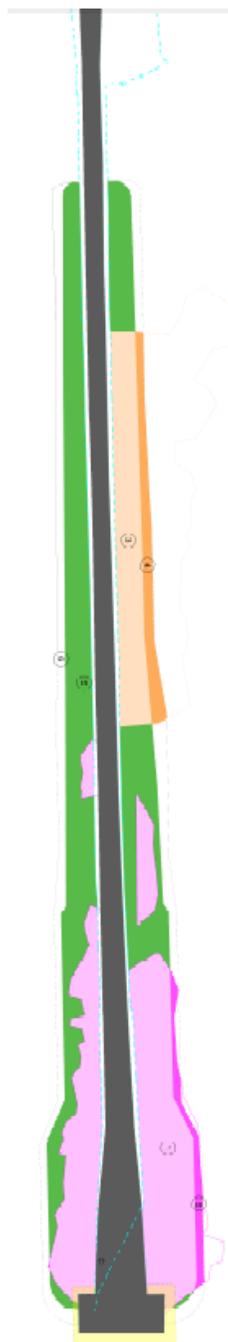
L'évaluation des impacts potentiels du projet sur les poissons et leurs habitats a été effectuée en fonction des empiétements prévus sous l'élévation de la cote d'inondation de récurrence de 2 ans qui correspond à 4,58 m (géodésique). Le tableau 3.3 présente les pertes attribuables au projet, lesquelles sont ventilées

en fonction de la composante du projet, leur nature et le type d'habitat touché, tandis que la figure 3.1 illustre chacune de ces superficies.

Tableau 3.3 Calcul des empiètements permanents et temporaires de milieux humides et hydriques liés au projet sous la ligne des hautes eaux

| | Sous la LHE |
|---|-------------|
| Empiètements permanents liés à l'aménagement de la tête de quai (m²): | |
| Mur pieux-palplanches sur le littoral (en jaune) | 150.96 |
| Empiètements permanents liés à l'enrochement prévu (m²): | |
| pierre sur pierre (polygones 1 rose pâle) | 1985.74 |
| pierre sur marais à scirpe (polygones 5 vert) | 2216.55 |
| pierre sur littoral/débris (polygone 3 orange pâle) | 695.99 |
| Total empiètements permanents: | 5049.24 |
| Empiètements temporaires liés à la clé prévue (m²): | |
| Enrochement existant à l'emplacement de la nouvelle clé (polygone 2 rose foncé) | 131.36 |
| Nouvelle clé sur marais à scirpe (polygones 6 transparent) | 936.66 |
| Nouvelle clé sur littoral/débris (polygone 4 orange foncé) | 250.58 |
| Total empiètements temporaires: | 1318.6 |

Figure 3.1 Illustration de chacune des superficies d'empiétement prévues sous la LHE



Les pertes permanentes pour l'ensemble du projet représentent une superficie de 5 049,24 m² et les pertes temporaires (liées à la clé d'enrochement) représentent une superficie de 1 318,6 m². Il est important de mentionner que les superficies qui ont été présentées dans l'étude d'impact correspondent à l'empiètement situé sous l'élévation de la pleine mer supérieure de marée moyenne (PMSMM). Cette élévation est de 3,11 m (géodésique), ce qui explique la grande différence entre les deux superficies obtenues.

QC-41 Le projet occasionne des pertes d'habitat du poisson sur une superficie actuellement estimée à 1970 m². Ces pertes se situent, notamment, dans des herbiers qui sont des aires contribuant au cycle vital de différentes espèces. Sachant qu'il peut être complexe de trouver un projet de compensation adéquat au remplacement d'habitats de ce type dans le fleuve Saint-Laurent, l'initiateur doit déposer un plan de compensation pour les pertes d'habitat du poisson dans le cadre de l'étude d'impact afin que la compensation puisse être prise en considération dans le cadre de l'analyse du projet.

Réponse à la QC-41

Un programme de compensation sera élaboré pour compenser les pertes d'habitats du poisson occasionnées par les travaux. Ce programme sera soumis au MPO et au MFFP ultérieurement puisqu'il est conditionnel à l'obtention des autorisations environnementales applicables.

3.6 Milieux humides et hydriques

QC-42 Le projet peut aussi être assujéti à une compensation additionnelle en vertu de la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (2017, chapitre 14). Ainsi, en complément à la question QC-39, l'initiateur doit dresser le bilan des pertes permanentes attribuables à son projet dans les milieux humides ou hydriques et distinguer les superficies affectées dans le littoral, la rive, la plaine inondable et les milieux humides.

Réponse à la QC-42

Toutes les superficies d'empiètement constituant une perte permanente (5 049,24 m²) sont affectées dans le littoral et les milieux humides. En effet, en se basant sur la situation de la ligne des hautes eaux, il est possible de constater que tous les travaux qui engendrent un empiètement permanent se situent sous cette ligne et donc dans le littoral.

3.7 Qualité de l'eau

QC-43 Afin d'éviter l'introduction de contaminants dans l'eau, l'initiateur doit s'engager à utiliser de la machinerie fonctionnant avec des huiles biodégradables, lorsque ces dernières sont opérées à proximité du milieu hydrique ou humide.

Réponse à la QC-43

Tel que mentionné à la page 83 de l'étude d'impact, l'Entrepreneur sera tenu d'avoir sur place et savoir utiliser une trousse de mesures d'urgence en cas de déversement accidentel. De plus, la machinerie, les équipements et les camions utilisés lors des travaux devront être maintenus en parfait état et exempts de fuite d'huile, d'essence ou de tout autre liquide qui risque de polluer l'environnement. La machinerie ne sera pas autorisée à circuler dans les milieux humides et hydriques et sera opérée à partir des infrastructures existantes. En considérant tous ces éléments, il ne semble pas nécessaire d'imposer l'utilisation d'huiles biodégradables dans le cadre des travaux.

QC-44 À la section 4.2.1.2, l'initiateur mentionne que, lors des travaux, un apport additionnel de matières en suspension (MES) est anticipé localement. À ce sujet l'initiateur doit :

- Expliquer de quelle façon il effectuera le suivi des MES de sorte à respecter le critère de qualité de l'eau visant à ne pas dépasser de 25 mg/L la teneur ambiante de MES à une distance de 100 m en aval des travaux et de 5 mg/L à une distance de 300 m;
- Préciser quelles sont les mesures qui seront appliquées en cas de dépassement de ces critères;
- S'engager à utiliser de la pierre exempte de particules fines pour réaliser les nouveaux enrochements, le type de matériaux pouvant être une source de MES additionnelle.

Réponse à la QC-44

La concentration moyenne de MES sera mesurée par photométrie sur une base quotidienne afin de s'assurer que les critères visant à ne pas dépasser de 25 mg/L la teneur ambiante de MES à une distance de 100 m en aval des travaux et de 5 mg/L à une distance de 300 m sont respectés. Les teneurs ambiantes seront mesurées en début de projet.

En cas de dépassement de ces critères, les travaux seront arrêtés temporairement et les méthodes de travail seront revues afin de limiter la mise en suspension de sédiments. Toutefois, tel que spécifié précédemment, la mise en place de nombreuses mesures d'atténuation, telles que l'installation d'un rideau antiturbidité et l'adaptation de la période de réalisation des travaux en fonction des marées, permettra de limiter l'émission et la dispersion de particules fines.

Les matériaux utilisés dans le cadre des travaux d'enrochement seront exempts de particules fines.

QC-45 L'initiateur doit déposer un plan préliminaire de mesures d'urgence en cas de déversement accidentel (hydrocarbures, eaux usées, etc.) en phase de construction et d'exploitation du quai.

Réponse à la QC-45

L'Entrepreneur qui effectuera les travaux sera responsable de déposer un plan de mesures d'urgence. En effet, il est habituellement spécifié au devis que l'Entrepreneur doit élaborer un plan de mesures d'urgence dans lequel on retrouvera le nom des personnes et autorités à contacter, de même que les mesures à mettre en œuvre, en cas de déversement. De plus, il est tenu d'avoir sur place et de savoir utiliser une trousse de mesures d'urgence en cas de déversement accidentel; advenant un déversement d'hydrocarbures ou de toute autre substance nocive, tous les moyens nécessaires pour arrêter la fuite et confiner le produit déversé devront être pris. L'Entrepreneur doit procéder à la récupération du produit, restaurer les lieux et faire appel au réseau d'alerte d'Environnement Canada (1-866-283-2333) ou d'Environnement Québec (1-866-694-5454) sans délai.

4 SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

QC-46 L'initiateur doit déposer un programme préliminaire de surveillance environnementale. Celui-ci devra être complété lors du dépôt de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

Réponse à la QC-46

Le programme préliminaire de surveillance environnementale du projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré a pour but de s'assurer du respect :

- Des différentes mesures proposées dans l'étude d'impact, y compris les mesures d'atténuation ou de compensation;
- Des conditions fixées dans le décret gouvernemental;
- Des engagements pris par le promoteur du projet et prévus dans les autorisations ministérielles;
- Des exigences relatives aux lois et règlements applicables.

À cette étape, la version préliminaire du programme de surveillance environnementale concerne principalement la phase de construction du projet. Si requis, d'autres mesures pourraient éventuellement être ajoutées afin de couvrir la phase d'opération du quai.

Le programme de surveillance sera effectif dès la mobilisation du chantier et jusqu'à la fin des activités de construction. Une réunion de démarrage sera organisée dès le début des travaux, en coordination avec le promoteur, l'entrepreneur principal et le responsable environnement du projet. Cette réunion permettra d'informer et de sensibiliser le personnel affecté au chantier des dispositions environnementales et de sécurité qui seront à observer durant toute la période des travaux et du fonctionnement général des activités de surveillance. Le rôle et l'autorité du surveillant environnemental de même que les canaux de communications seront aussi précisés lors de cette réunion.

Le programme de surveillance environnementale portera, sans s'y limiter, sur les composantes et les activités listées ci-dessous. Ainsi, le surveillant environnemental veillera à ce que :

- L'aménagement, dès le début des travaux, des aires de travail et d'entreposage de l'entrepreneur et l'installation des roulottes de chantier à l'entrée du site soient faits dans les règles de l'art dans les limites de l'emplacement qui aura été identifié au préalable par l'ingénierie et, si requis, délimité par piquetage par l'équipe d'environnement (ex. : sites d'entreposage pour les matériaux granulaires localisés à plus de 30 m de la rive);
- La circulation des engins de chantier se limite aux chemins et aires des travaux et au quai (entre la racine et la tête), et ce, sans déplacements inutiles et surtout sans empiètement sur le littoral ou en rive;

- La circulation des véhicules requis pour les travaux se fasse via le boulevard Sainte-Anne (route 138) en évitant les rues locales et qu'une signalisation adéquate soit prévue à l'approche du chantier pour assurer, en tout temps, la sécurité des autres usagers;
- Les travaux d'excavation requis pour la clé d'ancrage de l'enrochement soient réalisés conformément aux instructions données au devis de construction;
- La mise en place des pieux et palplanches par vibrofonçage soit effectuée en minimisant les impacts du bruit et des vibrations sur l'environnement (tant biophysique qu'humain);
- La gestion des sols et matériaux excavés (ex. : remblai du quai) soit faite dans les règles de l'art, c'est-à-dire gérés selon les dispositions de la « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention » s'il s'agit de sols classés 'A-B' et 'B-C';
- Les diverses catégories de matières résiduelles (incluant, le cas échéant, les matières dangereuses) soient séparées, et que l'entrepreneur en dispose selon les normes en vigueur;
- Une inspection régulière de la machinerie et des camions utilisés soit effectuée afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, propres et exempts de toute fuite d'hydrocarbures, et qu'ils soient réparés ou nettoyés, au besoin;
- Une inspection des systèmes d'échappement et antipollution de la machinerie soit effectuée et qu'ils soient réparés, au besoin, afin de limiter le plus possible l'émission de bruits;
- Les travaux d'entretien légers de la machinerie soient effectués dans l'aire de travail de l'entrepreneur, et non sur le quai, et que toute réparation majeure soit effectuée en dehors du site du chantier (ex. : garage spécialisé);
- L'entretien de la machinerie et des véhicules ainsi que leur ravitaillement en carburant et en lubrifiant à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau (à partir de la ligne naturelle des hautes eaux) soient effectués.
- L'entretien et le nettoyage de l'équipement, les pleins de carburant et l'entreposage des produits pétroliers seront effectués dans des endroits stables et sécuritaires à une distance minimale de 30 m de la rive;
- Une trousse d'urgence principale et des trousse secondaires soient présentes sur le site en tout temps et qu'elles comprennent tout le matériel nécessaire pour circonscrire une éventuelle fuite ou un déversement accidentel d'hydrocarbures;
- Les travaux de construction soient réalisés dans le respect de l'horaire de travail permis par la Ville de Sainte-Anne-de-Beaupré (8 h à 22 h) ou hors de cette période si cela est spécifiquement autorisé par la Municipalité (preuve à l'appui).

Le responsable de cette surveillance devra effectuer des visites régulières des aires de travail, prendre note du respect rigoureux par les intervenants des divers engagements, obligations, mesures et autres

prescriptions, évaluer la qualité et l'efficacité des mesures appliquées et noter toute non-conformité qu'il aura observée. Il devra ensuite faire part de ses observations au responsable de chantier afin que des mesures correctives appropriées soient convenues et adoptées dans les meilleurs délais, le cas échéant.

Des comptes rendus verbaux seront faits à l'entrepreneur principal après chaque visite de chantier et des rapports de surveillance seront produits et remis régulièrement au responsable de chantier, de même qu'à l'initiateur du projet. À la fin des travaux, un rapport synthèse de la surveillance environnementale sera produit et déposé à l'initiateur du projet, qui pourra ensuite l'acheminer aux autorités compétentes.

Ce programme préliminaire sera complété à la suite de l'autorisation du projet par le gouvernement, le cas échéant, et déposé avec la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

QC-47 L'initiateur doit déposer un protocole d'intervention en cas de découverte archéologique fortuite pendant la réalisation des travaux.

Réponse à la QC-47

Nonobstant les résultats de l'étude de potentiel (Pintal, 2018 : annexe A), des sites archéologiques peuvent néanmoins être découverts fortuitement lors de travaux. Diverses actions et mesures de protection temporaires devront alors être appliquées dans un tel cas, à savoir :

- Le responsable de chantier devra être avisé promptement d'une telle découverte et il devra prendre les dispositions nécessaires afin de protéger le site;
- Afin de ne pas perturber ni altérer le site, les travaux seront immédiatement suspendus à l'endroit de la découverte;
- Le ministre de la Culture et des Communications (MCC) sera avisé sans délai⁵;
- Une évaluation qualitative du site sera réalisée;

Les travaux de construction à l'endroit de la découverte demeureront interrompus jusqu'à ce que le ministère de la Culture et des Communications (MCC) ait donné au promoteur l'autorisation de les poursuivre.

⁵ L'article 74 de la *Loi sur le patrimoine culturel* (chapitre P-9.002) stipule que « Quiconque découvre un bien ou un site archéologique doit en aviser le ministre sans délai. Cette obligation s'applique que la découverte survienne ou non dans le contexte de fouilles et de recherches archéologiques. » Si la découverte survient dans un contexte où aucun permis de recherche archéologique n'a été délivré, la déclaration peut être faite à l'aide du formulaire [Avis – Découverte archéologique – Sans permis de recherche archéologique](#) et en communiquant avec la direction régionale du Ministère qui est responsable du territoire où la découverte a été faite. Dans ce cas-ci, il s'agit de la Direction de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches (Région de la Capitale-Nationale - 03).

5 AUTRES CONSIDÉRATIONS

QC-48 À la page 6 de l'étude d'impact, l'initiateur mentionne que le projet est assujéti à la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF, RLRQ, C 61.1). Toutefois, bien qu'il s'agisse d'activités susceptibles de modifier une composante de l'habitat du poisson, la nécessité d'obtenir une autorisation en vertu de l'article 128.6 de la LCMVF ne s'applique pas dans le cas d'une activité qui doit faire l'objet d'une autorisation délivrée par le gouvernement en vertu de l'article 31.1 de la LQE, sauf lorsque l'activité se situe dans l'habitat d'une espèce menacée ou vulnérable. Ainsi, une autorisation en vertu de la LCMVF n'est pas requise dans le cas présent.

Réponse à la QC-48

Nous prenons bonne note de cette observation.

QC-49 La résolution de la figure 3.1 Conception préliminaire – Vue en plan et le format de présentation de la figure 3.3 Conception préliminaire – Profils coupe ne permettent pas d'en faire une consultation efficace. L'initiateur doit déposer des versions de ces figures permettant de mieux en apprécier les détails.

Réponse à la QC-49

Des versions de ces figures permettant de mieux apprécier leurs détails sont jointes en annexe E à la présente.

QC-50 Dans le rapport technique préparé par les consultants Ropars inc. présenté à l'annexe A, plusieurs figures sont absentes dans la version électronique de l'étude d'impact. L'initiateur doit déposer une nouvelle version complète.

Réponse à la QC-50

Une version électronique du rapport technique préparé par les consultants Ropars inc. est jointe à l'annexe F.

QC-51 À la page 85, il est mentionné que la délimitation des zones visées par du déboisement sera préalable aux travaux. À cet effet, mentionnons que les travaux de déboisement sur un lot public nécessitent un permis d'intervention destiné aux activités d'aménagement forestier délivré, dans le secteur du projet, par l'Unité de gestion de Portneuf-Laurentides et Charlevoix en vertu de la *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier* (chapitre A-18.1). L'initiateur devra entreprendre des démarches en ce sens.

Réponse à la QC-51

Il n'y aura pas de déboisement. Les arbres existants seront conservés.

6 RÉFÉRENCES ET DOCUMENTS CONSULTÉS

- AMSA (Australian Maritime Safety Authority). 2015. The Effects of Maritime Oil Spills on Wildlife including Non-Avian Marine Life. Gouvernement de l'Australie. [En ligne] https://www.operations.amsa.gov.au/kids-and-teachers-resources/kids/teachers/Tech_Paper/index.html. Page visitée le 6 septembre 2018.
- AONQ (Atlas des oiseaux nicheurs du Québec). 2011. Guide du participant (version 2). Regroupement QuébecOiseaux, Service canadien de la faune (Environnement Canada) et Études d'Oiseaux Canada, Québec, 110 pages.
- AONQ (Atlas des oiseaux nicheurs du Québec). 2018. Atlas des oiseaux nicheurs du Québec – Résultats de l'atlas (cartes et tableaux). [en ligne] <http://www.atlas-oiseaux.qc.ca>, page consultée le 27 juillet 2018.
- Beaulieu, Michel. 2016. Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-76171-6, 210 p. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protection-rehab.pdf>
- Bergeron Gagnon inc., 2016. Mise à jour de l'Inventaire du patrimoine bâti de la MRC de La Côte-de-Beaupré – Bilan. Rapport préparé pour le compte de Développement Côte-de-Beaupré et la MRC de La Côte-de-Beaupré. [en ligne] <http://patrimoinecotedebeaupre.com/app/uploads/2018/06/Rapport-final-de-la-mise-%C3%A0-jour-de-linventaire-MRCCDB.pdf> document consulté le 16 août 2018. 157 p.
- Cornell Lab of Ornithology. 2018. eBird: Examiner les données. Cornell Lab of Ornithology et la National Audubon Society. [En ligne] Site Internet visité le 14 août 2018. <http://ebird.org/content/ebird/?lang=fr>
- COSEPAC. 2011. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 45 pages.
- Englobe. 2018. Document de réponses à la demande d'informations additionnelles de l'ACÉE du 24 avril 2017: Chapitre 8 - Description du milieu biologique et évaluation des effets du projet. Terminal de conteneurs en eau profonde – Beauport 2020. Pagination multiple.
- ECCC (Environnement et Changement climatique Canada). 2017. Prévention des effets néfastes pour les oiseaux migrateurs : Périodes générales de nidification des oiseaux migrateurs au Canada. Gouvernement du Canada. [en ligne] https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/prevention-effets-nefastes-oiseaux-migrateurs/periodes-generales-nidification.html#_03. Dernière modification le 25 mai 2017. Page consultée le 30 août 2018.
- Gauthier, J. et Y. Aubry (sous la direction de). 1995. Les Oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec. Montréal. xviii + 1295 p.
- Hydro-Québec, 2017 consultée le 2018-08-02 sur la page Internet <http://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/approvisionnements-energetiques-emissions-atmospheriques-2017.pdf>
- Ministère de la Culture et des Communication (MCC), 2017. Avis d'intention de classement – Le panorama intitulé Le « Cyclorama de Jérusalem » et sa rotonde. [en ligne] <https://www.mcc.gouv.qc.ca/index.php?id=6109> document consulté le 16 août 2018

Ministère de la Culture et des Communications, 2018 a : Inventaire des sites archéologiques du Québec (ISAQ, carte 21L14). Gouvernement du Québec, Québec.

Ministère de la Culture et des Communications, 2018 b : Cartographie des sites et des zones d'intervention archéologiques du Québec, carte 21L14. Gouvernement du Québec, Québec.

Ministère de l'Environnement, 2003. Guide de caractérisation des terrains. Publications du Québec. 82 p. + 9 annexes. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide/guidecaracterisation.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2009. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante, <http://wceaeq/documents/publications/echantillonnage.htm>.

MMS (Mineral Management Service). 2009. Cape Wind Energy Project – Final Environmental Impact Statement. U.S Department of the Interior, Mineral Management Service. January 2009. 3 volumes. Pagination multiples.

MPO. 2017. Information à l'appui de la désignation de l'habitat essentiel du bar rayé (*Morone saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/001.

Norda Stelo, 2018.

Pintal, Jean-Yves, 2018. Projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Étude de potentiel archéologique. 54 p.

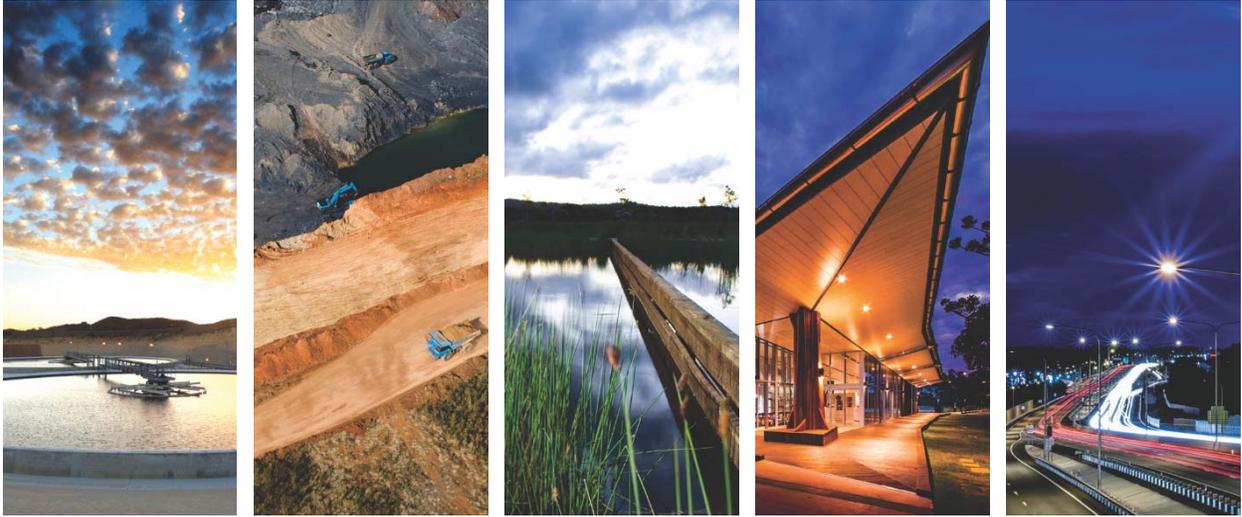
Services Environnementaux Faucon. 2014. Plan de gestion de l'Hirondelle à front blanc dans le cadre du Nouveau pont pour le Saint-Laurent. Rapport présenté à Travaux publics et Services gouvernementaux Canada pour Infrastructure Canada. Novembre 2014. Version finale. 31 pages + annexes.

SNC-Lavalin (juin 2016) Inspection et expertise sur l'état des infrastructures maritimes du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Pour la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Dossier 632976-0000-40ER-0001. Révision 00, juin 2016. 36 pages et 8 annexes : annexe A : Rapport technique des Consultants Ropars inc., annexe B : Relevé topographique, annexe C : Rapport d'inspection sous-marine, annexe D : Localisation des pieux et bollards, annexe E : Bibliographie, annexe F : Rapports de forage, annexe G : Croquis de concepts de réhabilitation, annexe H : Bathymétrie



Annexe B

Étude géotechnique finale (GHD, 2018)



Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire

Réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré
Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec

Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

GHD | 445, avenue Saint-Jean-Baptiste, bureau 390, Québec (Québec) G2E 5N7, Canada
11143038 | A1 | Rapport n° 1 | 22 mai 2018



Table des matières

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Introduction..... | 1 |
| 2. | Description sommaire du site et du projet..... | 1 |
| 3. | Travaux d'investigation..... | 2 |
| 3.1 | Volet géotechnique | 2 |
| 3.1.1 | Forages stratigraphiques..... | 2 |
| 3.1.2 | Localisation et nivellement | 3 |
| 3.1.3 | Travaux de laboratoire..... | 4 |
| 3.2 | Volet environnemental | 4 |
| 4. | Description sommaire des sols et du roc | 5 |
| 4.1 | Tête du quai | 5 |
| 4.1.1 | Gravier sableux..... | 5 |
| 4.1.2 | Sable..... | 6 |
| 4.1.3 | Roc | 6 |
| 4.2 | Digue d'approche..... | 7 |
| 4.2.1 | Enrobé bitumineux..... | 7 |
| 4.2.2 | Remblai granulaire..... | 8 |
| 4.2.3 | Remblai hétérogène | 8 |
| 4.2.4 | Sols naturels | 8 |
| 4.2.5 | Roc | 9 |
| 4.3 | Résistance en compression uniaxiale | 10 |
| 5. | Eau souterraine | 10 |
| 6. | Recommandations et commentaires..... | 11 |
| 6.1 | Description du projet..... | 11 |
| 6.2 | Pieux-palplanches..... | 11 |
| 6.2.1 | Remblayage à l'arrière du mur de pieux-palplanches | 12 |
| 6.3 | Excavations..... | 13 |
| 6.3.1 | Drainage temporaire | 14 |
| 6.4 | Enrochement..... | 14 |
| 6.5 | Recommandations générales de construction et autres considérations | 15 |
| 7. | Échantillonnage environnemental préliminaire | 16 |
| 7.1.1 | Laboratoire d'analyses | 16 |
| 7.1.2 | Critères d'interprétation | 16 |
| 7.1.3 | Résultats des analyses chimiques | 16 |
| 7.1.4 | Contrôle de la qualité..... | 17 |



| | | |
|-----|--|----|
| 7.2 | Conclusions et recommandations environnementales | 18 |
| 8. | Portée et limitations de l'étude | 18 |

Liste des tableaux

| | | |
|-------------|--|----|
| Tableau 3.1 | Coordonnées géodésiques et élévations marégraphiques | 3 |
| Tableau 3.2 | Essais de laboratoire réalisés..... | 4 |
| Tableau 4.1 | Synthèse stratigraphique de la tête du quai – profondeur (élévation géodésique) en mètre | 5 |
| Tableau 4.2 | Résultat d'une analyse granulométrique – Tête du quai..... | 6 |
| Tableau 4.3 | Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – tête du quai | 6 |
| Tableau 4.4 | Synthèse stratigraphique de la digue d'approche - Profondeur (élévation) en mètre..... | 7 |
| Tableau 4.5 | Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques (remblai hétérogène) | 8 |
| Tableau 4.6 | Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques (silt) | 9 |
| Tableau 4.7 | Limites d'Atterberg (silt)..... | 9 |
| Tableau 4.8 | Résultats des essais en compression uniaxiale non confinée | 10 |
| Tableau 5.1 | Niveau de l'eau souterraine relevé dans les tubes d'observation | 11 |
| Tableau 6.1 | Paramètres géotechniques des sols – conception de palplanches ou pieux/palplanches | 12 |
| Tableau 6-2 | Critères d'acceptation du roc d'enrochement..... | 15 |
| Tableau 7.1 | Classification environnementale des résultats des sols..... | 17 |

Liste des figures

Figures à la suite du texte

| | |
|----------|----------------------------------|
| Figure 1 | Plan clé du secteur à l'étude |
| Figure 2 | Plan de localisation des forages |

Liste des annexes

| | |
|----------|--|
| Annexe A | Rapports de forages |
| Annexe B | Rapport photographique des échantillons de roc (sec et mouillé) |
| Annexe C | Résultats des essais de laboratoire |
| Annexe D | Certificat d'analyses chimiques environnementales réalisées par Maxxam Analytique inc. |
| Annexe E | « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention » du MDDELCC |



1. Introduction

Les services techniques de GHD ont été retenus par M. Bernard Paré, directeur général, de la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (ci-après nommée Client), afin de réaliser une étude géotechnique et un échantillonnage environnemental préliminaire des sols pour la réhabilitation complète du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec.

Les termes du présent mandat sont présentés dans notre offre de service professionnel portant le n° 11143038-98-A1, datée du 1^{er} novembre 2017. Cette dernière a fait l'objet d'une entente contractuelle signée par le Client le 3 novembre 2017.

Les travaux de forages effectués dans le cadre de cette étude géotechnique avaient pour but de déterminer la nature et les caractéristiques géotechniques des sols et du roc en place afin de fournir au concepteur (Norda Stelo) les recommandations nécessaires pour la réhabilitation du quai. Ces recommandations concernent principalement les paramètres géotechniques requis pour la conception de l'ouvrage (pieux-palplanches ancrés au roc), les recommandations pour la préparation du terrain (excavation) ainsi que la gestion de l'eau souterraine.

Pour le volet environnemental, l'objectif de l'échantillonnage était de vérifier la qualité environnementale des sols (niveau de contamination) à l'endroit des forages prévus pour la présente étude géotechnique. Cette vérification a été faite dans le but d'émettre des recommandations concernant la gestion d'éventuels déblais excavés puisque les travaux projetés pourraient impliquer l'excavation de sols qui devront être acheminés hors site.

Le présent rapport fait état des travaux réalisés sur le terrain et en laboratoire, rend compte des résultats obtenus et présente des recommandations ainsi que des commentaires relatifs au projet précité. Il comprend un plan clé du secteur à l'étude (figure 1) ainsi qu'un plan de localisation des forages (figure 2), les rapports de forages (annexe A), le rapport photographique des échantillons de roc (sec et mouillé) (annexe B), les résultats des essais de laboratoire (annexe C), le certificat d'analyses chimiques environnementales réalisées par Maxxam Analytique inc. (annexe D) et la « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention » du MDDELCC (annexe E).

Ce rapport est assujéti à un certain nombre de conditions limitatives découlant de la nature inhérente aux profils géologique, géotechnique et hydrogéologique de tout site faisant l'objet d'investigation par sondages. La portée de l'étude réalisée et les limitations qui s'y appliquent sont énoncées à la suite du texte technique. Ces conditions limitatives font partie intégrante de ce rapport et le lecteur est prié d'en prendre connaissance afin de faciliter la compréhension, l'interprétation et l'utilisation du présent document.

2. Description sommaire du site et du projet

Le site à l'étude se trouve dans la ville de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. Le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré à l'étude est accessible par la rue du Sanctuaire via la route 138/boulevard Sainte-Anne. Le quai actuel est composé de deux parties, soit la digue d'approche et la tête du



quai. Cette dernière contient un système de débarquement pour les bateaux et embarcations passant dans le fleuve Saint-Laurent.

Des affaissements sur la digue d'approche et sur les bords de la tête du quai ont été observés sur le site pendant notre campagne de sondages.

Dans le cadre de ce projet, les travaux de réhabilitation projetés comprennent les deux volets suivants :

- 1- Réfection de la digue d'approche incluant la remise à niveau de la première partie de la digue et l'élargissement de la digue près de la tête du quai.
- 2- La reconstruction du quai existant par l'ajout de pieux-palplanches ancrés au roc afin d'agrandir la surface actuelle du quai de 2 m vers l'est et l'ouest ainsi que de 3 m vers le sud.

Il est à noter qu'une étude géotechnique a été réalisée par SNC-Lavalin en 2016, mais celle-ci ne fournissait pas suffisamment d'information au concepteur. Seuls les rapports de forages et un plan de cette étude ont été fournis à GHD.

Un plan clé du secteur à l'étude (figure 1) ainsi qu'un plan de localisation (figure 2) sont présentés à la suite du texte.

3. Travaux d'investigation

3.1 Volet géotechnique

Les travaux de reconnaissance des sols visant à déterminer la nature et certaines propriétés des sols en place ont inclus la réalisation de huit (8) forages stratigraphiques, des essais *in situ* complétés par un relevé de nivellement des points de forages et la réalisation d'essais en laboratoire.

Une description des travaux réalisés est présentée aux sous-sections suivantes.

3.1.1 Forages stratigraphiques

Les forages stratigraphiques, identifiés F-1-2017 à F-8-2017, ont été réalisés entre le 7 et le 22 novembre 2017. Ces sondages ont été effectués sous la supervision constante d'un membre de notre personnel technique. Les forages F-3-2017 à F-8-2017 ont été exécutés directement sur la digue d'approche alors que les forages F-1-2017 et F-2-2017 ont été réalisés à environ 1 m devant la façade sud du quai. Notons que ces deux forages ont été effectués à l'aide d'une plateforme en porte-à-faux afin qu'ils puissent être réalisés directement au-dessus de l'eau. La portée du porte-à-faux utilisé limitait la réalisation des forages à 1 m du mur du quai.

Le programme de forages (nombre, emplacement et profondeur) a été établi par le concepteur du Client avec l'approbation de GHD, dans le but de couvrir la plus grande superficie de la zone des travaux de la réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

Les forages ont été réalisés au moyen d'une foreuse sur remorque pour les forages F-3-2017 à F-6-2017 et d'une foreuse montée sur un chenillard pour les forages F-1-2017, F-2-2017, F-7-2017



et F-8-2017. L'avancement des forages a été effectué par rotation du tubage de calibre « NW » et lavage. L'équipement utilisé a permis de récupérer des échantillons de sols de façon régulière au moyen d'un carottier fendu conformément à la norme NQ 2501-140. Ce dernier permet également d'obtenir des informations sur la compacité des couches de sols traversées, en obtenant des indices de pénétration standard appelés « N », correspondant à l'essai de pénétration standard (SPT). Les indices de pénétration standard mesurés renseignent sur la capacité portante admissible des sols en place.

Des échantillons du roc sous forme de carottes ont été prélevés en continu dans l'ensemble des forages réalisés, en utilisant un carottier diamanté de calibre « NQ ». Les carottes de roc ont été décrites au moment des travaux et l'indice de qualité du roc, « Rock Quality Designation » (RQD), a été mesuré pour les courses prélevées. Les cailloux et/ou blocs ont été recueillis à l'aide d'un carottier à diamants de calibre « NX ».

Un tube ouvert a été installé dans les forages F-3-2017 à F-8-2017 afin de mesurer le niveau de l'eau souterraine dans les sols.

La description des conditions de sols et de roc rencontrées à l'emplacement des forages est présentée à la section 4 ainsi qu'à l'annexe A du rapport. Des notes explicatives relativement aux rapports de forages, à la description des unités stratigraphiques et à la méthodologie des essais *in situ* sont aussi présentées à l'annexe A de ce document. De plus, des photographies du roc sec et mouillé sont présentées à l'annexe B.

3.1.2 Localisation et nivellement

Le plan de localisation des forages projetés (annexe 3 de l'appel d'offres) a servi de document de référence à notre personnel technique pour procéder au positionnement des huit (8) forages sur le site à investiguer. L'implantation au sol de ces sondages a été réalisée par notre personnel technique à l'aide d'un GPS portatif de type Garmin sur la digue d'approche et à l'aide de repères physiques existants pour les forages réalisés au bout de la tête du quai. Ces derniers ont été relevés sur le dessus de la plateforme de forage en porte-à-faux.

À la suite de la réalisation des forages, un relevé de nivellement en système géodésique (X, Y, Z) et en système marégraphique a été effectué par Groupe Géniarp qui est une firme spécialisée dans ce domaine. Les données en système marégraphique ont été approuvées par le Service hydrographique du Canada.

Les coordonnées géodésiques (SCOPQ [MTM], NAD83, Fuseau 7) et les élévations obtenues pour les différents forages sont présentées au tableau 3.1 ainsi que sur les rapports de forages de l'annexe A.

Tableau 3.1 Coordonnées géodésiques et élévations marégraphiques

| Forage | NAD-83, MTM zone 7 (m) | | Élévation géodésique (m) | Élévation marégraphique (m) |
|----------|------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| | Nord | Est | | |
| F-1-2017 | 5 208 862,8 | 272 440,7 | 5,12 | 7,51 |
| F-2-2017 | 5 208 870,5 | 272 453,2 | 5,41 | 7,79 |
| F-3-2017 | 5 209 196,6 | 272 228,6 | 5,56 | 7,95 |



Tableau 3.1 Coordonnées géodésiques et élévations marégraphiques

| Forage | NAD-83, MTM zone 7 (m) | | Élévation géodésique (m) | Élévation marégraphique (m) |
|----------|------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| | Nord | Est | | |
| F-4-2017 | 5 209 136,6 | 272 269,2 | 5,62 | 8,01 |
| F-5-2017 | 5 209 094,7 | 272 294,9 | 5,54 | 7,93 |
| F-6-2017 | 5 209 007,5 | 272 353,8 | 5,48 | 7,87 |
| F-7-2017 | 5 208 970,4 | 272 377,2 | 5,41 | 7,80 |
| F-8-2017 | 5 208 919,6 | 272 414,2 | 5,18 | 7,564 |

Les emplacements des forages réalisés sont présentés sur la figure 2 à la suite du texte.

3.1.3 Travaux de laboratoire

Tous les échantillons de sols et de roc récupérés dans les forages ont été transportés à notre laboratoire, où ils ont fait l'objet d'une description visuelle plus approfondie par un ingénieur en géotechnique. Les essais de laboratoire présentés au tableau 3.2 ont été effectués sur des échantillons représentatifs des sols rencontrés.

Tableau 3.2 Essais de laboratoire réalisés

| Essai | Norme | Nombre |
|---|----------------------------|--------|
| Analyse granulométrique | LC 21-040 | 9 |
| Sédimentométrie | NQ 2501-025 | 6 |
| Teneur en eau | LC 21-021 | 4 |
| Limite d'Atterberg | NQ 2501-092 | 4 |
| Résistance en compression de la roche intacte | ASTM D 7012 et ASTM D 4543 | 4 |

Les résultats obtenus sont présentés à la section 4 ainsi qu'à l'annexe C du présent rapport. Les échantillons récupérés dans les forages seront conservés pour une période d'un (1) an après l'émission du présent rapport, après quoi ils seront détruits, à moins d'avis contraire de la part du Client.

3.2 Volet environnemental

Une procédure rigoureuse de gestion, basée sur les principes énoncés dans le « Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales » du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), a été suivie lors du prélèvement, de l'identification, de l'entreposage temporaire et du transport des échantillons, de façon à assurer leur conservation et leur intégrité jusqu'à leur acheminement au laboratoire analytique retenu aux fins du mandat.

Pour les forages, avant chaque prélèvement d'échantillons de sols, la cuillère fendue et les instruments utilisés ont été lavés et brossés à l'eau savonneuse, puis rincés successivement à l'eau déminéralisée, à l'acétone, à l'hexane, à l'acétone et, finalement, à l'eau déminéralisée.



Tous les échantillons prélevés ont été soigneusement placés dans des pots neufs en verre, scellés et munis d'un couvercle hermétiquement vissé.

4. Description sommaire des sols et du roc

Pour faciliter la lecture du rapport, la description des sols et/ou du roc se fera selon deux secteurs, soit la tête du quai et la digue d'approche. Sommairement, pour la partie quai, la stratigraphie est constituée d'une couche de gravier sableux suivie d'une couche de sable graveleux reposant sur le roc. Pour la digue d'approche, sous l'enrobé bitumineux et/ou le remblai granulaire, la stratigraphie est composée principalement d'un horizon de blocs et/ou cailloux avec des morceaux de bois contenant des proportions variables de sable, gravier et silt suivi d'une couche de silt de sols naturels reposant sur le roc.

Une description détaillée de la stratigraphie des sols et du roc rencontrés est présentée aux sous-sections suivantes ainsi qu'à l'annexe A du rapport.

4.1 Tête du quai

Le tableau 4.1 suivant fait la synthèse des unités stratigraphiques rencontrées aux endroits des forages réalisés sur la façade sud du quai à l'étude. Rappelons que ces forages ont été réalisés en porte-à-faux à partir de la tête du quai. Les profondeurs mentionnées dans la section sont en fonction du dessus de la plateforme de travail.

Tableau 4.1 Synthèse stratigraphique de la tête du quai – profondeur (élévation géodésique) en mètre

| Forage | Vide et/ou colonne d'eau - Épaisseur (m) | Gravier sableux (m) | Sable (m) | Roc friable (m) | Roc (m) |
|-----------------|--|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| F-1-2017 (5,12) | 9,91 | 9,91 à 12,80 (-4,79 à -7,68) | 12,80 à 17,48 (-7,68 à -12,36) | 17,48 à 18,69 (-12,36 à -13,57) | 18,69 à 23,88 ⁽¹⁾ (13,57 à -18,76) |
| F-2-2017 (5,41) | 10,21 | 10,21 à 12,50 (-4,80 à -7,09) | 12,50 à 19,00 (-7,09 à -13,59) | 19,00 à 19,61 (-13,59 à -14,20) | 19,61 à 24,84 ⁽¹⁾ (-14,20 à -19,43) |

⁽¹⁾ : Profondeur de la fin du forage.

4.1.1 Gravier sableux

À l'endroit des forages F-1-2017 et F-2-2017, un dépôt constitué de gravier sableux à sable et gravier contenant un peu de silt a été observé dans le fond marin, soit à des élévations respectives de -4,79 et -4,80 m. Ce dépôt est de couleur grise et saturé. Selon l'indice « N » qui varie généralement de 2 à 26, la compacité de cette couche est qualifiée de lâche à compacte. Son épaisseur varie de 2,89 et 2,29 m aux emplacements des forages F-1-2017 et F-2-2017, respectivement.

Une (1) analyse granulométrique par tamisage effectuée sur un échantillon représentatif de ce dépôt a révélé les proportions indiquées au tableau 4.2.



Tableau 4.2 Résultat d'une analyse granulométrique – Tête du quai

| Forage | Échantillon | Profondeur (Élévation) (m) | Proportion (%) | | |
|----------|-------------|-------------------------------|----------------|-------|----------------|
| | | | Gravier | Sable | Silt et argile |
| F-1-2017 | CF-4 | 11,74 à 12,34 (-6,62 à -7,22) | 40 | 49 | 11 |

Les résultats de laboratoire sont également présentés en annexe C du présent rapport.

4.1.2 Sable

Sous la couche de gravier sableux, aux emplacements des forages F-1-2017 et F-2-2017, une couche de sable un peu de gravier à graveleux contenant un peu de silt a été rencontrée à une profondeur de 12,80 et 12,50 m (élevations géodésiques de -7,68 et -7,09 m), respectivement. Cette couche est généralement humide et de couleur grise. Selon l'indice « N » qui varie généralement de 12 à 45, la compacité de cette couche varie de compacte à dense. Un bloc de granit rose a également été rencontré à l'intérieur de cette couche à l'endroit du forage F-1-2017. L'épaisseur de cette couche est de 4,68 et 6,50 m aux emplacements des forages F-1-2017 et F-2-2017, respectivement.

À l'emplacement du forage F-1-2017, un horizon de compacité très lâche (indice « N » de 3) constitué de silt et sable, un peu d'argile et traces de gravier de 0,87 m d'épaisseur a été rencontré à une profondeur de 16,61 m (élévation géodésique de -11,49 m), soit dans la partie inférieure de la couche.

Trois (3) analyses granulométriques par tamisage et une (1) sédimentométrie effectuées sur des échantillons représentatifs de ce dépôt ont révélé les proportions indiquées au tableau 4.3.

Tableau 4.3 Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – tête du quai

| Forage | Échantillon | Profondeur (Élévation) (m) | Proportion (%) | | | |
|----------|-------------|---------------------------------|----------------|-------|---------|--------|
| | | | Gravier | Sable | Silt et | argile |
| F-1-2017 | CF-12 | 16,61 à 17,22 (-11,49 à -12,10) | 4 | 35 | 44 | 17 |
| F-2-2017 | CF-5 | 13,56 à 14,17 (-8,15 à -8,76) | 20 | 64 | 16 | |
| F-2-2017 | CF-9 | 16,61 à 16,92 (-11,20 à -11,51) | 24 | 65 | 11 | |

Les résultats de laboratoire sont également présentés en annexe C du présent rapport.

4.1.3 Roc

Sous les dépôts granulaires rencontrés, à l'endroit des forages F-1-2017 et F-2-2017, le roc a été rencontré à une profondeur variant de 17,48 et 19,0 m respectivement (élevations géodésiques de -12,36 et -13,59 m).



La partie supérieure du roc est généralement constituée de *shale* (roche sédimentaire) gris friable et il devient relativement plus sain par la suite. Basée sur l'indice « RQD » (*Rock Quality Designation*) qui représente une appréciation indirecte du nombre de fractures du roc, la qualité du roc varie généralement de très mauvaise qualité (0 à 14 %) à moyenne qualité en profondeur (74 %).

En plus de son degré de fracturation relativement élevé, il a été difficile d'obtenir des échantillons de qualité (principalement par rapport au respect de la géométrie des échantillons) pour la réalisation selon les normes des essais de laboratoire (essais en compression) discutés à la section 4.3.

Les rapports de forage, présentés à l'annexe A, indiquent les taux de récupération du roc durant les opérations de forage ainsi que les indices « RQD ».

De plus, un rapport photographique (à l'état sec et mouillé) de tous les échantillons du roc qui ont été prélevés à l'endroit de tous les forages est présenté également à l'annexe B.

4.2 Digue d'approche

Le tableau 4.4 suivant fait la synthèse des unités stratigraphiques rencontrées aux endroits des forages réalisés sur la digue d'approche.

Tableau 4.4 Synthèse stratigraphique de la digue d'approche - Profondeur (élévation) en mètre

| Forage (élévation) | Enrobé bitumineux (m) | Remblai granulaire (m) | Remblai hétérogène (m) | Sols naturels | Roc (m) |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---|
| | | | | Silt (m) | |
| F-3-2017 (5,56) | 0,00 à 0,05 (5,56 à 5,51) | 0,05 à 0,53 (5,51 à 5,03) | 0,53 à 2,44 (5,03 à 3,12) | 2,44 à 5,72 (3,12 à -0,16) | 5,72 à 7,24 ⁽¹⁾ (-0,16 à -1,68) |
| F-4-2017 (5,62) | -- | 0,00 à 0,46 (5,62 à 5,16) | 0,46 à 4,27 (5,16 à 1,35) | 4,27 à 6,17 (1,35 à -0,55) | 6,17 à 7,70 ⁽¹⁾ (-0,55 à -2,08) |
| F-5-2017 (5,54) | -- | 0,00 à 0,46 (5,54 à 5,08) | 0,46 à 4,88 (5,08 à 0,66) | 4,88 à 6,10 (0,66 à -0,56) | 6,10 à 7,62 ⁽¹⁾ (-0,56 à 2,08) |
| F-6-2017 (5,48) | 0,00 à 0,03 (5,48 à 5,45) | 0,03 à 0,66 (5,45 à 4,82) | 0,66 à 4,27 (4,82 à 1,21) | 4,27 à 6,55 (1,21 à -1,07) | 6,55 à 8,13 ⁽¹⁾ (-1,07 à -2,65) |
| F-7-2017 (5,41) | 0,00 à 0,03 (5,41 à 5,38) | 0,03 à 0,51 (5,38 à 4,90) | 0,51 à 4,88 (4,90 à 0,53) | 4,88 à 6,60 (0,53 à -1,19) | 6,60 à 8,53 ⁽¹⁾ (-1,19 à -3,12) |
| F-8-2017 (5,18) | 0,00 à 0,03 (5,18 à 5,15) | 0,03 à 0,53 (5,15 à 4,65) | 0,53 à 4,27 (4,65 à 0,91) | 4,27 à 9,30 (0,91 à -4,12) | 9,30 à 10,34 ⁽¹⁾ (-4,12 à -5,16) |

⁽¹⁾ profondeur de la fin du forage.

-- : signifie que cette couche n'a pas été observée.

4.2.1 Enrobé bitumineux

En surface de la digue, à l'endroit des forages F-3-2017 et F-6-2017 à F-8-2017, un enrobé bitumineux d'une épaisseur variant de 30 à 50 mm a été observé.



4.2.2 Remblai granulaire

En surface, à l'endroit des forages F-4-2017 et F-5-2017, et sous l'enrobé bitumineux, à l'endroit des forages F-3-2017 et F-6-2017 à F-8-2017, un remblai granulaire constitué principalement de sable contenant des proportions variables de gravier et des traces à un peu de silt a été rencontré. Ce remblai est généralement humide et de couleur grise à noire. Selon l'indice « N » qui varie de 18 à 47, la compacité de ce dépôt varie de compacte à dense. De l'enrobé bitumineux a été observé à l'intérieur de ce remblai à l'endroit des forages F-4-2017 à F-8-2017. L'épaisseur de ce remblai varie de 0,46 à 0,63 m à l'endroit de ces forages.

4.2.3 Remblai hétérogène

Sous le remblai granulaire, un remblai hétérogène généralement constitué de blocs et/ou cailloux et des morceaux de bois contenant également des proportions variables de gravier, sable et silt a été rencontré aux emplacements des forages F-4-2017 à F-8-2017 à une profondeur variant de 0,46 à 0,66 m. La compacité de ce remblai est difficilement identifiable, car il contient trop de blocs et/ou cailloux et ceux-ci peuvent biaiser les résultats des indices « N ».

À l'endroit du forage F-3-2017, ce remblai est composé d'un silt sableux, un peu d'argile et gravier. Il a été rencontré à une profondeur de 0,53 m et son épaisseur est de 1,91 m. Des blocs et/ou cailloux ont également été observés dans ce forage.

Une analyse granulométrique par tamisage et une sédimentométrie effectuées sur un échantillon de cette couche à l'endroit du forage F-3-2017 ont révélé les proportions indiquées au tableau 4.5.

Tableau 4.5 Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques (remblai hétérogène)

| Forage | Échantillon | Profondeur (Élévation) (m) | Proportion (%) | | | |
|----------|-------------|-----------------------------|----------------|-------|------|--------|
| | | | Gravier | Sable | Silt | Argile |
| F-3-2017 | CFE-3 | 1,50 à 2,11 (-1,53 à -2,13) | 14 | 22 | 54 | 10 |

Ces résultats de laboratoire sont également présentés à l'annexe C du présent rapport.

4.2.4 Sols naturels

Aux emplacements des forages F-3-2017 à F-8-2017, des sols naturels constitués principalement de silt contenant des traces de sable à sableux et des traces à un peu d'argile et de gravier ont été rencontrés à une profondeur variant de 2,44 à 4,88 m. Ce dépôt contient également des morceaux de bois ainsi que des cailloux et/ou blocs. L'épaisseur de cette couche varie de 1,22 à 5,03 m.

Quatre (4) analyses granulométriques par tamisage et quatre (4) sédimentométriques ont été effectuées sur des échantillons représentatifs de cette couche. Les résultats de ces essais sont présentés au tableau 4.6 suivant.



Tableau 4.6 Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques (silt)

| Forage | Échantillon | Profondeur (Élévation) (m) | Proportion (%) | | | |
|----------|-------------|--------------------------------|----------------|-------|------|--------|
| | | | Gravier | Sable | Silt | Argile |
| F-4-2017 | CFE-9 | 4,88 à 5,49 (0,74 à 0,13) | 0 | 7 | 83 | 10 |
| F-5-2017 | CFE-10 | 5,49 à 6,10 (0,05 à -0,56) | 0 | 13 | 71 | 6 |
| F-6-2017 | CFE-8 | 4,27 à 4,88 (1,21 à 0,60) | 5 | 20 | 71 | 4 |
| F-8-2017 | CFE-12 | 6,71 à 7,31 (-1,53 à -2,13) | 0 | 11 | 82 | 7 |

Les résultats des autres essais réalisés en laboratoire ont permis de déterminer certaines propriétés de cette couche généralement de nature cohérente. Ces propriétés sont présentées au tableau 4.7 suivant.

Tableau 4.7 Limites d'Atterberg (silt)

| Forage | Échant. | Profondeur (Élévation) (m) | Limite de liquidité (%) | Limite de plasticité (%) | Indice de plasticité | Indice de liquidité | Teneur en eau naturelle (%) |
|----------|---------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|
| F-4-2017 | CFE-9 | 4,88 à 5,49 (0,74 à 0,13) | 42 | 25 | 17 | 0,53 | 34 |
| F-5-2017 | CFE-10 | 5,49 à 6,10 (0,05 à -0,56) | 26 | 19 | 7 | 1,14 | 27 |
| F-6-2017 | CFE-8 | 4,27 à 4,88 (1,21 à 0,60) | 51 | 31 | 20 | 0,40 | 43 |
| F-8-2017 | CFE-12 | 6,71 à 7,31 (-1,53 à -2,13) | 38 | 26 | 12 | 1,25 | 41 |

Malgré la faible proportion d'argile, les résultats des limites d'Atterberg indiquent que ce dépôt est relativement plastique; en effet les indices de plasticité varient de 7 à 20. La consistance de cette couche a été estimée de raide à très raide. Ces résultats de laboratoire sont également présentés à l'annexe C du présent rapport.

4.2.5 Roc

Sous les sols naturels, à l'endroit des forages F-3-2017 à F-8-2017, le roc a été rencontré à une profondeur variant de 5,72 à 9,30 m, ce qui correspondent à des élévations géodésiques variant de -0,16 à -4,12 m. La profondeur et l'élévation du roc observées à chaque forage sont présentées au tableau 4.4.

Le roc rencontré est un *shale* (roche sédimentaire) gris avec un degré de fracturation élevé. Basée sur l'indice « RQD », la qualité du roc varie généralement de très mauvaise à moyenne qualité (0 à 72 %). Un horizon friable et très fracturé a été observé dans sa partie supérieure à l'endroit de la plupart des forages.



En plus de son degré de fracturation relativement élevé, il a été difficile d'obtenir des échantillons de qualité (principalement par rapport au respect de la géométrie des échantillons) pour la réalisation selon les normes des essais de laboratoire discutés à la section 4.3.

Les rapports de forage, présentés à l'annexe A, indiquent les taux de récupération du roc durant les opérations de forage ainsi que les indices « RQD ».

De plus, un rapport photographique (à l'état sec et mouillé) de tous les échantillons du roc qui ont été prélevés à l'endroit de tous les forages est présenté également à l'annexe B.

4.3 Résistance en compression uniaxiale

Au total, quatre (4) essais de résistance en compression uniaxiale (C_o) avec mesures du poids volumique ont été effectués sur différents échantillons de roc prélevés dans les forages.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.8 suivant et les résultats détaillés (rapports d'essais) sont présentés à l'annexe C.

Tableau 4.8 Résultats des essais en compression uniaxiale non confinée

| Forage | Échantillon | Profondeur (élévation) (m) | Résistance en compression (MPa) | Poids volumique (kN/m^3) | Lithologie |
|------------------|-------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------|
| Tête du quai | | | | | |
| F-1-2017 | CR-19 | 22,25 à 22,35 (-17,13 à -17,23) | 1,9 | 25,68 | Shale gris |
| Digue d'approche | | | | | |
| F-5-2017 | CR-11 | 6,81 à 6,92 (-1,27 à -1,38) | 6,7 | 25,66 | Shale gris |
| F-6-2017 | CR-12 | 6,95 à 7,01 (-1,47 à -1,53) | 4,3 | 25,28 | Shale gris |
| F-7-2017 | CR-14 | 8,02 à 8,12 (-2,84 à -2,94) | 7,9 | 25,79 | Shale gris |

En fonction des résultats des essais de compression réalisés sur le roc intact et basé sur la classification de Marinos et Hoek, 2001 (voir MCIF 2013, Table 3.5), le roc se classe comme étant un roc présentant une résistance généralement **très faible à faible**.

5. Eau souterraine

Les niveaux de la nappe d'eau souterraine ont été relevés, le 27 novembre 2017, dans les forages où des tubes d'observation ont été préalablement mis en place. Le tableau 5.1 suivant présente les résultats obtenus.



Tableau 5.1 Niveau de l'eau souterraine relevé dans les tubes d'observation

| Forage n° | 27 novembre 2017 à 7 h du matin – marée basse | |
|-----------|---|---|
| | Profondeur de l'eau souterraine (m) | Élévation géodésique de l'eau souterraine (m) |
| F-3-2017 | 2,24 | 3,32 |
| F-4-2017 | 2,43 | 3,19 |
| F-5-2017 | 2,95 | 2,59 |
| F-6-2017 | 3,73 | 1,75 |
| F-7-2017 | 3,92 | 1,49 |
| F-8-2017 | 5,18 | 0,67 |

Il est à noter que le niveau de l'eau dans le sol et la masse rocheuse est susceptible de fluctuer, à la hausse ou à la baisse, selon les marées, les saisons et/ou les conditions climatiques et les travaux de construction entrepris sur le terrain ou à proximité du terrain visé par cette étude.

6. Recommandations et commentaires

6.1 Description du projet

Selon les informations transmises par le Client, il est projeté de réhabiliter complètement le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, son système de débarquement ainsi que la digue d'approche.

Les travaux de réfection prévus seront réalisés sur les deux parties de l'ouvrage, soit la digue d'approche et la tête du quai. La réfection de la digue d'approche inclut la remise à niveau de la première partie de la digue et l'élargissement de la digue près de la tête du quai. Quant à cette dernière, il est prévu de la reconstruire en ajoutant des pieux-palplanches ancrés au roc, ceux-ci permettront d'agrandir la surface actuelle du quai de 2 m vers l'est, de 2 m vers l'ouest et de 3 m vers le sud.

Selon les récentes informations, il est prévu de construire une dalle de béton comme surface finale à la tête du quai, celle-ci servira d'aire de stationnement et de circulation pour les usagers du quai.

En se basant sur les résultats des forages F-1-2017 à F-8-2017, sur les résultats des essais de laboratoire et en supposant qu'ils sont représentatifs de la stratigraphie le long de la digue d'approche et de la tête du quai, les recommandations et commentaires suivants sont maintenant présentés.

6.2 Pieux-palplanches

D'après les informations préliminaires fournies par le concepteur du Client, des pieux-palplanches seront mis en place pour la réalisation de l'ouvrage projeté et principalement au niveau de la tête du quai. Dans le choix de sa méthode, le concepteur devra tenir compte de la présence de blocs et/ou cailloux dans la couche de sable qui a été rencontrée à la tête du quai. Bien qu'un seul bloc ait été rencontré dans le forage F-1 à une profondeur de 15 m, on retrouve fréquemment dans ce type de dépôt des cailloux et des blocs qui pourraient provoquer des refus prématurés des palplanches



ou les faire dévier. On devra aussi tenir compte que l'eau est saumâtre à ce niveau du fleuve et qu'une protection contre la corrosion devrait être prévue pour l'acier mis en contact avec l'eau.

Pour la conception des murs de pieux-palplanches et pour l'élargissement de la digue d'approche en enrochement, nous recommandons d'utiliser les paramètres géotechniques suivants.

Tableau 6.1 Paramètres géotechniques des sols – conception de palplanches ou pieux/palplanches

| Paramètres | Tête du quai | | | Digue d'approche |
|---|-----------------|-------|----------------------|------------------|
| | Gravier sableux | Sable | Pierre nette (20 mm) | Silt |
| Poids volumique saturé, γ_{sat} (kN/m ³) | 21,0 | 20,0 | 22 | 19 |
| Poids volumique déjaugé, γ' (kN/m ³) | 11,0 | 10,0 | 12 | 9 |
| Angle de frottement effectif interne, ϕ' (°) | 35 | 32 | 40 | 29 |
| Cohésion effective, c' (kPa) | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Coefficient de poussée au repos, K_0 (-) | 0,42 | 0,47 | 0,36 | 0,45 |
| Coefficient de butée active, K_a (-) | 0,27 | 0,31 | 0,21 | 0,35 |
| Coefficient de butée passive, K_p (-) | 3,70 | 3,25 | 4,60 | 2,88 |
| Angle de friction interne effectif entre le sol et l'acier des palplanches (δ) | 17 | 14 | 22 | 11 |

Tableau 6.2 Paramètres géotechniques du roc

| Paramètre | Symbole | Valeur |
|----------------------------------|------------|-------------------------|
| Résistance en compression du roc | σ_c | 4 MPa |
| Poids volumique du roc | γ | 25,60 kN/m ³ |
| Poids volumique déjaugé du roc | γ' | 15,60 kN/m ³ |

6.2.1 Remblayage à l'arrière du mur de pieux-palplanches

Premièrement, une pierre nette 20 mm pourra être utilisée comme matériau de remblayage entre le fond marin et le niveau supérieur de l'eau. Le remblai de pierre nette devra être recouvert d'un géotextile séparateur.

Par la suite, un matériau de type classe « B » non gélif (moins de 15 % de fines) pourra être utilisé comme matériau de remblayage entre le remblai en pierre nette et le coussin de la dalle (aires de circulation et de stationnement). En plus des recommandations précédentes, il est important de noter les points suivants :

- Aucun caillou et/ou bloc de plus de 300 mm de diamètre ne devra être mis en place.



- Aucun matériau impropre tel que des sols compressibles et peu résistants (terre végétale, matière organique, morceaux de bois, débris, etc.) et des sols contaminés ne doivent être utilisés pour le remblayage.
- Aucun matériau gélif ne devra être utilisé dans la zone de pénétration maximale (verticale et horizontale) du gel à l'arrière du mur de pieux-palplanches. Le remblayage avec ces matériaux peut engendrer des poussées supplémentaires sur la structure.

Enfin, et selon les informations fournies par le concepteur, une dalle au sol sera construite au niveau final à la tête du quai, celle-ci agira comme surface des aires de circulation et de stationnement. Il est recommandé de prévoir la mise en place d'un coussin de pierre concassée de calibre MG-20, immédiatement sous la dalle de béton, à titre de fondation pour cette dernière. La pose de ce coussin permettra d'homogénéiser la surface d'assise finale avant le bétonnage de la dalle. L'épaisseur de pierre concassée recommandée est de 300 mm minimum. Cette couche devra être densifiée à 95 % de la densité maximale sèche du matériau obtenue à l'essai Proctor modifié.

6.3 Excavations

D'après les informations fournies par le concepteur du Client, des excavations d'environ 4 à 5 m de profondeur vont être réalisées pour la réfection de la digue d'approche. Effectivement, il sera nécessaire d'excaver l'enrobé bitumineux, le remblai granulaire et l'horizon de cailloux et/ou blocs contenant des morceaux de bois.

Comme nous ne connaissons pas la méthode de l'entrepreneur à ce stade-ci du projet, nous recommandons que les pentes d'excavation temporaires dans le remblai et les sols naturels soient déterminées par un ingénieur qualifié en géotechnique au moment de la réalisation de ces travaux. À titre informatif, le reste de la présente section présente des recommandations pertinentes pour la réalisation des excavations.

Les déblais d'excavation du mort-terrain devront être mis en pile à une distance horizontale minimale équivalente à la profondeur des excavations par rapport au sommet de la pente. Ce profil d'excavation présuppose également qu'aucune surcharge d'entreposage et/ou de circulation ou encore qu'aucun travail nécessitant la mise en place d'une surcharge de machinerie lourde (grue pour opération de levage ou autre) ne sera autorisée en haut de pente à l'intérieur de cette même distance.

Tout dépendant de la durée d'exposition des parois de l'excavation ou des conditions climatiques qui prévaudront au moment des travaux, les parois des pentes d'excavation pourraient devoir être recouvertes de membranes de protection afin de prévenir l'érosion et le développement d'instabilités superficielles locales. Le suivi en temps continu du comportement des pentes sujettes aux intempéries permettra de statuer sur le besoin réel au recouvrement des pentes aux fins de protection superficielle.

Toute pente d'excavation non supportée devra être ajustée en fonction des conditions réelles du terrain (densité des sols, niveaux de l'eau souterraine et des marées, présence d'eau occluse, de débris, évidence d'instabilités locales, etc.) et du comportement *in situ* des pentes lors des travaux d'excavation, et ce, jusqu'à la fin des travaux de remblayage final des excavations.



Aux endroits où des pentes d'excavation sécuritaires ne peuvent être réalisées en raison des contraintes d'espace, tel que le long des infrastructures existantes (route, quai existant, etc.) à proximité de l'excavation, un système temporaire de soutènement des terres devrait être utilisé et dimensionné selon les normes et codes en vigueur. Les paramètres géotechniques généralement requis pour le dimensionnement de ces ouvrages temporaires pourront être fournis à demande du concepteur du Client.

Les sols excavés devront être gérés et disposés hors site en fonction de leur classification environnementale, telle qu'établie à partir des critères génériques du « Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés » (« Guide d'intervention »). Aucune évaluation environnementale de site – phase I n'a été réalisée dans le cadre de ce mandat. Au besoin, ces études pourraient être réalisées dans le cadre d'un autre mandat.

En tout temps, les prescriptions de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) devront être respectées lors de l'exécution des excavations. Rappelons que la réalisation des pentes d'excavation non supportées, stables et sécuritaires durant les travaux demeure la responsabilité de l'entrepreneur. Afin d'assurer la sécurité des travailleurs, les pentes d'excavation devront être vérifiées et validées par un ingénieur qualifié en géotechnique.

6.3.1 Drainage temporaire

Des venues d'eau importantes seront anticipées, particulièrement en marée montante et lors des excavations sous le niveau du cours d'eau. Un système d'assèchement des excavations devra être conçu par l'entrepreneur afin de rabattre le niveau de l'eau souterraine pour maintenir les fonds de fouille au sec ou adéquats durant les travaux.

Les débits d'infiltration pourront varier, même considérablement, dépendant des marées, des conditions de sols rencontrées, des conditions d'eau souterraine et selon la profondeur et l'étanchéité du système de soutènement temporaire utilisé.

Les ouvrages de soutènement temporaire et de drainage des excavations devront être confiés à des entrepreneurs de compétence reconnue dans ces domaines.

6.4 Enrochement

Si présent lors de la mise en place de l'enrochement, on devrait idéalement prévoir l'excavation des sols vaseux superficiels sur une épaisseur d'environ 1,0 m puis y déposer un géotextile. L'enrochement pourra par la suite y être déposé soigneusement.

Bien que divers types de roc puissent être utilisés, l'enrochement devra être dur et résistant mécaniquement aux glaces et aux effets de gel-dégel. Les pierres devront provenir d'une carrière (roc dynamité) et elles devront être exemptes de fissures et de plans de faiblesses. Les caractéristiques physiques et mécaniques du roc d'enrochement devraient idéalement répondre aux critères suivants :



Tableau 6-2 Critères d'acceptation du roc d'enrochement

| Nom de l'essai | Méthode d'essai | Critère d'acceptation |
|---|-------------------|---------------------------------|
| Densité SSD | ASTM C127 | 2,65 |
| Absorption de l'eau | ASTM C127 | ≤ 0,5 % |
| Résistance en compression | ASTM D7012 | ≥ 100 MPa |
| Résistance à l'usure Micro-Deval | ASTM D6928 | ≤ 15 |
| Intégrité MgSO ₄ | ASTM C88 | ≤ 1,5 % de perte après 5 cycles |
| Résistance au gel/dégel sur gros granulats non confinés | CAN/CSA A23.2-24A | ≤ 5 % de perte après 5 cycles |

Note : ces critères sont ceux utilisés par Travaux Publics et Services Gouvernementaux Canada pour la réfection ou la construction de brise-lames en milieu marin.

Il est fortement recommandé de faire approuver la pierre d'enrochement en carrière par un ingénieur-géologue ou un géologue avant que les pierres ne soient transportés au site.

6.5 Recommandations générales de construction et autres considérations

Les méthodes de forage géotechnique et d'échantillonnage conventionnels ne permettent pas d'établir avec précision les paramètres géotechniques des sols granulaires très lâches ainsi que ceux des sols cohérents stratifiés qui ont été rencontrés.

Généralement, l'évaluation des paramètres géotechniques de tels sols, ainsi que leur comportement mécanique en présence d'un séisme ou encore sous un chargement, peut être raffinée au moyen de sondages au piézocône.

L'entrepreneur demeure responsable de déterminer, en fonction de ses méthodes de travail, si la réalisation de tels sondages permettrait d'optimiser leur conception ainsi que les travaux prévus et si de tels sondages étaient requis à la suite de l'adjudication du contrat pour finaliser la conception.

Il est recommandé d'effectuer un suivi géotechnique et qualitatif lors des travaux de construction. Entre autres, et sans nécessairement s'y limiter, il est recommandé de faire inspecter les travaux de remblayage et de compactage par un personnel compétent en géotechnique.

Ces opérations devraient également faire l'objet d'un suivi approprié, de façon à s'assurer que des matériaux conformes soient employés et que les degrés de compactage demandés soient effectivement atteints.

Il est recommandé de faire inspecter les travaux d'enfoncement de pieux et de palplanches par un personnel compétent en géotechnique, qui s'assurera que les niveaux de pénétration et de conception soient atteints.

Un suivi des vibrations engendrées par les travaux d'enfoncement des pieux et des palplanches devra aussi être réalisé afin de s'assurer de ne pas provoquer de dommages aux structures existantes.



La mise en place de l'enrochement ainsi que ses caractéristiques devra aussi être supervisée par un ingénieur géologue.

7. Échantillonnage environnemental préliminaire

Étant donné que les travaux projetés pourraient impliquer l'excavation de sols devant être acheminés hors site, le présent mandat visait également l'échantillonnage environnemental des sols afin d'en vérifier la qualité environnementale (niveau de contamination) à l'emplacement des forages géotechniques et d'émettre des recommandations concernant la gestion d'éventuels déblais excavés.

7.1.1 Laboratoire d'analyses

Les analyses chimiques effectuées dans le cadre de ce mandat ont été réalisées par le laboratoire Maxxam Analytique inc. (Maxxam) à Québec qui est accrédité par le MDDELCC.

7.1.2 Critères d'interprétation

Compte tenu de l'usage d'infrastructure routière du site, le niveau « C » des critères génériques du « Guide d'intervention », soit l'équivalent des valeurs limites de l'Annexe II du « Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains » (RPRT), est considéré par GHD comme étant le seuil à partir duquel des travaux de réhabilitation seraient requis.

Par ailleurs, selon la carte interactive du Système d'information géominière du Québec (SIGÉOM) du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, le site est localisé dans la province géologique des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ainsi, le niveau « A » des critères génériques applicable au site pour le dépistage des métaux est celui pour cette province géologique, tel que défini dans le « Guide d'intervention » du MDDELCC. De plus, étant donné que certains sols seront excavés lors des travaux de réfection projetés et pourraient devoir être acheminés hors site, les options de gestion de la « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention » jointe au présent rapport, à l'annexe E, ont été considérées.

7.1.3 Résultats des analyses chimiques

Parmi les échantillons de sols prélevés dans les forages, le dépistage des paramètres suivants a été déterminé par le Client :

- huit (8) échantillons pour les hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ (HP C₁₀-C₅₀);
- huit (8) échantillons pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
- huit (8) échantillons pour les métaux (treize [13] métaux).

Le tableau 7.1 suivant présente la classification environnementale des résultats des sols pour les échantillons prélevés en fonction des exigences du MDDELCC. Le certificat d'analyses chimiques est présenté à l'annexe D du rapport.



Tableau 7.1 Classification environnementale des résultats des sols

| Forage | Échantillon | Profondeur (m) | Date de prélèvement | Paramètres analysés | | |
|-----------|-------------|----------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | | | | HP C ₁₀ -C ₅₀ | HAP | Métaux |
| F-03-2017 | CFE-3 | 1,22 à 1,83 | 07-11-2017 | <A (<VL-AI) | A-B (<VL-AI) | A-B (<VL-AI)) |
| F-04-2017 | CFE-1A | 0 à 0,20 | 07-11-2017 | A-B (<VL-AI) | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |
| F-04-2017 | CFE-5 | 2,59 à 3,05 | 07-11-2017 | <A (<VL-AI) | A-B (<VL-AI) | B-C (> VL-AI) |
| F-05-2017 | CFE-1C | 0,46 à 0,61 | 07-11-2017 | A-B (<VL-AI) | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |
| F-06-2017 | CFE-5 | 2,44 à 3,05 | 16-11-2017 | <A (<VL-AI) | A-B (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |
| F-07-2017 | CFE-2 | 0,61 à 1,22 | 14-11-2017 | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |
| F-07-2017 | CFE-9 | 4,88 à 5,49 | 14-11-2017 | <A (<VL-AI) | A-B (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |
| F-08-2017 | CFE-2 | 0,61 à 1,22 | 14-08-2017 | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) | <A (<VL-AI) |

Notes :

<A, A-B, B-C, >C : Plages des critères génériques du « Guide d'intervention »;
 VL-AI : Valeurs limites de l'Annexe I du RPRT;
 VL-AII: Valeurs limites de l'Annexe II du RPRT;

Tous les résultats d'analyses chimiques pour les sols ont montré des concentrations inférieures au niveau « C » des critères génériques du « Guide d'intervention ». Ces résultats d'analyses chimiques respectent donc les exigences du MDDELCC pour l'usage du site.

Toutefois, le niveau « A » des critères génériques est considéré comme étant le seuil à partir duquel des restrictions pourraient être imposées dans le cas où des sols seraient excavés. Les sols classés « A-B » et « B-C » qui ont été identifiés sur le site devront, s'ils sont excavés et acheminés hors site, être gérés selon les dispositions de la « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention », présentée à l'annexe E du présent rapport.

7.1.4 Contrôle de la qualité

Le laboratoire Maxxam respecte un protocole rigide de contrôle interne de la qualité de ses services, afin de s'assurer de la conformité des méthodes d'analyses et de la crédibilité des résultats obtenus. Ce protocole inclut des duplicatas et des blancs d'étalonnage, lesquels sont présentés dans le certificat d'analyses à l'annexe D du rapport.

En plus des procédures de qualité considérées par Maxxam, GHD a vérifié les points suivants afin de contrôler les résultats d'analyses chimiques présentés :

- les méthodes utilisées pour les analyses chimiques sont reconnues par le MDDELCC;



- les numéros d'échantillons et les profondeurs correspondent à la demande d'essai;
- les paramètres analysés sont ceux qui avaient été demandés;
- les méthodes utilisées pour les analyses chimiques des duplicatas sont les mêmes que celles qui ont été utilisées pour les échantillons initiaux;
- les résultats d'analyses des duplicatas demandés par GHD ou autrement réalisés à l'interne par le laboratoire correspondent à ceux de l'échantillon initial visé;
- les blancs d'analyses réalisés à l'interne par le laboratoire ne présentent pas d'anomalie.

À la suite de ces vérifications, les résultats d'analyses chimiques effectuées ont été considérés valables aux fins de la présente étude.

7.2 Conclusions et recommandations environnementales

L'objectif de la présente caractérisation était de vérifier la qualité environnementale des sols à certains endroits où des sols pourraient être excavés lors de travaux futurs.

Les résultats d'analyses chimiques des sols à l'endroit des forages F-03-2017 à F-08-2017 ont montré des concentrations inférieures au niveau « C » des critères génériques du « Guide d'intervention » qui est la limite acceptable pour l'usage du site. Ces résultats d'analyses chimiques respectent donc les exigences du MDDELCC.

Il est à noter que le niveau « A » des critères génériques est considéré comme étant le seuil à partir duquel des restrictions pourraient être imposées dans le cas où des sols seraient excavés. Les sols classés « A-B » et « B-C » qui ont été identifiés sur le site devront, s'ils sont excavés et acheminés hors site, être gérés selon les dispositions de la « Grille de gestion des sols excavés » du « Guide d'intervention », présentée à l'annexe E du présent rapport.

8. Portée et limitations de l'étude

Le présent rapport s'adresse exclusivement à la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré ainsi qu'aux autres parties identifiées explicitement dans ce rapport et l'utilisation de celui-ci par une tierce partie est interdite sans le consentement écrit de GHD au préalable. En émettant le présent document, GHD affirme être l'auteur de la reconnaissance des sols pour le projet tel que décrit. Ce rapport est un document professionnel et doit demeurer la propriété exclusive de GHD. Toute réutilisation ou redistribution non autorisée du rapport constitue un risque qui incombe uniquement au Client et à son destinataire et pour lequel GHD ne peut être tenue responsable. Le Client assumera la responsabilité de défendre, d'indemniser ainsi que de dégager GHD de toute responsabilité résultant de la distribution non autorisée du rapport par le Client. Le rapport doit être pris comme un tout et doit inclure tous les tableaux, figures et annexes correspondants. Aucune partie du rapport ne peut être utilisée séparément.

Les recommandations formulées dans ce rapport sont basées sur notre compréhension du projet ainsi que sur l'utilisation, la topographie et les conditions actuelles du site, de même que sur la portée du mandat accordé par le Client et décrit dans le rapport. L'étude a été effectuée conformément aux règles et aux méthodes généralement reconnues par les professionnels en



géotechnique qui pratiquent dans les mêmes conditions ainsi que la même région et aucune autre interprétation n'est permise. Tout usage que pourrait en faire une tierce partie ou toute décision basée sur son contenu, prise par cette tierce partie, est la responsabilité de cette dernière.

Tous les détails de conception et de construction sont rarement connus à la fin de la reconnaissance des sols et peuvent être modifiés en cours de projet. Les commentaires et recommandations présentés dans le rapport sont basés sur les résultats de notre étude et notre compréhension du projet tels que définis au moment de l'étude. Les services de GHD devraient être retenus pour revoir ces recommandations et commentaires lorsque les devis seront terminés. Sans cette révision, GHD ne pourra être tenue responsable de tout malentendu par rapport aux recommandations ou à l'application et à l'adaptation de celles-ci dans la conception finale. Il est recommandé que les services de GHD soient retenus durant la construction de toutes les fondations et durant les travaux de terrassement afin de s'assurer que les conditions du sous-sol soient similaires à celles observées durant l'étude et que nos recommandations soient bien comprises à toutes les étapes de construction.

Il est important de souligner qu'une reconnaissance des sols consiste en un échantillonnage ponctuel d'un site et que les commentaires et recommandations inclus dans ce rapport sont basés sur les résultats obtenus aux emplacements des sondages réalisés uniquement.

Les conditions géologiques présentées aux emplacements sondés sont celles qui ont été observées au moment de la réalisation des sondages et peuvent toutefois être modifiées de façon significative par des travaux de construction (excavation, drainage, dynamitage, fonçage de pieux, etc.) sur le site ou sur les sites adjacents. Elles peuvent aussi être modifiées par l'exposition des sols à l'humidité, au séchage et/ou au gel. Les conditions de sol et d'eau souterraine entre les sondages et au-delà de l'endroit investigué peuvent varier autant en plan qu'en profondeur par rapport aux résultats obtenus à l'emplacement des forages. De plus, certaines conditions qui n'ont pu être observées ou prévues au moment de l'étude pourraient être rencontrées durant la construction. Dans l'éventualité où les conditions rencontrées sur le site devaient différer de celles observées à l'emplacement des sondages, nous demandons d'être immédiatement avisés par écrit afin de permettre une réévaluation de nos recommandations. Si des conditions différentes sont identifiées durant la construction, sans égard au degré d'importance des changements, les recommandations émises dans le présent rapport seront considérées comme invalides jusqu'à ce que ces changements soient évalués par GHD et que les conclusions du rapport soient modifiées en conséquence ou maintenues par écrit.

L'interprétation des résultats des analyses présentées dans ce rapport et les conclusions qui en découlent sont basées sur les données recueillies lors des travaux réalisés dans le cadre de cette étude. Elles réfèrent également aux normes, aux politiques et aux règlements environnementaux en vigueur au moment de l'étude et applicables au site étudié.



Veillez agréer nos salutations distinguées.

GHD

Volet géotechnique

Handwritten signature of Nabil Azzeddine in blue ink, with the initials 'AZ' written above the name.

Nabil Azzeddine, ing. jr

Handwritten signature of Terry Bélanger in blue ink.

Terry Bélanger, ing.

Handwritten signature of Guy Dionne in blue ink.

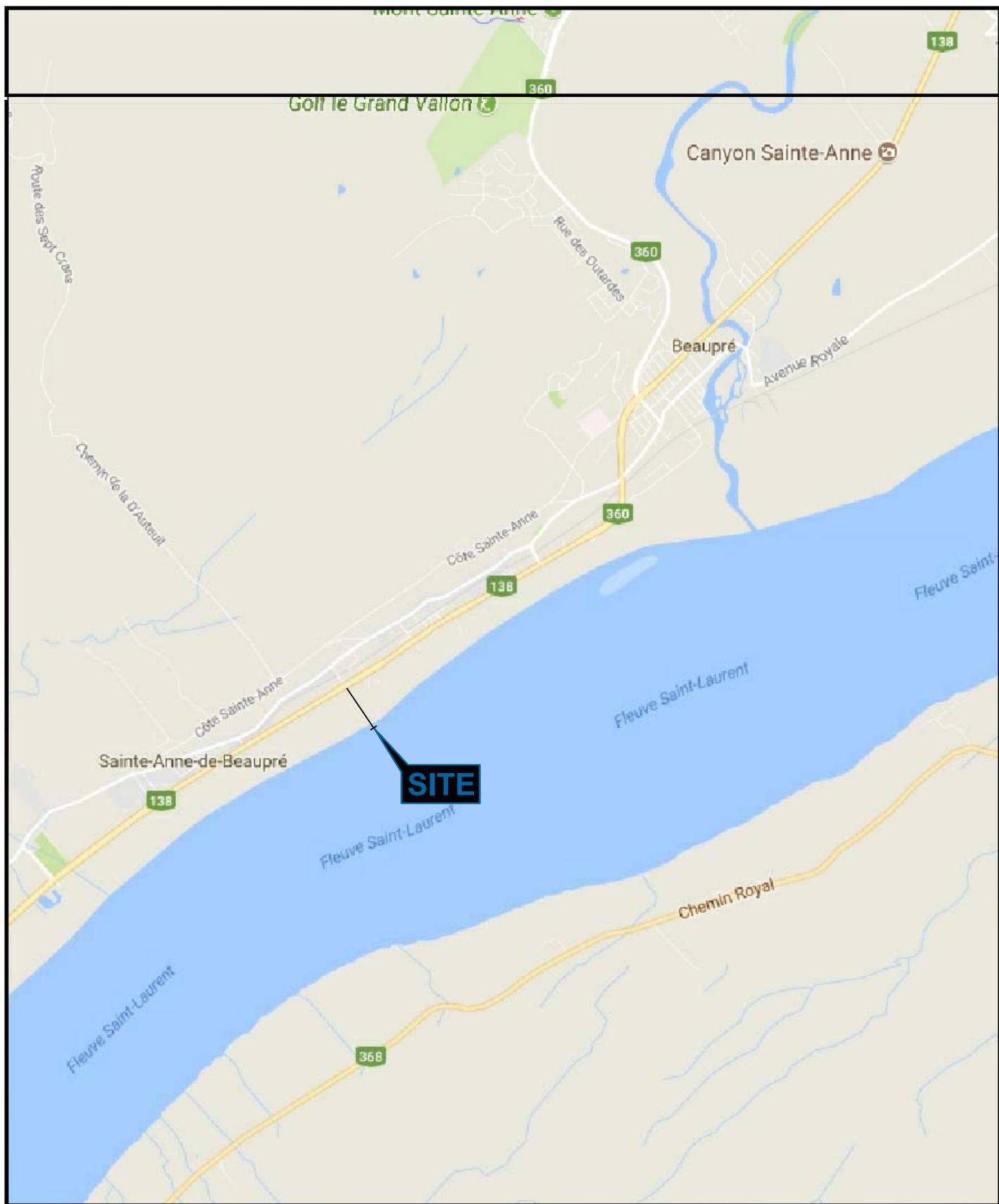
Guy Dionne, ing., M. Sc.

Volet environnemental

Handwritten signature of Yannick Tremblay in blue ink.

Yannick Tremblay, ing.

Figures



Source: Toutes les informations relatives aux conditions existantes du site proviennent des données cartographiques © 2017 google ou image © 2017 google, digitalglobe.



**CORPORATION DE DÉVELOPPEMENT DU QUAI
DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ
QUAI DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ, SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ, QUÉBEC
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET ÉCHANTILLONNAGE ENVIRONNEMENTAL PRÉLIMINAIRE
PLAN DE LOCALISATION DU SITE**

11143038-A1
18 MAI 2018

FIGURE 1



| COORD. MTM, NAD 83, FUSEAU 7 | | | | |
|------------------------------|----------|-----------|---------------|-----------------------------|
| Forage | X | Y | Élévation (m) | Élévation marégraphique (m) |
| F-1-2017 | 272440.7 | 5208862.8 | 5.12 | 7.51 |
| F-2-2017 | 272453.2 | 5208870.5 | 5.41 | 7.79 |
| F-3-2017 | 272228.6 | 5209196.6 | 5.56 | 7.95 |
| F-4-2017 | 272269.2 | 5209136.6 | 5.62 | 8.01 |
| F-5-2017 | 272294.9 | 5209094.7 | 5.54 | 7.93 |
| F-6-2017 | 272353.8 | 5209007.5 | 5.48 | 7.87 |
| F-7-2017 | 272377.2 | 5208970.4 | 5.41 | 7.80 |
| F-8-2017 | 272414.2 | 5208919.6 | 5.18 | 7.56 |

LÉGENDE

- F-1-2017 — FORAGE ET NUMÉRO
- F-1-2016 — ANCIEN FORAGE ET NUMÉRO, RÉALISÉ PAR SNC-LAVALIN

ÉCHELLE = 1/1250



RÉFÉRENCE:

TOUTES LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES © 2017 GOOGLE OU IMAGE © 2017 GOOGLE, DIGITALGLOBE ET DU PLAN FOURNI PAR LE CLIENT.

DESSINÉ PAR:

M.LAMONTAGNE

VÉRIFIÉ PAR:

T.BÉLANGER, ing.



CORPORATION DE DÉVELOPPEMENT DU QUAI DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ
 QUAI DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ, SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ, QUÉBEC
 ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET ÉCHANTILLONNAGE ENVIRONNEMENTAL PRÉLIMINAIRE
PLAN DE LOCALISATION

11143038-A1
 18 MAI 2018

FIGURE 2

Annexes

Annexe A

Rapports de forages



Notes explicatives sur les rapports de sondage

Description des sols :

Chacune des couches de mort-terrain est décrite selon la terminologie d'usage énumérée ci-après. La compacité des sols granulaires est définie par la valeur de l'indice de pénétration standard "N", et la consistance des sols cohérents par la résistance au cisaillement non drainé à l'état non remanié (Cu).

| Classification (Système unifié) | | | |
|---------------------------------|---------------------|----------|--------------------|
| Argile | < 0.002 mm | | |
| Silt | de 0.002 à 0.075 mm | | |
| Sable | de 0.075 à 4.75 mm | fin | de 0.075 à 4.25 mm |
| | | moyen | de 0.425 à 2.0 mm |
| | | grossier | de 2.0 à 4.75 mm |
| Gravier | de 4.75 à 75 mm | fin | de 4.75 à 19 mm |
| | | grossier | de 19 à 75 mm |
| Cailloux | de 75 à 300 mm | | |
| Blocs | >300 mm | | |

| Terminologie | |
|-----------------------------|--------|
| "traces" | 1-10% |
| "un peu" | 10-20% |
| adjectif (silteux, sableux) | 20-35% |
| "et" | 35-50% |

| Compacité des sols granulaires | Indice de pénétration standard "N" (COUPS/pi. – 300 mm) |
|--------------------------------|--|
| Très lâche | 0-4 |
| Lâche | 4-10 |
| Compact | 10-30 |
| Dense | 30-50 |
| Très dense | >50 |

| Consistance des sols cohérents | Résistance au cisaillement (Cu) | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|
| | (lb./pi. ²) | (kPa) |
| Très molle | <250 | <12 |
| Molle | 250-500 | 12-25 |
| Ferme | 500-1000 | 25-50 |
| Raide | 1000-2000 | 50-100 |
| Très raide | 2000-4000 | 100-200 |
| Dure | >4000 | >200 |

| Indice de qualité du roc | |
|--------------------------|--------------|
| Valeur "RQD" (%) | Qualificatif |
| <25 | Très mauvais |
| 25-50 | Mauvais |
| 50-75 | Moyen |
| 75-90 | Bon |
| >90 | Excellent |

| Légende stratigraphique | | | |
|--|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Sable | Gravier | Cailloux et blocs | Roc (calcaire) |
|  |  |  |  |
| Silt | Argile | Sol organique | Remblai |

Échantillons:

Type et numéro

Le type d'échantillonneur utilisé est défini par l'abréviation indiquée ci-après. La numérotation est continue pour chacun des types.

CF: Cuillère fendue

TM: Tube à paroi mince

TA: Tarière

CFE, VRE, TAE: Échantillonnage environnemental

PS: Tube à piston (Osterberg)

CR: Carottier diamanté

VR: Vrac

Récupération

La récupération de l'échantillon est le rapport exprimé en pourcentage de la longueur récupérée dans l'échantillonneur à la longueur enfoncée.

RQD

Les indices de qualité du roc ("Rock Quality Designation" ou "RQD") sont définis comme étant le rapport exprimé en pourcentage de la longueur cumulée de tous les fragments de carottes de 4 pouces (10 cm) ou plus à la longueur totale de la course.

Essais de chantier:

N: Indice de pénétration standard

N_c: Indice de pénétration dynamique au cône

k: Perméabilité

R: Refus à la pénétration

Cu: Résistance au cisaillement non drainé

ABS: Absorption (eau sous pression)

Pr: Pressiomètre

Essais de laboratoire:

I_p: Indice de plasticité

SD: Sédimentométrie

A: Limites d'Atterberg

C: Consolidation

VO: Vapeur organique

W_l: Limite liquide

AG: Analyse granulométrique

w: Teneur en eau

CS: Cône suédois

W_p: Limite plastique

γ: Poids volumique

AC: Analyse chimique



A- Prélèvement d'échantillons

Les échantillons de sol sont généralement récupérés dans les forages au moyen soit d'un échantillonneur de type cuillère fendue ou à l'aide de tubes d'acier à paroi mince de type «Shelby». La cuillère fendue procure des échantillons de sol remaniés mais représentatifs de la nature des sols en place. L'enfoncement de l'échantillonneur permet également la réalisation simultanée de l'essai de pénétration standard qui est décrit à la section suivante. Les tubes à paroi mince sont enfoncés délicatement dans le sol et permettent la récupération d'échantillons non remaniés au sein des dépôts argileux, ce qui ne peut être le cas avec la cuillère fendue. Les échantillons de roc sont prélevés au moyen de tubes carottiers munis de trépons diamantés et procurent des échantillons sous forme de carottes dont les diamètres varient en fonction du calibre de l'outil utilisé.

B- Essai de pénétration standard («SPT»)

L'essai de pénétration standard consiste à enfoncer dans le sol un échantillonneur normalisé de type cuillère fendue au moyen d'un marteau de 140 lb (63,5 kg) qui le percute après une chute libre de 30 po (76 cm). L'échantillonneur est ainsi foncé dans le sol sur une distance de 18 po (45 cm) et le nombre de coups de marteau nécessaire à l'enfoncement est noté pour chaque intervalle de 6 po (15 cm). Le nombre de coups requis pour enfoncer les derniers 12 po (30 cm) correspond à l'indice de pénétration standard («N»). L'essai est répété à intervalle régulier et les indices obtenus sont des valeurs caractéristiques à partir desquelles on peut estimer la densité, la compressibilité et la résistance des différentes couches de sol traversées. (La procédure est peu applicable cependant aux dépôts argileux).

C- Essai de pénétration dynamique

L'essai de pénétration dynamique est similaire à l'essai de pénétration standard, sauf que l'échantillonneur est remplacé par une pointe conique de 10 cm² de surface. Le nombre de coups est noté de façon continue pour chaque pi (30 cm) d'enfoncement et les résultats obtenus donnent un relevé systématique de la densité relative des matériaux traversés. L'essai permet également de révéler la profondeur d'une couche de sol très dense ou parfois du socle rocheux.

Note : La présence de particules grossières, telles que de gros graviers, des cailloux ou des blocs au sein des couches de sol peut affecter les résultats de l'essai de pénétration standard ou dynamique en produisant des valeurs de résistance anormalement élevées. Dans certains cas, la pénétration peut même devenir impossible et un refus «R» est alors noté.

D- Essai de résistance au cisaillement

L'essai de résistance au cisaillement non drainé est réalisé en introduisant dans un sol argileux non remanié un scissomètre constitué de 4 palettes en forme de croix, et en mesurant, à partir de la surface, le couple (force de rotation) nécessaire pour cisailier une surface cylindrique. L'essai est répété à différentes profondeurs et les valeurs de couple obtenues sont converties pour déterminer les résistances au cisaillement non drainé pour chacun des essais effectués. Les profils de résistance recueillis permettent de calculer la capacité portante admissible des dépôts d'argile. L'appareil utilisé pour effectuer les mesures est du type «Nilcon», d'origine scandinave.

E- Essai de perméabilité (LeFranc)

Cet essai consiste à déterminer le coefficient de perméabilité K du sol autour d'une poche perméable (la lanterne) de dimensions connues qui a été formée sous le sabot de battage. La méthode retenue est celle à niveau d'eau variable descendant. Les essais de type LeFranc sont réalisés dans des sols à granulométrie moyenne et à perméabilité moyenne.

F- Essai d'eau sous pression

L'essai d'eau sous pression dans le rocher à palier de pression unique a pour objectif de déterminer le débit d'eau que peut absorber une zone définie de la masse rocheuse pour un palier de pression unique. Cet essai est exécuté afin d'apprécier l'absorptivité du rocher à l'intérieur de zones définies d'un trou de forage effectué dans le cadre d'une reconnaissance géotechnique. L'essai consiste à injecter de l'eau dans une zone de la masse rocheuse définie par une cavité cylindrique de longueur et de diamètre connus et réalisée par forage. Les débits d'eau absorbés sont mesurés pour une pression unique et pour des durées d'injection définies.

G- Essai au pressiomètre Ménard

L'essai pressiométrique, développé par Ménard (1956), est un essai de chargement latéral effectué dans un forage par dilatation d'une sonde cylindrique. L'essai permet de déterminer des caractéristiques effort-déformation du sol, et en particulier le module pressiométrique E_M , et la pression limite p_l , qui mesurent la résistance du sol et peuvent être utilisés pour évaluer la capacité portante et le tassement des fondations.



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-1-2017

| | | |
|---|--|---|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272440.7 Y : 5208862.8 Z : 5.12 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : Profondeur (m) : |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: Y.Bégin | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélangier, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carottier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-20 Date (fin) : 2017-11-21 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |

| COUPE STRATIGRAPHIQUE | | | | ÉCHANTILLON | | | | | RÉSULTATS DES ESSAIS | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|---|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|--|
| Profondeur (m) | Élévation (m) | Symbole | Stratigraphie | État | Type et Numéro | Récupération % | Autres Essais | PID (ppm) | Coups par 6 po / 15 cm (Calibre) | N ou RQD | ○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique | | | | | | | | | | |
| 0.00 | 5.12 | | Surface du sol | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | Niveau d'eau | |
| 1.0 | | | Espace entre la plateforme de forage et le fond marin | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

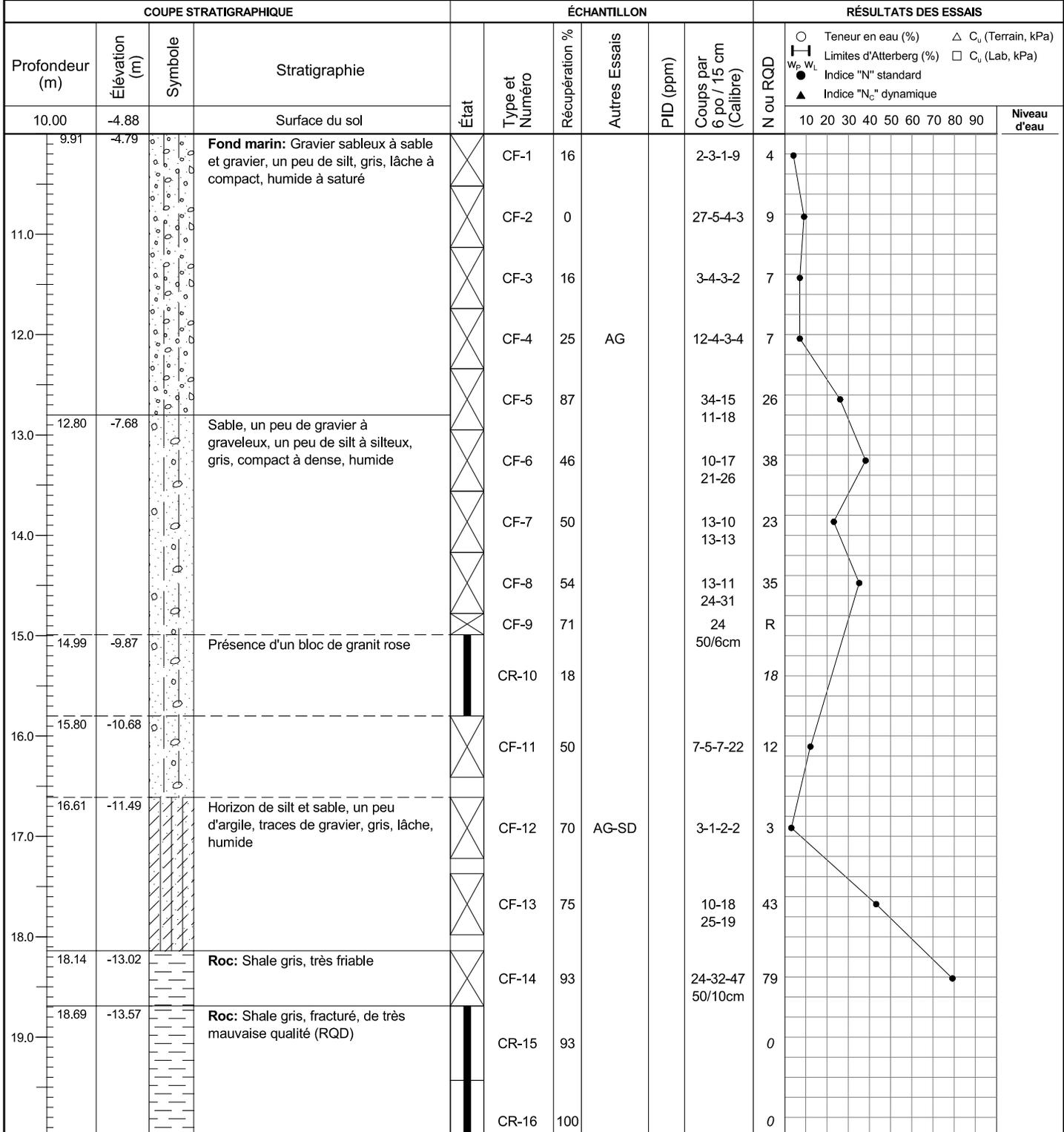
Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-1-2017**

| | | | |
|--|---|--|---------------------|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Baupré | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272440.7 Y : 5208862.8 Z : 5.12 | ▼ - NIVEAU D'EAU | |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : Profondeur (m) : | |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Baupré, Sainte-Anne-de-Baupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 | |
| DÉCRIT PAR: Y.Bégin | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | | |
| Type de forage : Tubage | TYPE ÉCHANTILLON | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé | |
| Calibre du carotier : NW-NQ | CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) | | ☒ Remanié |
| Type de marteau : Automatique | CR(E) - Carottier diambré | | ☒ Intact |
| Rapport d'énergie : N/A | TA(E) - Tarière | | ☐ Forage au diamant |
| Date (début) : 2017-11-20 | TEE - Tube Échantillonnage Environnement | | ■ Perdu |
| Date (fin) : 2017-11-21 | TM - Tube à paroi mince | | |
| | VR(E) - Vrac | | |



Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-1-2017

| | | |
|---|---|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272440.7 Y : 5208862.8 Z : 5.12 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : Profondeur (m) : |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: Y.Bégin | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carottier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-20 Date (fin) : 2017-11-21 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |

| COUPE STRATIGRAPHIQUE | | | | ÉCHANTILLON | | | | | RÉSULTATS DES ESSAIS | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|---|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|
| Profondeur (m) | Élévation (m) | Symbole | Stratigraphie | État | Type et Numéro | Récupération % | Autres Essais | PID (ppm) | Coups par 6 po / 15 cm (Calibre) | N ou RQD | ○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ◻ Limites d'Atterberg (%) ◻ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | Niveau d'eau |
| 20.00 | -14.88 | | Surface du sol | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | Suite: Shale gris, fracturé, de très mauvaise qualité (RQD) | | CR-17 | 93 | | | | 0 | | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | CR-18 | 58 | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| 22.28 | -17.16 | | Devenant de moyenne qualité (RQD) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | Fin du forage à 23.88 mètres | | CR-19 | 100 | Co= 1.9MPa | | | 74 | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | -18.76 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-2-2017

| | | |
|--|---|---|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272453.2 Y : 5208870.5 Z : 5.41 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : Profondeur (m) : |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: Y.Bégin | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| Calibre du carottier : NW-NQ | | |
| Type de marteau : Automatique | | |
| Rapport d'énergie : N/A | | |
| Date (début) : 2017-11-22 | | |
| Date (fin) : 2017-11-22 | | |

| COUPE STRATIGRAPHIQUE | | | | ÉCHANTILLON | | | | | RÉSULTATS DES ESSAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|---|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|--|--|--|--|--|--|
| Profondeur (m) | Élévation (m) | Symbole | Stratigraphie | État | Type et Numéro | Récupération % | Autres Essais | PID (ppm) | Coups par 6 po / 15 cm (Calibre) | N ou RQD | ○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | Niveau d'eau | | | | | | |
| 0.00 | 5.41 | | Surface du sol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | Espace entre la plateforme de forage et le fond marin | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-2-2017

| | | |
|--|---|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272453.2 Y : 5208870.5 Z : 5.41 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : Profondeur (m) : |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: Y.Bégin | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-22 Date (fin) : 2017-11-22 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |

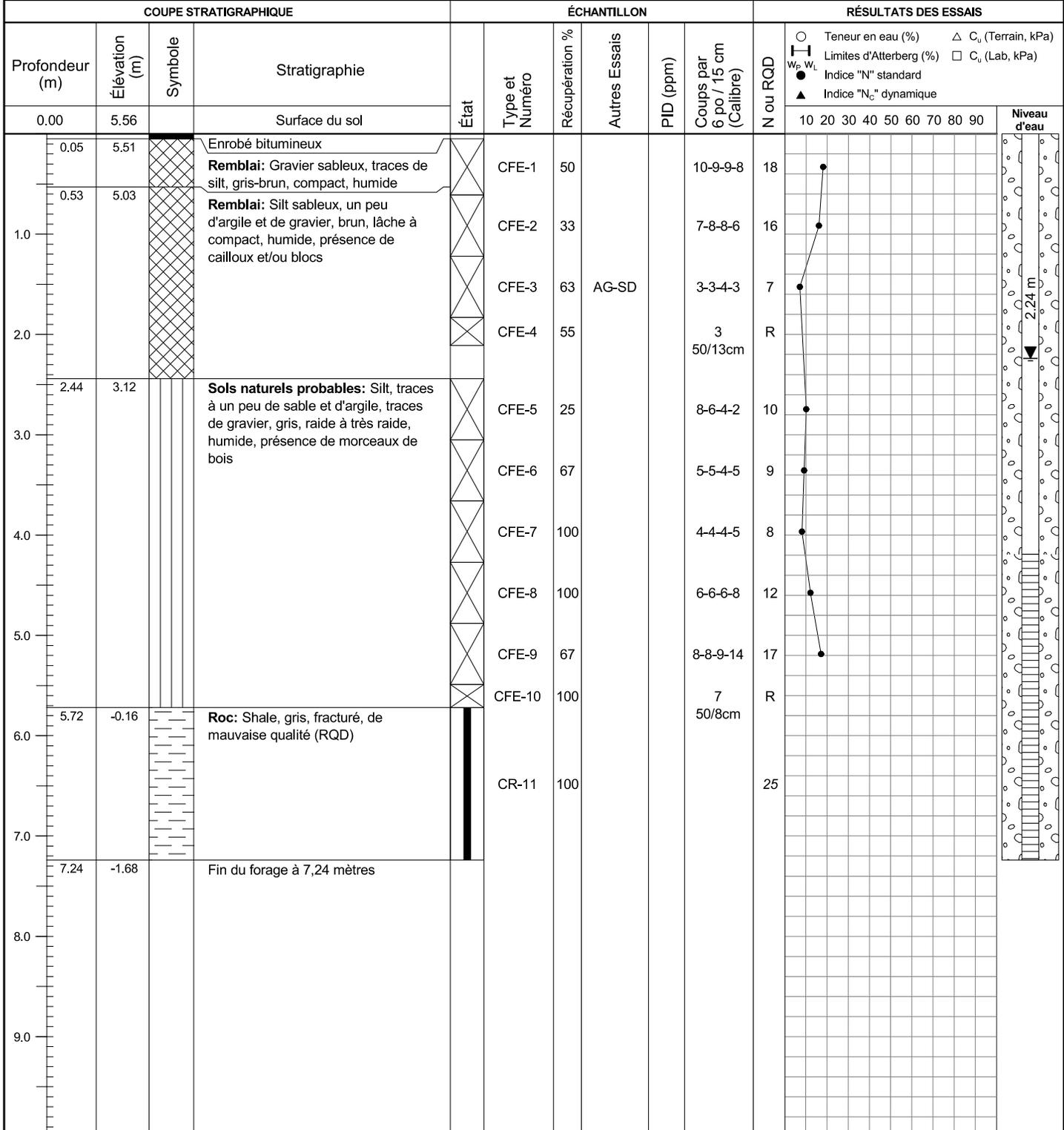
| COUPE STRATIGRAPHIQUE | | | | ÉCHANTILLON | | | | | RÉSULTATS DES ESSAIS | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|---|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|
| Profondeur (m) | Élévation (m) | Symbole | Stratigraphie | État | Type et Numéro | Récupération % | Autres Essais | PID (ppm) | Coups par 6 po / 15 cm (Calibre) | N ou RQD | ○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique | | | | | | | | | |
| 20.00 | -14.60 | | Surface du sol | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | Niveau d'eau |
| 20.00 | -14.60 | | Suite: Shale gris, fracturé, de très mauvaise qualité (RQD) | | CR-12 | 87 | | | | 8 | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | CR-13 | 45 | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | CR-14 | 45 | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | | | CR-15 | 100 | | | | 14 | | | | | | | | | | |
| 23.32 | -17.92 | | Devenant de moyenne qualité (RQD) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | | | | | CR-16 | 100 | | | | 74 | | | | | | | | | | |
| 25.0 | -19.44 | | Fin du forage à 24,84 mètres | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-3-2017**

| | | |
|--|---|---|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272228.6 Y : 5209196.6 Z : 5.56 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 2.24 |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: A.Paré, ing. jr | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-07 Date (fin) : 2017-11-07 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG : analyse granulométrique SD : analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup : éch. duplicata prélevé |

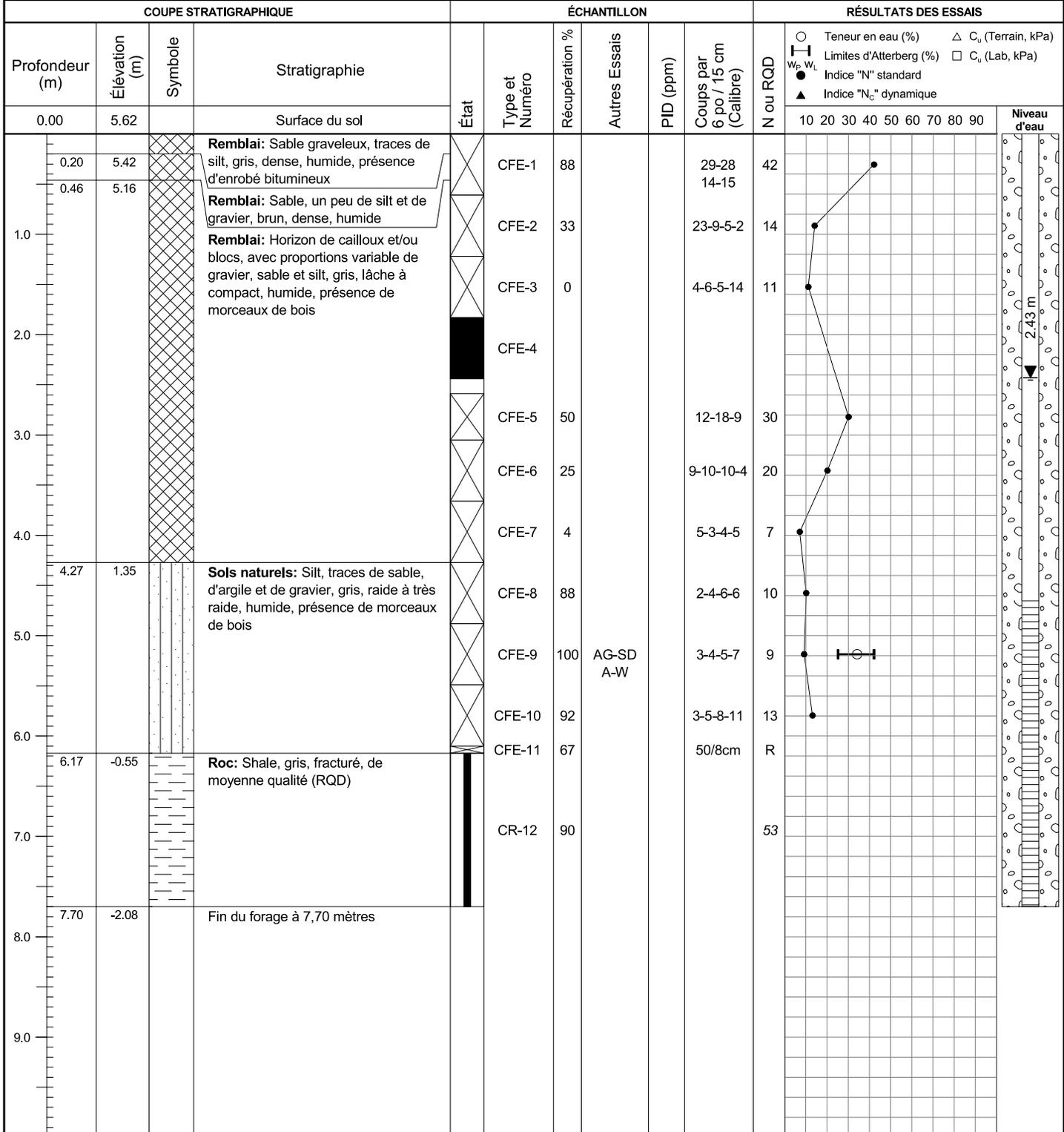




RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-4-2017

| | | |
|--|--|---|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec DÉCRIT PAR: A.Paré, ing. jr VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272269.2 Y : 5209136.6 Z : 5.62 | ▼ - NIVEAU D'EAU Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 2.43 Plan de localisation : Figure 2 |
| Type de forage : Tubage Calibre du carottier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-07 Date (fin) : 2017-11-07 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu |
| ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG : analyse granulométrique SD : analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup : éch. duplicata prélevé | | |



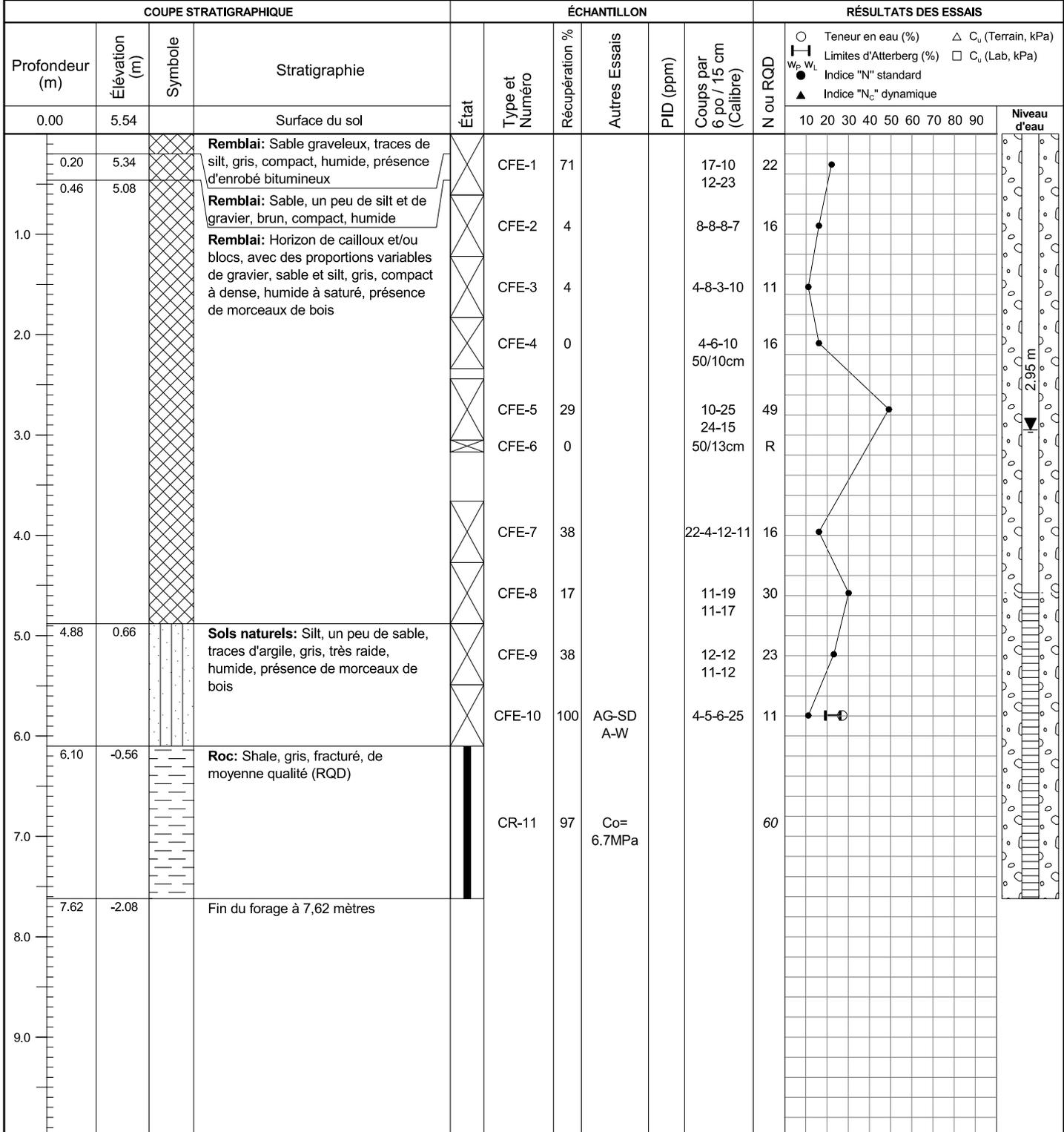
Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-5-2017

| | | |
|--|--|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272294.9 Y : 520904.7 Z : 5.54 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 2.95 |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: A.Paré, ing. jr | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-07 Date (fin) : 2017-11-07 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carotier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |



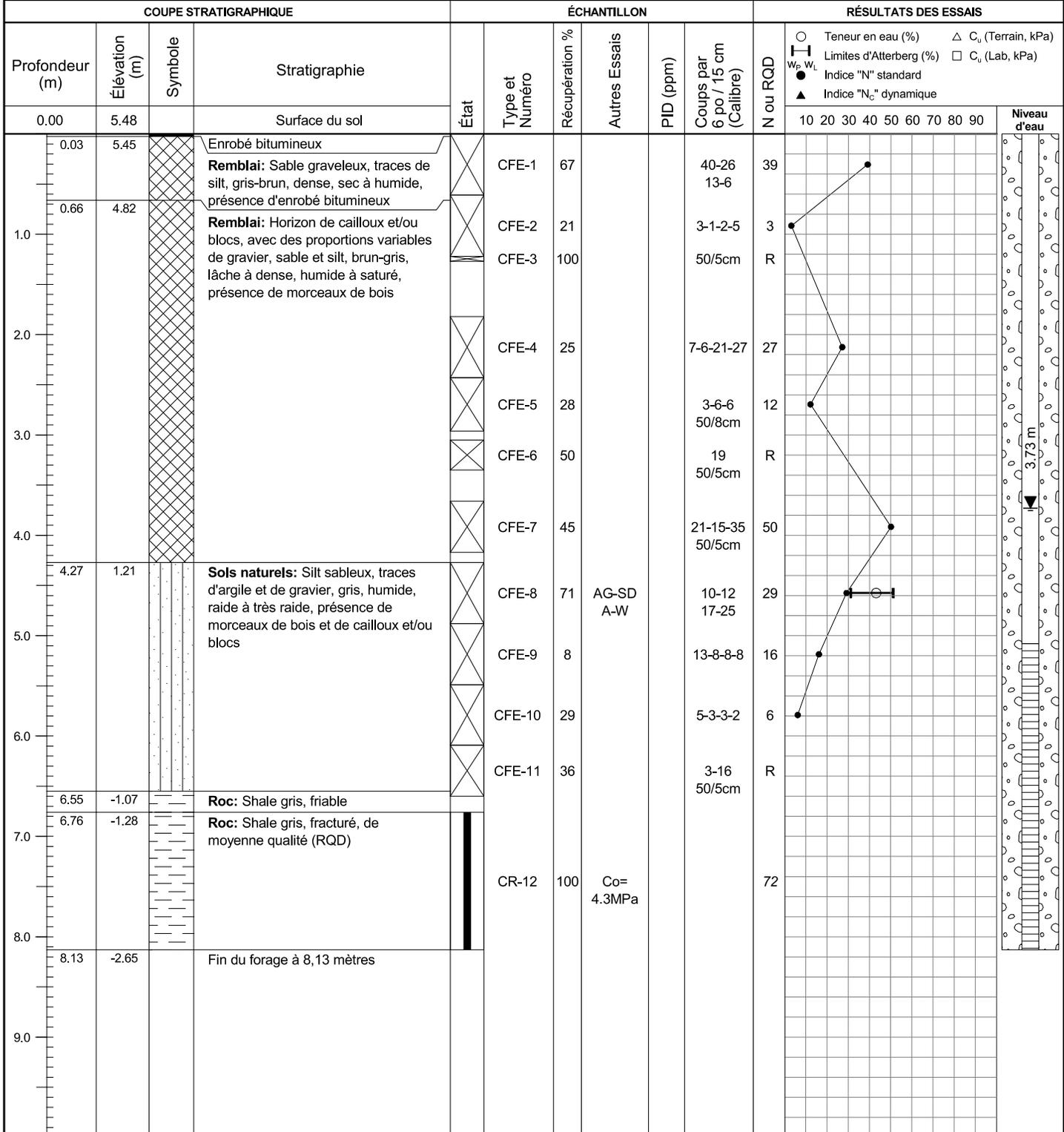
Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-6-2017

| | | |
|--|---|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272353.8 Y : 5209007.5 Z : 5.48 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 3.73 |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: N.Azzeddine, ing. jr | VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-16 Date (fin) : 2017-11-16 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |



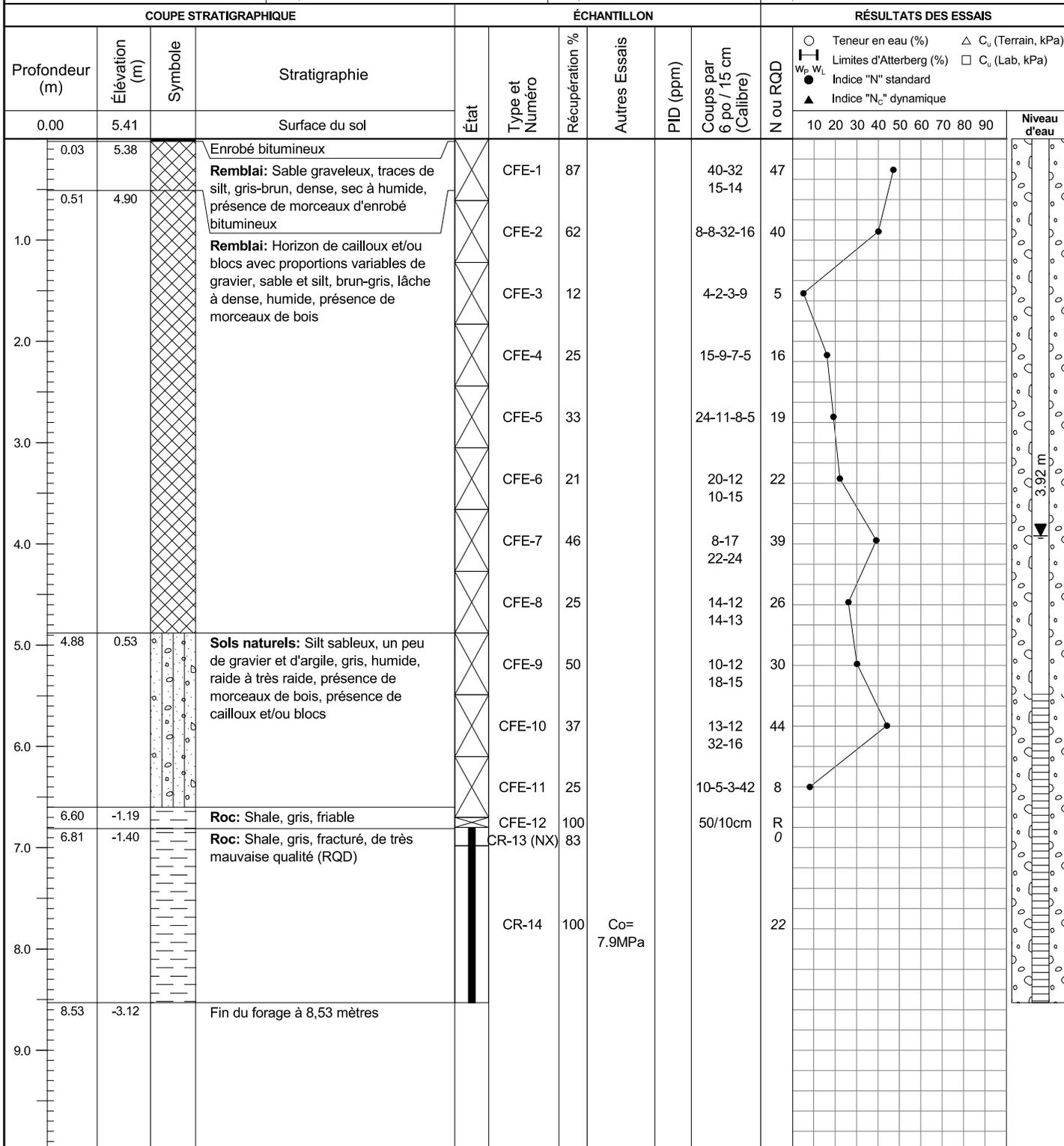
Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-7-2017

| | | |
|---|---|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272377.2 Y : 5208970.4 Z : 5.41 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 3.92 |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: N.Azzeddine, ing. jr VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carottier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-14 Date (fin) : 2017-11-14 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |



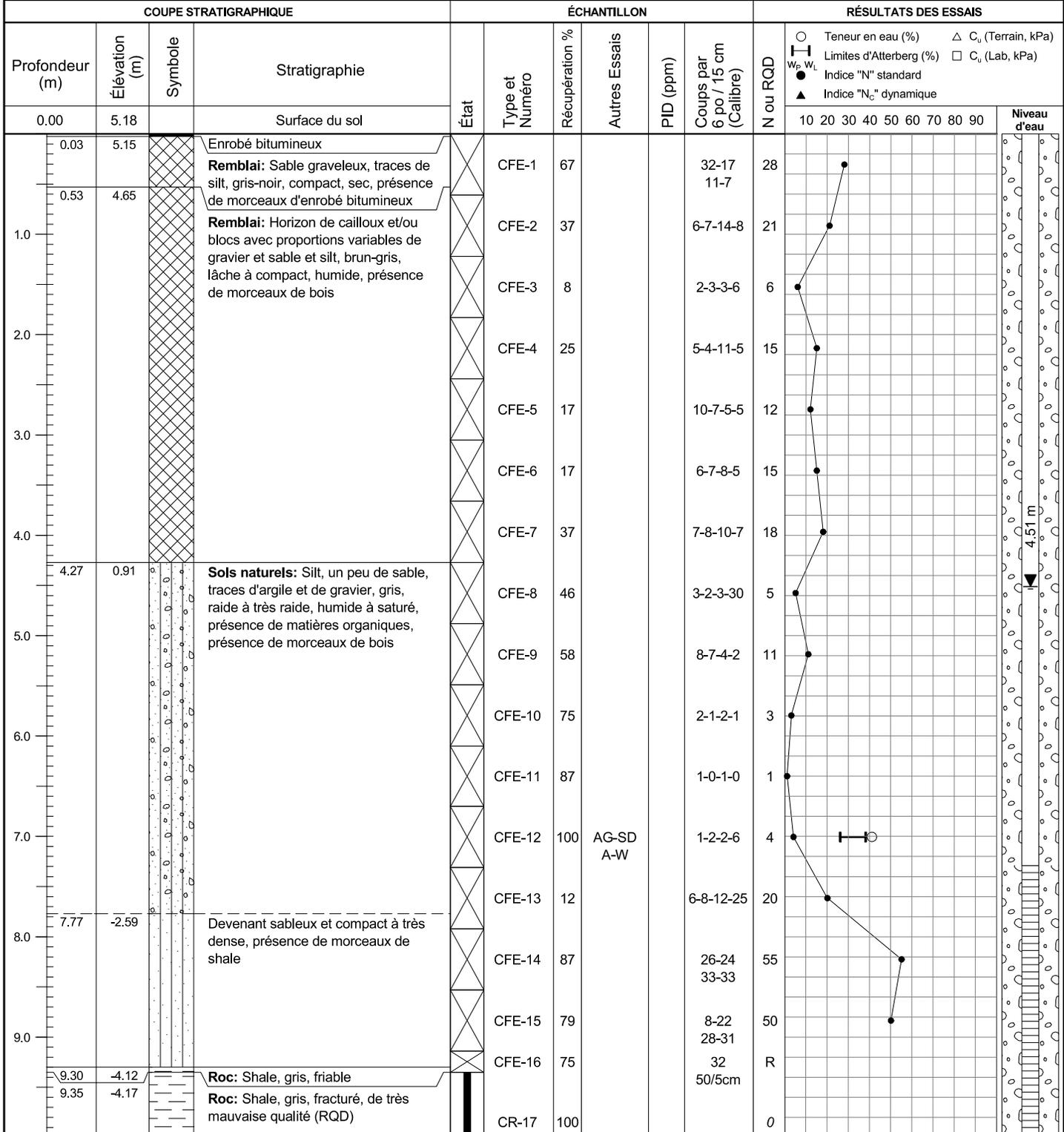
Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-8-2017

| | | |
|--|---|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272414.2 Y : 5208919.6 Z : 5.18 | ▼ - NIVEAU D'EAU |
| PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire | | Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 4.51 |
| LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec | | Plan de localisation : Figure 2 |
| DÉCRIT PAR: N.Azzeddine, ing. jr VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | | |
| Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-14 Date (fin) : 2017-11-14 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON ☒ Remanié ▨ Intact ▭ Forage au diamant ■ Perdu |
| | | ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _v : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé |



Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-8-2017

| | | |
|--|--|--|
| CLIENT: Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Baupré PROJET: Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire LOCALISATION: Quai de Sainte-Anne-de-Baupré, Sainte-Anne-de-Baupré, Québec DÉCRIT PAR: N.Azzeddine, ing. jr VÉRIFIÉ PAR: T.Bélanger, ing. | COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m) X : 272414.2 Y : 5208919.6 Z : 5.18 | ▼ - NIVEAU D'EAU Date : 2017-11-27 Profondeur (m) : 4.51 Plan de localisation : Figure 2 |
| Type de forage : Tubage Calibre du carottier : NW-NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-11-14 Date (fin) : 2017-11-14 | TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac | ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu |
| ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG : analyse granulométrique SD : analyse sédimentométrique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé | | |

| COUPE STRATIGRAPHIQUE | | | | ÉCHANTILLON | | | | | | RÉSULTATS DES ESSAIS | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|------------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|--|
| Profondeur (m) | Élévation (m) | Symbole | Stratigraphie | État | Type et Numéro | Récupération % | Autres Essais | PID (ppm) | Coups par 6 po / 15 cm (Calibre) | N ou RQD | ○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique | | | | | | | | | | |
| 10.00 | -4.82 | | Surface du sol | | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | Niveau d'eau | |
| 10.34 | -5.16 | | Fin du forage à 10,34 mètres | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Annexe B
Rapport photographique des échantillons de roc
(sec et mouillé)



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB

Type de sondage: Géotechnique

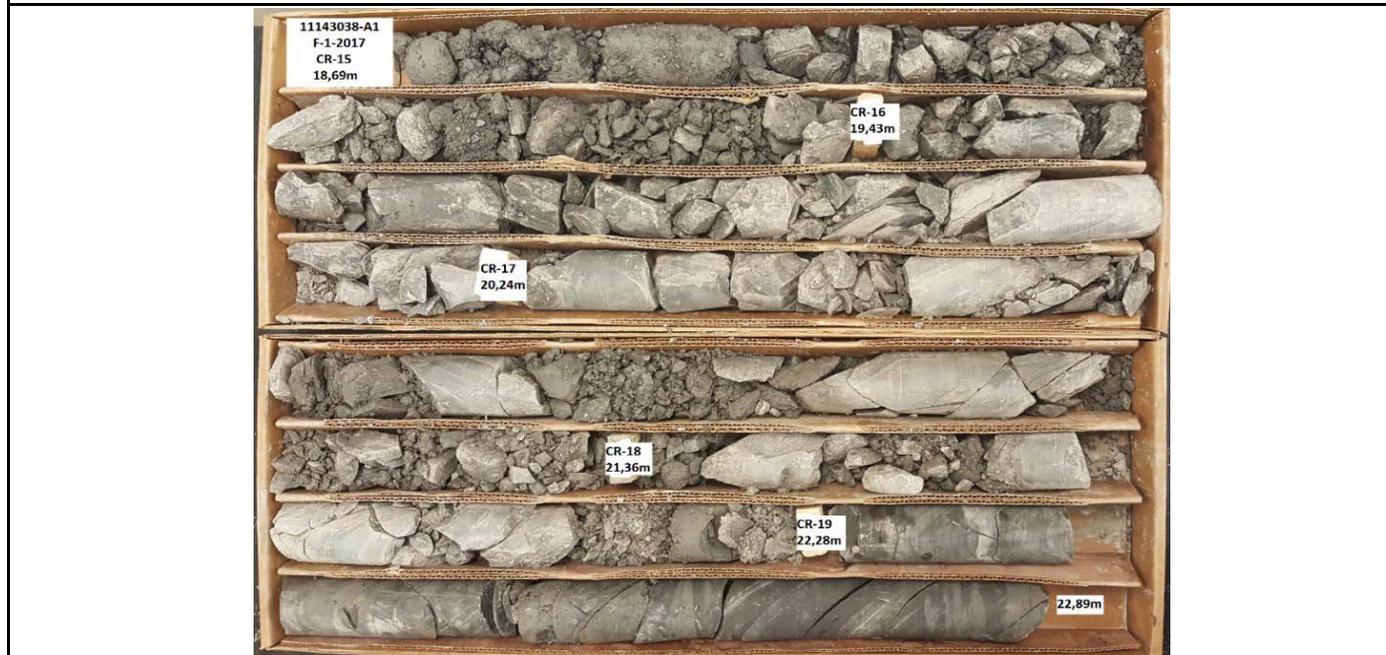
Projet No.: 11143038-A1

Date du sondage: 20 au 21 novembre 2017

Sondage No.: F-1-2017

Profondeur(m): 18,69 à 22,89 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 20 au 21 novembre 2017
Sondage No.: F-1-2017 Profondeur(m): 22,89 à 23,88 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11143038-A1

Date du sondage: 20 au 21 novembre 2017

Sondage No.: F-1-2017

Profondeur(m): 18,69 à 22,89 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 20 au 21 novembre 2017
Sondage No.: F-1-2017 Profondeur(m): 22,89 à 23,88 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11143038-A1

Date du sondage: 22 novembre 2017

Sondage No.: F-2-2017

Profondeur(m): 19,61 à 24,84 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 22 novembre 2017
Sondage No.: F-2-2017 Profondeur(m): 19,61 à 24,84 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 29 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 7 novembre 2017
Sondage No.: F-3-2017 Profondeur(m): 5,72 à 7,24

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11143038-A1

Date du sondage: 7 novembre 2017

Sondage No.: F-3-2017

Profondeur(m): 5,72 à 7,24

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 7 novembre 2017
Sondage No.: F-4-2017 Profondeur(m): 6,17 à 7,70 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017 | Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 7 novembre 2017
Sondage No.: F-4-2017 Profondeur(m): 6,17 à 7,70 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017 | Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 7 novembre 2017
Sondage No.: F-5-2017 Profondeur(m): 6,10 à 7,62 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 7 novembre 2017
Sondage No.: F-5-2017 Profondeur(m): 6,10 à 7,62 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11143038-A1

Date du sondage: 16 novembre 2017

Sondage No.: F-6-2017

Profondeur(m): 6,76 à 8,13 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 16 novembre 2017
Sondage No.: F-6-2017 Profondeur(m): 6,76 à 8,13 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 14 novembre 2017
Sondage No.: F-7-2017 Profondeur(m): 6,81 à 8,53 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

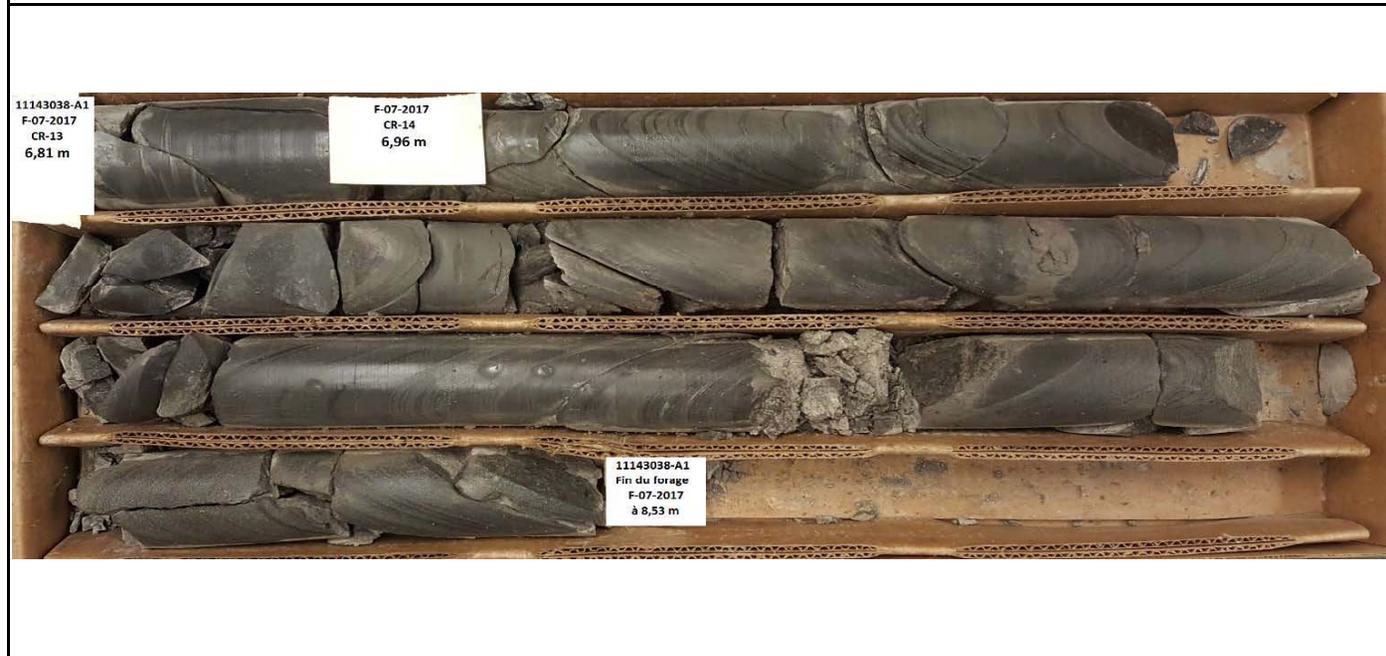
Date: 22 novembre 2017 | Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 14 novembre 2017
Sondage No.: F-7-2017 Profondeur(m): 6,81 à 8,53 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 2 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 14 novembre 2017
Sondage No.: F-8-2017 Profondeur(m): 9,35 à 10,34 mètres

Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 1 de 2



Rapport photographique des échantillons de roc

Client: CDQSDB Type de sondage: Géotechnique
Projet No.: 11143038-A1 Date du sondage: 14 novembre 2017
Sondage No.: F-8-2017 Profondeur(m): 9,50 à 10,34 mètres

Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 22 novembre 2017

Feuille 2 de 2

Annexe C

Résultats des essais de laboratoire



RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

NUMÉRO DE PROJET : 11143038-A1

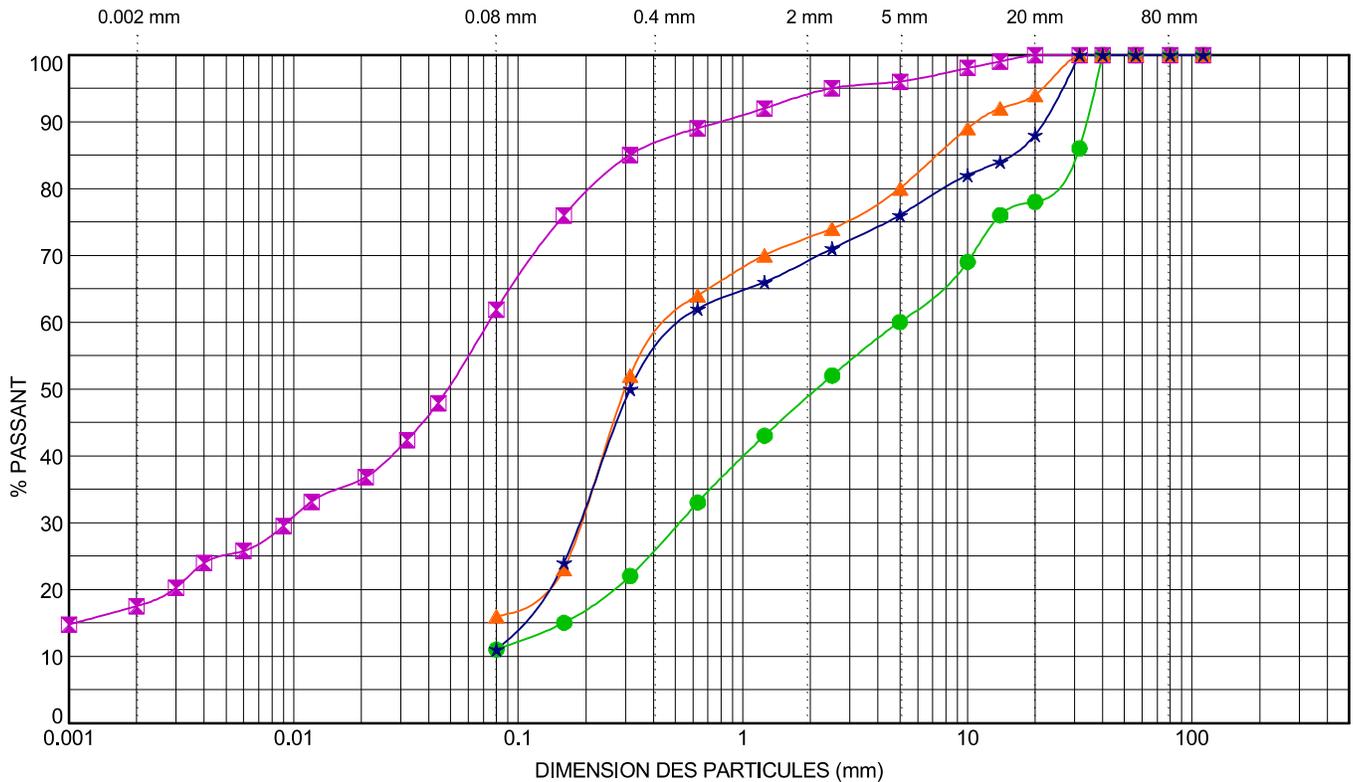
CLIENT : Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Baupré

LOCALISATION : Quai de Sainte-Anne-de-Baupré, Sainte-Anne-de-Baupré, Québec

NOM DU PROJET : Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire

DATE : 11/25/2017

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



| | | | | | | | |
|--------|------|-------|-------|----------|---------|----------|-------------------|
| ARGILE | SILT | SABLE | | | GRAVIER | | CAILLOUX ET BLOCS |
| | | fin | moyen | grossier | fin | grossier | |

| | Sondage no | Échantillon no | Profondeur (m) | Description | w (%) | W _L (%) | I _p (%) | Classification (1) |
|---|------------|----------------|----------------|---|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ● | F-1-2017 | CF-4 | 11.74 | Sable et gravier, un peu de silt | | | | SP - SM |
| ◻ | F-1-2017 | CF-12 | 16.61 | Silt et sable, un peu d'argile, traces de gravier | | | | ML |
| ▲ | F-2-2017 | CF-5 | 13.56 | Sable graveleux, un peu de silt | | | | SM |
| ★ | F-2-2017 | CF-9 | 16.61 | Sable graveleux, un peu de silt | | | | SP - SM |

(1)

| | Sondage no | Échantillon no | % Gravier | % Sable | % Silt et % Argile | c _u | c _c | D85 | D60 | D50 | D30 | D15 |
|---|------------|----------------|-----------|---------|--------------------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ● | F-1-2017 | CF-4 | 40 | 49 | 11 | | | | | | | |
| ◻ | F-1-2017 | CF-12 | 4 | 35 | 44 | | | | | | | |
| ▲ | F-2-2017 | CF-5 | 20 | 64 | 16 | | | | | | | |
| ★ | F-2-2017 | CF-9 | 24 | 65 | 11 | | | | | | | |

Préparé par : E.Lathe

Vérifié par : M.Turcotte-Robitaille, ing. jr



RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

NUMÉRO DE PROJET : 11143038-A1

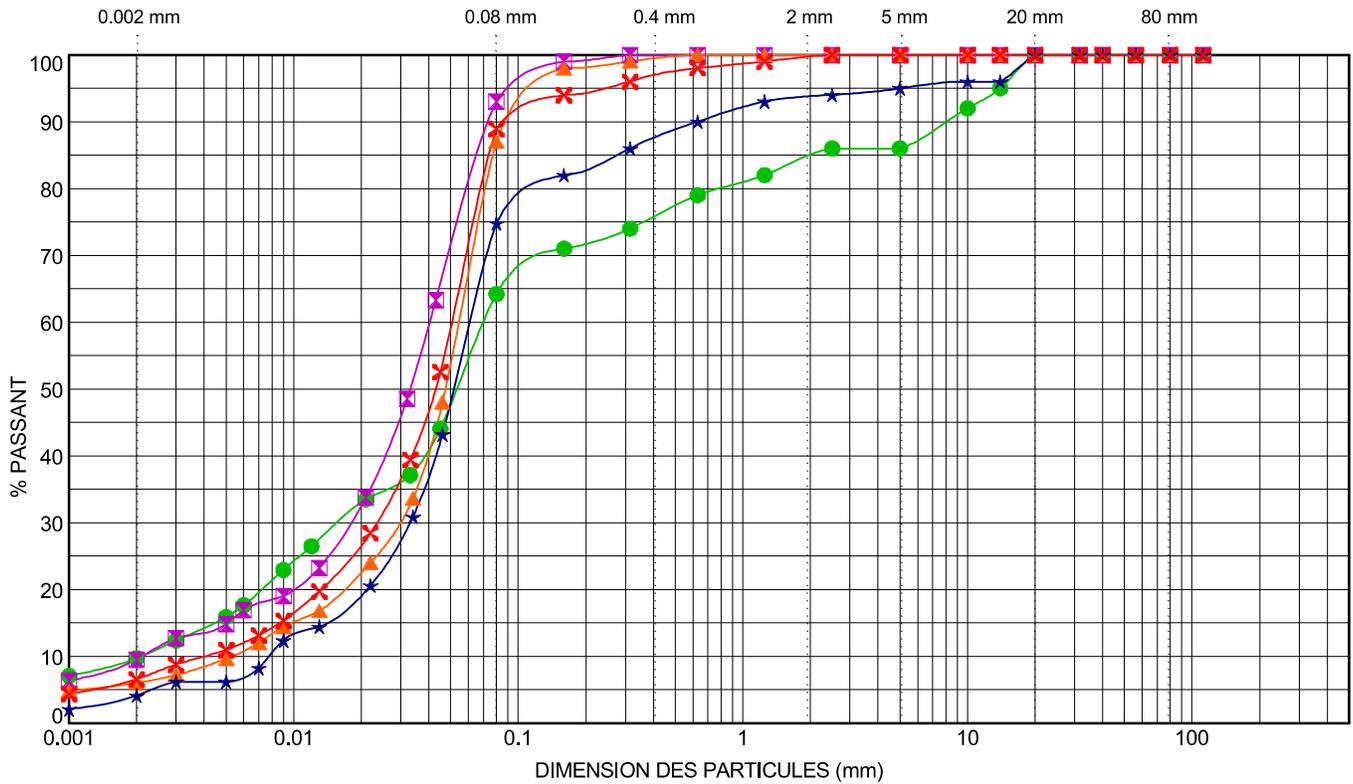
CLIENT : Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré

LOCALISATION : Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec

NOM DU PROJET : Étude géotechnique et échantillonnage environnemental préliminaire

DATE : 11/18/2017

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



| | | | | | | | |
|--------|------|-------|-------|----------|---------|----------|-------------------|
| ARGILE | SILT | SABLE | | | GRAVIER | | CAILLOUX ET BLOCS |
| | | fin | moyen | grossier | fin | grossier | |

| | Sondage no | Échantillon no | Profondeur (m) | Description | w (%) | W _L (%) | I _p (%) | Classification (1) |
|---|------------|----------------|----------------|---|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ● | F-3-2017 | CFE-3 | 1.22 | Silt sableux, un peu d'argile et de gravier | | | | ML |
| ✕ | F-4-2017 | CFE-9 | 4.88 | Silt, traces d'argile et de sable | 34 | 42 | 17 | CL |
| ▲ | F-5-2017 | CFE-10 | 5.49 | Silt, un peu de sable, traces d'argile | 27 | 26 | 7 | CL - ML |
| ★ | F-6-2017 | CFE-8 | 4.27 | Silt sableux, traces de gravier et d'argile | 43 | 51 | 20 | MH |
| ✕ | F-8-2017 | CFE-12 | 6.70 | Silt, un peu de sable, traces d'argile | 41 | 38 | 12 | ML |

(1)

| | Sondage no | Échantillon no | % Gravier | % Sable | % Silt et % Argile | c _u | c _c | D85 | D60 | D50 | D30 | D15 |
|---|------------|----------------|-----------|---------|--------------------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ● | F-3-2017 | CFE-3 | 14 | 22 | 54 10 | | | | | | | |
| ✕ | F-4-2017 | CFE-9 | 0 | 7 | 83 10 | | | | | | | |
| ▲ | F-5-2017 | CFE-10 | 0 | 13 | 71 6 | | | | | | | |
| ★ | F-6-2017 | CFE-8 | 5 | 20 | 71 4 | | | | | | | |
| ✕ | F-8-2017 | CFE-12 | 0 | 11 | 82 7 | | | | | | | |

Préparé par : E.Lathe

Vérifié par : M.Turcotte-Robitaille, ing. jr



**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

| | | | |
|-----------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Client : | <u>Corporation de développement du quai de Ste-Anne-de-Beaupré</u> | N° de projet : | <u>11143038-A1</u> |
| Projet : | <u>Réhabilitation du Quai Ste-Anne</u> | N° d'éch. : | <u>F-01-2017 / CR-19</u> |
| | | Profondeur : | <u>22.25-22.35</u> |
| | | Date d'éch. : | |

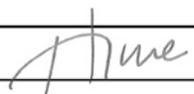
Appareils de mesure utilisés :

Presse N° 500QCP9804

Vernier N° PAC-LAB-001

| Données techniques | | | | | Vue de l'échantillon | | |
|--|--|------|-------------|----------------------|----------------------|---|------|
| | Moyenne | | | | Avant l'essai | | |
| Diamètre : | 47.6 | 47.7 | 47.0 | 47.4 | | | (mm) |
| Longueur : | 93.5 | 93.6 | 93.5 | 93.5 | | | (mm) |
| Rectitude (0.5mm maximum) (S1) : | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | | | (mm) |
| Planéité (25µm maximum) (FP2) : | ≤025 | ≤025 | ≤025 | ≤025 | | | (µm) |
| Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) : | * | * | * | #DIV/0! | (°) | | |
| Masse : | <u>424.4</u> | (g) | Volume: | <u>165281</u> | (mm ³) | Après l'essai  | |
| Masse volumique : | | | <u>2568</u> | (kg/m ³) | | | |
| Condition d'humidité : | <u>Sèche</u> | | | | | | |
| Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) : | <u>0.5</u> (MPa/sec) | | | | | | |
| Type de fracture : | <u>Cisaillement</u> | | | | | | |
| Durée de l'essai (2 à 15 minutes) : | <u>0:03</u> (minutes:sec) | | | | | | |
| Charge maximale appliquée : | <u>3324</u> <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> lbs | | | | | | |
| Résistance en compression : | <u>1.9</u> (MPa) | | | | | | |
| Description macroscopique | | | | | | | |
| Shale gris gréseux par endroits. | | | | | | | |

Remarques : _____

| | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------------------|
| Effectué par : | <u>F. Adenot</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |
| Vérifié par : | <u>Andrée Anne Hinse, B. Sc. Géologie</u>  | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |



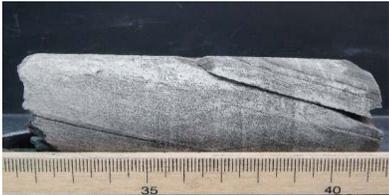
**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

| | | | |
|-----------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Client : | <u>Corporation de développement du quai de Ste-Anne-de-Beaupré</u> | N° de projet : | <u>11143038-A1</u> |
| Projet : | <u>Réhabilitation du Quai Ste-Anne</u> | N° d'éch. : | <u>F-05-2017 / CR-11</u> |
| | | Profondeur : | <u>6.81-6.92</u> |
| | | Date d'éch. : | <u></u> |

Appareils de mesure utilisés :

Presse N° 500QCP9804

Vernier N° PAC-LAB-001

| Données techniques | | | | | Vue de l'échantillon |
|--|---------------------------|---------|---------------------------------------|------------------------------|--|
| | | | | | Avant l'essai |
| Diamètre : | 47.7 | 47.6 | 47.1 | 47.5 (mm) |  |
| Longueur : | 112.5 | 112.4 | 112.4 | 112.4 (mm) | |
| Rectitude (0.5mm maximum) (S1) : | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 (mm) | |
| Planéité (25µm maximum) (FP2) : | ≤025 | ≤025 | ≤025 | ≤025 (µm) | |
| Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) : | * | * | * | #DIV/0! (°) | |
| Masse : | 510.5 (g) | Volume: | 198958 (mm ³) | Après l'essai | |
| Masse volumique : | 2566 (kg/m ³) | | | | |
| Condition d'humidité : | Sèche | | | | |
| Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) : | 0.5 (MPa/sec) | | | | |
| Type de fracture : | Cisaillement | | | | |
| Durée de l'essai (2 à 15 minutes) : | 0:12 (minutes:sec) | | | | |
| Charge maximale appliquée : | 11890 | | <input checked="" type="checkbox"/> N | <input type="checkbox"/> lbs | |
| Résistance en compression : | 6.7 (MPa) | | | | |
| | | | | | Description macroscopique |
| | | | | | Shale gris gréseux par endroits. |

Remarques : _____

| | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------------------|
| Effectué par : | <u>F. Adenot</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |
| Vérifié par : | <u>Andrée Anne Hinse, B. Sc. Géologie</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |



**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

| | | | |
|-----------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Client : | <u>Corporation de développement du quai de Ste-Anne-de-Beaupré</u> | N° de projet : | <u>11143038-A1</u> |
| Projet : | <u>Réhabilitation du Quai Ste-Anne</u> | N° d'éch. : | <u>F-06-2017 / CR-12</u> |
| | | Profondeur : | <u>6.950-7.055</u> |
| | | Date d'éch. : | <u></u> |

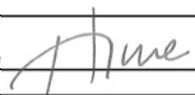
Appareils de mesure utilisés :

Presse N° 500QCP9804

Vernier N° PAC-LAB-001

| Données techniques | | | | | Vue de l'échantillon | | |
|--|---------------------|-------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------|---|------|
| | Moyenne | | | | Avant l'essai | | |
| Diamètre : | 47.5 | 47.5 | 47.5 | 47.5 | | | (mm) |
| Longueur : | 101.7 | 101.6 | 101.6 | 101.6 | | | (mm) |
| Rectitude (0.5mm maximum) (S1) : | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | | | (mm) |
| Planéité (25µm maximum) (FP2) : | ≤025 | ≤025 | ≤025 | ≤025 | | | (µm) |
| Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) : | * | * | * | #DIV/0! | (°) | | |
| Masse : | <u>455.3</u> | (g) | Volume: | <u>180100</u> | (mm ³) | Après l'essai  | |
| Masse volumique : | <u>2528</u> | | <u>(kg/m³)</u> | | | | |
| Condition d'humidité : | <u>Sèche</u> | | | | | | |
| Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) : | <u>0.5</u> | | <u>(MPa/sec)</u> | | | | |
| Type de fracture : | <u>Cisaillement</u> | | | | | | |
| Durée de l'essai (2 à 15 minutes) : | <u>0:06</u> | | <u>(minutes:sec)</u> | | | | |
| Charge maximale appliquée : | <u>7585</u> | | <input checked="" type="checkbox"/> N | <input type="checkbox"/> lbs | | | |
| Résistance en compression : | <u>4.3</u> | | <u>(MPa)</u> | | | | |
| Description macroscopique | | | | | | | |
| Shale gris gréseux par endroits. | | | | | | | |

Remarques : _____

| | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------------------|
| Effectué par : | <u>F. Adenot</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |
| Vérifié par : | <u>Andrée Anne Hinse, B. Sc. Géologie</u>  | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |



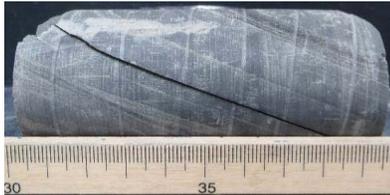
**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

| | | | |
|-----------------|--|-----------------------|--------------------------|
| Client : | <u>Corporation de développement du quai de Ste-Anne-de-Beaupré</u> | N° de projet : | <u>11143038-A1</u> |
| Projet : | <u>Réhabilitation du Quai Ste-Anne</u> | N° d'éch. : | <u>F-07-2017 / CR-14</u> |
| | | Profondeur : | <u>8.02-8.12</u> |
| | | Date d'éch. : | <u></u> |

Appareils de mesure utilisés :

Presse N° 500QCP9804

Vernier N° PAC-LAB-001

| Données techniques | | | | | Vue de l'échantillon | | |
|--|---------------------|------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------|---|------|
| | Moyenne | | | | Avant l'essai | | |
| Diamètre : | 47.5 | 47.6 | 47.4 | 47.5 | | | (mm) |
| Longueur : | 94.4 | 94.4 | 94.3 | 94.4 | | | (mm) |
| Rectitude (0.5mm maximum) (S1) : | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | ≤0,5 | | | (mm) |
| Planéité (25µm maximum) (FP2) : | ≤025 | ≤025 | ≤025 | ≤025 | | | (µm) |
| Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) : | * | * | * | #DIV/0! | (°) | | |
| Masse : | <u>431.3</u> | (g) | Volume: | <u>167223</u> | (mm ³) | Après l'essai  | |
| Masse volumique : | <u>2579</u> | | <u>(kg/m³)</u> | | | | |
| Condition d'humidité : | <u>Sèche</u> | | | | | | |
| Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) : | <u>0.5</u> | | <u>(MPa/sec)</u> | | | | |
| Type de fracture : | <u>Cisaillement</u> | | | | | | |
| Durée de l'essai (2 à 15 minutes) : | <u>0:13</u> | | <u>(minutes:sec)</u> | | | | |
| Charge maximale appliquée : | <u>13962</u> | | <input checked="" type="checkbox"/> N | <input type="checkbox"/> lbs | | | |
| Résistance en compression : | <u>7.9</u> | | <u>(MPa)</u> | | | | |
| Description macroscopique | | | | | | | |
| Shale gris gréseux par endroits. | | | | | | | |

Remarques : _____

| | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------------------|
| Effectué par : | <u>F. Adenot</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |
| Vérifié par : | <u>Andrée Anne Hinse, B. Sc. Géologie</u> | Date : | <u>1 déc. 2017</u> |

Annexe D
Certificat d'analyses chimiques
environnementales réalisées par Maxxam
Analytique inc.

Attention: Yannick Tremblay

GHD Consultants Ltée
2181 4e Rue
St Romuald, QC
G6W 5M6

Votre # de commande: 76208742
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # Bordereau: E-932208

Date du rapport: 2017/11/27
Rapport: R2339128
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER MAXXAM: B769005

Reçu: 2017/11/17, 15:30

Matrice: SOL
Nombre d'échantillons reçus: 8

| Analyses | Quantité | Date de l' | Date | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|--|----------|------------|------------|------------------------|----------------------|
| | | extraction | Analysé | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)* | 4 | 2017/11/21 | 2017/11/23 | QUE SOP-00210 | MA400-HYD 1.1 R3 m |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)* | 4 | 2017/11/21 | 2017/11/24 | QUE SOP-00210 | MA400-HYD 1.1 R3 m |
| Métaux extractibles totaux par ICP* | 8 | 2017/11/21 | 2017/11/21 | QUE SOP-00132 | MA.200-Mét. 1.2 R5 m |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques* | 8 | 2017/11/21 | 2017/11/23 | QUE SOP-00208 | MA.400-HAP 1.1 R5 m |

Remarques:

Les laboratoires Maxxam sont accrédités ISO/IEC 17025:2005. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Maxxam s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tel que le CCME, le MDDELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliquées par les employés de Maxxam (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Maxxam). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères du CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire.

Les responsabilités de Maxxam sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Maxxam pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Maxxam, sauf si convenu autrement par écrit.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.

Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés.

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.

Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

Attention:Yannick Tremblay

GHD Consultants Ltée
2181 4e Rue
St Romuald, QC
G6W 5M6

Votre # de commande: 76208742
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # Bordereau: E-932208

Date du rapport: 2017/11/27
Rapport: R2339128
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER MAXXAM: B769005

Reçu: 2017/11/17, 15:30

clé de cryptage

Veillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Alain Lemieux, Chargé de projets
Courriel: ALemieux@maxxam.ca
Téléphone (418)658-5784 Ext:6451

=====

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | EW0616 | | | | | EW0641 | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----|----|-----|------------------------|-----|-------------------------|----|------|---------------------|----|--|--|--|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 09:00 | | | | | 2017/11/07 13:00 | | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | | | E-932208 | | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-03-CFE-3 | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-1A | CR | LDR | Lot | CQ | | | |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 15 | | 4.2 | | N/A | N/A | | | | |
| HAP | | | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Acénaphylène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Anthracène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | 0.13 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.23 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.23 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.17 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.12 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.12 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b+j+k)fluoranthène | mg/kg | - | - | - | 0.41 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(ghi)peryène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.12 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Chrysène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.29 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | 0.58 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluorène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | 0.11 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Naphtalène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | 0.26 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Pyrène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | 0.47 | A-B | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| LDR = Limite de détection rapportée | | | | | | | | | | | | | | |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité | | | | | | | | | | | | | | |
| N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0616 | | EW0641 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 09:00 | | 2017/11/07 13:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-03-CFE-3 | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-1A | CR | LDR | Lot CQ |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 93 | | 91 | | N/A | 1860574 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 99 | | 103 | | N/A | 1860574 |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 84 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 95 | | 91 | | N/A | 1860574 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 91 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | EW0641 | | | | | EW0642 | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----|----|-----|---|----|------------------------|-----|------|---------------------|--|--|--|--|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 13:00 | | | | | 2017/11/07 14:00 | | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | | | E-932208 | | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-04-CFE-1A Dup. de Lab. | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ | | | | |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 4.2 | | 38 | | N/A | N/A | | | | |
| HAP | | | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.16 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Acénaphylène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Anthracène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.36 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.56 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.49 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.49 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.27 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.25 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b+j+k)fluoranthène | mg/kg | - | - | - | <0.10 | | 1.0 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.26 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Chrysène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.73 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 1.7 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluorène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.11 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.23 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Naphtalène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | 0.89 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Pyrène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 1.2 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| LDR = Limite de détection rapportée | | | | | | | | | | | | | | |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité | | | | | | | | | | | | | | |
| Duplicata de laboratoire | | | | | | | | | | | | | | |
| N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|---|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0641 | | EW0642 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 13:00 | | 2017/11/07 14:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-04-CFE-1A Dup. de Lab. | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 91 | | 89 | | N/A | 1860574 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 100 | | 101 | | N/A | 1860574 |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 80 | | 82 | | N/A | 1860574 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 89 | | 91 | | N/A | 1860574 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 81 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | EW0643 | | | | | EW0644 | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----|----|-----|-------------------------|----|------------------------|-----|------|---------------------|--|--|--|--|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 16:00 | | | | | 2017/11/16 16:00 | | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | | | E-932208 | | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-05-CFE-1C | CR | 11143038-A1-F-06-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ | | | | |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | | 36 | | N/A | N/A | | | | |
| HAP | | | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Acénaphylène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Anthracène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.16 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.25 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(b+j+k)fluoranthène | mg/kg | - | - | - | <0.10 | | 0.25 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.11 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Chrysène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.17 | A-B | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Fluorène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | A | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Naphtalène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| Pyrène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 | | | | |
| LDR = Limite de détection rapportée | | | | | | | | | | | | | | |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité | | | | | | | | | | | | | | |
| N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|--------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0643 | | EW0644 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 16:00 | | 2017/11/16 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-05-CFE-1C | CR | 11143038-A1-F-06-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 93 | | 90 | | N/A | 1860574 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 105 | | 103 | | N/A | 1860574 |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 83 | | 84 | | N/A | 1860574 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 91 | | 91 | | N/A | 1860574 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 85 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0645 | | EW0646 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 14:00 | | 2017/11/14 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-07-CFE-2 | CR | 11143038-A1-F-07-CFE-9 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 4.7 | | 21 | | N/A | N/A |
| HAP | | | | | | | | | | |
| Acénaphène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Acénaphthylène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Anthracène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(b+j+k)fluoranthène | mg/kg | - | - | - | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Chrysène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.12 | A-B | 0.10 | 1860574 |
| Fluorène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Naphtalène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Pyrène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0645 | | EW0646 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 14:00 | | 2017/11/14 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-07-CFE-2 | CR | 11143038-A1-F-07-CFE-9 | CR | LDR | Lot CQ |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 93 | | 90 | | N/A | 1860574 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 101 | | 99 | | N/A | 1860574 |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 81 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 91 | | 90 | | N/A | 1860574 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 84 | | 83 | | N/A | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | |
|--|--------|-----|----|-----|------------------------|----|------|---------|
| ID Maxxam | | | | | EW0647 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 10:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-08-CFE-2 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 14 | | N/A | N/A |
| HAP | | | | | | | | |
| Acénaphène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Acénaphthylène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Anthracène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(b+j+k)fluoranthène | mg/kg | - | - | - | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Chrysène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Fluoranthène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Fluorène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Naphtalène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Phénanthrène | mg/kg | 0.1 | 5 | 50 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| Pyrène | mg/kg | 0.1 | 10 | 100 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | 0.1 | 1 | 10 | <0.10 | | 0.10 | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HAP PAR GCMS (SOL)

| | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0647 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 10:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-08-CFE-2 | CR | LDR | Lot CQ |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 90 | | N/A | 1860574 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 94 | | N/A | 1860574 |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 79 | | N/A | 1860574 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 87 | | N/A | 1860574 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 80 | | N/A | 1860574 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|--------|-----|-----|------|---|-----|-------------------------|-----|-----|---------|
| ID Maxxam | | | | | EW0616 | | EW0641 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 09:00 | | 2017/11/07 13:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-03-CFE-3 | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-1A | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 15 | | 4.2 | | N/A | N/A |
| HYDROCARBURES PÉTROLIERS | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | 300 | 700 | 3500 | <100 | | 510 | A-B | 100 | 1860572 |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 102 | | 99 | | N/A | 1860572 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |
| ID Maxxam | | | | | EW0641 | | EW0642 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 13:00 | | 2017/11/07 14:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-04-CFE-1A Dup. de Lab. | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 4.2 | | 38 | | N/A | N/A |
| HYDROCARBURES PÉTROLIERS | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | 300 | 700 | 3500 | 330 | A-B | 120 | <A | 100 | 1860572 |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 100 | | 108 | | N/A | 1860572 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|--------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0643 | | EW0644 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 16:00 | | 2017/11/16 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-05-CFE-1C | CR | 11143038-A1-F-06-CFE-5 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | | 36 | | N/A | N/A |
| HYDROCARBURES PÉTROLIERS | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | 300 | 700 | 3500 | 540 | A-B | 260 | <A | 100 | 1860572 |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 104 | | 99 | | N/A | 1860572 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0645 | | EW0646 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 14:00 | | 2017/11/14 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-07-CFE-2 | CR | 11143038-A1-F-07-CFE-9 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 4.7 | | 21 | | N/A | N/A |
| HYDROCARBURES PÉTROLIERS | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | 300 | 700 | 3500 | <100 | | <100 | | 100 | 1860572 |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 102 | | 99 | | N/A | 1860572 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

| | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0647 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 10:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-08-CFE-2 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 14 | | N/A | N/A |
| HYDROCARBURES PÉTROLIERS | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | 300 | 700 | 3500 | 110 | <A | 100 | 1860572 |
| Récupération des Surrogates (%) | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 100 | | N/A | 1860572 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0616 | | EW0641 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 09:00 | | 2017/11/07 13:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-03-CFE-3 | CR | 11143038-A1-F-04-CFE-1A | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 15 | | 4.2 | | N/A | N/A |
| MÉTAUX | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | 2 | 20 | 40 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 6 | 30 | 50 | 6.7 | A-B | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 340 | 500 | 2000 | 230 | <A | 55 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1.5 | 5 | 20 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 100 | 250 | 800 | 25 | <A | 4.9 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | 25 | 50 | 300 | 15 | <A | <2.0 | | 2.0 | 1860521 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 30 | <A | 2.7 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Etain (Sn) | mg/kg | 5 | 50 | 300 | <4.0 | | <4.0 | | 4.0 | 1860521 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | 1000 | 1000 | 2200 | 590 | <A | 250 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | 2 | 10 | 40 | 1.5 | <A | <1.0 | | 1.0 | 1860521 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 42 | <A | 4.2 | <A | 1.0 | 1860521 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 50 | 500 | 1000 | 15 | <A | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 140 | 500 | 1500 | 67 | <A | 10 | <A | 10 | 1860521 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

N/A = Non Applicable

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0642 | | EW0643 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/07 14:00 | | 2017/11/07 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-04-CFE-5 | CR | 11143038-A1-F-05-CFE-1C | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 38 | | 5.1 | | N/A | N/A |
| MÉTAUX | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | 2 | 20 | 40 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 6 | 30 | 50 | <5.0 | | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 340 | 500 | 2000 | 100 | <A | 31 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1.5 | 5 | 20 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 100 | 250 | 800 | 27 | <A | 4.4 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | 25 | 50 | 300 | 7.9 | <A | 3.8 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 23 | <A | 5.8 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Etain (Sn) | mg/kg | 5 | 50 | 300 | 94 | B-C | <4.0 | | 4.0 | 1860521 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | 1000 | 1000 | 2200 | 450 | <A | 180 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | 2 | 10 | 40 | <1.0 | | <1.0 | | 1.0 | 1860521 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 21 | <A | 5.7 | <A | 1.0 | 1860521 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 50 | 500 | 1000 | 150 | A-B | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 140 | 500 | 1500 | 100 | <A | 30 | <A | 10 | 1860521 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

N/A = Non Applicable

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|--|--------|------|------|------|------------------------|----|--|----|------|---------|
| ID Maxxam | | | | | EW0644 | | EW0644 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/16 16:00 | | 2017/11/16 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-06-CFE-5 | CR | 11143038-A1-F-06-CFE-5 Dup. de Lab. | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 36 | | 36 | | N/A | N/A |
| MÉTAUX | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | 2 | 20 | 40 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 6 | 30 | 50 | 5.1 | <A | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 340 | 500 | 2000 | 84 | <A | 83 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1.5 | 5 | 20 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 100 | 250 | 800 | 35 | <A | 35 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | 25 | 50 | 300 | 9.6 | <A | 8.9 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 24 | <A | 23 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Etain (Sn) | mg/kg | 5 | 50 | 300 | <4.0 | | <4.0 | | 4.0 | 1860521 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | 1000 | 1000 | 2200 | 680 | <A | 620 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | 2 | 10 | 40 | <1.0 | | <1.0 | | 1.0 | 1860521 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 22 | <A | 22 | <A | 1.0 | 1860521 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 50 | 500 | 1000 | 22 | <A | 22 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 140 | 500 | 1500 | 120 | <A | 120 | <A | 10 | 1860521 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire N/A = Non Applicable | | | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0645 | | EW0646 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 14:00 | | 2017/11/14 16:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-07-CFE-2 | CR | 11143038-A1-F-07-CFE-9 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 4.7 | | 21 | | N/A | N/A |
| MÉTAUX | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | 2 | 20 | 40 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 6 | 30 | 50 | <5.0 | | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 340 | 500 | 2000 | 57 | <A | 67 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1.5 | 5 | 20 | <0.50 | | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 100 | 250 | 800 | 5.7 | <A | 24 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | 25 | 50 | 300 | 2.7 | <A | 7.4 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 4.8 | <A | 13 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Etain (Sn) | mg/kg | 5 | 50 | 300 | <4.0 | | <4.0 | | 4.0 | 1860521 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | 1000 | 1000 | 2200 | 230 | <A | 230 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | 2 | 10 | 40 | <1.0 | | <1.0 | | 1.0 | 1860521 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 7.8 | <A | 18 | <A | 1.0 | 1860521 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 50 | 500 | 1000 | <5.0 | | 10 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 140 | 500 | 1500 | 17 | <A | 55 | <A | 10 | 1860521 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

N/A = Non Applicable

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|
| ID Maxxam | | | | | EW0647 | | | |
| Date d'échantillonnage | | | | | 2017/11/14 10:00 | | | |
| # Bordereau | | | | | E-932208 | | | |
| | Unités | A | B | C | 11143038-A1-F-08-CFE-2 | CR | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 14 | | N/A | N/A |
| MÉTAUX | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | 2 | 20 | 40 | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 6 | 30 | 50 | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 340 | 500 | 2000 | 100 | <A | 5.0 | 1860521 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1.5 | 5 | 20 | <0.50 | | 0.50 | 1860521 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 100 | 250 | 800 | 9.4 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | 25 | 50 | 300 | 4.1 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 6.9 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Etain (Sn) | mg/kg | 5 | 50 | 300 | <4.0 | | 4.0 | 1860521 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | 1000 | 1000 | 2200 | 230 | <A | 2.0 | 1860521 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | 2 | 10 | 40 | <1.0 | | 1.0 | 1860521 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 50 | 100 | 500 | 12 | <A | 1.0 | 1860521 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 50 | 500 | 1000 | <5.0 | | 5.0 | 1860521 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 140 | 500 | 1500 | 22 | <A | 10 | 1860521 |
| LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable | | | | | | | | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

REMARQUES GÉNÉRALES

Tous les résultats sont calculés sur une base sèche excepté lorsque non-applicable.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0616
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0616
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0616
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0641
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0641
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0641
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0642
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0642
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0642
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0643
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0643
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0643
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0644
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0644
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0644
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0645
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0645
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0645
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0646
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0646
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0646
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0647
Métaux extractibles totaux par ICP: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0647
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: EW0647

A,B,C,CR: Les critères des sols proviennent de l'Annexe 2 du « Guide d'intervention-Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. MDDELCC, 2016. » et intitulé « Grille des critères génériques pour les sols ». Pour les analyses de métaux (et métalloïdes) dans les sols, le critère A désigne la « Teneur de fond Secteur Basses-Terres du Saint-Laurent ».

Les critères A et B pour l'eau souterraine proviennent de l'annexe 7 intitulé « Grille des critères de qualité des eaux souterraines » du guide d'intervention mentionné plus haut. A=Eau de consommation; B=Résurgence dans l'eau de surface

Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.

- = Ce composé ne fait pas partie de la réglementation.

HAP PAR GCMS (SOL)

Veillez noter que les résultats n'ont été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité (blanc fortifié et blanc de méthode), ni pour les surrogates.

Les résultats bruts non-arrondis sont utilisés dans le calcul du benzo(b+j+k)fluoranthène. Ce résultat total est alors arrondi à deux chiffres significatifs.

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité (blanc fortifié et surrogates).
Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour le blanc de méthode.

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot | AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités | Limites CQ |
|----------------|------------|------------------|---------|----------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|
| 1860521 | BLA | MRC | | Argent (Ag) | 2017/11/21 | | 98 | % | 80 - 120 |
| | | | | Arsenic (As) | 2017/11/21 | | 99 | % | 80 - 120 |
| | | | | Baryum (Ba) | 2017/11/21 | | 102 | % | 80 - 120 |
| | | | | Cadmium (Cd) | 2017/11/21 | | 100 | % | 80 - 120 |
| | | | | Chrome (Cr) | 2017/11/21 | | 91 | % | 80 - 120 |
| | | | | Cobalt (Co) | 2017/11/21 | | 96 | % | 80 - 120 |
| | | | | Cuivre (Cu) | 2017/11/21 | | 97 | % | 80 - 120 |
| | | | | Etain (Sn) | 2017/11/21 | | 104 | % | 80 - 120 |
| | | | | Manganèse (Mn) | 2017/11/21 | | 92 | % | 80 - 120 |
| | | | | Molybdène (Mo) | 2017/11/21 | | 105 | % | 80 - 120 |
| | | | | Nickel (Ni) | 2017/11/21 | | 95 | % | 80 - 120 |
| | | | | Plomb (Pb) | 2017/11/21 | | 96 | % | 80 - 120 |
| | | | | Zinc (Zn) | 2017/11/21 | | 94 | % | 80 - 120 |
| | | | | 1860521 | BLA | Blanc fortifié | | Argent (Ag) | 2017/11/21 |
| Arsenic (As) | 2017/11/21 | | 99 | | | | | % | 80 - 120 |
| Baryum (Ba) | 2017/11/21 | | 107 | | | | | % | 80 - 120 |
| Cadmium (Cd) | 2017/11/21 | | 98 | | | | | % | 80 - 120 |
| Chrome (Cr) | 2017/11/21 | | 95 | | | | | % | 80 - 120 |
| Cobalt (Co) | 2017/11/21 | | 95 | | | | | % | 80 - 120 |
| Cuivre (Cu) | 2017/11/21 | | 97 | | | | | % | 80 - 120 |
| Etain (Sn) | 2017/11/21 | | 106 | | | | | % | 80 - 120 |
| Manganèse (Mn) | 2017/11/21 | | 96 | | | | | % | 80 - 120 |
| Molybdène (Mo) | 2017/11/21 | | 95 | | | | | % | 80 - 120 |
| Nickel (Ni) | 2017/11/21 | | 95 | | | | | % | 80 - 120 |
| Plomb (Pb) | 2017/11/21 | | 96 | | | | | % | 80 - 120 |
| Zinc (Zn) | 2017/11/21 | | 97 | | | | | % | 80 - 120 |
| 1860521 | BLA | Blanc de méthode | | | | | | Argent (Ag) | 2017/11/21 |
| | | | | Arsenic (As) | 2017/11/21 | <5.0 | | mg/kg | |
| | | | | Baryum (Ba) | 2017/11/21 | <5.0 | | mg/kg | |
| | | | | Cadmium (Cd) | 2017/11/21 | <0.50 | | mg/kg | |
| | | | | Chrome (Cr) | 2017/11/21 | <2.0 | | mg/kg | |
| | | | | Cobalt (Co) | 2017/11/21 | <2.0 | | mg/kg | |
| | | | | Cuivre (Cu) | 2017/11/21 | <2.0 | | mg/kg | |
| | | | | Etain (Sn) | 2017/11/21 | <4.0 | | mg/kg | |
| | | | | Manganèse (Mn) | 2017/11/21 | <2.0 | | mg/kg | |
| | | | | Molybdène (Mo) | 2017/11/21 | <1.0 | | mg/kg | |
| | | | | Nickel (Ni) | 2017/11/21 | <1.0 | | mg/kg | |
| | | | | Plomb (Pb) | 2017/11/21 | <5.0 | | mg/kg | |
| | | | | Zinc (Zn) | 2017/11/21 | <10 | | mg/kg | |
| | | | | 1860521 | BLA | RPD [EW0644-01] | | Argent (Ag) | 2017/11/21 |
| Arsenic (As) | 2017/11/21 | 2.3 | | | | | | % | 30 |
| Baryum (Ba) | 2017/11/21 | 0.84 | | | | | | % | 30 |
| Cadmium (Cd) | 2017/11/21 | NC | | | | | | % | 30 |
| Chrome (Cr) | 2017/11/21 | 1.8 | | | | | | % | 30 |
| Cobalt (Co) | 2017/11/21 | 7.1 | | | | | | % | 30 |
| Cuivre (Cu) | 2017/11/21 | 2.9 | | | | | | % | 30 |
| Etain (Sn) | 2017/11/21 | NC | | | | | | % | 30 |
| Manganèse (Mn) | 2017/11/21 | 8.2 | | | | | | % | 30 |
| Molybdène (Mo) | 2017/11/21 | NC | | | | | | % | 30 |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités | Limites CQ |
|-----------|------|------------------|------------------------------------|--------------|--------|-----|--------|------------|
| 1860572 | GTE | Blanc fortifié | Nickel (Ni) | 2017/11/21 | 2.1 | | % | 30 |
| | | | Plomb (Pb) | 2017/11/21 | 1.2 | | % | 30 |
| | | | Zinc (Zn) | 2017/11/21 | 0.38 | | % | 30 |
| | | | 1-Chlorooctadécane | 2017/11/23 | | 100 | % | 60 - 120 |
| 1860572 | GTE | Blanc de méthode | Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | 2017/11/23 | | 92 | % | 70 - 130 |
| | | | 1-Chlorooctadécane | 2017/11/23 | | 97 | % | 60 - 120 |
| 1860572 | GTE | RPD [EW0641-01] | Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | 2017/11/23 | <100 | | mg/kg | |
| 1860574 | GTE | Blanc fortifié | D10-Anthracène | 2017/11/23 | | 90 | % | 50 - 130 |
| | | | D12-Benzo(a)pyrène | 2017/11/23 | | 104 | % | 50 - 130 |
| | | | D14-Terphenyl | 2017/11/23 | | 85 | % | 50 - 130 |
| | | | D8-Acenaphthylene | 2017/11/23 | | 88 | % | 50 - 130 |
| | | | D8-Naphtalène | 2017/11/23 | | 82 | % | 50 - 130 |
| | | | Acénaphène | 2017/11/23 | | 102 | % | 50 - 130 |
| | | | Acénaphthylène | 2017/11/23 | | 96 | % | 50 - 130 |
| | | | Anthracène | 2017/11/23 | | 111 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(a)anthracène | 2017/11/23 | | 101 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(a)pyrène | 2017/11/23 | | 105 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(b)fluoranthène | 2017/11/23 | | 94 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(j)fluoranthène | 2017/11/23 | | 112 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(k)fluoranthène | 2017/11/23 | | 98 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(b+j+k)fluoranthène | 2017/11/23 | | 101 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(c)phénanthrène | 2017/11/23 | | 106 | % | 50 - 130 |
| | | | Benzo(ghi)pérylène | 2017/11/23 | | 95 | % | 50 - 130 |
| | | | Chrysène | 2017/11/23 | | 100 | % | 50 - 130 |
| | | | Dibenzo(a,h)anthracène | 2017/11/23 | | 97 | % | 50 - 130 |
| | | | Dibenzo(a,i)pyrène | 2017/11/23 | | 80 | % | 50 - 130 |
| | | | Dibenzo(a,h)pyrène | 2017/11/23 | | 103 | % | 50 - 130 |
| | | | Dibenzo(a,l)pyrène | 2017/11/23 | | 103 | % | 50 - 130 |
| | | | 7,12-Diméthylbenzanthracène | 2017/11/23 | | 76 | % | 50 - 130 |
| | | | Fluoranthène | 2017/11/23 | | 103 | % | 50 - 130 |
| | | | Fluorène | 2017/11/23 | | 97 | % | 50 - 130 |
| | | | Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 2017/11/23 | | 92 | % | 50 - 130 |
| | | | 3-Méthylcholanthrène | 2017/11/23 | | 107 | % | 50 - 130 |
| | | | Naphtalène | 2017/11/23 | | 95 | % | 50 - 130 |
| | | | Phénanthrène | 2017/11/23 | | 88 | % | 50 - 130 |
| | | | Pyrène | 2017/11/23 | | 104 | % | 50 - 130 |
| | | | 2-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | | 87 | % | 50 - 130 |
| | | | 1-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | | 96 | % | 50 - 130 |
| | | | 1,3-Diméthylnaphtalène | 2017/11/23 | | 86 | % | 50 - 130 |
| | | | 2,3,5-Triméthylnaphtalène | 2017/11/23 | | 86 | % | 50 - 130 |
| 1860574 | GTE | Blanc de méthode | D10-Anthracène | 2017/11/23 | | 95 | % | 50 - 130 |
| | | | D12-Benzo(a)pyrène | 2017/11/23 | | 99 | % | 50 - 130 |
| | | | D14-Terphenyl | 2017/11/23 | | 83 | % | 50 - 130 |
| | | | D8-Acenaphthylene | 2017/11/23 | | 88 | % | 50 - 130 |
| | | | D8-Naphtalène | 2017/11/23 | | 83 | % | 50 - 130 |
| | | | Acénaphène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Acénaphthylène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Anthracène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités | Limites CQ |
|--------------|------|-----------------|-----------------------------|--------------|--------|-----|--------|------------|
| | | | Benzo(a)anthracène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(a)pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(b)fluoranthène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(j)fluoranthène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(k)fluoranthène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(b+j+k)fluoranthène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(c)phénanthrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Benzo(ghi)pérylène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Chrysène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Dibenzo(a,h)anthracène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Dibenzo(a,i)pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Dibenzo(a,h)pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Dibenzo(a,l)pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 7,12-Diméthylbenzanthracène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Fluoranthène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Fluorène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 3-Méthylcholanthrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Naphtalène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Phénanthrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | Pyrène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 2-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 1-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 1,3-Diméthylnaphtalène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| | | | 2,3,5-Triméthylnaphtalène | 2017/11/23 | <0.10 | | mg/kg | |
| 1860574 | GTE | RPD [EW0641-01] | Acénaphène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Acénaphylène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Anthracène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(a)anthracène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(a)pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(b)fluoranthène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(j)fluoranthène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(k)fluoranthène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(b+j+k)fluoranthène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(c)phénanthrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Benzo(ghi)pérylène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Chrysène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Dibenzo(a,h)anthracène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Dibenzo(a,i)pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Dibenzo(a,h)pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Dibenzo(a,l)pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | 7,12-Diméthylbenzanthracène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Fluoranthène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Fluorène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | 3-Méthylcholanthrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Naphtalène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Phénanthrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | Pyrène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités | Limites CQ |
|--------------|------|---------|---------------------------|--------------|--------|-----|--------|------------|
| | | | 2-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | 1-Méthylnaphtalène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | 1,3-Diméthylnaphtalène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |
| | | | 2,3,5-Triméthylnaphtalène | 2017/11/23 | NC | | % | 50 |

Duplicata: Deux parties aliquotes distinctes obtenues à partir d'un même échantillon et soumises en même temps au même processus analytique du prétraitement au dosage. Les duplicatas servent à vérifier la variance de la mesure.

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Surrogate: Composé se comportant de façon similaire aux composés analysés et ajouté à l'échantillon avant l'analyse. Sert à évaluer la qualité de l'extraction.

NC (RPD du duplicata) : La RPD du duplicata n'a pas été calculée. La concentration de l'échantillon ou du duplicata était trop faible pour permettre le calcul de la RPD (différence absolue $\leq 2 \times$ LDR)

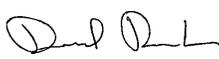
Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B769005
Date du rapport: 2017/11/27

GHD Consultants Ltée
Votre # du projet: 11143038-A1
Adresse du site: RUE DU SANCTUAIRE, STE-ANNE-BEAUPRÉ,
QC
Votre # de commande: 76208742
Initiales du préleveur: AP, NA

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:




David Provencher, B.Sc., Chimiste, Analyste Senior




Mathieu Letourneau, B.Sc., Chimiste, Spécialiste scientifique

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Annexe E
« Grille de gestion des sols excavés » du « Guide
d'intervention » du MDDELCC



**Grille de gestion des sols excavés
(juillet 2016)**

**du Ministère du Développement durable, de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques**

| Niveau de contamination | Options de gestion |
|--|---|
| \leq critère A ¹ | <ol style="list-style-type: none">1. Utilisation sans restriction sur tout terrain |
| < critère B (valeurs limites de l'annexe I du RPRT) | <ol style="list-style-type: none">1. Ailleurs que sur le terrain d'origine, les sols ne peuvent être déposés que sur des sols dont la concentration en contaminants est égale ou supérieure à celle des sols remblayés (article 4 du RSCTSC) et s'ils n'émettent pas d'odeurs d'hydrocarbures perceptibles.2. Aux mêmes conditions, déposés sur ou dans des terrains destinés à l'habitation s'ils sont utilisés comme matériau de remblayage dans le cadre de travaux de réhabilitation de terrains faits conformément à la LQE. |
| \leq critère B (valeurs limites de l'annexe I du RPRT) | <ol style="list-style-type: none">1. Valorisés sur le terrain d'origine ou sur le terrain à partir duquel a eu lieu l'activité à l'origine de la contamination.2. Valorisés comme matériau de recouvrement journalier ou final dans un lieu d'enfouissement technique (LET) ou comme matériau de recouvrement hebdomadaire ou final dans un lieu d'enfouissement en tranchée ou comme recouvrement mensuel ou final dans un lieu d'enfouissement de débris de construction ou de démolition, conformément au REIMR aux conditions des articles 42, 50, 90, 91, 105 ou 106.3. Valorisés comme recouvrement final dans un lieu d'enfouissement de sols contaminés (LESC) aux conditions décrites à l'article 38 du RESC ou valorisés dans un système de captage des gaz prévu à l'article 13 du RESC.4. Valorisés comme recouvrement final d'un lieu de dépôt définitif de matières dangereuses aux conditions de l'article 101 du RMD.5. Valorisés comme matériau de recouvrement final dans un système de gestion qui comporte le dépôt définitif par enfouissement de déchets de fabriques de pâtes et papiers, aux conditions de l'article 116 du Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers (RFPP).6. Valorisés sur un lieu d'élimination nécessitant un recouvrement, aux conditions prévues au certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.7. Valorisés avec ou sans MRF, comme matériau apte à la végétation dans des projets de restauration d'aires d'accumulation de résidus miniers² ou dans la couverture de lieux visés par le RFPP, le RESC ou le RMD. Ne doit dégager aucune odeur d'hydrocarbures perceptible. Dans le cas d'ajout de MRF, le projet doit être autorisé et respecter le <i>Guide sur l'utilisation de matières résiduelles fertilisantes pour la restauration de la couverture végétale de lieux dégradés</i>³.8. Valorisés comme couche de protection d'une géomembrane utilisée dans un système multicouche lors de la restauration d'une aire d'accumulation de résidus miniers générateurs d'acide.²9. Éliminés dans un lieu d'enfouissement visé par le RESC.10. Éliminés dans un LET, un lieu d'enfouissement en tranchée, un lieu d'enfouissement en milieu nordique, un lieu d'enfouissement de débris de construction ou de démolition ou un lieu d'enfouissement en territoire isolé, conformément à l'article 4 du REIMR. |
| \geq critère B et \leq critère C | <ol style="list-style-type: none">1. Utilisés sur le terrain d'origine comme matériau de remblayage à la condition que les concentrations mesurées respectent les critères ou valeurs limites réglementaires applicables aux sols selon l'usage et le zonage.2. Valorisés comme matériau de recouvrement dans un LET ou comme matériau de recouvrement hebdomadaire dans un lieu d'enfouissement en tranchée, aux conditions des articles 42, 50 ou 90 du REIMR. Ces conditions incluent notamment que les concentrations de composés organiques volatils soient égales ou inférieures aux critères B.3. Traités sur place ou dans un lieu de traitement autorisé.4. Éliminés dans un lieu d'enfouissement visé par le RESC. |
| < annexe I du RESC | <ol style="list-style-type: none">1. Utilisés pour remplir des dépressions naturelles ou des excavations sur le terrain d'origine lors de travaux de réhabilitation aux conditions prévues dans le plan de réhabilitation approuvé dans le cadre d'une analyse de risques (dossiers GTE), à la condition que les C₁₀-C₅₀ et les COV respectent les critères d'usage.2. Traités sur place ou dans un lieu de traitement autorisé.3. Éliminés dans un lieu d'enfouissement visé par le RESC. |
| \geq annexe I du RESC | <ol style="list-style-type: none">1. Décontaminés sur place ou dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu. Si cela est impossible, éliminés dans un lieu d'enfouissement visé par le RESC pour les exceptions mentionnées à l'article 4.1^o a, b ou c. |



**Grille de gestion des sols excavés
(juillet 2016)**

**du Ministère du Développement durable, de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques**

| Niveau de contamination | Options de gestion |
|-------------------------|--|
| Cas particuliers | <ol style="list-style-type: none">1. Des sols contaminés peuvent être utilisés, à condition de ne dégager aucune odeur d'hydrocarbures perceptible, pour la construction d'un écran visuel ou antibruit dont l'utilité est démontrée :<ol style="list-style-type: none">a. Sur un terrain résidentiel avec des sols du terrain d'origine :<ol style="list-style-type: none">i. dont les concentrations sont $\leq B$;ii. dont les concentrations sont $\leq C$, lors de travaux de réhabilitation sur le terrain réalisés conformément au plan de réhabilitation approuvé dans le cadre d'une analyse de risque (dossiers GTE), sous les mesures de confinement, à condition que les sols contiennent des concentrations $\leq B$ en C_{10}-C_{50} et en composés organiques volatils (COV)⁴;iii. dont les concentrations sont $<$ annexe I du RESC, lors de travaux de réhabilitation sur le terrain réalisés conformément au plan de réhabilitation approuvé dans le cadre d'une analyse de risque (dossiers GTE), sous les mesures de confinement, à condition que les sols en place soient de niveau $> C$ et que les sols déposés contiennent des concentrations $\leq B$ en C_{10}-C_{50} et en COV⁴;b. Sur un terrain commercial/industriel avec des sols du terrain d'origine :<ol style="list-style-type: none">i. dont les concentrations sont $\leq C$;ii. dont les concentrations sont $\leq C$, lors de travaux de réhabilitation sur le terrain réalisés conformément au plan de réhabilitation approuvé dans le cadre d'une analyse de risque (dossiers GTE), sous les mesures de confinement;iii. dont les concentrations sont $<$ annexe I du RESC, lors de travaux de réhabilitation sur le terrain réalisés conformément au plan de réhabilitation approuvé dans le cadre d'une analyse de risque (dossiers GTE), sous les mesures de confinement, à condition que les sols en place soient $> C$, et que les sols déposés contiennent des concentrations $\leq C$ en C_{10}-C_{50} et en COV⁴.2. La valorisation de sols contaminés dans un procédé en remplacement d'une matière vierge est possible aux conditions de l'autorisation.3. Les sols $\geq B$ peuvent être acheminés sur les aires de résidus miniers, s'ils sont contaminés exclusivement par des métaux ou métalloïdes résultant des activités minières de l'entreprise responsable de l'aire, aux conditions de l'autorisation délivrée par le Ministère (article 6 du RSCTSC).4. Les sols $\geq B$ peuvent être acheminés dans un lieu de dépôt définitif de matières dangereuses aux conditions du certificat d'autorisation détenu par ce lieu pour recevoir des sols. |

Note : S'il y a présence de matières résiduelles dans les sols, se référer à la figure 12 de la section 7.7.2.

¹ S'il est établi que la concentration naturelle dans le sol importé est supérieure au critère A et à la concentration du sol récepteur, il est recommandé au propriétaire du terrain récepteur de garder une trace du remblayage (localisation, niveau de contamination, provenance des sols importés), de façon à ce qu'il puisse, le cas échéant, démontrer qu'il ne s'agit pas d'une contamination anthropique. Faute de l'existence d'une telle trace, le Ministère considérera que les sols ont été contaminés par l'activité humaine et ils devront donc être gérés comme tels. Advenant le cas où les concentrations naturelles excèdent largement les critères génériques recommandés pour l'usage qui est fait du terrain récepteur, un avis sur les possibles risques à la santé et l'à-propos du remblayage avec de tels sols pourra être demandé à la direction de santé publique.

² Ne s'applique pas aux sols contaminés = B, à moins que ces sols n'aient d'abord transité par un lieu visé à l'article 6 du Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés. Les sols excavés $\geq B$ ne peuvent en effet être acheminés directement que dans des lieux légalement autorisés à les recevoir et listés à l'article 6 du RSCTSC.

³ Il faudra toutefois s'assurer que la valorisation de sols A-B, auxquels on aura ajouté des matières fertilisantes ou non, entraîne un effet bénéfique, par exemple, sur la croissance de la végétation, et que ces sols répondent à un besoin réel, l'ajout de sols n'étant pas essentiel dans tous les cas de restauration minière. Il sera possible de s'assurer du bien-fondé du projet de valorisation et de son contrôle dans le cadre du certificat d'autorisation délivré préalablement à sa réalisation.

⁴ L'écran visuel ou antibruit doit être recouvert de 1 m de sols $\leq A$ ou de 40 cm $\leq A$ aux endroits recouverts d'une structure permanente (asphalte ou béton). Il est possible d'utiliser des MRF dans la couche apte à la végétation selon les orientations du *Guide sur l'utilisation des matières résiduelles fertilisantes pour la restauration de la couverture végétale des lieux dégradés* si la résultante est $\leq A$.

www.ghd.com





Annexe C

Abondance relative des différentes espèces d'oiseaux observées au site eBird
de la Pointe de Maizerets début 2008 à août 2018



Légende :  abondance relative de l'espèce, de rare à abondante

Notes:

** Les espèces en **gras** et suivi de deux astérisques (**) possèdent un statut précaire au niveau fédéral et/ou au niveau provincial.

Les espèces en *italique* sont très rares ou exceptionnelles dans la région.

Source des données : Cornell Lab of Ornithology. 2018. eBird: Examiner les données. Cornell Lab of Ornithology et la National Audubon Society. [En ligne] Site Internet visité le 14 août 2018 <http://ebird.org/ebird/eBirdReports?cmd=Start>



Annexe D

Tableau 2.1 Liste des activités d'information-consultation menées par la
CDQSAB depuis 2014

Tableau 2.x Liste des activités d'information-consultation menées dans le cadre du développement du projet

| No. | Date | Participants (nb de personnes présentes) | Sujets | Remarques (attentes, préoccupations) |
|-----|-----------------------------------|--|--|---|
| 1 | 2014 (4 rencontres) | 7 personnes représentatives de la communauté | <ul style="list-style-type: none"> Conseil d'administration CDQSAB; Élaboration du projet. | <ul style="list-style-type: none"> Projet en symbiose avec le milieu, en respect avec le patrimoine et l'environnement; Projet doit se faire en concertation et en respect des différentes lois et normes s'y rattachant. |
| 2 | 2014 (12 rencontres publiques) | +/- 25 PERSONNES Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> Conseil de ville; Mise à jour du projet, discussions sur les préoccupations liées aux activités de pêches et à l'état de l'infrastructure. | |
| 3 | 2015 (5 rencontres) | 7 personnes représentatives de la communauté | <ul style="list-style-type: none"> Conseil d'administration CDQSAB; Élaboration du projet. | |
| 4 | 2015 (12 rencontres publiques) | +/- 25 PERSONNES Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> Conseils de ville; Mise à jour du projet, discussions sur les préoccupations liées aux activités de pêches et à l'état de l'infrastructure. | |
| 5 | Octobre 2015 | 25 personnes Pêcheurs, citoyens, gens d'affaires, partenaires | <ul style="list-style-type: none"> Rencontre d'idéation étude IBI DAA – Concept d'aménagement et de mise en valeur touristique pour le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré | <ul style="list-style-type: none"> Projet en respect avec le milieu (histoire, patrimoine et activités déjà pratiquées); Accès privilégié au citoyen, pêcheurs et visiteurs; Mise en valeur du fleuve et de ses berges. Un projet qui bonifiera le paysage de la région. |
| 6 | 31 mars 2015 | +/- 30 personnes Partenaires, Citoyens, Journalistes | <ul style="list-style-type: none"> Conférence de presse; Mise à jour du projet, annonce de partenaires financiers. | |

| No. | Date | Participants (nb de personnes présentes) | Sujets | Remarques (attentes, préoccupations) |
|-----|---------------------------------------|--|--|---|
| 7 | Juin 2015 | +/- 15 personnes MDDELCC, SCN, Transports Canada, DEC, OTQ, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Rencontre interministérielle; • Présentation du projet aux différents organismes publics potentiellement intéressés et touchés par le projet. | <ul style="list-style-type: none"> • Le projet doit faire l'objet d'un accompagnement du MDDELCC afin de respecter les normes et lois en vigueur. |
| 8 | Juin – novembre 2015 | +/- 5 personnes Gens d'affaires | <ul style="list-style-type: none"> • Rencontres individuelles de consultation lors de l'élaboration du plan d'affaires. | <ul style="list-style-type: none"> • Définir les besoins afin de conceptualiser un projet répondant aux besoins de la communauté, gens d'affaires et partenaires financiers. |
| 9 | Décembre 2015 | +/- 30 personnes Gens d'affaires Partenaires Citoyens | <ul style="list-style-type: none"> • Déjeuner touristique : Présentation publique pour faire la mise à jour du projet de mise en valeur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. | <ul style="list-style-type: none"> • Assurer un compromis entre activités commerciales et accès à la communauté. |
| 10 | 2016 (3 rencontres) | 7 personnes représentatives de la communauté | <ul style="list-style-type: none"> • Conseil d'administration CDQSAB; • Élaboration du projet et mise en œuvre. | |
| 11 | 2016 (12 rencontres publiques) | +/- 25 PERSONNES Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> • Conseil de ville; • Mise à jour du projet discussions sur les préoccupations liées aux activités de pêches et à l'état de l'infrastructure. | |
| 12 | 2016 3 Rencontres individuelles | 3 personnes Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> • Clarification des échéanciers du projet et des concepts. | <ul style="list-style-type: none"> • Le projet doit valoriser l'accès à la communauté et valoriser l'expérience pêche. |
| 13 | Juillet 2016 | +/- 15 personnes | <ul style="list-style-type: none"> • Rencontre interministérielle; • Mise à jour du projet aux différents organismes publics. Ajustement des concepts selon les directives du MDDELCC. | |

| No. | Date | Participants (nb de personnes présentes) | Sujets | Remarques (attentes, préoccupations) |
|------------|---|--|---|---|
| 14 | 2017 (2 rencontres) | 7 personnes représentatives de la communauté | <ul style="list-style-type: none"> • Conseil d'administration CDQSAB; • Élaboration du projet et mise en œuvre. | |
| 15 | 2017 (12 rencontres publiques) | +/- 25 PERSONNES Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> • Conseil de ville; • Mise à jour du projet discussions sur les préoccupations liées aux activités de pêches et à l'état de l'infrastructure. | |
| 16 | 25 mai 2017 | +/- 15 personnes Citoyens partenaires | <ul style="list-style-type: none"> • Présentation au conseil d'administration de Développement Côte-de-Beaupré. | <ul style="list-style-type: none"> • Le projet doit s'assurer de relever le défi de bonifier le milieu villageois de Sainte-Anne-de-Beaupré et le Sanctuaire et d'offrir un effet levier pour attirer de nouveaux investisseurs et de nouvelle clientèle. Le tout en améliorant le paysage de la 138 et des rives du fleuve. |
| 17 | 2018 (3 rencontres) | 7 personnes représentatives de la communauté | <ul style="list-style-type: none"> • Conseil d'administration CDQSAB; • Élaboration du projet et mise en œuvre. | |
| 18 | 2018 (7 rencontres publiques) | +/- 25 PERSONNES Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> • Conseils de ville; • Mise à jour du projet discussions sur les préoccupations liées aux activités de pêches et à l'état de l'infrastructure. | |
| 19 | Mai 2018 (3 rencontres personnalisées) | 1 rencontre incluant 5 personnes 2 rencontres individuelles Citoyens Pêcheurs | <ul style="list-style-type: none"> • Rencontre avec des citoyens et pêcheurs qui ont à cœur la mise en valeur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. | <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité des lieux et la pérennité des installations sont primordiaux. |
| 20 | Mai 2018 | Population en général | <ul style="list-style-type: none"> • Actions de communications publiques pour une mise à jour du projet et des concepts architecturaux. | |



Annexe E
Plans

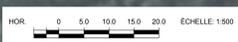


LÉGENDE

| Existant | Proposé |
|--|---------|
| Niveau de terrain | 100.00 |
| Pente de drainage | PENTE |
| Note au plan | X |
| Ligne d'emprise et de lot | |
| Mur | |
| Bossé, déboussement | |
| Halle | |
| Autre feuilles, Conifère, Arbuste | |
| Poteau téléphonique / Électrique | |
| Électrique et téléphonique | |
| Avec transformateur | |
| Avec transformateur et lampadaire simple | |
| Poteau guidé, Hauteur | |
| Câble électrique aérien | |
| Câble électrique souterrain | |
| Conduite de gaz souterrain | |
| Poteau enseigne | |
| Bord pavage | |
| Bord graver | |
| Trottoir | |
| Bordure | |
| Ponceau | |
| Fosse | |
| Haut de talus | |
| Bas de talus | |
| Closure | |
| Conduite d'aqueduc | |
| Entrée de service | |
| An aqueduc (125mmØ sauf si indiqué) | |
| En sanitaire (125mmØ sauf si indiqué) | |
| En pluvial (150mmØ sauf si indiqué) | |
| Vanne d'aqueduc | |
| Bouche d'incendie | |
| Bouchon | |
| Réduit | |
| Conduite de refoulement | |
| Regard et égout sanitaire | |
| Regard et égout combiné | |
| Regard et égout pluvial | |
| Regard passard | |
| Puissard | |
| Classe de sécurité | |
| Puits d'exploration / Forage | PU-XX |
| Sondage géotechnique | S-XX |
| Élément à désaffecter | (X) |
| Élément à raccorder | (R) |
| Élément à conserver | (C) |
| Élément à enlever | (E) |



LES ALTITUDES SONT
RAITACHÉES AU RÉPÈRE NO.:
86K0792 ÉLEVATION: 5,77m



TOUTES LES ÉLEVATIONS
SONT EN GÉODÉSIQUE

BASE DU CADRE CONCERNANT LA CONFIDENTIALITÉ
DE DESIN ET TOUTES LES INFORMATIONS QUI CONTIENNENT LA PROPRIÉTÉ EXCLUSIVE DE
NORDA STELO INC. IL EST STRICTEMENT INTERDIT DE COMMUNIQUER OU D'UTILISER SON CONTENU
À UN TROISIÈME PARTI SANS LE PRÉSENT AVALANT ÉCRIT. LE PRÉSENT DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE
NORDA STELO INC. TOUTE REPRODUCTION DE CE DESSIN EST INTERDITE ET LE DOTT
SERAIT RETOURNÉ IMMÉDIATEMENT.

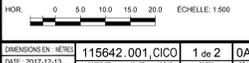
| NO. | DATE | ÉMISSION | DESIGNÉ | APPRUVÉ |
|-----|------------|-----------------------|---------|---------|
| 01 | 13/12/2017 | RAPPORT DE CONCEPTION | S.F. | S.F. |
| 02 | | ÉMISSION | | |

CLIENT:
**COORPORATION DE DÉVELOPPEMENT
DU QUAI DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ**

PROJET:
QUAI DE SAINTE-ANNE DE BEAUPRÉ

TITRE:
**CONCEPTION PRÉLIMINAIRE
PLAN**

CONÇU: S.Ferrero ing. / N.Ouellet ing. / L.Troilo-Gonzalez ing.
DESINÉ: S.Lavie tech.
VÉRIFIÉ: S.Ferrero ing.
APPROUVÉ: S.Ferrero ing.



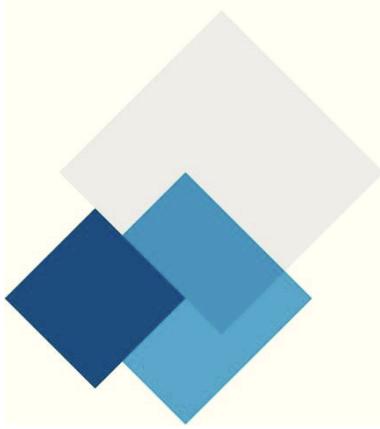
DIMENSIONS EN MÈTRES: 115642.001 CICO 1 de 2 0A
DATE: 2017-12-13

CONVERSION: ELEV.
MARÉGRAPHIQUE = ELEV.
GÉODÉSIQUE + 2.388



Annexe F

Version électronique du rapport technique préparé
par les consultants Ropars inc.



Annexe A – Rapport technique des Consultants Ropars inc.

Projet de mise en valeur du quai
Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec
Étude des conditions hydrodynamiques

Dossier SAB-QU15
Projet : 632976 / BC-25764



Rapport technique **FINAL**
Par

Yann ROPARS, ing., M.Sc.



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

Pour



SNC • LAVALIN

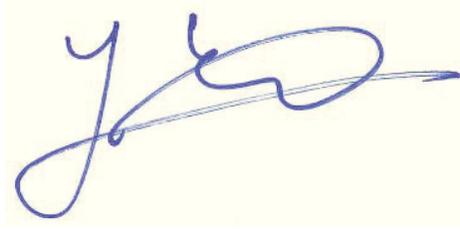
Avril 2016

TABLES DES MATIÈRES

| | | |
|------|---|----|
| 1 | Introduction..... | 1 |
| 1.1 | Localisation du projet..... | 1 |
| 1.2 | Projet de mise en valeur..... | 1 |
| 2 | Caractéristiques physiques du milieu..... | 3 |
| 2.1 | Vagues..... | 3 |
| 2.2 | Glaces..... | 3 |
| 2.3 | Géotechnique..... | 4 |
| 2.4 | Environnement..... | 4 |
| 3 | Niveaux d'eau..... | 5 |
| 3.1 | Données disponibles..... | 5 |
| 3.2 | Informations générales du SHC..... | 6 |
| 3.3 | Base de données de la station de Saint-François (IO)..... | 7 |
| 3.4 | Influence des changements climatiques sur les niveaux d'eau hauts..... | 8 |
| 3.5 | Relèvement isostatique dans la région de Saint-François (IO)..... | 11 |
| 3.6 | Étude des hausses du niveau d'eau du MPO..... | 12 |
| 3.7 | Niveaux d'eau hauts recommandés à St-François-IO..... | 12 |
| 3.8 | Comparaison entre les niveaux d'eau aux stations de Saint-François (IO), Lauzon et Sainte-Anne-de-Beaupré..... | 13 |
| 3.9 | Recommandation de niveaux d'eau hauts pour Sainte-Anne-de-Beaupré..... | 14 |
| 3.10 | Niveaux d'eau bas..... | 15 |
| 4 | Accessibilité du quai par rapport aux niveaux d'eau..... | 17 |
| 4.1 | Hypothèses de base..... | 17 |
| 4.2 | Accessibilité en termes de niveaux d'eau..... | 17 |
| 5 | Étude des vagues..... | 20 |
| 5.1 | Contexte de l'étude de vagues..... | 20 |
| 5.2 | Période de calcul des vagues..... | 21 |
| 5.3 | Données de vent de la station de l'île aux Grues..... | 21 |
| 5.4 | Fetchs..... | 23 |
| 5.5 | Génération des vagues au large du quai..... | 25 |
| 5.6 | Recommandation de hauteur de vagues..... | 27 |
| 5.7 | Définition des événements de dimensionnement | 28 |
| 5.8 | Dimensionnement de l'élévation de la crête des enrochements..... | 30 |
| 5.9 | Dimensionnement des pierres de carapace..... | 32 |
| 5.10 | Calcul des vagues sur la saison d'opération..... | 32 |

| | | |
|------|--|----|
| 6 | Accessibilité du quai par rapport au vent..... | 35 |
| 6.1 | Hypothèses de calcul..... | 35 |
| 6.2 | Résultats des analyses en fonction du vent..... | 35 |
| 7 | Accessibilité du quai par rapport aux vagues..... | 37 |
| 7.1 | Hypothèses de calcul..... | 37 |
| 7.2 | Résultats des analyses..... | 37 |
| 8 | Nouveaux ouvrages..... | 38 |
| 8.1 | Ouvrages envisagés pour la réhabilitation de l'approche du quai..... | 38 |
| 8.2 | Approche du quai en caissons de béton..... | 38 |
| 8.3 | Approche du quai en murets de béton..... | 39 |
| 8.4 | Approche selon un concept de pont..... | 39 |
| 9 | Études requises dans le cadre d'une suite du projet de réhabilitation du quai..... | 41 |
| 9.1 | Glaces..... | 41 |
| 9.2 | Géotechnique | 41 |
| 9.3 | Ingénierie..... | 41 |
| 9.4 | Évaluation environnementale..... | 41 |
| 10 | Conclusion et recommandations..... | 42 |
| 10.1 | Conclusion..... | 42 |
| 10.2 | Recommandations..... | 42 |

Préparé par :



Yann Ropars, ing. M. Sc.
Consultants Ropars Inc.
yann_ropars@videotron.ca
Téléphone : (418) 998-6224
No OIQ : 34863

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 firme **SNC-Lavalin** et de leurs représentants autorisés dans le cadre spécifique du projet de **Mise en valeur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec – Étude des conditions hydrodynamiques**. 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'assume aucune responsabilité quant à l'utilisation ou au recours du présent document ou de son contenu par d'autres parties que **SNC-Lavalin**.

1 Introduction

1.1 Localisation du projet

Le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré est situé sur la rive nord du chenal situé au nord de l'Île d'Orléans. Ce quai a été désaffecté il y a plusieurs décennies et rétrocedé à la Corporation de développement du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.



Figure 1.1 Carte de localisation de Sainte-Anne-de-Beaupré (Google™ Map)

1.2 Projet de mise en valeur

Il est envisagé d'aménager le quai pour lui redonner une vocation maritime, en particulier pour accueillir des bateaux de croisière.

La figure suivante illustre l'approche terrestre vers le quai et la tête du quai. La photo datant de mai 2013 (Google™ Earth) permet de très bien distinguer les différentes parties du quai, de même que l'ampleur des battures de part et d'autre du quai. Le quai et son approche font environ 450 mètres de long à partir du bord de la route 138 et la tête du quai indiquée sur la figure fait environ 23 mètres de longueur (parallèlement au chenal) par 10,5 m de largeur.



Figure 1.2 Vue aérienne du quai et de ses approches terrestres (Google™ Earth)

Le présent rapport vise à traiter de façon sommaire les différents points en rapport avec le volet maritime du projet de mise en valeur du quai.

2 Caractéristiques physiques du milieu

2.1 Vagues

Les vagues qui peuvent affecter la structure du quai dans le secteur à l'étude ont fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de cette étape de préféabilité du projet de réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (voir chapitre 5).

2.2 Glaces

Les glaces sont un élément important dans le dimensionnement des ouvrages construits sur le bord du Fleuve Saint-Laurent. La présence de ces glaces en mouvement dans le Fleuve a été prise en compte lors de la définition des structures ou des éléments de structures et lors du dimensionnement des éléments (grosseur minimale des pierres de carapace d'un enrochement, par exemple).



Figure 2.1 Couvert de glace près du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré le 8 mars 2012

La figure 2.1 montre un couvert de glace stable le long des battures, ancré sur la tête du quai. C'est une situation qui se produit généralement en milieu de saison hivernale. Le couvert de glace aurait tendance à être plus instable en début et fin de saison hivernale.

2.3 Géotechnique

Les conditions géotechniques dans la zone du quai pourraient être défavorables à la mise en place de structures en dehors de la zone d'empiétement de la structure actuelle ou à la mise en place de surcharges par-dessus la structure actuelle. Les options de quai (caissons ou palplanches) sont particulièrement sensibles à cet aspect.

Il sera recommandé de procéder à des forages géotechniques si le projet s'étend au-delà de l'emprise actuelle du quai ou si des surcharges importantes sont requises dans le cadre du projet envisagé. Le plantage de pieux ou palplanches ou la mise en place de caissons de béton armé exige ce genre d'information géotechnique. Cette information pourrait être également requise pour vérifier si la tranchée d'ancrage du pied des enrochements atteint une couche d'argile.

2.4 Environnement

Le milieu dans lequel se trouve le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré est sensible (battures, aire utilisée par les oiseaux migrateurs, paysages remarquables, zone à caractère patrimonial, etc.).

La période retenue pour la construction devra tenir compte entre autres des usages fauniques des lieux (oiseaux et poissons). Les périodes propices à la construction devront être établies lors de l'évaluation environnementale.

3 Niveaux d'eau

3.1 Données disponibles

Une station de mesure des niveaux d'eau de la section Océanographie et données scientifiques (ODS) du Ministère des Pêches et Océans Canada (Service hydrographique du Canada) a opéré en 1966, 1967 et 2006 à Sainte-Anne-de-Beaupré (# 3087). Ces données sont disponibles sur Internet¹.

La principale station de référence de la GDSI pour la région est installée à Lauzon² et opère depuis 1896 (#3250). La station de référence pour Sainte-Anne-de-Beaupré est celle de Saint-François (Île d'Orléans) (#3100). La figure 3.1 illustre la position des différentes stations par rapport au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

Ces stations fournissent des données de niveaux d'eau au moins aux heures. La définition des niveaux d'eau de conception en vue de travaux à réaliser à Sainte-Anne-de-Beaupré est passée par une analyse à long terme des données de la station de Saint-François (Île d'Orléans) et une comparaison des séries de données synchrones aux deux stations (St-François-IO # 3100 et Sainte-Anne-de-Beaupré # 3087) afin de définir les conditions de niveaux d'eau à Sainte-Anne-de-Beaupré en fonction des périodes de retour des événements ciblés.

Les informations de la Table des marées et courants du Canada (Volume 3) indiquent pour Sainte-Anne-de-Beaupré des marnages³ de marée moyenne de 4,8 m et des marnages de grande marée de 6,46 m. Des événements tels que des ondes de tempêtes ou de très hautes pressions atmosphériques peuvent ponctuellement augmenter ou diminuer les niveaux d'eau et amplifier cette variation du niveau d'eau.

Le SHC donne une différence de 2,388 m entre le Zéro des cartes marines (ZC) et le Niveau moyen des mers (NMM) pour sa station de Sainte-Anne-de-Beaupré et de 2,523 m entre le Zéro des cartes marines (ZC) et le Niveau moyen des mers (NMM) pour sa station de Saint-François (IO). Pour ces deux stations, le ZC est situé sous le NMM.

¹<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/index-fra.html>

²<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/sd-ds-fra.asp?no=3250&user=isdm-gdsi®ion=LAU&ref=maps-cartes>

³Marnage : différence d'élévation du niveau d'eau entre une marée haute et une marée basse successives



Figure 3.1 Localisation des stations de niveau d'eau de la GDSI

3.2 Informations générales du SHC

Le Service hydrographique du Canada (SHC) fournit les informations générales suivantes pour la marée à Saint-François (Île d'Orléans).

Tableau 3.1 Données du SHC pour St-François-IO (m ZC)

| | | | |
|------------------------------|-----------------------|---------------|-------|
| Localité | St-François (IO) | | |
| Port de référence | St-François (IO) | | |
| Carte marine no | 1317 | | |
| Type de marées | Semi-diurne | | |
| Marnage | Marée moyenne | 4,8 m | |
| | Grande marée | 6,4 m | |
| Hauteur | Pleine mer supérieure | Marée moyenne | 5,5 m |
| | | Grande marée | 6,8 m |
| | Basse mer inférieure | Marée moyenne | 0,7 m |
| | | Grande marée | 0,4 m |
| Extrêmes enregistrés | Extrême de pleine mer | 7,5 m | |
| | Extrême de basse mer | -0,5 m | |
| Niveau moyen de l'eau | 2,9 m | | |

3.3 Base de données de la station de Saint-François (IO)

L'évaluation des fréquences de dépassement des niveaux d'eau enregistrés à la station de Saint-François (IO) a été faite entre 1962 et 2014. La figure 3.2 illustre cette analyse pour les « extrêmes hauts » observés pendant cette période.

D'après la base de données disponibles et en utilisant la régression logarithmique obtenue avec cette base de données, les niveaux d'eau ont été calculés à Saint-François (IO) pour les récurrences suivantes :

- Une heure par 50 années : +7,65 m ZC ou +5,13 m NMM
- Une heure par 25 années : +7,53 m ZC ou +5,01 m NMM
- Une heure par 10 années : +7,37 m ZC ou +4,84 m NMM
- Une heure par 5 années : +7,24 m ZC ou +4,72 m NMM
- Une heure par 2 années : +7,08 m ZC ou +4,56 m NMM
- Une heure par année : +6,96 m ZC ou +4,44 m NMM
- Douze heures par année : +6,52 m ZC ou +4,00 m NMM
- Une journée par année : +6,39 m ZC ou +3,87 m NMM

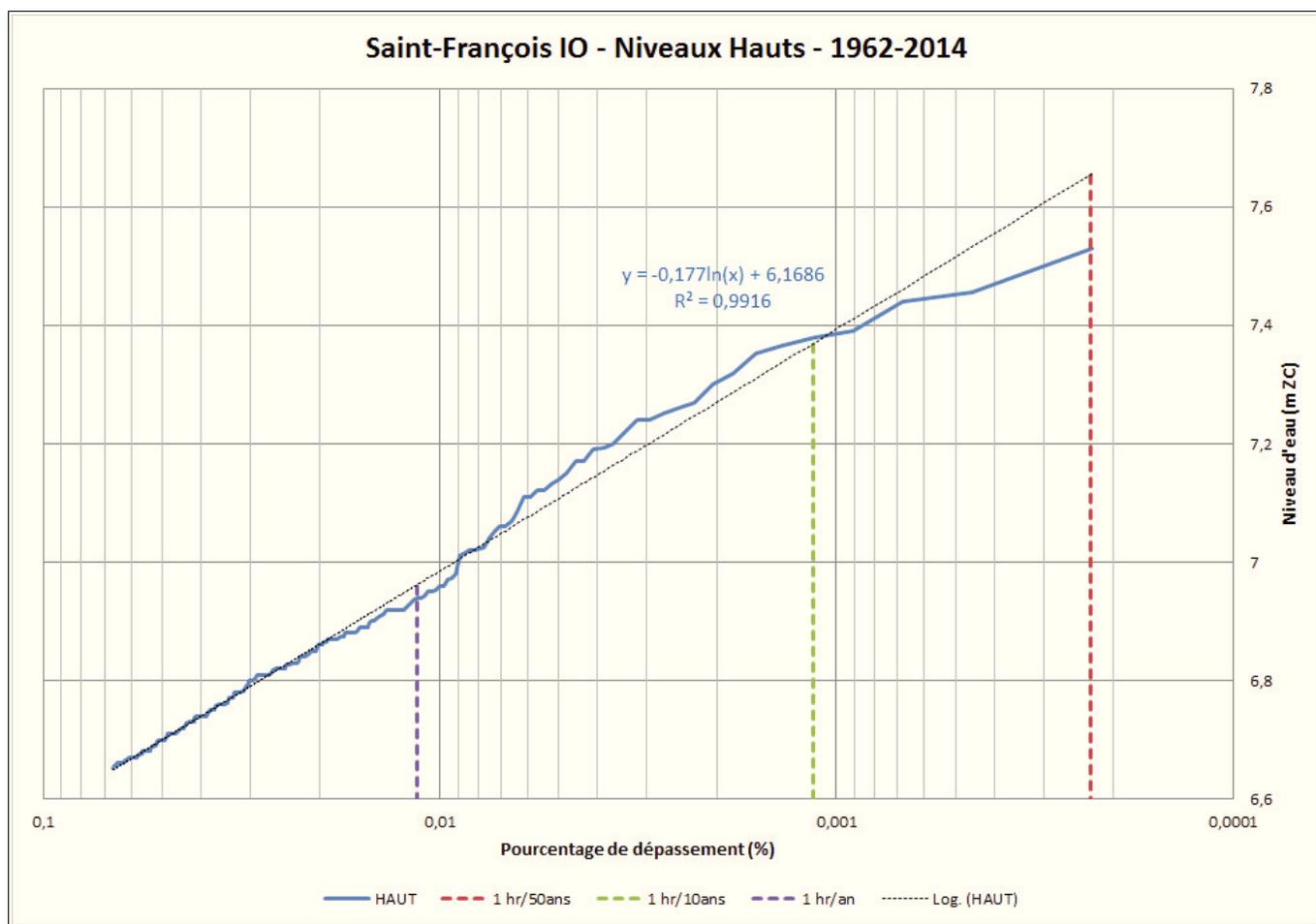


Figure 3.2 Fréquences de dépassement des niveaux d'eau hauts à Saint-François (IO) (1962 à 2014)

3.4 Influence des changements climatiques sur les niveaux d'eau hauts

Dans le cadre du dimensionnement d'infrastructures portuaires qui devraient avoir une durée de vie utile de l'ordre d'une cinquantaine d'années, il est prudent de prendre en compte la hausse prévisible des niveaux d'eau en relation avec les changements climatiques. Les informations fournies par le GIEC⁴ seront utilisées pour définir un taux de remontée des niveaux moyens des océans et l'appliquer aux niveaux d'eau extrêmes prévisibles dans le contexte du dimensionnement des infrastructures portuaires.

Le cinquième rapport d'évaluation du GIEC a été publié en 2013 et 2014. En ce qui concerne l'évolution du niveau moyen des océans, plusieurs scénarios climatiques ont été analysés.

⁴Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (IPCC en Anglais)

La figure 3.3, extraite du rapport synthèse⁵, présente les courbes (moyenne et enveloppes) de l'évolution prévisible du niveau moyen des océans selon deux scénarios climatiques (RCP2.6 – optimiste et RCP8.5 – pessimiste/réaliste).

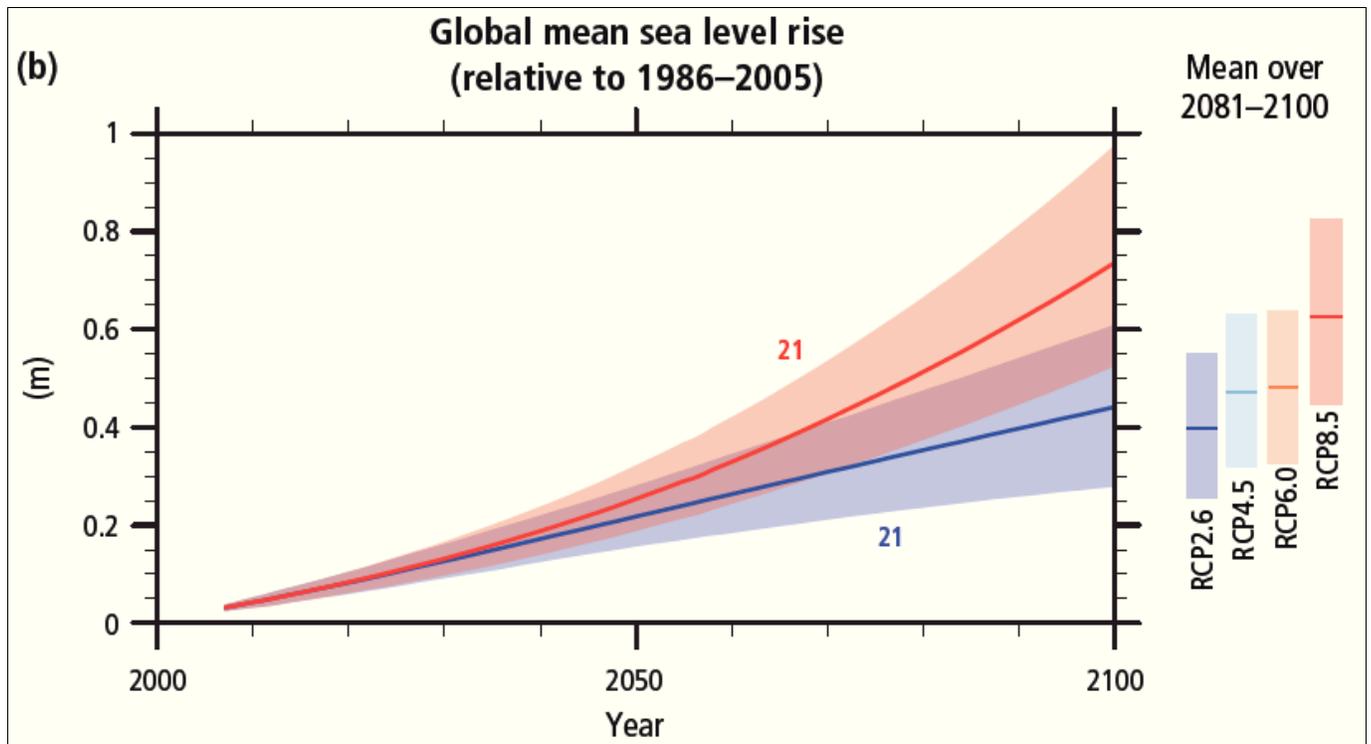


Figure 3.3 Évolution du niveau moyen des mers selon le scénario climatique retenu

La figure 3.4 présente la même information sous une forme différente, soit les enveloppes de valeurs à l'échéance 2081-2100 par rapport à la situation de 1986-2005. Cette figure est extraite du chapitre 13 du rapport scientifique⁶ (Assessment report)

⁵Climate change 2014 – Synthesis report – Summary for policymakers (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_FRENCH.pdf)

⁶WG1-AR5-Chapitre 13 « Sea level changes » (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf)

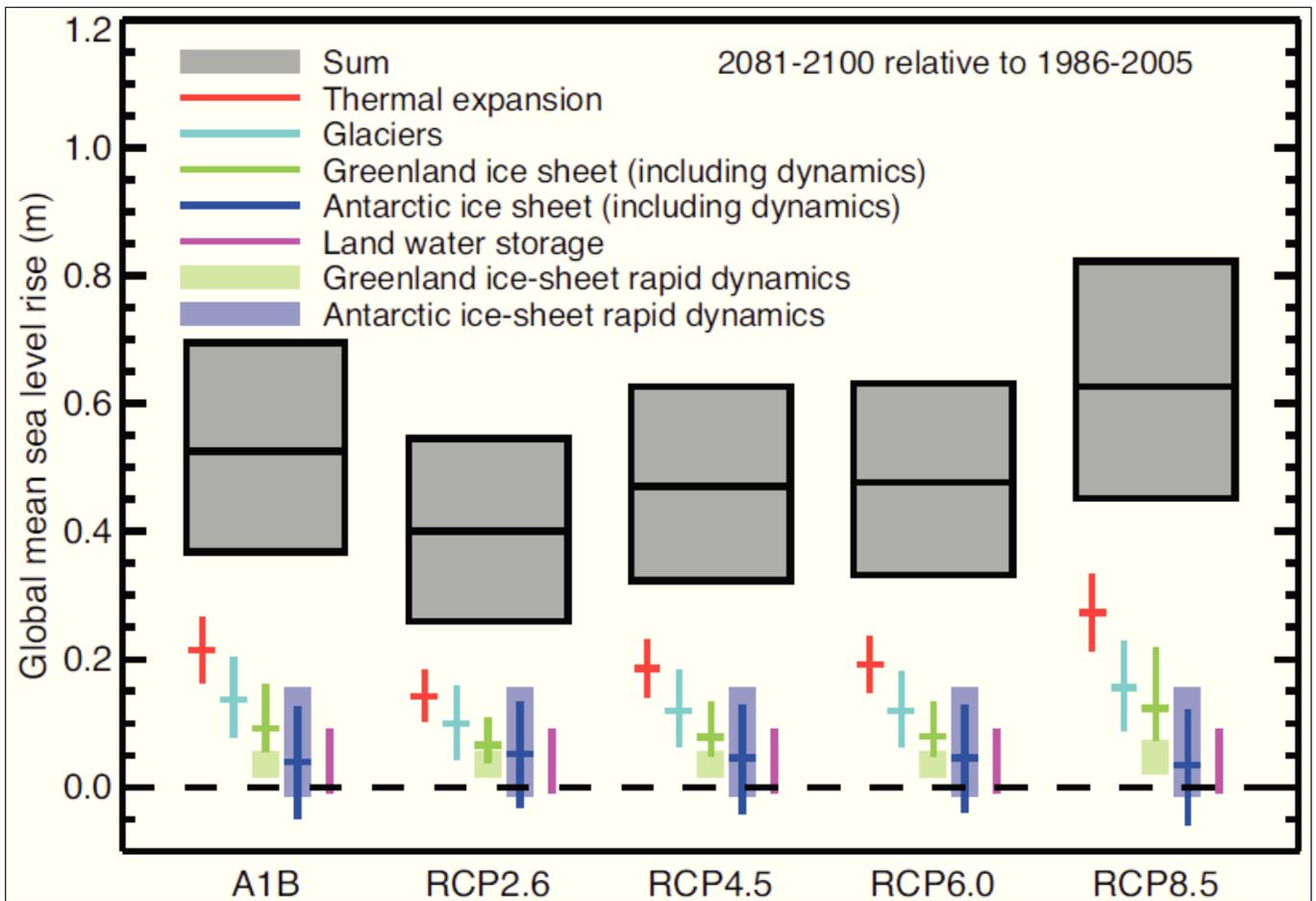


Figure 3.4 Relèvement du niveau moyen des océans selon le scénario climatique retenu

La façon dont se déroulent les négociations en vue de la réduction d'émission de gaz à effet de serre et le niveau des engagements actuels de l'ensemble des gouvernements tendent à indiquer que c'est le pire scénario (RCP8.5) qui probablement est le plus réaliste pour l'instant. Du point de vue de l'ingénierie des ouvrages, il est également recommandé d'éviter les scénarios trop optimistes compte tenu des risques encourus.

Une courbe exponentielle a été ajustée sur la courbe moyenne du scénario RCP8.5 (figure 3.3). La figure 3.5 présente l'évolution (hausse) du niveau d'eau obtenue en fonction des années en prenant pour point de départ 2010. La ligne continue bleue représente l'évolution exponentielle alors que la courbe pointillée rouge représente l'évolution linéaire selon le taux de relèvement des niveaux d'eau actuellement observé.

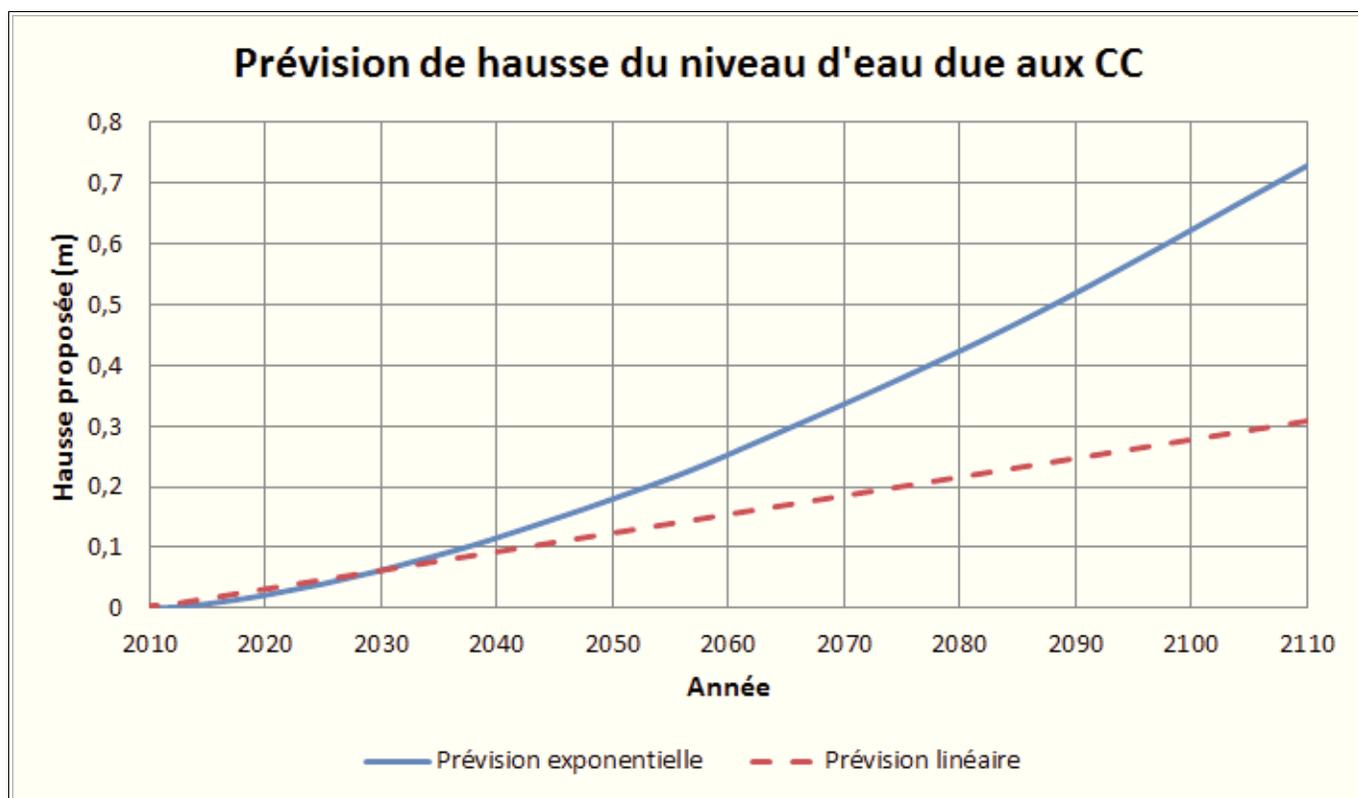


Figure 3.5 Évolution du niveau d'eau moyen des océans déduite des informations du GIEC-2014

Cette information indique qu'il faudrait prévoir un rehaussement des niveaux d'eau de 0,25 m sur 50 ans en fonction des changements climatiques.

3.5 Relèvement isostatique dans la région de Saint-François (IO)

Ressources naturelles Canada (NRCan) met à la disposition du public un modèle permettant de calculer pour tout point au Canada le taux de mouvement de la croûte terrestre⁷.

Pour le site de Saint-François (IO), le taux de relèvement fourni par le modèle de NRCan est de 2,40 mm/an vers le haut. Il faudrait donc soustraire 120 mm (50 fois 2,4 mm) au rehaussement du niveau d'eau prévu à Saint-François (IO), ce qui donnerait un rehaussement effectif du niveau d'eau de 0,13 m en 50 ans.

⁷<http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/trx.php>

3.6 Étude des hausses du niveau d'eau du MPO

Une étude récente⁸ a été publiée par Pêches et Océans Canada (MPO) à propos des valeurs de hausse du niveau d'eau à considérer le long des côtes du Canada. Les tableaux 5b et 6b de cette étude donnent les chiffres suivants comme allocation de hausse de niveau d'eau à considérer à Lauzon, la station la plus proche de Sainte-Anne-de-Beaupré, pour le scénario RCP 8.5 et la période allant de 1995 à 2050 :

- 0,25 m pour la hausse non-corrigée du niveau d'eau et
- **0,15 m** pour la hausse des niveaux d'eau corrigée des mouvements de la croûte terrestre.

Les deux approches sont cohérentes et donnent des valeurs de hausse du niveau d'eau très similaires. C'est la valeur corrigée interpolée selon les recommandations du MPO qui sera retenue, soit environ **0,15 m** de hausse du niveau d'eau dans **50 ans** pour Saint-François (IO).

3.7 Niveaux d'eau hauts recommandés à St-François-IO

Selon ces informations, les valeurs suivantes de niveaux d'eau (incluant l'effet des changements climatiques) devraient actuellement être considérées à Saint-François (IO) pour des périodes de retour données.

- | | | | |
|-----------------------------|------------|----|-------------|
| - Une heure par 50 années : | +7,80 m ZC | ou | +5,28 m NMM |
| - Une heure par 25 années : | +7,59 m ZC | ou | +5,07 m NMM |
| - Une heure par 10 années : | +7,39 m ZC | ou | +4,86 m NMM |
| - Une heure par année : | +6,96 m ZC | ou | +4,44 m NMM |

La figure 3.6 illustre l'effet de la hausse du niveau moyen des mers sur les grands niveaux d'eau à Saint-François (IO).

⁸Zhai L., B. Greenan, J. Hunter, T.S. James, G. Han, R. Thomson, and P. MacAulay 2014. Estimating Sea-level Allowances for the coasts of Canada and the adjacent United States using the Fifth Assessment Report of the IPCC. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean. Sci. 300: v + 146 pp.

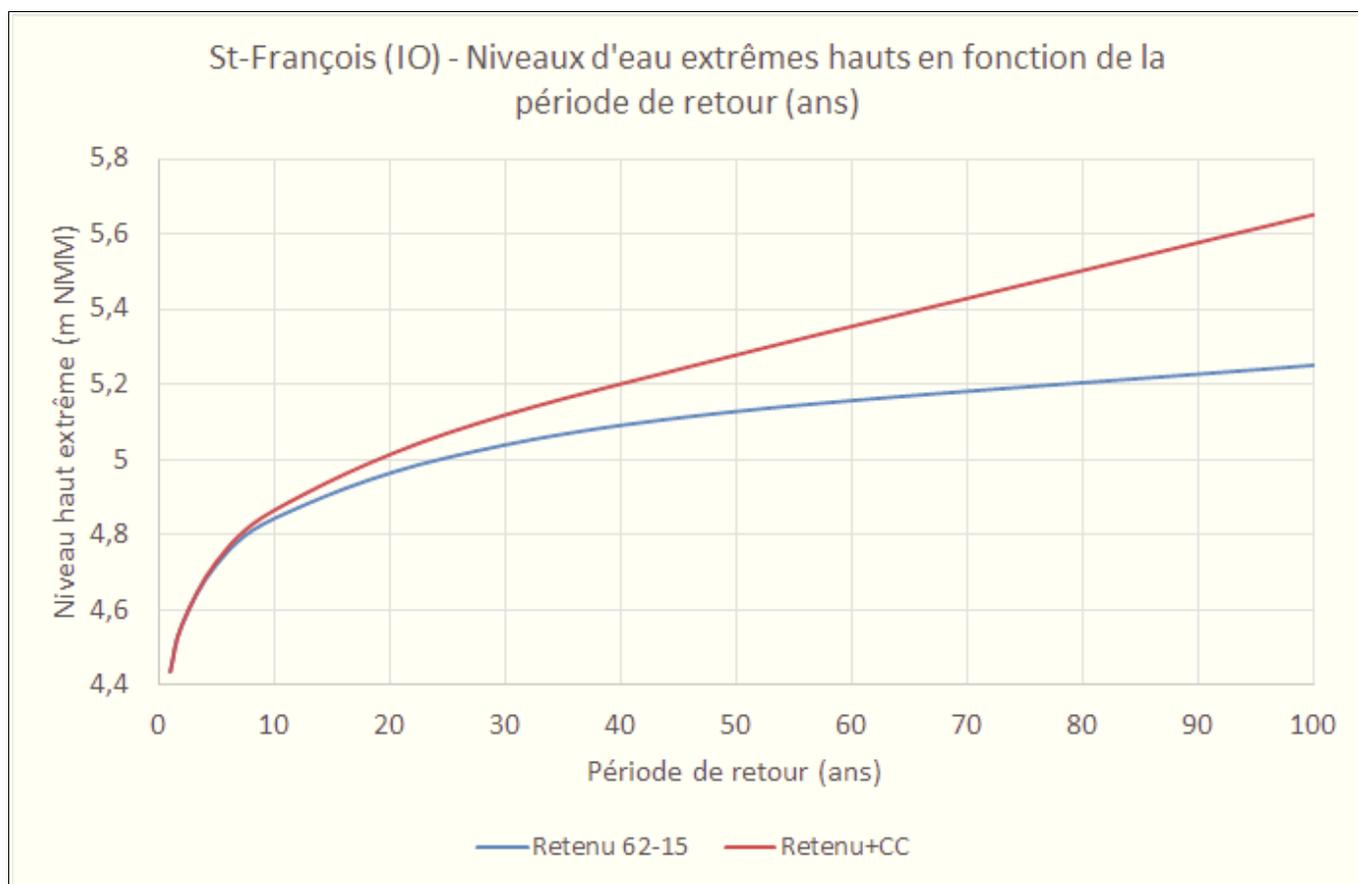


Figure 3.6 Fréquence de dépassement des hauts niveaux d'eau à Saint-François (IO) sans et avec l'impact des changements climatiques (niveaux en référence au niveau moyen des mers ou NMM)

3.8 Comparaison entre les niveaux d'eau aux stations de Saint-François (IO), Lauzon et Sainte-Anne-de-Baupré

Des comparaisons ont été faites entre les niveaux d'eau enregistrés simultanément aux stations de Lauzon, de Saint-François (IO) et de Sainte-Anne-de-Baupré en 2006. Des données sont disponibles pour la station de Sainte-Anne-de-Baupré en 1966 et 1967, mais de sérieux doutes ont été soulevés quant à la validité de ces informations (communication personnelle avec André Godin du SHC). Pour avoir une idée du décalage entre les niveaux d'eau hauts à Saint-François (IO) et Sainte-Anne-de-Baupré, une comparaison a été faite de la fréquence de dépassement des niveaux d'eau enregistrés simultanément aux deux stations, mais uniquement sur les données de 2006 qui avaient préalablement été validées par le SHC.

La figure 3.7 présente cette comparaison. On remarque sur cette figure que les niveaux d'eau hauts à Sainte-Anne-de-Baupré seraient environ 3 cm en-dessous de ceux de Saint-François (IO) de façon assez constante (référence : zéros des cartes marines locaux).

Compte tenu de cette faible différence entre les niveaux d'eau hauts des deux stations, la recommandation serait de considérer les niveaux d'eau hauts pour St-François (IO) et d'y appliquer la différence de 30 mm obtenue entre les deux courbes de régression pour obtenir les niveaux d'eau par rapport au zéro des cartes marines à Sainte-Anne-de-Beaupré.

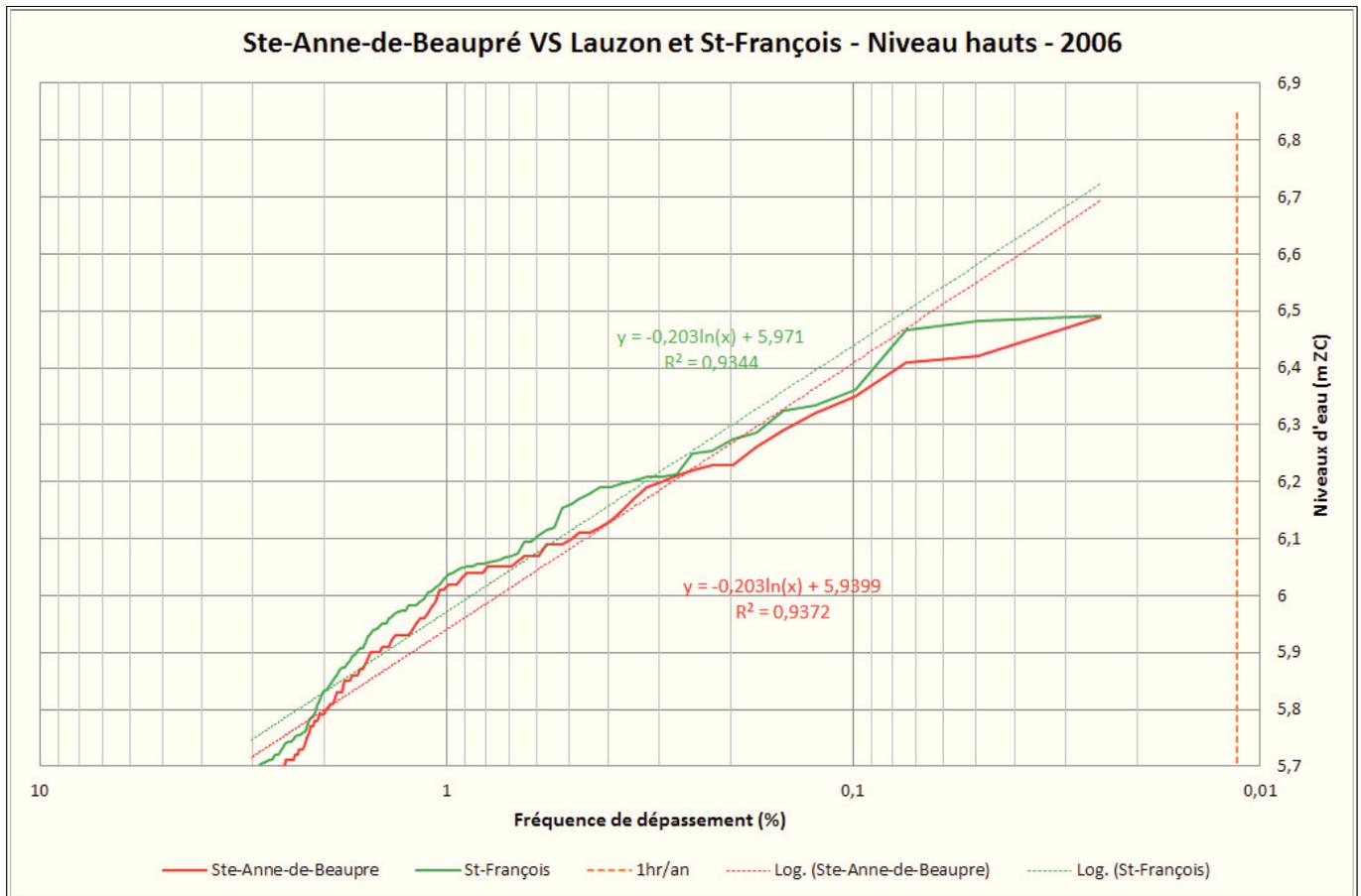


Figure 3.7 Fréquence de dépassement des hauts niveaux d'eau à Sainte-Anne-de-Beaupré et à Saint-François (IO) en 2006

3.9 Recommandation de niveaux d'eau hauts pour Sainte-Anne-de-Beaupré

Suite à l'évaluation comparée des niveaux d'eau à Saint-François (IO) et Sainte-Anne-de-Beaupré, les **niveaux d'eau hauts** (incluant l'influence des changements climatiques) recommandés **pour Sainte-Anne-de-Beaupré** sont les suivants :

- Une heure par 50 années : +7,77 m ZC ou +5,38 m NMM
- Une heure par 25 années : +7,56 m ZC ou +5,17 m NMM
- Une heure par 10 années : +7,36 m ZC ou +4,97 m NMM
- Une heure par année : +6,93 m ZC ou +4,54 m NMM
- Douze heures par année : +6,49 m ZC ou +4,10 m NMM

Sur la base des informations du SHC à propos de Saint-François (IO), la « pleine mer de grande marée » (PMSGM) serait à Sainte-Anne-de-Beaupré à l'élévation +6,74 m ZC ou +4,36 m NMM. Ce niveau se produirait en moyenne 3 heures par an.

La figure 3.8 illustre les niveaux d'eau de récurrence cinquante ans, dix ans et un an par rapport au profil du centre de la tête du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Cette figure illustre que, sans faire intervenir la notion de vagues, la tête du quai serait actuellement sous l'eau au moins une fois tous les deux ou trois ans et que toute la tête du quai ainsi qu'environ une quarantaine de mètres de la voie d'accès au quai seraient sous l'eau une fois tous les 10 ans. Pour une récurrence de 50 ans, l'eau submergerait toute la zone du quai actuel et de son approche.

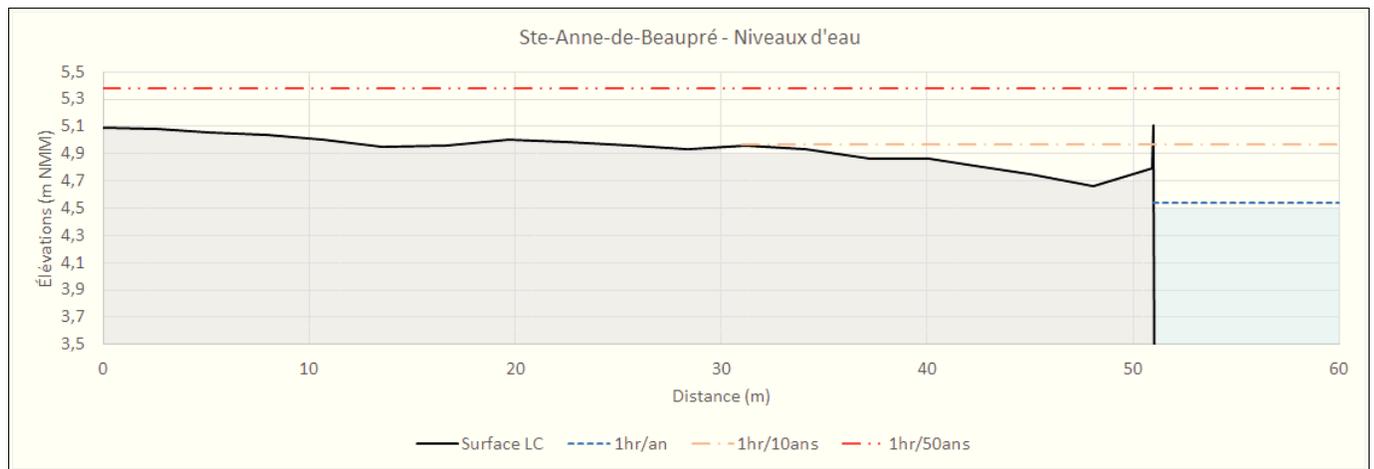


Figure 3.8 Profil du quai et niveaux d'eau hauts (1hr/an, 1hr/10ans et 1hr/50ans)

3.10 Niveaux d'eau bas

Une comparaison des niveaux d'eau bas a été faite entre les stations de Sainte-Anne-de-Beaupré et Saint-François (IO) sur les données synchrones disponibles (1966, 1967 et 2006). La figure 3.9 illustre cette comparaison et le fait que la base de données est trop petite pour être en mesure de tirer des conclusions claires, autre que le fait que les deux stations indiquent des niveaux d'eau bas similaires (en ZC).

En l'absence de séries de données plus complètes, il est recommandé de prendre les valeurs de niveaux d'eau mesurées à la station de Saint-François (IO) (en appliquant la correction locale ZC/NMM) pour obtenir les niveaux d'eau bas à Sainte-Anne-de-Beaupré.

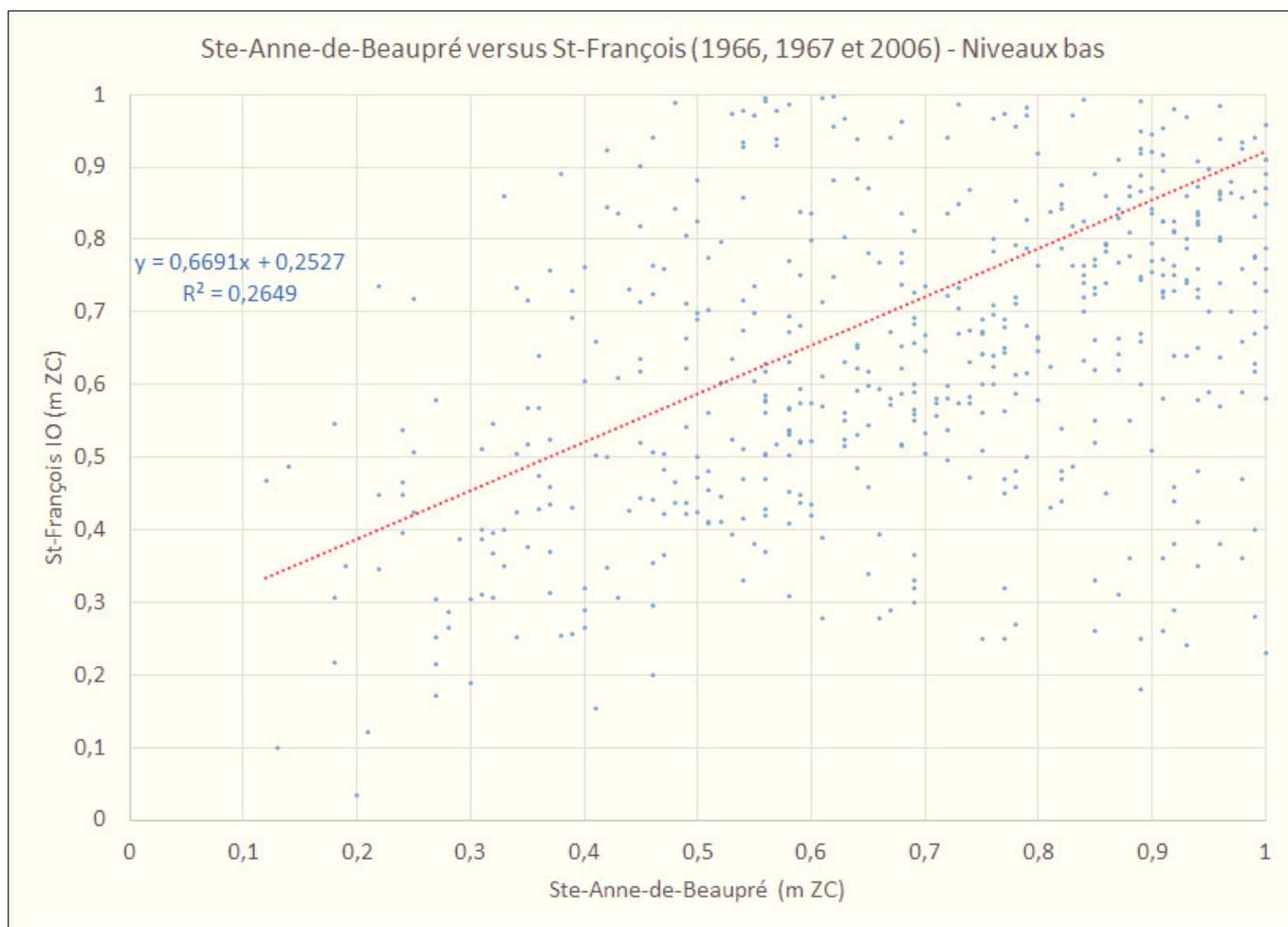


Figure 3.9 Comparaison des niveaux bas synchrones à Sainte-Anne-de-Beaupré et à Saint-François (IO) – 1966, 1967 et 2006

Suite à l'évaluation comparée des niveaux d'eau à Saint-François (IO) et Sainte-Anne-de-Beaupré, les **niveaux d'eau bas** recommandés **pour Sainte-Anne-de-Beaupré** sont les suivants :

- Une heure par 50 années : -0,45 m ZC ou -2,84 m NMM
- Une heure par 25 années : -0,38 m ZC ou -2,77 m NMM
- Une heure par 10 années : -0,28 m ZC ou -2,67 m NMM
- Une heure par année : -0,03 m ZC ou -2,42 m NMM

4 Accessibilité du quai par rapport aux niveaux d'eau

4.1 Hypothèses de base

La saison de navigation considérée pour les besoins opérationnels du quai va du 1^{er} juin au 31 octobre.

Les bateaux qui ont servi à déterminer les critères d'accessibilité au quai sont le AML Levant (LHT=40,36m, largeur=8,84 m, T.E.=1,54m) et le AML Zéphyr (LHT=23,90m, largeur=7,99 m, T.E.=? m). Par contre, à la demande de la compagnie AML, les profondeurs d'eau minimale considérées dans la zone de manœuvre des navires ont été de 13 pieds (4,0 m) et de 20 pieds (6,1 m) incluant le « pied de pilote » (de 5 pieds, à la demande d'AML).

Les différentes zones de manœuvre des navires utilisant le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré ont été définies par des lignes parallèles à la façade du quai (à 0, 3 et 4 m au large de la façade actuelle) s'étendant 40 m de part et d'autre du quai (figure 4.1).

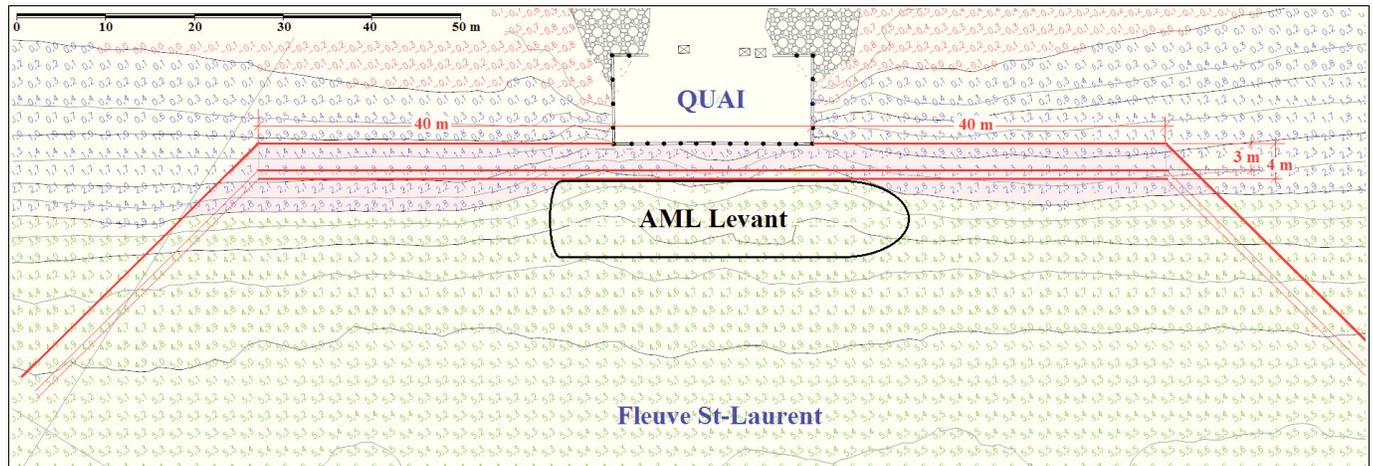


Figure 4.1 Zones de manœuvre des navires

L'élévation maximale du fond du fleuve dans la zone de manœuvre des navires susceptibles d'aller au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, calculée à partir des données du relevé bathymétrique, est de :

- 1,0 m sous le zéro des cartes marines dans l'axe de la façade du quai
- 1,6 m sous le zéro des cartes marines à 3 m au large de l'axe de la façade du quai.
- 1,8 m sous le zéro des cartes marines à 4 m au large de l'axe de la façade du quai.

4.2 Accessibilité en termes de niveaux d'eau

La base de données des niveaux d'eau de Saint-François (IO) a été analysée entre le 1^{er} juin et le 31 octobre de 1962 à 2015 pour définir la période pendant laquelle le quai serait accessible suivant les deux critères présentés plus haut, soit 20 pieds (6,1 m) et 13 pieds (4,0 m) de profondeur d'eau dans la zone de

manœuvre. Deux autres critères de profondeur ont été ajoutés pour couvrir une plus grande gamme de navires, soit 9 pieds (2,7 m) et 5 pieds (1,5 m) de profondeur d'eau minimale dans la zone de manœuvre.

Les tableaux 4.1 à 4.3 présentent les résultats en fonction de la position de la façade du quai (à 0, 3 et 4 m au large de la façade actuelle) en termes de :

- Fréquence de dépassement vers le haut du niveau d'eau requis pour respecter la profondeur d'eau minimale visée,
- Nombre d'heures d'accès au quai par saison (max de 3672 heures) en fonction de la profondeur d'eau minimale visée.
- Nombre moyen d'heures d'accès au quai par marée de 12,4 heures en fonction de la profondeur d'eau minimale visée. Dans une saison (1^{er} juin au 31 octobre ou 3672 heures), il y a environ 295 cycles de marée (de 12 heures 25 minutes chacun).

Tableau 4.1 Accessibilité au quai en fonction de la profondeur d'eau minimale visée pour une position de la face du quai à **l'emplacement de la façade actuelle** (élévation du fond = -1,0 m ZC)

| Profondeur d'eau visée | | Élévation minimale du niveau d'eau | | Fréquence de dépassement | Nombre d'heures par saison | Nombre moyen d'heures par marée |
|------------------------|-----|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| (pieds) | (m) | m ZC | m NMM | (%) | (heures) | (heures) |
| 20 | 6,1 | 5,1 | 2,7 | 8,95 | 330 | 1,1 |
| 13 | 4 | 3 | 0,6 | 45,6 | 1674 | 5,7 |
| 9 | 2,7 | 1,7 | -0,7 | 70,09 | 2574 | 8,7 |
| 5 | 1,5 | 0,5 | -1,9 | 97,28 | 3572 | 12,4 |

Tableau 4.2 Accessibilité au quai en fonction de la profondeur d'eau minimale visée pour une position de la face du quai à **3 m au large de la façade actuelle** (élévation du fond = -1,6 m ZC)

| Profondeur d'eau visée | | Élévation minimale du niveau d'eau | | Fréquence de dépassement | Nombre d'heures par saison | Nombre moyen d'heures par marée |
|------------------------|-----|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| (pieds) | (m) | m ZC | m NMM | (%) | (heures) | (heures) |
| 20 | 6,1 | 4,5 | 2,1 | 19,41 | 713 | 2,4 |
| 13 | 4 | 2,4 | 0 | 56,3 | 2067 | 7 |
| 9 | 2,7 | 1,1 | -1,3 | 83,23 | 3056 | 10,3 |
| 5 | 1,5 | -0,1 | -2,5 | 100 | 3672 | 12,4 |

Tableau 4.3 Accessibilité au quai en fonction de la profondeur d'eau minimale visée pour une position de la face du quai à **4 m au large de la façade actuelle** (élévation du fond = -1,8 m ZC)

| Profondeur d'eau visée | | Élévation minimale du niveau d'eau | | Fréquence de dépassement | Nombre d'heures par saison | Nombre moyen d'heures par marée |
|------------------------|-----|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| (pieds) | (m) | m ZC | m NMM | (%) | (heures) | (heures) |
| 20 | 6,1 | 4,3 | 1,9 | 23,16 | 850 | 2,9 |
| 13 | 4 | 2,2 | -0,2 | 60,1 | 2207 | 7,5 |
| 9 | 2,7 | 0,9 | -1,5 | 88,24 | 3240 | 11 |
| 5 | 1,5 | -0,3 | -2,7 | 100 | 3672 | 12,4 |

Du point de vue des opérations à quai, il est difficile de penser qu'une fenêtre d'opération de moins de trois heures par marée soit pratique. On constate dans les tableaux 4.1 à 4.3 que les bateaux exigeant 20 pieds ou 6,1 m d'eau pour accéder au quai ne respectent (de justesse) ce critère qu'en reportant la façade du quai à 4 m de la façade actuelle.

Les bateaux dont l'exigence de profondeur d'eau minimale est de 13 pieds ou 4,0 m (et moins) auraient par contre des fenêtres d'opération adéquates, à condition de programmer les visites au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré en fonction des marées.

5 Étude des vagues

5.1 Contexte de l'étude de vagues

Une étude de prédiction des vagues a été effectuée dans le cadre de l'étude de la réhabilitation du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (IO). En l'absence de données de vagues appropriées, celles-ci sont établies à l'aide d'un modèle mathématique sur ordinateur, à partir des enregistrements de vent à une station météorologique avoisinante. Dans le cas de Sainte-Anne-de-Beaupré, l'absence complète de données de vagues enregistrées à proximité empêche la validation des résultats des différentes modélisations de hauteurs de vagues.

La station météorologique terrestre la plus proche du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré est celle du quai de Saint-François⁹ (IO). Deux autres stations météorologiques potentiellement intéressantes sont celles de l'Île aux Grues et celle de Beauport (figure 5.1).



Figure 5.1 Localisation des données météorologiques (Google™ Earth)

La station de Beauport a l'inconvénient d'être plus loin du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, dans un environnement moins maritime que celui des stations de Saint-François et de l'Île aux Grues et les données de vent n'y sont disponibles que depuis 1999.

⁹Station d'Environnement Canada – Identification Climat : 70132G9 – Position : 46° 59' 48,0" Nord / 70° 48' 30,0" Ouest

La station de Saint-François a l'avantage d'être la plus près du site de Sainte-Anne-de-Beaupré, mais l'inconvénient de ne pas fournir des données de vent réalistes pour le secteur sud-ouest (la présence des falaises de l'île nuit à leur enregistrement par l'anémomètre placé sur le quai).

La station de l'Île aux Grues a l'avantage d'être en milieu plus ouvert que la station de Saint-François et la représentation des vents y est plus réaliste (que ce soit pour les vents du nord-est ou du sud-ouest). C'est cette station qui sera retenue pour la génération des vagues.

En utilisant le logiciel « GENER », les vents ont été analysés et les vagues ont été reconstituées devant le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré à partir des données de vent de la station météorologiques de l'Île aux Grues (données de 1994 à 2015).

5.2 Période de calcul des vagues

Les vagues ont été calculées selon quatre périodes « sans glace ».

- La première période, nommée « S2 », est la période actuelle pour laquelle la couverture de glace est absente en moyenne du 15 avril au 15 décembre (5 856 heures/an),
- La deuxième période, nommée « S1 », est la période d'un futur proche en conditions de changements climatiques pour laquelle la couverture de glace est absente en moyenne du 1^{er} avril au 31 décembre (6 600 heures/an),
- La troisième période, nommée « An », est l'année complète du 1^{er} janvier au 31 décembre (8 760 heures/an), cas extrême qui risque de se produire de temps à autre à l'occasion de températures hivernales particulièrement douces.
- Une quatrième période a été considérée pour les opérations au quai. Cette période s'étend du 1^{er} juin au 31 octobre (3 672 heures/an).

5.3 Données de vent de la station de l'île aux Grues

La station météorologique qui a été considérée est la station de l'Île aux Grues (# 701LBPH), située sur l'île (47,07° Nord - 70,53° Ouest). Des données ont été récupérées à cette station de 1994 à 2015. Les données de la station météorologiques ont été complétées par interpolations à chaque fois que c'était possible pour obtenir une base de données continue.

La station météorologique est située sur l'île (altitude 18,3 m) et peut être considérée comme une station maritime. Il est cependant possible que la présence de l'île influence légèrement la direction et la force des vents enregistrés à la station. Par contre les vents dominants du nord-est et du sud-ouest devraient être bien représentés par cette station.

La figure 5.2 illustre la rose des vents de cette station. On peut y lire, selon les seize directions principales, les fréquences des vents dont la vitesse est supérieure à 0, 20, 40, 50 et 60 km/h. Sur ces figures, les fréquences croissent de l'extérieur vers l'intérieur, passant de 0,01 % à 30 % selon une échelle logarithmique afin de mettre en évidence les vents les plus forts. L'échelle des couleurs permet également de visualiser l'orientation et l'importance des vents forts pour chaque station.

On indique aussi sur les figures le nombre maximal et le nombre disponible de valeurs horaires, le pourcentage de couverture (99,98 %) et la fréquence des périodes de temps calme (2,7 %).

La figure 5.2 montre la prédominance des vents forts des secteurs nord-nord-est et nord-est, les vents du secteur sud-ouest venant ensuite en termes de vitesse maximale. Les secteurs les plus calmes sont ceux du sud-est, et du nord-ouest. Les trois roses de vent (année complète, saisons sans glace S1 et S2) sont disponibles à l'annexe « A ».

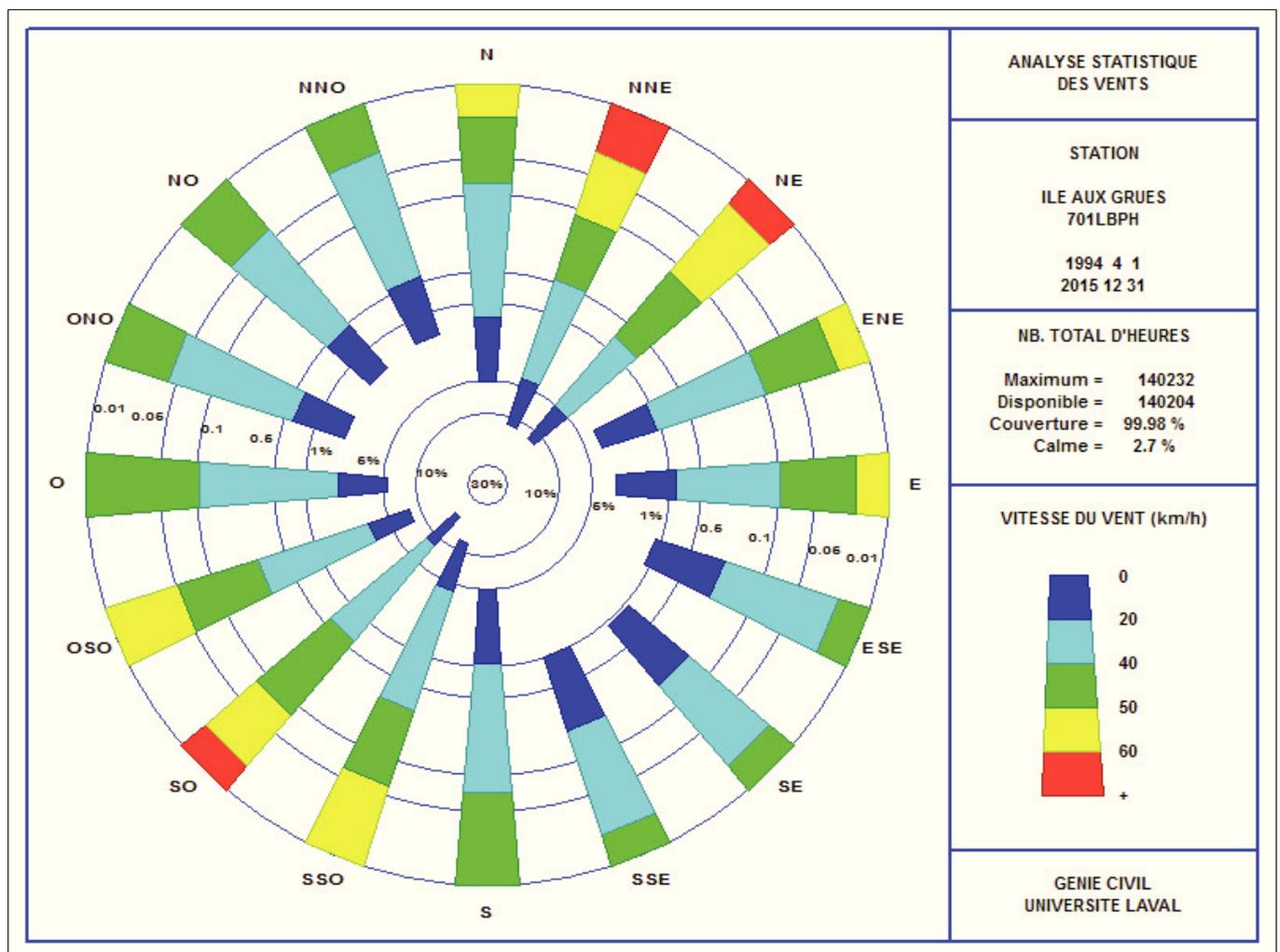


Figure 5.2 Rose des vents à la station de l'Île aux Grues du 1^{er} avril au 31 décembre (1994-2015)

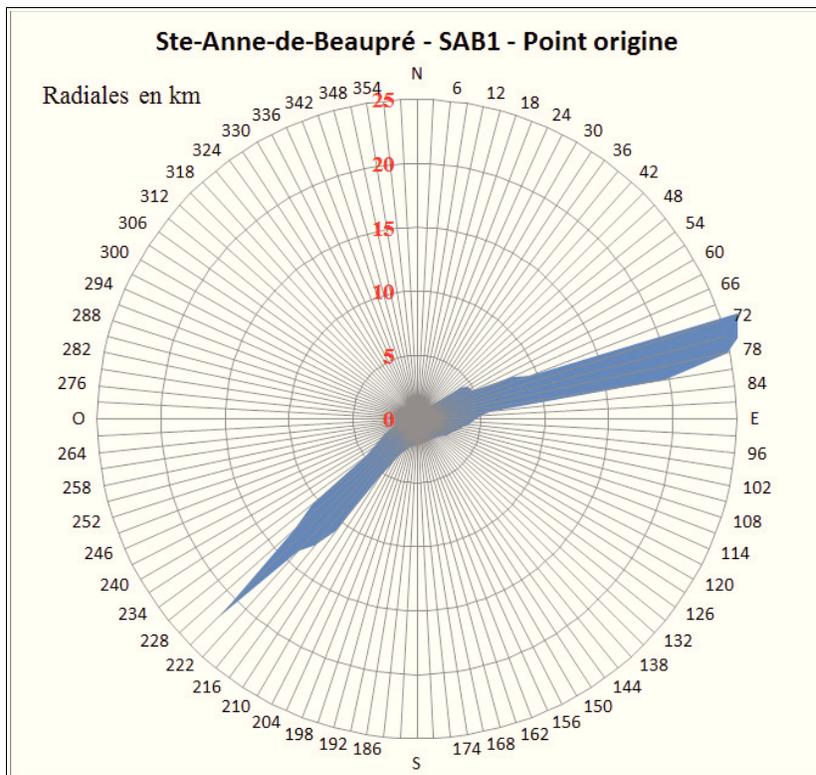


Figure 5.4 Radiales mesurées à partir du point SAB1

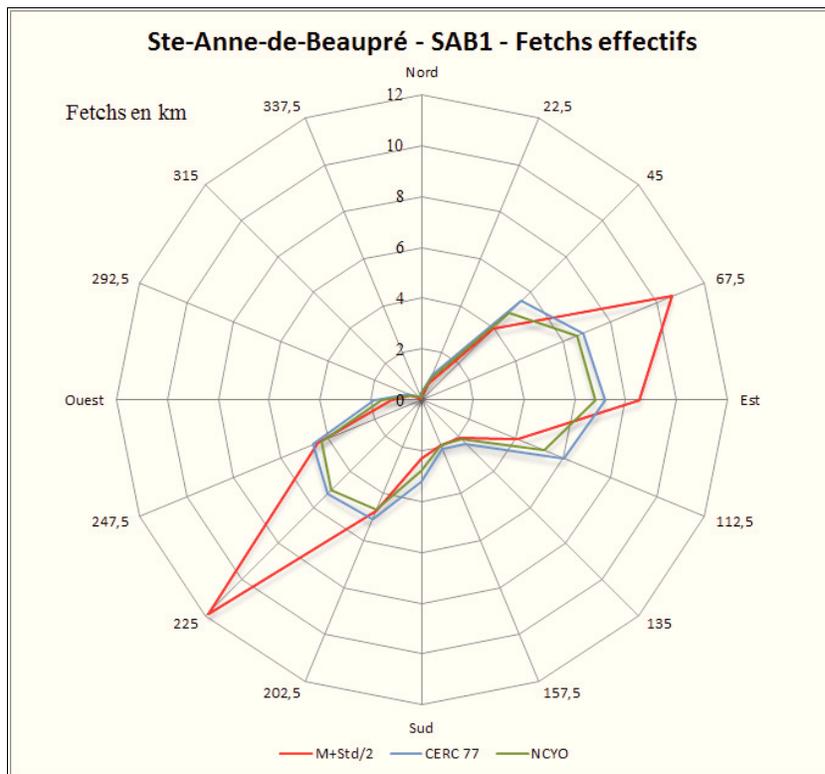


Figure 5.5 Fetchs effectifs calculés à partir du point SAB1

5.5 Génération des vagues au large du quai

À l'aide d'un modèle paramétrique sur ordinateur (GENER¹⁰, développé à l'université Laval), les données de vent de la station de l'Île aux Grues ont été utilisées pour la reconstitution des vagues au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Compte tenu du fait que le chenal du fleuve près de l'Île aux Grues est plus exposé que le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré aux vents forts des secteurs sud-ouest et nord-est, un facteur de réduction a été appliqué sur les vitesses de vent mesurées à la station de l'île aux Grues. Le facteur multiplicatif retenu a été de 0,9 et il a été appliqué aux vitesses de vent utilisées dans les calculs de vagues. Des mesures de vagues près du site du quai seraient requises pour être en mesure de valider ce choix de facteur multiplicatif des vitesses de vent.

C'est la méthode du SPM-77 qui a été utilisée parce qu'il a été démontré par comparaison avec des données de bouées que cette méthode donnait de meilleurs résultats que la méthode du SPM-84 au Québec (réf. UQAR-2013¹¹).

Une profondeur d'eau de 10 m a été retenue dans GENER pour les calculs de hauteur de vagues au large. Cette hypothèse est un peu pessimiste (il y a en général moins d'eau dans le chenal nord) mais a été retenue pour éviter de sous-estimer les hauteurs de vagues qui se produisent lors de grandes marées hautes.

Le modèle GENER applique la méthode S.M.B. (Shore Protection Manual, 1984) de façon séquentielle aux données horaires du vent pour obtenir les statistiques des vagues en un point au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Les données du vent sont préalablement lissées pour éliminer le plus possible les irrégularités présentes dans les données de ce genre.

La rose de vagues correspondant à un facteur de pondération des vitesses de vent de 0,9 est reproduite sur la figure 5.6 pour la saison sans glace S1 (1^{er} avril au 31 décembre) et indique la prédominance des vagues des secteurs nord-est et sud-ouest au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Les roses de vagues correspondant aux différentes périodes considérées sont reproduites à l'annexe « B ». Elles sont relativement similaires à la rose de la figure 5.6, les variations étant uniquement le fait des hauteurs de vagues (plus grandes pour l'année complète et plus petites pour la saison S2).

On remarque sur la figure 5.6 que les vagues les plus fréquentes et les plus hautes proviennent du secteur sud-ouest, puis du secteur est-nord-est.

¹⁰Desjardins et Ouellet, 1984 – Université Laval

¹¹Nemeier, U. et al, « Modélisation du régime des vagues du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent pour l'adaptation des infrastructures côtières aux changements climatiques », Rapport X009.1 présenté au MTQ, UQAR/ISMER, Septembre 2013

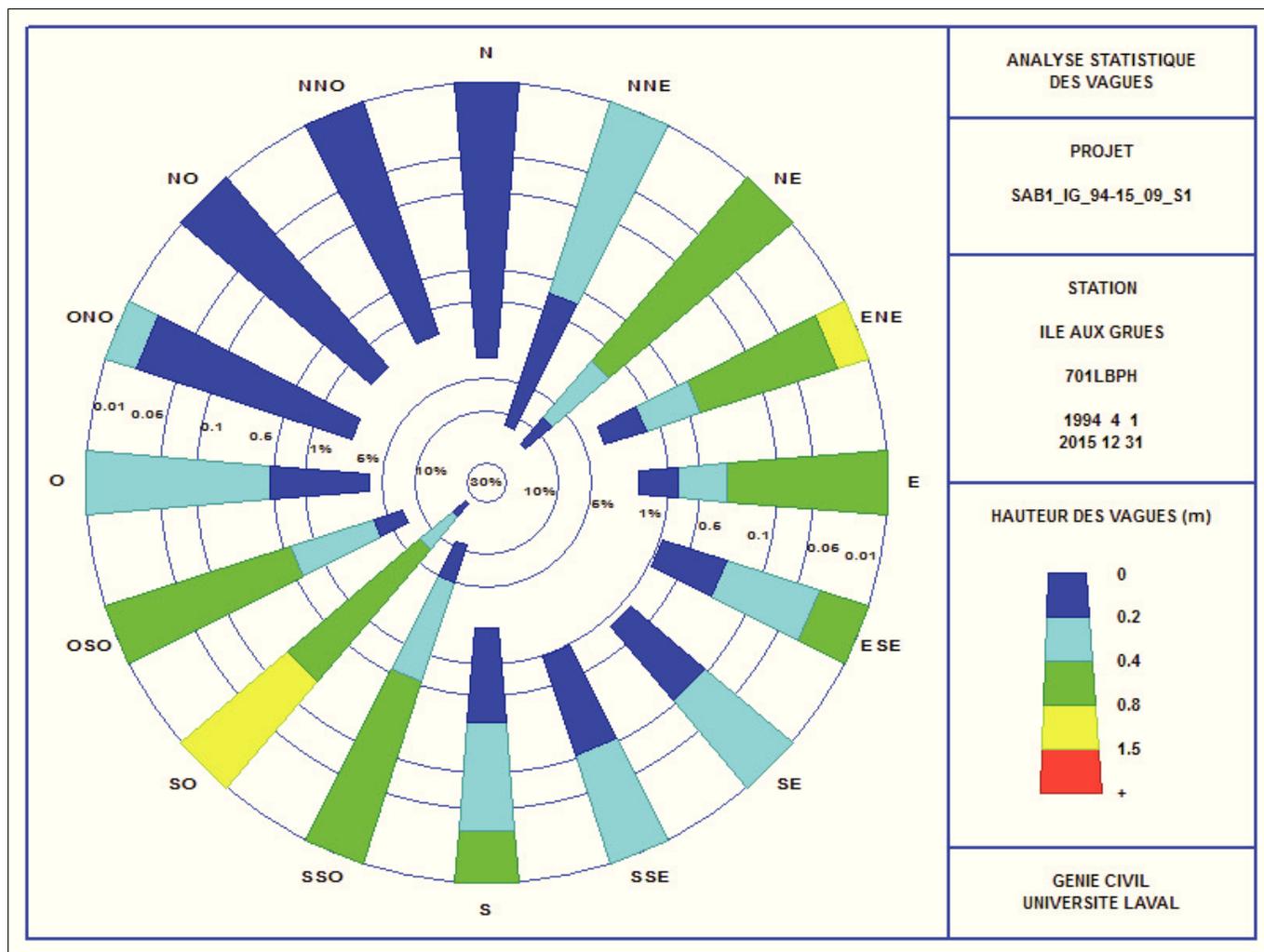


Figure 5.6 Rose des vagues au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (facteur 0,9) du 1^{er} avril au 31 décembre (saison sans glace S1)

La figure 5.7 présente la fréquence de dépassement des hauteurs de vagues devant le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré pour les trois périodes sans glace considérées. Cette figure illustre le peu d'impact de la période sur la hauteur des plus grandes vagues calculées avec ces données de vent.

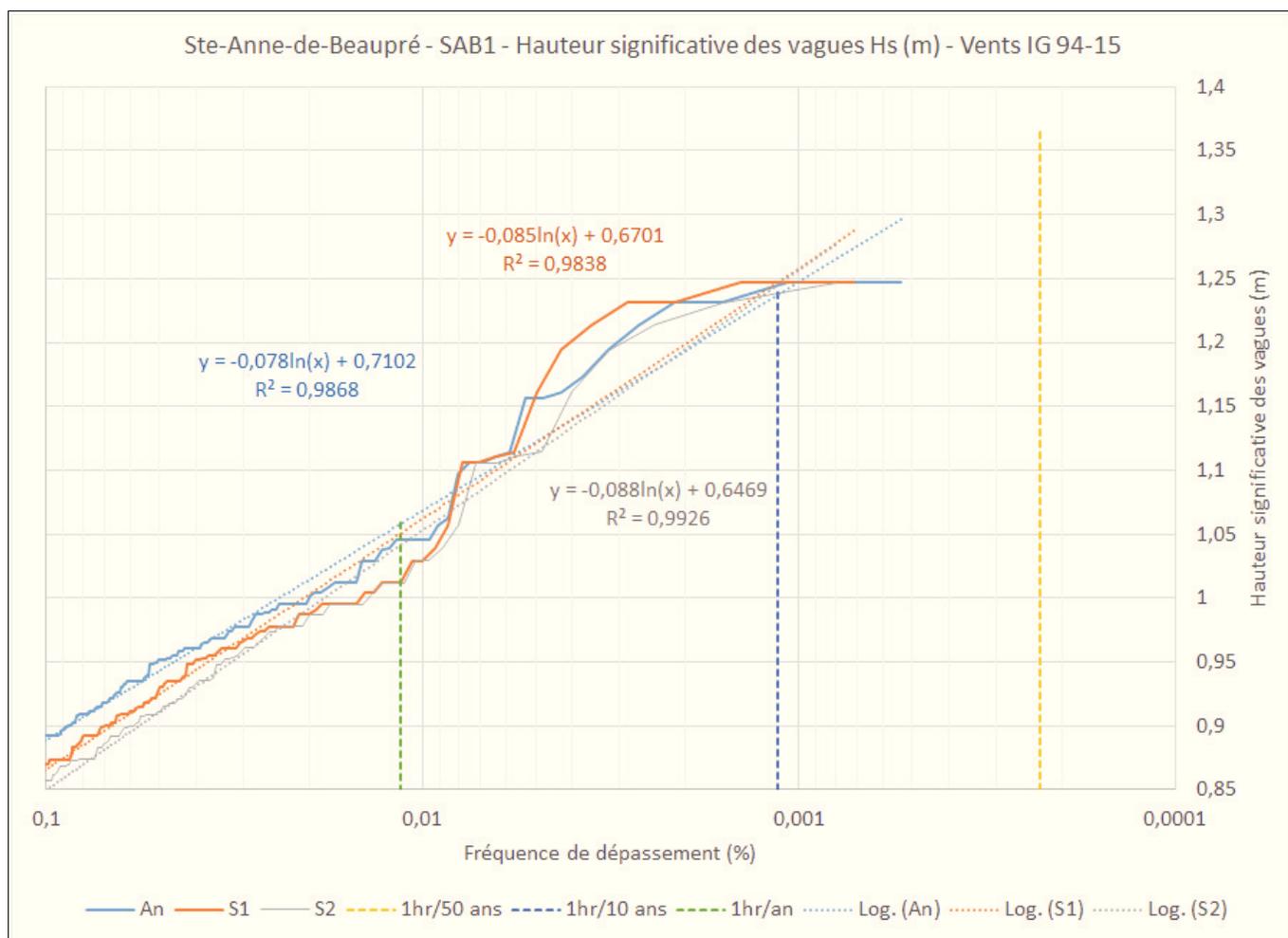


Figure 5.7 Fréquence de dépassement des hauteurs de vagues au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré en fonction de la saison sans glace considérée

5.6 Recommandation de hauteur de vagues

En fonction des résultats de l'étude de vague, des localisations respectives de la station de vent (Île aux Grues) et du quai (Sainte-Anne-de-Beaupré), des informations recueillies sur place et de l'expérience, la recommandation est de retenir les hauteurs de vagues calculées avec un **facteur de pondération des vitesses de vent de 0,9**. Il s'agit d'un choix qui, combiné aux autres paramètres retenus, surévalue probablement un peu les hauteurs de vagues réelles, mais de façon raisonnable dans le cadre du dimensionnement préliminaire de ce type d'infrastructure. Dans la gamme de hauteurs de vagues considérées sur la figure 5.7, les hauteurs significatives de vagues calculées sont de l'ordre de :

- pour une période de retour de 50 ans : 1,35 m
- pour une période de retour de 10 ans : 1,25 m
- pour une période de retour d'un an : 1,05 m.

5.7 Définition des événements de dimensionnement

Le calcul de la remontée des vagues sur les infrastructures passe par la définition des événements simultanés de niveaux d'eau hauts et de vagues de tempête qui se produisent près du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Si les récurrences de chacun des deux événements (tempête / niveau d'eau) sont relativement bien connues, la récurrence combinée des deux événements extrêmes l'est moins.

Chaque paramètre (niveau d'eau / Hs des vagues réfractées) a fait l'objet d'une définition complète de sa fréquence de dépassement, incluant les événements fréquents.

La figure 5.8 illustre la fréquence de dépassement des niveaux d'eau (à Saint-François IO) et la figure 5.9 illustre la fréquence de dépassement des hauteurs significatives de vagues (facteur de pondération des vitesses de vents de 0,9) utilisées pour définir la récurrence combinée des événements de dimensionnement.

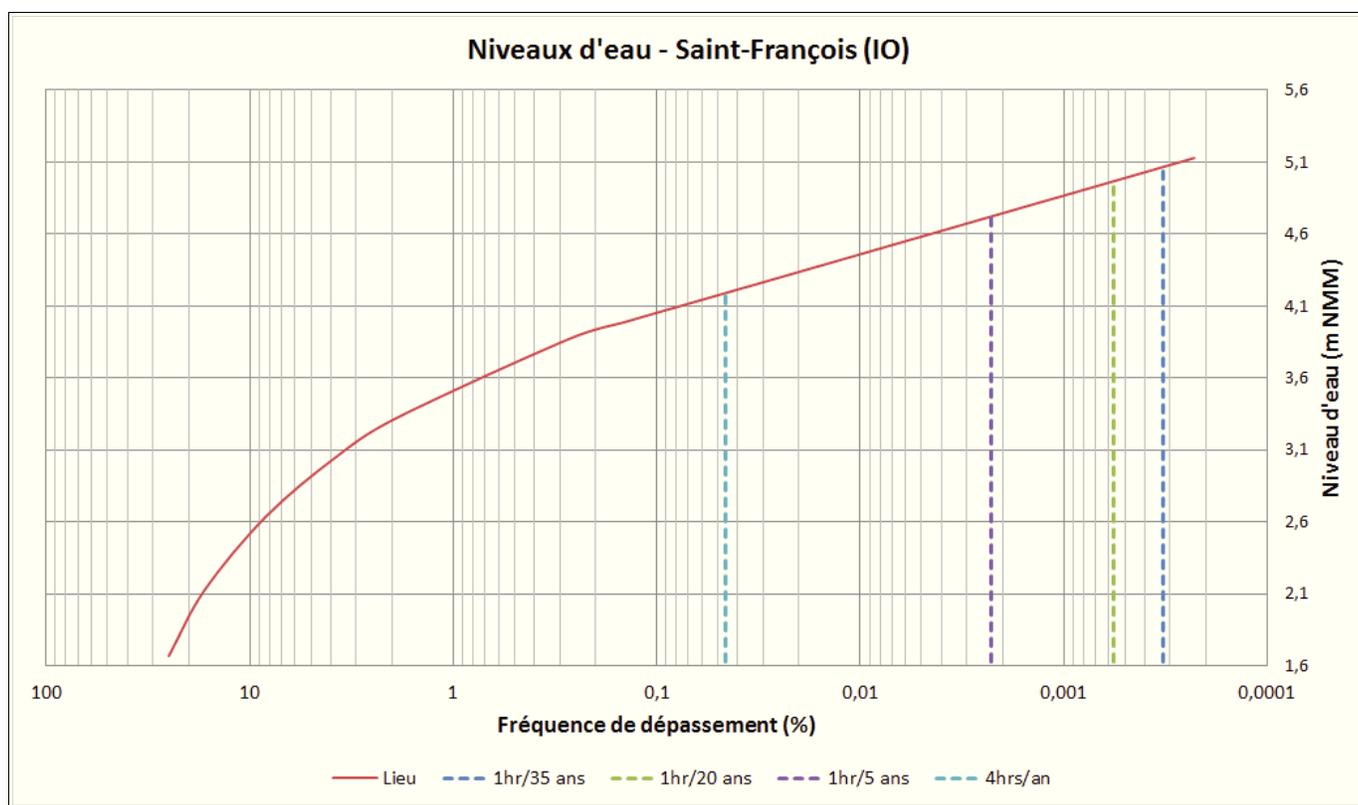


Figure 5.8 Fréquence de dépassement des niveaux d'eau (St-François IO)

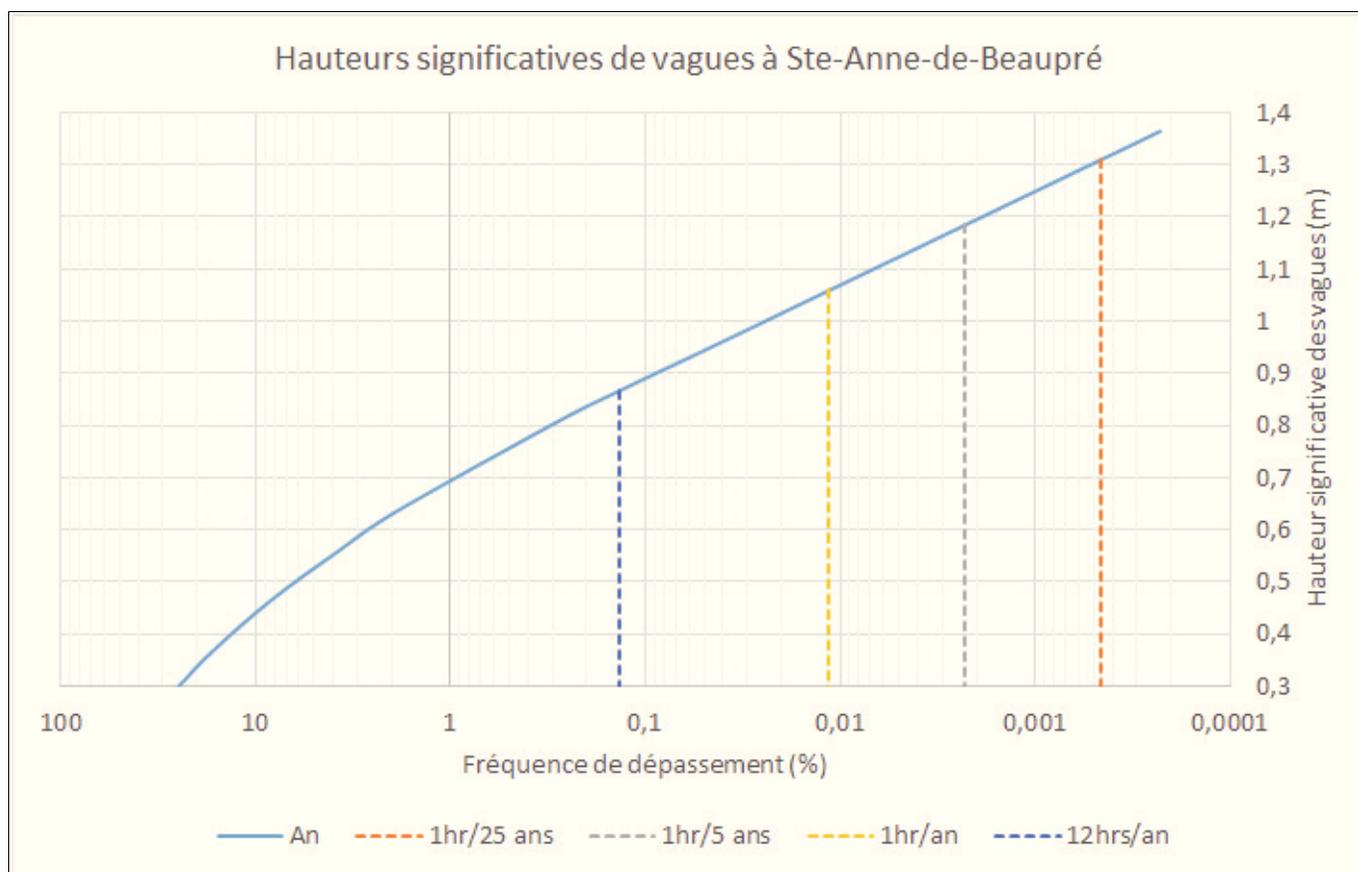


Figure 5.9 Fréquence de dépassement des hauteurs de vagues réfractées (facteur 0,9)

Il faudrait disposer de série temporelles continues de niveaux d'eau et de hauteurs de vagues pour étudier la relation entre les données synchrones de ces deux paramètres et en déduire les paramètres permettant d'évaluer la remontée des vagues sur les ouvrages en enrochement. Ces séries temporelles n'étant disponibles ni pour les hauteurs significatives de vagues (Hs), ni pour les niveaux d'eau, une évaluation approximative de cette relation entre les niveaux d'eau et les hauteurs de vagues a été établie sur la base de l'expérience dans des projets similaires pour une période de retour de l'ordre de 40 ans.

La figure 5.10 illustre la relation établie entre les hauteurs de vagues et les niveaux d'eau pour cette période de retour de 40 ans. La combinaison de récurrence des variables (courbe bleue de la figure 5.10) a permis de définir l'enveloppe des couples « Hs / Niveau d'eau » correspondant à une période de retour de l'ordre de 40 ans (courbe pointillée rouge de la figure 5.10).

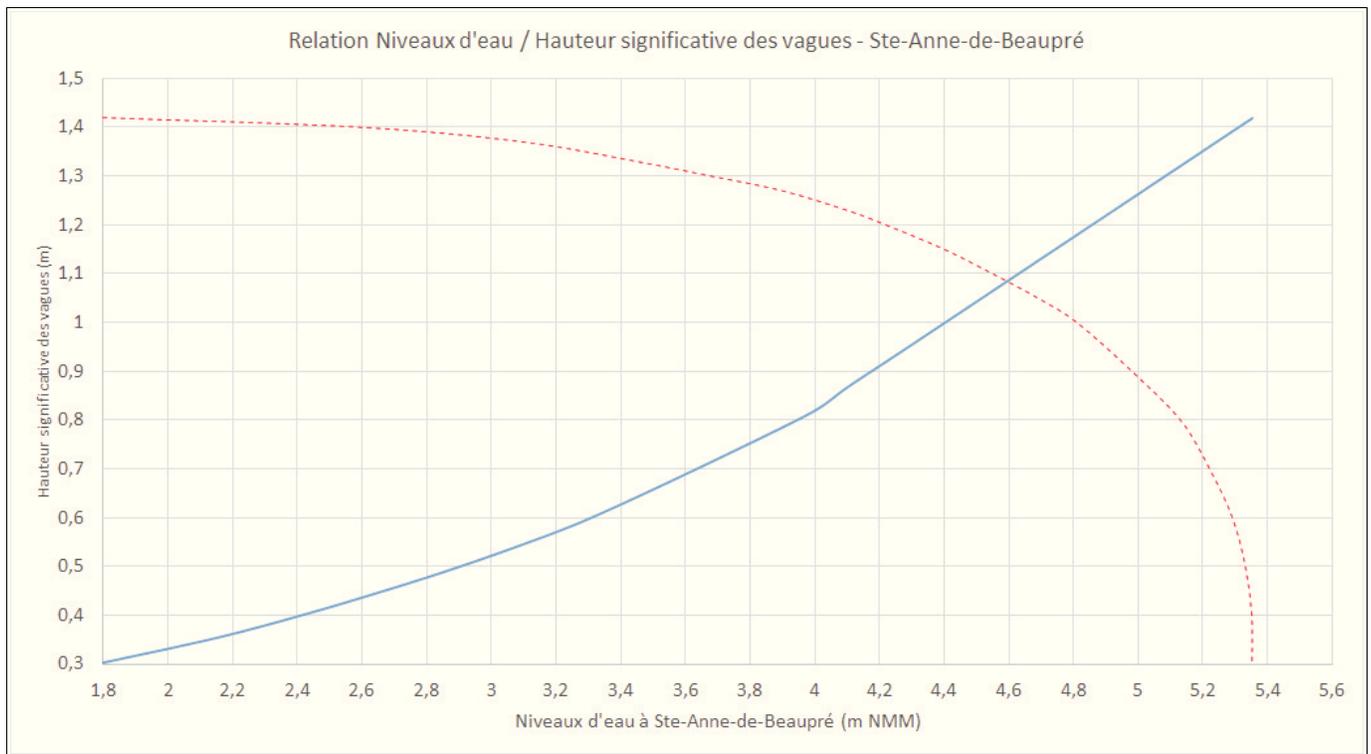


Figure 5.10 Relation « Hs / Niveau d'eau » pour des événements combinés (période de retour de 40 ans)

5.8 Dimensionnement de l'élévation de la crête des enrochements

Le dimensionnement d'un enrochement de protection de la tête du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré a été fait à partir des résultats de l'étude des vagues et des niveaux d'eau. Le premier calcul consiste à déterminer l'élévation recommandée pour la crête de la protection en enrochement en fonction de la remontée des vagues sur cette structure. La pente d'enrochement retenue pour ces calculs a été de 1,5/1.

Les calculs de la remontée ont été faits selon les équations du Coastal Engineering Manual du US Army Corps of Engineers 2003 (Partie II, chapitre II-4-4). Quatre valeurs de remontée de l'eau sur la pente ont été calculées selon la fréquence (2, 5, 10 ou 33 %) à laquelle la crête se fait franchir par les vagues les plus grandes d'un train de vagues donné.

La figure 5.11 illustre les résultats de calcul de la remontée des vagues sur un enrochement placé à la tête du quai pour différents critères de dépassement (5%, 10% et 33%) de la crête de l'enrochement par les vagues de tempêtes, pour une période de retour d'environ 40 ans.

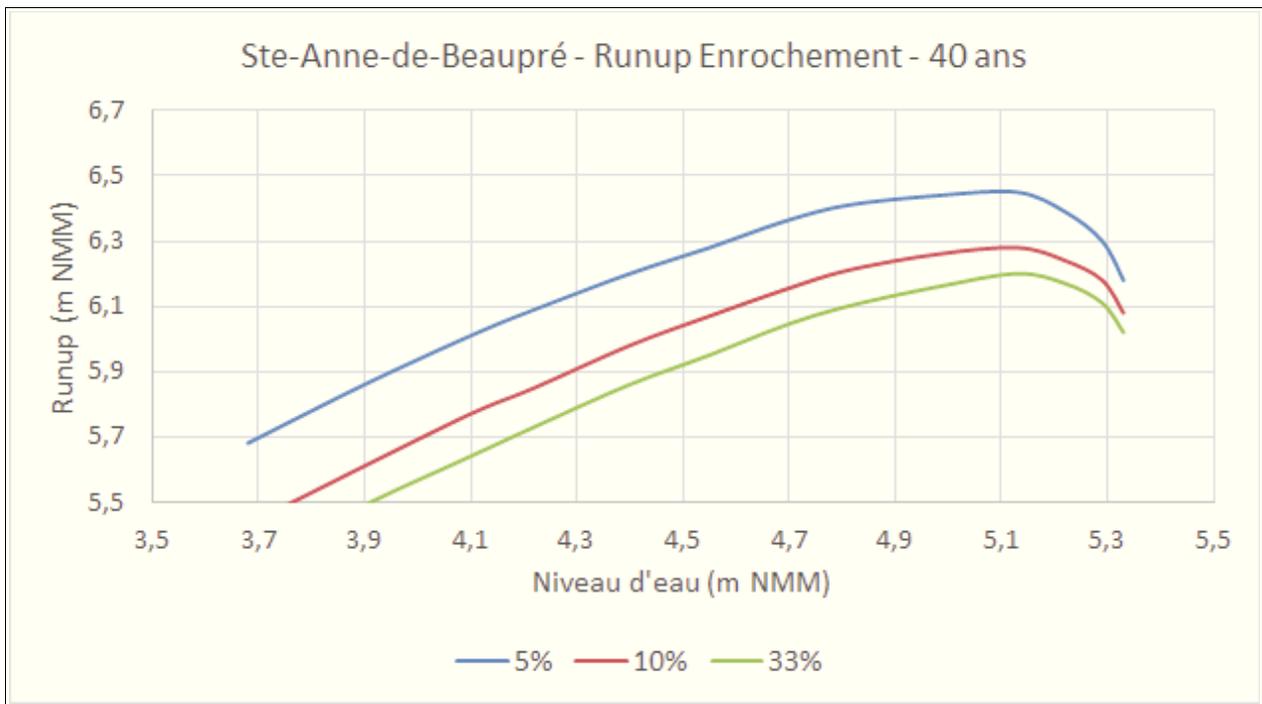


Figure 5.11 Remontée des vagues sur un enrochement à l'extrémité du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (période de retour de 40 ans)

Compte tenu des incertitudes reliées aux informations concernant les hauteurs de vagues (résultats non-validés) et en considérant la présence d'infrastructures sensibles sur la tête du quai, la recommandation est de retenir les valeurs correspondant à un critère de franchissement de 10%, en prenant la précaution de dimensionner les enrochements pour résister aux franchissements occasionnels et pour que les franchissements occasionnels n'entraînent pas de bris majeurs sur les infrastructures.

Avec ce critère, les enrochements se feront parfois franchir lors des tempêtes importantes, mais ces franchissements ne devraient pas affecter de façon importante leur stabilité ni celle des infrastructures protégées par ces enrochements.

Selon les résultats illustrés sur la figure 5.11 pour l'**extrémité du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré**, la recommandation serait de prévoir comme carapace des enrochements en mesure de résister à des événements conjuguant très hauts niveaux d'eau et forte tempête et de placer l'élévation de la **crête de l'enrochement de protection de la tête du quai à +6,3 m NMM**.

L'élévation de la crête des enrochements peut diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité du quai, les effets de réfraction des vagues étant de plus en plus efficaces en s'approchant de la rive, avec la remontée de la batture.

5.9 Dimensionnement des pierres de carapace

Les hauteurs de vagues calculées pour l'extrémité du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré donneraient des grosseurs de pierre de carapace de l'ordre de 0,3 à 0,5 tonnes pour l'extrémité ou l'approche du quai. Ces grosseurs de pierre ne sont pas recommandées dans un environnement soumis aux contraintes de glace tel que l'estuaire du fleuve Saint-Laurent.

Pour tenir compte de la présence des glaces, il est recommandé d'utiliser des enrochements placés selon une pente de 1,5 / 1 (H/V) et des pierres de carapace de :

- 1 à 3 tonnes près de l'extrémité du quai (épaisseur de couche de 1,9 m, largeur minimale de crête de 2,8 m) et
- 0,5 à 1,5 tonnes le long de l'approche du quai (épaisseur de couche de 1,5 m, largeur minimale de crête de 2,3 m).

5.10 Calcul des vagues sur la saison d'opération

Les hauteurs de vagues ont également été calculées pendant la période d'opération du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré, saison qui s'étend du 1^{er} juin au 31 octobre.

Les mêmes paramètres et méthodes de calculs ont été utilisés pour les vagues sur la saison d'opération que pour les autres périodes considérées (sections 5.3 à 5.5).

La rose de vagues correspondant à un facteur de pondération des vitesses de vent de 0,9 est reproduite sur la figure 5.12 pour la saison d'opération du quai (1^{er} juin au 31 octobre) et indique la prédominance des vagues des secteurs sud-ouest puis du nord-est au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

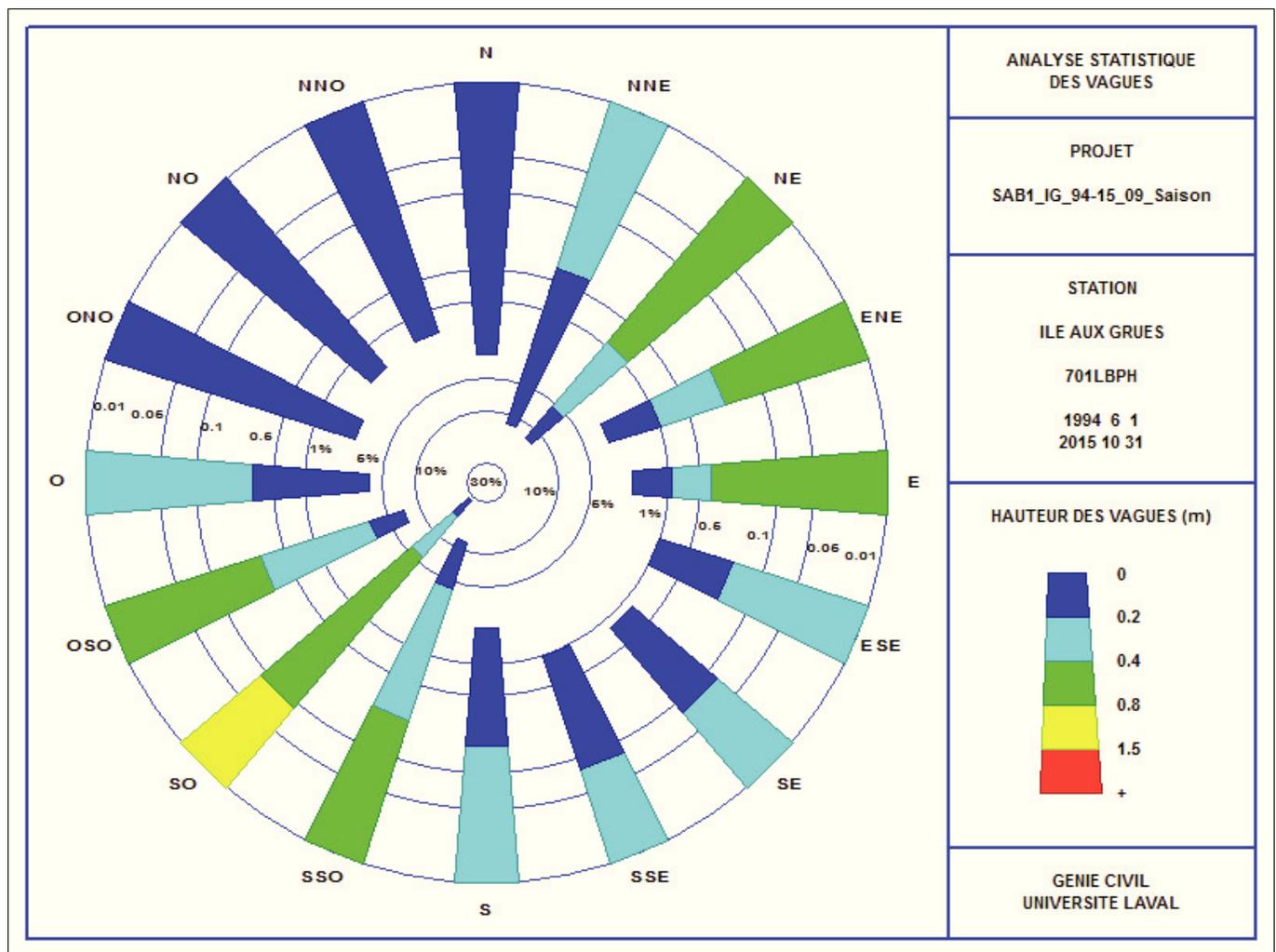


Figure 5.12 Rose des vagues au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré (facteur 0,9) du 1^{er} juin au 31 octobre (saison d'opération du quai)

La figure 5.13 présente la fréquence de dépassement des hauteurs de vagues devant le quai de Sainte-Anne-de-Beaupré pendant la période d'opération du quai. Dans la gamme de hauteurs de vagues considérées sur la figure 5.13, les hauteurs significatives de vagues calculées sont de l'ordre de :

- pour une période de retour de 50 ans : 1,25 m,
- pour une période de retour de dix ans : 1,12 m,
- pour une période de retour d'un an : 0,91 m.

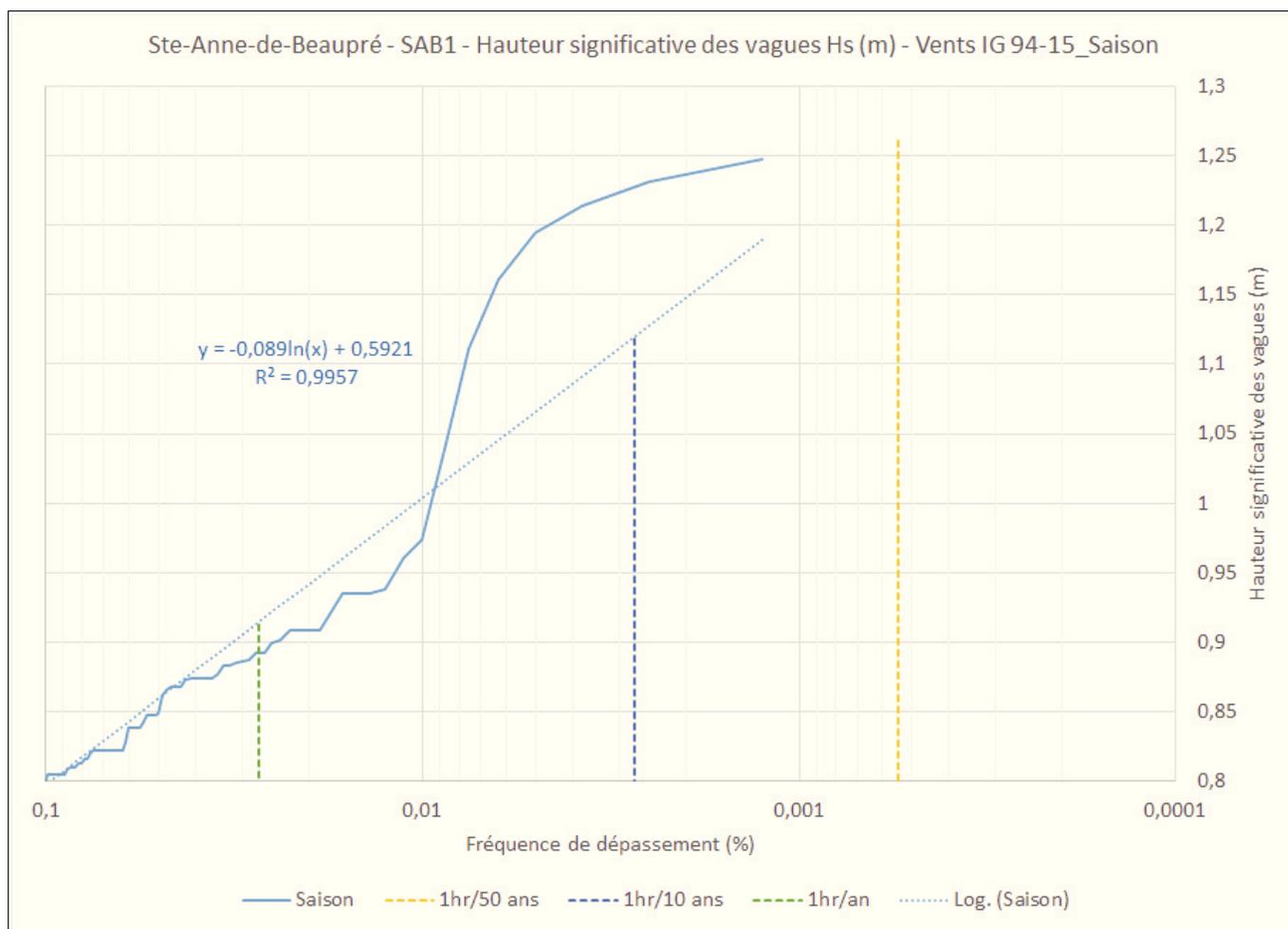


Figure 5.13 Fréquence de dépassement des hauteurs de vagues au large du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré en fonction de la saison d'opération du quai

6 Accessibilité du quai par rapport au vent

6.1 Hypothèses de calcul

L'hypothèse de limitation d'accès au quai par rapport aux vitesses de vent est que les limites opérationnelles de vent sont, **sans tenir compte de la marée**, de :

- 25 nœuds (46 km/h) max du secteur sud-ouest et
- 20 nœuds (37 km/h) max du secteur nord-est.

La base de données de vents retenue est celle de la station météorologique de l'Île aux Grues. La station météorologique de St-François IO est plus proche du site étudié, mais les données de cette station ne sont pas représentatives du site de Sainte-Anne-de-Beaupré pour les vents d'ouest (protection de l'anémomètre du quai de St-François par les falaises de l'Île d'Orléans).

Les vitesses de vents de l'Île aux Grues n'ont pas été modifiées pour cette analyse.

L'introduction d'un critère de la marée (montante ou descendante) dans ce calcul de limite opérationnelle impliquerait de programmer des tests pour le faire dans les bases de données synchrones de vent et de niveau d'eau. Cette opération n'a pas été faite dans le cadre de ce rapport de pré faisabilité. Les limites de vent proposées sont de toute façon de vitesses **soutenues** de vent (et non des vitesses de rafales) qui vont engendrer des conditions de croisières potentiellement désagréables.

Les conditions de vent ont été analysées sur la période d'opération potentielle du quai, soit du 1^{er} juin au 31 octobre.

6.2 Résultats des analyses en fonction du vent

Toutes directions confondues,

- la vitesse de 46 km/h (25 nœuds) est dépassée 0,55% du temps (soit 20 heures en moyenne par saison) et
- la vitesse de 37 km/h (20 nœuds) est dépassée 2,75% du temps (soit 101 heures en moyenne par saison).

Le **secteur « nord-est »** a été considéré comme incluant les vents provenant des directions 340° à 110° inclusivement.

- la vitesse de 46 km/h (25 nœuds) est dépassée 0,42% du temps (soit 15 heures en moyenne par saison) et

- la vitesse de 37 km/h (20 nœuds) est dépassée 1,67% du temps (soit 61 heures en moyenne par saison).

Le secteur « sud-ouest » a été considéré comme incluant les vents provenant des directions 160° à 290° inclusivement.

- la vitesse de 46 km/h (25 nœuds) est dépassée 0,135% du temps (soit 5 heures en moyenne par saison) et
- la vitesse de 37 km/h (20 nœuds) est dépassée 1,06% du temps (soit 40 heures en moyenne par saison).

Le tableau 6.1 résume les résultats d'analyse d'accessibilité du quai relative aux vitesses de vents pour trois vitesses de vent, soit 25, 20 et 15 nœuds.

Tableau 6.1 Résumé des analyses d'accessibilité du quai en fonction de la vitesse de vent

| Vitesse du vent | | Toutes directions | | Secteur Nord-Est | | Secteur Sud-Ouest | |
|-----------------|------|-------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
| Nœuds | km/h | % du temps | Hrs/saison | % du temps | Hrs/saison | % du temps | Hrs/saison |
| 25 | 46 | 0,55 | 20 | 0,42 | 15 | 0,14 | 5 |
| 20 | 37 | 2,75 | 101 | 1,67 | 61 | 1,06 | 40 |
| 15 | 28 | 12,53 | 460 | 4,99 | 185 | 7,37 | 275 |

7 Accessibilité du quai par rapport aux vagues

7.1 Hypothèses de calcul

L'hypothèse de limitation d'accès au quai proposée par rapport aux hauteurs significatives de vagues est que les limites opérationnelles de vagues sont, sans tenir compte de la marée, de **4 pieds ou 1,2 m**. D'autres hypothèses ont également été analysées.

Les conditions de vent retenues sont celles qui se produisent pendant la période d'opération potentielle du quai, soit du 1^{er} juin au 31 octobre.

7.2 Résultats des analyses

Toutes directions confondues, selon les hauteurs de vagues calculées pendant la saison d'opération du quai, la hauteur significative de vague de 1,2 m serait dépassée 0,0045% du temps, soit une heure tous les six ans d'opération. Il ne s'agirait donc pas d'une contrainte d'opération du quai.

Une hauteur significative de vague de 0,9 m serait dépassée 0,03% du temps, soit un peu plus d'une heure toutes les années d'opération. Il ne s'agirait donc pas non plus d'une contrainte réelle d'opération du quai.

Les calculs ont été faits pour les hauteurs significatives de vagues de 1,2 m à 0,5 m. Le tableau 7.1 présente les pourcentages et nombres d'heures de dépassement pendant la saison d'opération du quai (qui dure 3 672 heures).

Tableau 7.1 Dépassement d'une hauteur significative de vague au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré pendant la saison d'opération (du 1^{er} juin au 31 octobre)

| Hauteur significative de vague (m) | Fréquence de dépassement | Nombre moyen d'heures de dépassement |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1,2 | 0,00% | 1 heure/6 ans |
| 0,9 | 0,03% | 1,1 heures/saison |
| 0,8 | 0,10% | 3,7 heures/saison |
| 0,7 | 0,31% | 11,4 heures/saison |
| 0,6 | 0,89% | 33 heures/saison |
| 0,5 | 2,83% | 104 heures/saison |

En comparant les tableaux 6.1 et 7.1, on constate que le vent est plus contraignant que les vagues en termes d'opération au quai de Sainte-Anne-de-Beaupré.

8 Nouveaux ouvrages

8.1 Ouvrages envisagés pour la réhabilitation de l'approche du quai

L'approche du quai a fait l'objet de différents scénarios de réhabilitation. Dans tous les cas considérés de façon préliminaire, l'élévation de la surface a été augmentée de un mètre pour tenir compte des niveaux d'eau extrêmes et limiter les problèmes de submersion de l'approche.

Trois scénarios principaux ont fait l'objet d'une conception sommaire, soit :

- Approche constituée de caissons de béton
- Approche bordée par des murets de béton ou des palplanches
- Approche selon un concept de pont sur pieux

8.2 Approche du quai en caissons de béton

Un concept d'approche sur caissons de béton a été envisagé dans le but de restreindre l'empreinte sur le milieu marin des protections latérales en enrochement. La figure 8.1 illustre ce concept avec une élévation du fond des caissons à +1,75 m NMM et une élévation de la crête des enrochements à +4,6 m NMM obtenue de façon à respecter les critères de filtration entre les différentes couches d'enrochement et de remplissage.

Pour limiter au strict minimum l'empreinte sur le milieu marin des protections latérales de l'approche actuellement en place, il faudrait baisser l'élévation du fond des caissons d'environ deux mètres.

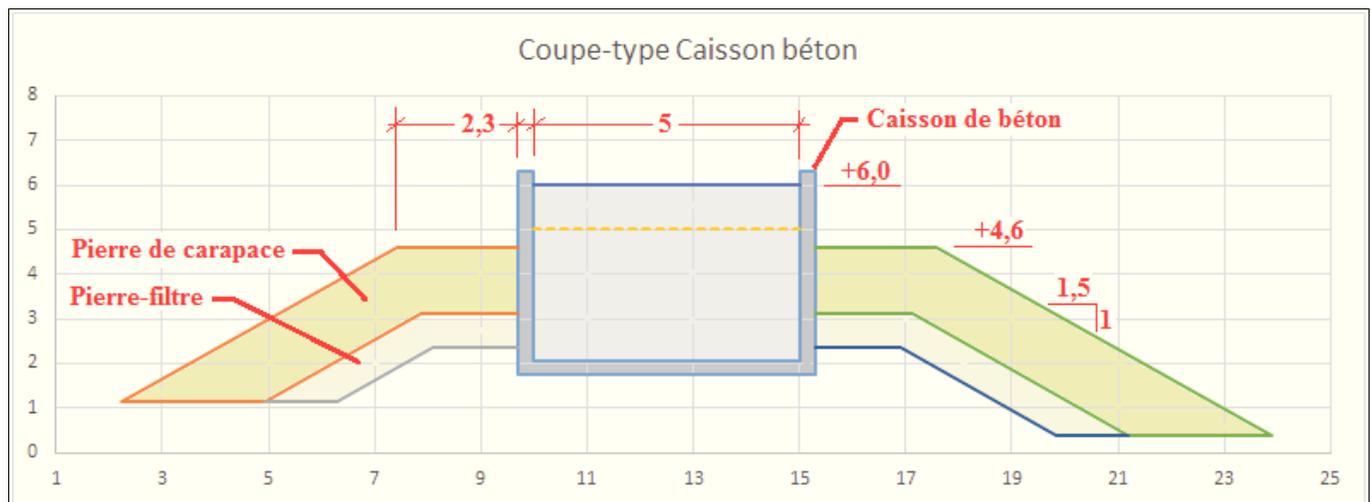


Figure 8.1 Concept d'approche en caissons de béton - Coupe-type

8.3 Approche du quai en murets de béton

Un concept de réhabilitation de l'approche du quai avec des murets de béton armés a également été produit. La figure 8.2 illustre le concept de murets de béton sur fondation linéaire et le fait que, pour respecter les critères de filtration des enrochements, l'élévation de la crête de ces enrochements serait de +6,65 m NMM pour une élévation du bas des murets de +3,8 m NMM. L'empiètement sur le milieu marin d'un tel concept est significatif.

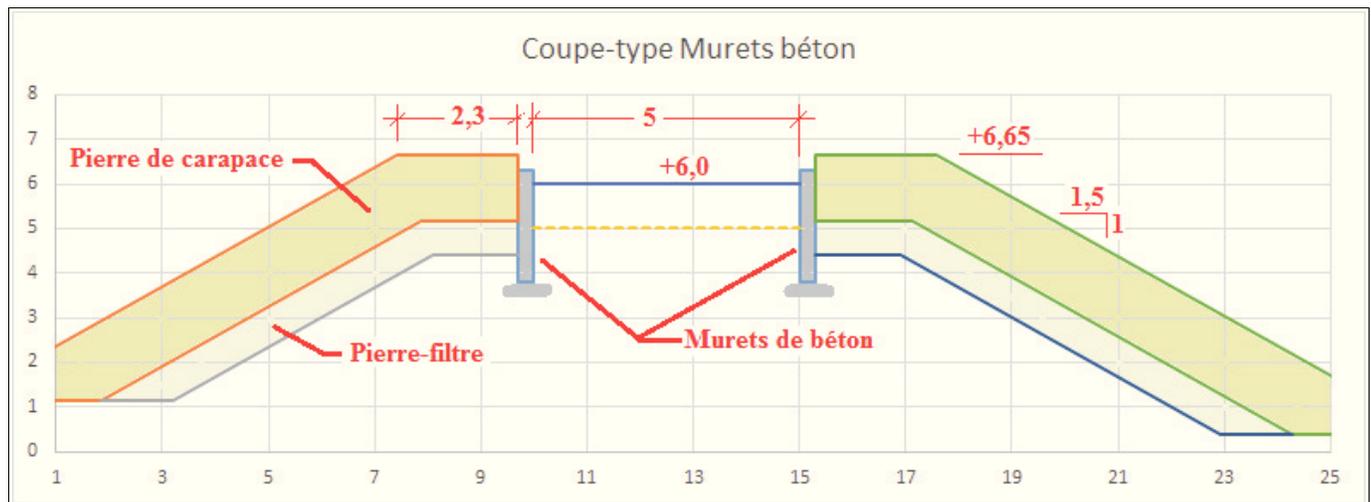


Figure 8.2 Concept d'approche en murets de béton – Coupe-type

Le concept de muret appliqué en utilisant des palplanches à la place des murets de béton permettrait de minimiser l'empiètement des enrochements sur le milieu marin car le pied des palplanches pourrait être plus bas que la fondation des murets de béton illustrée sur la figure 8.2. Si le dessus du roc est suffisamment éloigné du fond marin, les enrochements de protection pourraient même ne pas être requis avec un concept de murs en palplanches. Si le roc est trop près de la surface du fond marin, les palplanches auront probablement besoin d'un soutien latéral (enrochement dans ce cas).

8.4 Approche selon un concept de pont

Dans le cas où il faudrait absolument respecter l'empiètement actuel, un concept d'approche sur pieux a été élaboré (figure 8.3). Dans ce cas, les enrochements servent à limiter les charges latérales de glace sur les pieux. En l'absence d'enrochement, il faudrait ajouter des pieux inclinés pour reprendre ces charges latérales de glace.

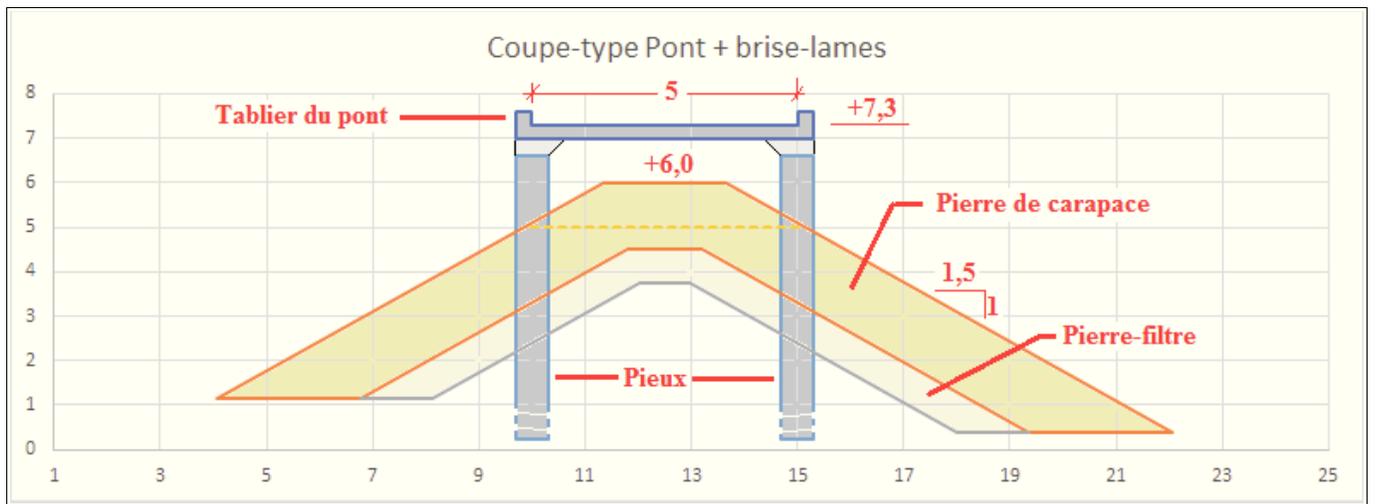


Figure 8.3 Concept d'approche en pont sur pieux - Coupe-type

9 Études requises dans le cadre d'une suite du projet de réhabilitation du quai

9.1 Glaces

Compte tenu du type de structure envisagée, il n'est pas recommandé d'effectuer une étude spécifique de glace dans la zone de Sainte-Anne-de-Beaupré, mais de s'assurer que cette information sera prise en compte dans la définition du projet.

9.2 Géotechnique

L'ampleur de la campagne de forages géotechniques dépendra du type et de l'étendue du projet envisagé. La nature potentiellement argileuse de la batture et la présence potentielle du roc à faible profondeur impliquent la réalisation de ce genre d'étude.

9.3 Ingénierie

Il est recommandé dans ce cas de procéder par étapes afin de progressivement définir la nature et les coûts des travaux envisagés en n'investissant au fur et à mesure que les sommes requises.

La première étape devrait comprendre la définition du projet retenu en vue de la réhabilitation du quai. Cette étape comprendrait une évaluation sommaire des coûts des différents projets envisagés.

Afin de passer à l'étape de l'évaluation environnementale, il est requis de présenter un projet relativement précis (plans et devis).

9.4 Évaluation environnementale

Une évaluation environnementale sera requise afin de remplir la demande de certificat d'autorisation (CA) et s'assurer de respecter les exigences qui pourraient être exprimées par les organismes gouvernementaux en charge de cet aspect du projet. Le site du projet est un site sensible et valorisé des points de vue faunique, benthique et végétal. Il serait surprenant qu'une intervention dans un tel milieu ne suscite pas un intérêt de la part des organismes en charge de l'environnement.

Compte tenu des dimensions du quai actuel, une étude d'impact est requise et il est possible qu'un processus d'évaluation publique (BAPE) du projet soit également requis.

Une fois les contraintes environnementales établies et les exigences des autorités transmises, les plans et devis du projet pourront être finalisés pour passer à l'étape de la construction.

10 Conclusion et recommandations

10.1 Conclusion

Une évaluation des conditions naturelles a été réalisée dans le cadre du projet de mise en valeur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré. Les données de niveaux d'eau de la station marégraphique de Saint-François (IO) et les données de vents de la station météorologique de l'île aux Grues ont été recueillies. Les conditions de vagues ont été modélisées à partir des données de vent.

Ces informations ont été analysées pour d'une part **dimensionner les infrastructures** (élévation du pavé du quai, dimension et élévation des enrochements de protection) et d'autre part **évaluer les niveaux de services** dans le cadre des opérations de croisières prévues à ce quai (accessibilité en termes de profondeur d'eau, dépassement de vitesses de vent ou de hauteurs de vagues).

Ces analyses ont permis de s'assurer de la viabilité du projet de mise en valeur du quai de Sainte-Anne-de-Beaupré selon des paramètres économiquement viables.

10.2 Recommandations

La principale recommandation est de remonter l'élévation du dessus du quai et de l'approche du quai pour limiter les épisodes de submersion du quai (combinaison de très hauts niveaux d'eau et de vagues). La submersion, surtout si elle est fréquente, pose d'importants problèmes de durabilité des infrastructures, sans parler des contraintes d'opération.

La seconde recommandation est de limiter le tirant d'eau des navires susceptibles d'utiliser le quai. Si l'accès au quai est envisageable pour des navires ayant des tirants d'eau importants, les fenêtres d'accessibilité sont tellement réduites dans le temps pour ces navires (grandes marées hautes) que cette avenue n'est pas viable (voir chapitre 4). Il est recommandé de reconstruire la nouvelle façade de quai à au moins 3 m au large de la façade actuelle et de limiter l'accès au quai à des navires ayant besoin d'environ 4 m de profondeur d'eau à quai.

Selon les informations disponibles, pendant la saison d'opération (1^{er} juin au 31 octobre), les vents (voir chapitre 6) et les vagues (voir chapitre 7) ne seraient pas des contraintes significatives en termes d'utilisation du quai par les navires de croisières. Il est cependant impératif de prévoir ajuster les horaires de services aux marées et aux conditions météorologiques annoncées. De plus, de petits navires de croisière seront plus sensibles aux conditions adverses de vent et de vagues que de gros navires de croisière.

ANNEXE "A"

Roses des vents pour la station de l'île aux Grues (1994 à 2015)

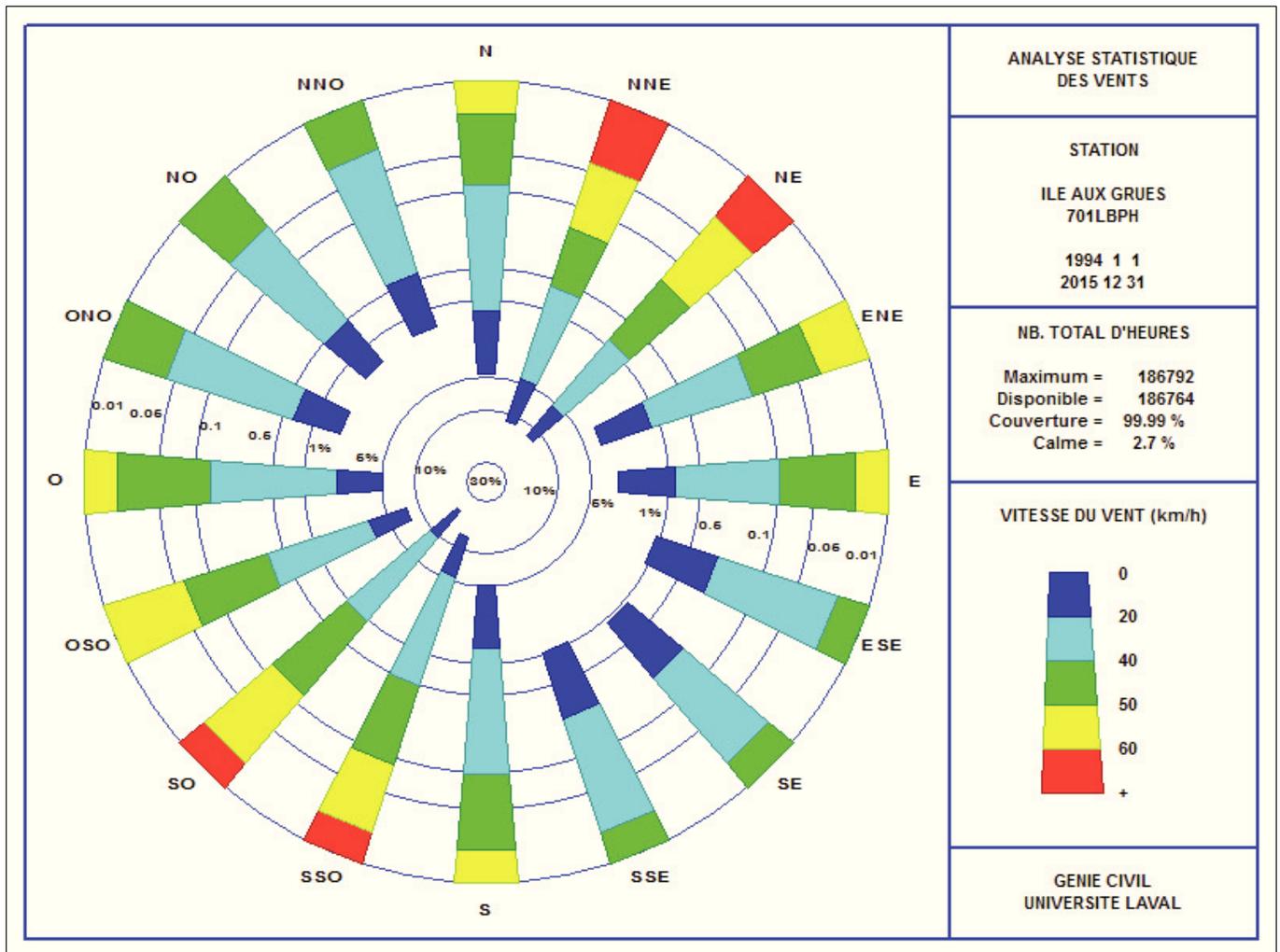


Figure A1 Rose des vents de l'île aux Grues pour l'année complète

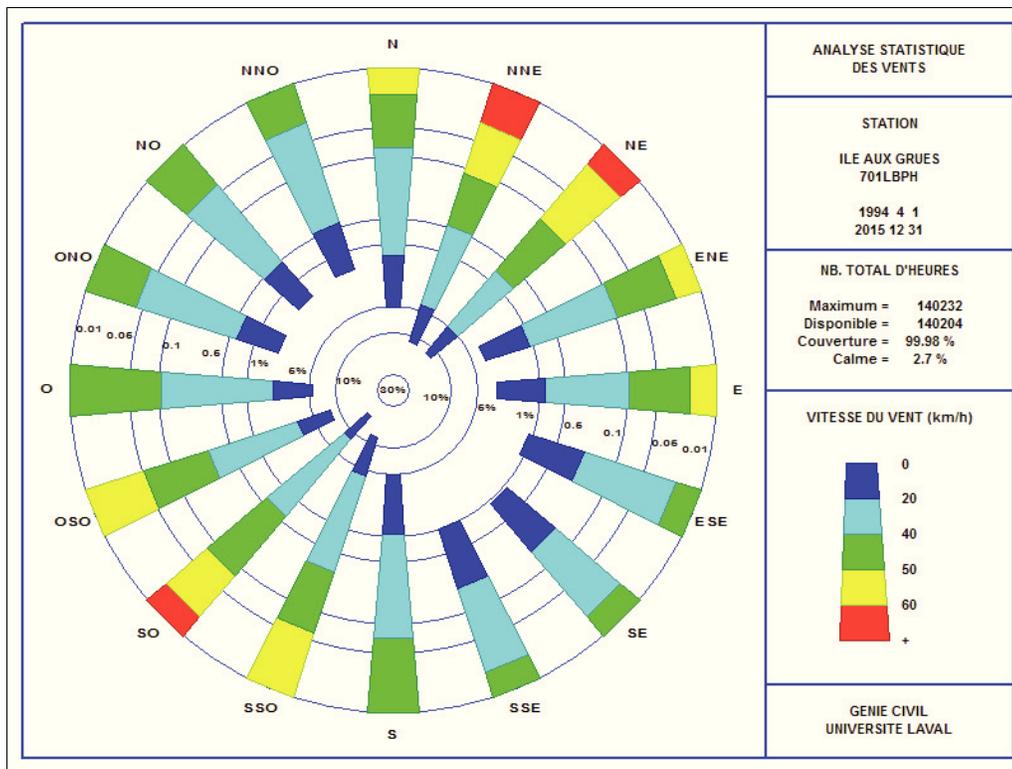


Figure A2 Rose des vents de l'île aux Grues pour la période du 1^{er} avril au 31 décembre (S1)

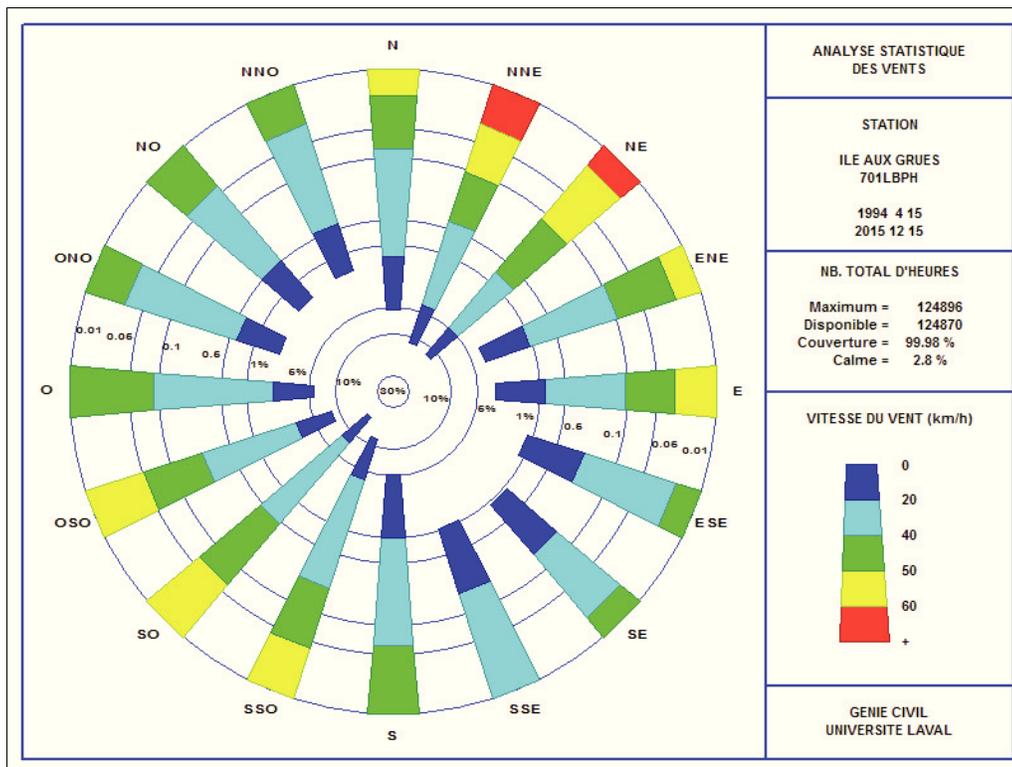


Figure A3 Rose des vents de l'île aux Grues pour la période du 15 avril au 15 décembre (S2)

ANNEXE “B”

Roses des vagues pour la station de l'île aux Grues (1994 à 2015)

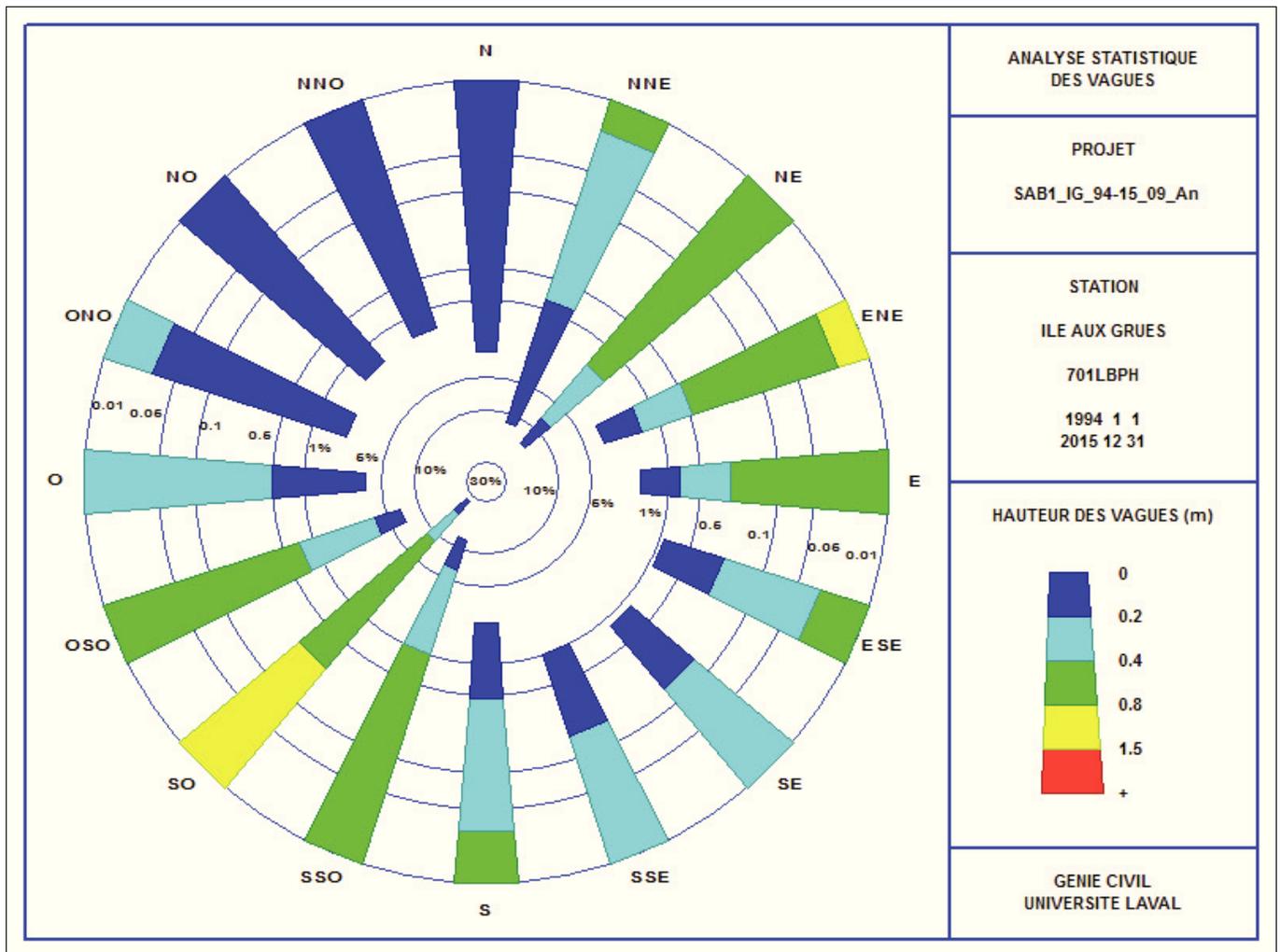


Figure A1 Rose des vagues de l'île aux Grues pour l'année complète

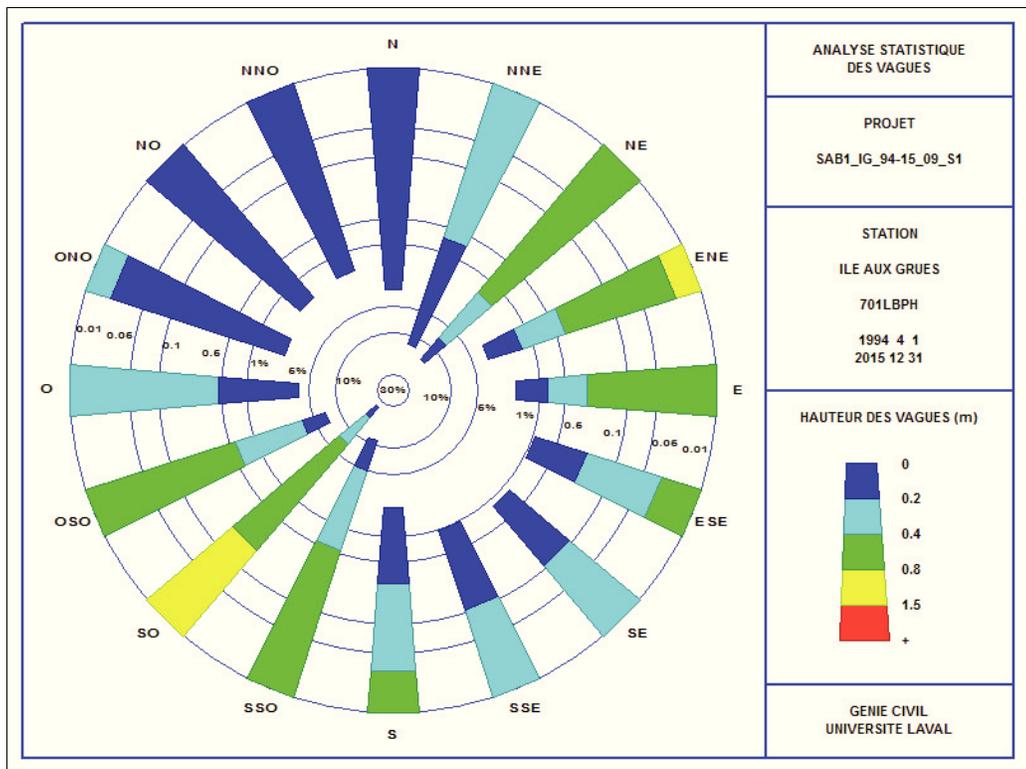


Figure A2 Rose des vagues à Ste-Anne-de-Beaupré pour la période du 1^{er} avril au 31 décembre (S1)

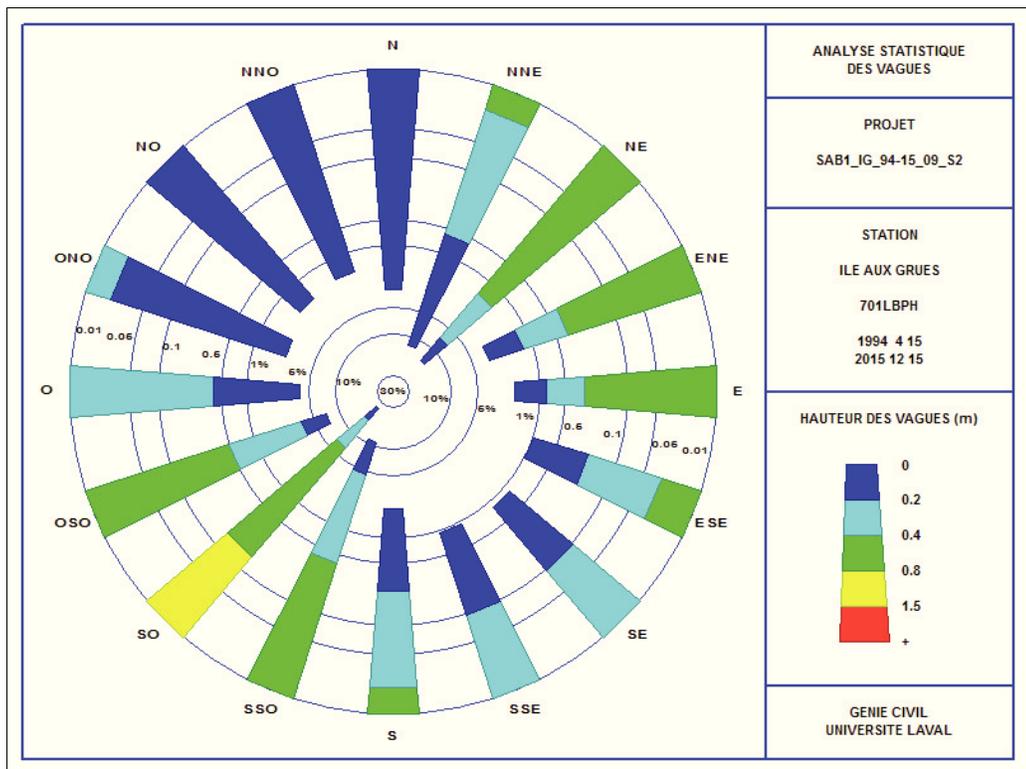


Figure A3 Rose des vagues à Ste-Anne-de-Beaupré pour la période du 15 avril au 15 décembre (S2)



1 800 463-2839
info@norda.com

norda.com