# Étude d'impact sur l'environnement - Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier

Version finale

Stantec

Préparé pour :
Ville de Québec

Préparé par :
Stantec Experts-conseils ltée

N/Réf. : 167040090-200-EN-R-0001-0
N° dossier MDDELCC : 3211-02-300
18 mai 2018

# Propriété et confidentialité

Le présent document, intitulé « Étude d'impact sur l'environnement - Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier » a été préparé par Stantec Experts-conseils ltée (« Stantec ») pour le compte de la Ville de Québec (le « Client »). Toute utilisation de ce document par une tierce partie est strictement défendue. Le contenu de ce document illustre le jugement professionnel de Stantec à la lumière de la portée, de l'échéancier et d'autres facteurs limitatifs énoncés dans le document ainsi que dans le contrat entre Stantec et le Client. Les opinions exprimées dans ce document sont fondées sur les conditions et les renseignements qui existaient au moment de sa préparation et ne sauraient tenir compte des changements subséquents. Dans la préparation de ce document, Stantec n'a pas vérifié les renseignements fournis par d'autres. Toute utilisation de ce document par un tiers engage la responsabilité de ce dernier. Ce tiers reconnaît que Stantec ne pourra être tenue responsable des coûts ou des dommages, peu importe leur nature, le cas échéant, engagés ou subis par ce tiers ou par tout autre tiers en raison des décisions ou des mesures prises en fonction de ce document.

# Table des matières

**1.0 INTRODUCTION ..... 1.1**

**2.0 INITIATEUR DU PROJET ET ÉQUIPE DE RÉALISATION ..... 2.1**
2.1 INITIATEUR DU PROJET ..... 2.1
2.2 CONSULTANT MANDATÉ PAR L'INITIATEUR DU PROJET ..... 2.1
2.3 ÉQUIPE DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE D'IMPACT DU PROJET ..... 2.1
2.4 INTÉGRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 2.2
2.4.1 Le développement durable à la Ville de Québec ..... 2.2
2.4.2 Plan directeur d'aménagement et de développement ..... 2.3

**3.0 CONTEXTE ET RAISON D'ÊTRE DU PROJET ..... 3.1**
3.1 LOCALISATION DU PROJET ..... 3.1
3.2 CONTEXTE D'INSERTION DU PROJET ..... 3.1
3.3 CAUSES D'ÉROSION ET INSPECTION DES BERGES ..... 3.2
3.3.1 Étude d'avant-projet ..... 3.2
3.3.2 Dynamique de l'érosion et étude des variantes ..... 3.3
3.3.3 Modélisation 2D et solutions techniques ..... 3.5
3.4 RAISON D'ÊTRE DU PROJET ..... 3.6
3.5 TRAVAUX À RÉALISER ..... 3.6
3.6 SOLUTIONS DE RECHANGE ..... 3.6
3.7 AMÉNAGEMENTS ET PROJETS CONNEXES ..... 3.7

**4.0 CADRE RÉGLEMENTAIRE ..... 4.1**

**5.0 CONSULTATION DU MILIEU ..... 5.1**

**6.0 DESCRIPTION DU MILIEU ..... 6.1**
6.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ..... 6.1
6.2 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE ..... 6.1
6.2.1 Conditions météorologiques ..... 6.1
6.2.2 Topographie, géologie et dépôts meubles ..... 6.1
6.2.3 Qualité environnementale des sols ..... 6.2
6.2.4 Hydrologie et hydraulique ..... 6.3
6.2.5 Hydrogéologie ..... 6.5
6.2.6 Qualité de l'eau de surface ..... 6.5
6.2.7 Qualité de l'air ..... 6.6
6.3 DESCRIPTION DU MILIEU BIOLOGIQUE ..... 6.6
6.3.1 Flore ..... 6.6
6.3.2 Faune ..... 6.15
6.4 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN ..... 6.23
6.4.1 Cadre administratif ..... 6.23
6.4.2 Contexte socio-économique ..... 6.23
6.4.3 Aménagement et utilisation du territoire ..... 6.24
6.4.4 Pêche commerciale ..... 6.24

6.4.5 Activités récréotouristiques ....6.25
6.4.6 Climat sonore ....6.25
6.4.7 Infrastructures ....6.26
6.4.8 Paysage ....6.26
6.4.9 Patrimoine bâti ....6.29
6.4.10 Archéologie ....6.30
6.4.11 Projets de développement ....6.32

**7.0 DESCRIPTION DU PROJET ET DES VARIANTES DE RÉALISATION ....7.1**
7.1 VARIANTES DE RÉALISATION ....7.1
7.1.1 Déplacement des infrastructures ....7.1
7.1.2 Technique de génie végétal ....7.2
7.1.3 Reprofilage du haut de talus ....7.3
7.1.4 Recharge de plage ....7.3
7.1.5 Enrochement des berges ....7.4
7.1.6 Enrochement des berges avec végétation ....7.5
7.2 ANALYSE ET CHOIX DES VARIANTES ....7.6
7.2.1 TRONÇONS 1, 2 ET 3 ....7.6
7.2.2 TRONÇON 4 ....7.6
7.2.3 TRONÇON 5 ....7.7
7.2.4 TRONÇON 6 ....7.7
7.2.5 TRONÇON 7 ....7.8
7.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX ....7.8
7.3.1 Mobilisation du chantier ....7.8
7.3.2 Utilisation et circulation de machinerie lourde ....7.9
7.3.3 Excavation de la partie supérieure du talus (lorsque requis) ....7.10
7.3.4 Recharge de plage et installation de géogrille ....7.10
7.3.5 Plantation d'arbustes ....7.10
7.3.6 Construction de l'épi ....7.11
7.3.7 Ensemencement et plantation ....7.11
7.3.8 Démantèlement et remise en état des lieux ....7.12
7.4 CALENDRIER DE RÉALISATION ET BUDGET ....7.12

**8.0 MÉTHODE D'IDENTIFICATION ET D'ÉVALUATION DES IMPACTS ....8.1**
8.1 DÉTERMINATION DE L'IMPORTANCE D'UN IMPACT ....8.2
8.2 MESURES D'ATTÉNUATION ET IMPACTS RÉSIDUELS ....8.6

**9.0 ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION ....9.1**
9.1 VALEUR ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTES ....9.1
9.1.1 Milieu physique ....9.1
9.1.2 Milieu biologique ....9.2
9.1.3 Milieu humain ....9.4
9.2 IDENTIFICATION DES IMPACTS ....9.5
9.3 ÉVALUATION DES IMPACTS ....9.9
9.3.1 Analyse des impacts environnementaux ....9.9
9.4 MESURES D'ATTÉNUATION ....9.13
9.4.1 Milieu physique ....9.14

9.4.2 Milieu biologique ....9.16
9.4.3 Milieu humain ....9.17
9.5 PROJET DE COMPENSATION POUR L'HABITAT DU POISSON ....9.19
9.6 SOMMAIRE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ....9.19
9.7 ÉVALUATION DES IMPACTS CUMULATIFS ....9.20
9.7.1 Méthodologie ....9.20
9.7.2 Habitat pour la faune aquatique ....9.21
9.7.3 Qualité de vie ....9.22
9.7.4 Analyse des impacts cumulatifs ....9.22
9.7.5 Détermination de l'importance ....9.23

**10.0 GESTION DES RISQUES ET ACCIDENTS ....10.1**
10.1 ACCIDENTS ET DÉFAILLANCE ....10.1
10.2 PLAN DE MESURES D'URGENCE ....10.1

**11.0 PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAUX ....11.1**
11.1 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE ....11.1
11.1.1 Préparation des plans et devis ....11.1
11.1.2 Travaux de protection ....11.1
11.2 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ....11.2

**12.0 RÉFÉRENCES ....12.1**

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Aménagements proposés et ordre de priorité ....3.3
Tableau 2 Localisation des tronçons visés ....3.4
Tableau 3 Niveaux des marées pour les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf, et pour le parc de la Plage-Jacques-Cartier (coordonnées marégraphiques et géodésiques) ....6.4
Tableau 4 Cotes de récurrence révisées (Stantec, 2018) ....6.4
Tableau 5 Suivi des MES et de la turbidité pour les stations de suivi de la qualité de l'eau situées à proximité de la zone d'étude de 2013 à 2015 ....6.6
Tableau 6 Statistique sur l'indice de la qualité de l'air entre 2012 et 2015 ....6.6
Tableau 7 Description de la végétation terrestre par segment homogène ....6.11
Tableau 8 Synthèse de la caractérisation des herbiers aquatiques ....6.12
Tableau 9 Espèces floristiques à statut particulier recensées dans un rayon de 8 km de la zone d'étude et dont l'habitat est susceptible d'être présent selon le CDPNQ ....6.14
Tableau 10 Espèces de poisson répertoriées entre la rivière Cap-Rouge et le pont de Québec ....6.15
Tableau 11 Synthèse des captures réalisées à chaque station ....6.17
Tableau 12 Espèces de mulettes observées ....6.20
Tableau 13 Espèces fauniques à statut particulier recensées dans un rayon de 8 km de la zone d'étude et dont l'habitat est susceptible d'être présent selon le CDPNQ ....6.21
Tableau 14 Bâtiments patrimoniaux dans la zone d'étude ....6.29
Tableau 15 Avantages et inconvénients du déplacement des infrastructures ....7.2

Tableau 16 Avantages et inconvénients des techniques de génie végétal.....7.2
Tableau 16 Avantages et inconvénients du reprofilage de haut de talus.....7.3
Tableau 17 Avantages et inconvénients de la recharge de plage .....7.4
Tableau 18 Avantages et inconvénients de l'enrochement des berges.....7.4
Tableau 19 Avantages et inconvénients de l'enrochement des berges avec végétalisation.....7.5
Tableau 20 Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact.....8.3
Tableau 21 Grille d'évaluation de l'indice durée/intensité.....8.4
Tableau 22 Grille d'évaluation de l'importance de l'impact.....8.6
Tableau 23 Valeur environnementale des composantes du milieu .....9.5
Tableau 24 Identification des impacts.....9.7
Tableau 25 Synthèse de l'analyse des impacts environnementaux du projet.....9.10
Tableau 26 Bilan des empiétements dans le littoral et les herbiers aquatiques.....9.13
Tableau 27 Restrictions environnementales .....9.19
Tableau 28 Interactions qui peuvent contribuer aux impacts cumulatifs.....9.20
Tableau 29 Impacts cumulatifs résiduels .....9.23
Tableau 30 Suivis environnementaux prévus .....11.2

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 Largeur des segments évalués en fonction des différentes strates végétales .....6.8
Figure 2 Démarche méthodologique de l'évaluation d'un impact environnemental .....8.2

## LISTE DES ANNEXES

**ANNEXE A CARTOGRAPHIE**

**ANNEXE B ÉTUDE D'AVANT-PROJET (BPR, 2012)**

**ANNEXE C DYNAMIQUE DE L'ÉROSION ET ÉTUDE DES VARIANTES (NORDA STELO, 2016)**

**ANNEXE D MODÉLISATION 2D ET SOLUTIONS TECHNIQUES STANTEC, 2018**

**ANNEXE E ÉVALUATIONS ENVIRONNEMENTALES DE SITES PHASES I ET II**

**ANNEXE F DOSSIER PHOTOGRAPHIQUE**

**ANNEXE G ESPÈCES FLORISTIQUES – NOMS LATINS**

**ANNEXE H DONNÉES DU CDPNQ**

**ANNEXE I LISTE DES ESPÈCES D'OISEAUX**

**ANNEXE J POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE**

# Abréviations et acronymes

| | |
|---|---|
| ACOA | Aire de concentration d'oiseaux aquatiques |
| AONQ | Atlas des oiseaux nicheurs du Québec |
| CIC | Canards illimités Canada |
| CMQ | Communauté métropolitaine de Québec |
| CNESST | Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail |
| EEE | Espèce exotique envahissante |
| ESMV | Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable |
| HAM | Hydrocarbure aromatique monocyclique |
| HAP | Hydrocarbure aromatique polycyclique |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | Hydrocarbures pétroliers $C_{10}$-$C_{50}$ |
| ISQ | Institut de la statistique du Québec |
| LQE | Loi sur la qualité de l'environnement |
| LEP | Loi sur les espèces en péril |
| LCPN | Loi sur la conservation du patrimoine naturel |
| LHE | Ligne des hautes eaux |
| LNHE | Ligne naturelle des hautes eaux |
| MAPAQ | Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec |
| MDDELCC | Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| MFFP | Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs |
| MRC | Municipalité régionale de comté |
| MPO | Pêches et Océans Canada |
| OBVC | Organisme des bassins versants de la Capitale |
| PMSMM | Pleine mer supérieure à marée moyenne |
| RPQ | Règlement de pêche du Québec |
| RESC | Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés |
| SIH | Système d'information hydrogéologique |

# Glossaire

| | |
|---|---|
| Enrochement | Représente une structure de pierres non liée, capable de contrer l'action érosive des vagues, des courants et des glaces. Les pierres sont disposées de façon à obtenir une surface uniforme et stable (MDDEP, 2005). |
| Enrochement avec végétation | Plantation d'arbustes entre les pierres dans le but de redonner à ce type de milieu un caractère plus naturel et plus attrayant pour l'homme et pour la faune. S'applique sur des berges enrochées formées de blocs de gros calibre qui n'offrent aucune, sinon très peu, de conditions favorables à l'implantation naturelle et à la croissance des végétaux (MDDEP, 2005). L'implantation de végétaux se fait dans la partie du talus située au-dessus du niveau de la marée haute moyenne. |
| Épi | Structure de rétention visant à limiter l'érosion le long des rives. Ces structures sont attachées à la rive et disposées perpendiculairement au littoral. Il existe plusieurs types d'épi variant dans leur forme, leur longueur, leur élévation et les matériaux employés pour leur construction. |
| Génie végétal | Le génie végétal, ou génie biologique (bio-engineering), est défini comme une combinaison de techniques alliant les principes de l'écologie et du génie pour concevoir et mettre en œuvre des ouvrages de stabilisation de talus, de berges et de rives en utilisant des végétaux comme matériaux de base pour confectionner des armatures végétales (MDDEP, 2011). |
| Géogrille | Grille de polymère renforcée fixée au sol à l'aide d'ancrage. Ces structures possèdent des cavités servant à retenir et emmagasiner le matériel utilisé pour la recharge de la plage. Ces structures laissent passer l'eau ce qui limite le lessivage des matériaux et l'érosion du sol. |
| Parcelle d'inventaire | Point d'échantillonnage à rayon variable où des informations sur les strates végétales présentes et les conditions abiotiques sont collectées. |
| Segment | Correspond à un segment de longueur variable présentant des conditions biotiques (ex. : strate végétale, espèces) et abiotiques (ex. hauteur et pente du talus) semblables. Un changement de segment est fait lorsque l'une ou plusieurs conditions changent de façon notable. |
| Recharge de plage | La recharge de plage consiste à ajouter des matériaux le long de la plage afin d'en augmenter son volume et sa largeur et ainsi diminuer l'énergie des vagues. |
| Tronçon | Section linéaire d'une berge d'une longueur définie et découpée selon sa localisation approximative (chaînage), le type de travaux d'aménagement proposés et sa priorité d'intervention. |

# 1.0 INTRODUCTION

La Ville de Québec constate depuis 2010 que les talus riverains et les berges du fleuve Saint-Laurent au niveau du parc de la Plage-Jacques-Cartier sont sujets à l'érosion et requièrent des interventions pour la limiter. Des études sur l'état des berges, notamment BPR (2012), ont démontré que l'action érosive des vagues, des marées et des glaces, ainsi que le ruissellement de surface sont les principales causes de l'érosion des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Le degré d'érosion varie principalement de modéré à extrême. Les infrastructures publiques et privées longeant la plage sont donc susceptibles d'être endommagées par ce phénomène. Le suivi de la stabilité des berges a permis d'identifier des secteurs qui nécessiteront des aménagements selon un horizon de court à long terme.

Le présent rapport constitue l'étude d'impact sur l'environnement du projet de stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Il présente d'abord à la section 2 le promoteur et l'équipe de réalisation de l'étude d'impact. Suivent la mise en contexte ainsi que la raison d'être du projet à la section 3. La section 4 présente le cadre réglementaire régissant le projet et la section 5, les consultations publiques. La section 6 est consacrée à la description milieu et la section 7 à la description du projet et de ses variantes. La section 8 explique la méthodologie pour l'évaluation des impacts du projet et la section 9 présente cette analyse. La section 10 aborde les aspects de gestion des risques et des accidents lors des travaux et la section 11 définit les programmes de surveillance et de suivi environnementaux qui devront être mis en place lors et suite aux travaux.

# 2.0 INITIATEUR DU PROJET ET ÉQUIPE DE RÉALISATION

## 2.1 INITIATEUR DU PROJET

Les coordonnées de l'initiateur du projet sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| **Initiateur :** | Ville de Québec<br>Service de l'Ingénierie<br>Réseau périphérique |
| **Adresse** : | 1220, boul. Lebourgneuf, 2e étage<br>Québec (Québec) G2K 0B8 |
| **Responsable du projet** : | Chantal Émond, ing. |
| **Coordonnées** : | Téléphone : 418.641.6411, poste 4636<br>Télécopieur : 418.641.6724<br>Courriel : chantal-a.emond@ville.quebec.qc.ca |

## 2.2 CONSULTANT MANDATÉ PAR L'INITIATEUR DU PROJET

Les coordonnées du consultant mandaté par l'initiateur du projet pour la réalisation de l'étude d'impact sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| **Consultant :** | Stantec |
| **Adresse** : | 1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250<br>Québec (Québec) G2K 2G2 |
| **Chargée de projet** : | Joëlle Duguay, B. Sc. |
| **Coordonnées** : | Téléphone : 514.281.1033, poste 1949<br>Télécopieur : 418.626.5464<br>Courriel : joelle.duguay@stantec.com |

## 2.3 ÉQUIPE DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE D'IMPACT DU PROJET

Ville de Québec

Stéphane Lévesque, techn. génie civil – Chargé de projet
Chantal Émond, ing. – Responsable du projet
Alexandre Baker, M.ATDR – Conseiller en environnement - Planification de l'aménagement et de l'environnement

Stantec

André Arata, B.A.P., B. Arch. – Architecture du paysage
Louis Simon Banville, B. Sc., M. Env. – Évaluation des impacts
Johanne Boulanger, DESS SIG – Cartographie
Alexandre Briot, ing., M. Eng. – Bruit

Simon Chouinard, techn. en environnement – Faune et flore
Marie-Hélène Côté, anthrop. M., Anthro. – Milieu humain
Mario Heppell, biol.-aménagiste, M. ATDR
Anne Keough, B. Sc. – Faune et flore
Julie Massicotte, B. Sc., M. Sc.
Denis Maltais, ing., M. Sc. – Génie de l'environnement
Pascal Morrisette-Paré, ing. – Hydrologie et hydrosédimentologie
Steve Potvin, B. Sc., M. Sc. Urb. – Aménagement du paysage
Philippe Roy, géogr. – Cartographie
Ammar Taha, ing., Ph. D. – Hydrologie, hydraulique et sédimentologie

GéniArp (sous-traitant)

Michel Bilodeau – Bathymétrie
Gilles Gravel – Bathymétrie

## 2.4 INTÉGRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

### 2.4.1 Le développement durable à la Ville de Québec

Dans la poursuite d'un développement durable, la Ville de Québec prévoit une planification du développement et de l'aménagement du territoire qui intègre les principes d'interventions suivants (Ville de Québec, 2005) :

- Consolider et valoriser les milieux urbains existant par des projets d'insertion, de requalification ou de reconstruction ainsi que par des opérations de réaménagement urbain ;
- Rentabiliser les investissements publics en infrastructures et en services en orientant le développement en priorité vers les milieux ou les services existent déjà ;
- Diversifier les activités dans les quartiers de manière à offrir plus de services, de commerces et d'emplois près des lieux de résidences ;
- Répartir les activités sur le territoire en s'assurant de les rendre accessibles autrement qu'en voiture, notamment par le réseau de transport en commun, la marche et le vélo ;
- Aménager le territoire dans le respect des espaces naturels et en tenant compte de la capacité de l'environnement à accueillir le développement ;
- Protéger et mettre en valeur les biens culturels ou patrimoniaux et la qualité des paysages.

Par ailleurs, il est à souligner que le schéma d'aménagement de l'agglomération de Québec est actuellement en processus de révision. L'objectif de cette démarche qui inclut une consultation de la population est d'actualiser le schéma d'aménagement en fonction des nouveaux défis auxquels fera face l'agglomération au cours des 25 prochaines années.

### 2.4.2 Plan directeur d'aménagement et de développement

La Ville de Québec est responsable de définir les grandes orientations d'aménagement et de développement de son territoire, lesquelles permettront d'atteindre les objectifs d'un développement durable. Les orientations d'aménagement concernant la zone d'étude locale et identifiées dans le Plan directeur d'aménagement et de développement (PDAD) [Ville de Québec, 2005] sont énumérées ci-dessous :

- Poursuivre la protection et la mise en valeur des milieux naturels d'intérêt ; protéger les sources d'eau ainsi que les réserves d'eau brute de surface et souterraine pour améliorer la qualité de l'eau potable et en assurer une saine gestion ;
- Assainir les plans d'eau en redonnant au milieu riverain son potentiel écologique et en corrigeant les divers problèmes de contamination ;
- Maintenir et développer une forêt urbaine en santé.

De plus, la Ville de Québec a adopté la Vision de l'arbre 2015-2025 afin de concrétiser la place qu'elle entend offrir à sa forêt [Ville de Québec, 2016] :

- Reconnaître la valeur des arbres en milieu urbain ;
- Tenir compte des arbres dans la planification et la conception de tout projet ;
- Fournir l'espace approprié aux arbres pour leur croissance.

Ainsi, la Ville reconnaît les nombreux bienfaits de la forêt urbaine et en tient donc compte dans sa planification. Afin de cibler les secteurs caractérisés par un ouvert arborescent insuffisant, de fixer des cibles à atteindre ou encore de qualifier les efforts à déployer pour atteindre ces cibles, la Ville utilise l'indice de canopée. Cet indicateur permet d'exprimer l'importance de la forêt urbaine dans une ville ou dans un secteur urbain donné. À titre d'exemple, l'indice de canopée à l'intérieur du périmètre d'urbanisation de la Ville de Québec s'élève à 32 %, alors qu'il est de 27 % dans l'arrondissement Les Rivières dans lequel se trouve la majeure partie de la zone d'étude locale.

# 3.0 CONTEXTE ET RAISON D'ÊTRE DU PROJET

## 3.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet est entièrement situé à l'intérieur du parc de la Plage-Jacques-Cartier sur le territoire de la Ville de Québec. D'une longueur de 2 160 m, les berges visées par le projet commencent à l'ouest depuis le sentier exclusivement piétonnier du chemin de la Plage-Jacques-Cartier pour se terminer à l'est par le début du sentier des Grèves. Les lots visés appartiennent tous à la Ville de Québec [2 011 082, 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741 et 1 411 742]. Une mince bande au sud du lot 2 011 082 est sous la juridiction du MDDELCC. La localisation du projet est présentée à la figure 1 de l'annexe A.

Le parc de la Plage-Jacques-Cartier est situé dans l'arrondissement de Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge de la Ville de Québec, aux abords du fleuve Saint-Laurent et plus précisément le long de la rive nord de ce dernier. Quant à elle, la Ville de Québec fait partie de l'Agglomération de Québec avec Saint-Augustin-de-Desmaures et de L'Ancienne-Lorette.

## 3.2 CONTEXTE D'INSERTION DU PROJET

Le parc de la Plage-Jacques-Cartier, situé dans l'arrondissement de Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge de la ville de Québec, est reconnu comme étant un lieu récréotouristique très apprécié par les citoyens et les touristes, et ce, peu importent les saisons. Sa popularité auprès de la population est en partie due au fait qu'il s'agit d'un des uniques parcs de la ville donnant accès aux rares plages et berges encore à l'état naturel du fleuve Saint-Laurent [Ville de Québec, 2017a]. Le parc a une longueur de 2 160 m, mesurée le long des berges.

Toutefois, depuis maintenant plusieurs années, des problèmes d'érosion d'intensités variables sont observés le long de certains tronçons des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Cette situation est inquiétante pour les autorités de la Ville, car l'intégrité structurelle du sentier récréotouristique [notamment au pied de la falaise] et, à certains endroits, l'accessibilité au parc et ses berges, risquent d'être affectées à court et moyen terme. Plusieurs travaux de stabilisation des berges ont ainsi été proposés au courant des dernières années dans le but de protéger le sentier récréotouristique et assurer ainsi la sécurité des utilisateurs. Malheureusement, en date d'aujourd'hui, l'érosion est présente à de multiples endroits le long de secteurs gazonnés où les berges sont encore naturelles, en plus de longer le sentier principal. À ce titre, un sentier de contournement d'une longueur de 30 m a dû être aménagé suite à un affaissement en mai 2016.

Dans le but de mieux comprendre ces problèmes d'érosion récurrents, la Ville de Québec a mandaté une firme en 2012 pour que cette dernière définisse la nature de la problématique d'érosion des berges sur la totalité du parc de la Plage-Jacques-Cartier, qu'elle dresse un état de la situation et identifie les travaux à mettre en place et leur priorisation [BPR, 2012].

Une seconde étude, réalisée en 2016 par Norda Stelo à la demande de Ville, a permis d'analyser les conditions d'érosion des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier, de faire une modélisation

numérique des vagues, et ce pour ensuite analyser les variantes d'aménagement en fonction des coûts et des critères de sélection des variables et retenir les meilleures solutions pour chaque tronçon.

Une troisième étude, réalisée par Stantec en 2017 et ayant pour but de compléter l'étude de Norda Stelo [2016], a permis de procéder à une modélisation 2D du fleuve Saint-Laurent pour ensuite proposer des solutions techniques pour stabiliser certains tronçons de berge du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Les prochaines sections résument les constats de ces études.

## 3.3 CAUSES D'ÉROSION ET INSPECTION DES BERGES

### 3.3.1 Étude d'avant-projet

Ce rapport, produit par la firme BPR en 2012 [voir annexe B], a permis, entre autres, de faire un premier portrait des lieux, de proposer des aménagements et de classer ces travaux nécessaires en ordre de priorité d'intervention [interventions nécessaires à court, moyen ou long terme]. L'état de situation ainsi que le plan d'action ont permis de planifier les travaux nécessaires de manière à stabiliser et sécuriser le secteur à l'étude. Cette étude d'avant-projet a ainsi défini la nature de la problématique d'érosion des berges sur l'ensemble du parc de la Plage-Jacques-Cartier, identifié les travaux à mettre en place et leur priorisation et produit une estimation budgétaire.

#### 3.3.1.1 Causes d'érosion

La connaissance des causes d'érosion est essentielle afin de proposer les aménagements les plus adéquats à chaque site d'érosion. Deux causes d'érosion majeures ont été observées au parc de la Plage-Jacques-Cartier, soit 1) l'action des vagues (action non différentiée de la marée, des courants d'eau et de la glace) et 2) le ruissellement des précipitations ou la fonte des neiges qui induisent une érosion du haut des talus.

#### 3.3.1.2 État des lieux

Un total de quatre profils types de rive ont été identifiés lors de la caractérisation de la berge, soit la rive naturelle sans ouvrage de protection, l'enrochement non végétalisé, le couvert végétal avec enrochement et le mur de maçonnerie.

BPR a noté que des agents érosifs entraînaient des dommages à l'enrochement existant ou encore à la couche filtrante, en plus de pertes de pierres et d'instabilité de ces dernières. Par ailleurs, pour une intégration plus douce des enrochements dans le paysage, des pierres de forme arrondie ont été utilisées pour faire les enrochements. Ces dernières sont plus instables par rapport à des pierres anguleuses et peuvent être plus sensibles à l'érosion.

Plusieurs sites d'érosion ont été observés, mais tous ne sont pas de la même importance.

#### 3.3.1.3 Travaux proposés et priorisation

Toutes les zones d'interventions sont situées sur des terrains appartenant à la Ville de Québec et représentent une distance d'environ 1 600 m. En tenant compte de l'état des infrastructures existantes, le projet prévoit quatre types d'interventions, soit l'aménagement de fossés engazonnés (400 m), la mise en place d'enrochement non végétalisé (605 m), la mise en place d'enrochement végétalisé (370 m) ainsi que la recharge et la mise en forme de l'enrochement actuel (200 m). Le tableau 1 présente les travaux proposés et leur niveau de priorité.

Il est important de mentionner qu'une érosion très importante pourrait ne pas obligatoirement se traduire en termes de priorité d'intervention si son effet appréhendé n'affecte pas les infrastructures en place telles que sentier, équipements tels que lampadaires, bancs, etc. ou les autres éléments naturels du site.

**Tableau 1 Aménagements proposés et ordre de priorité**

| Localisation approximative | Longueur (m) | Aménagement proposé | Priorité |
|---|---|---|---|
| **0+240 à 0+600** | 360 | Fossé engazonné | Court terme |
| **0+075 à 0+250** | 175 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| **0+450 à 0+620** | 170 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| **0+730 à 0+820** | 90 | Couvert végétal avec enrochement | Court terme |
| **1+020 à 1+130** | 110 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| **1+200 à 1+350** | 150 | Enrochement non végétalisé | Moyen terme |
| **1+430 à 1+500** | 40 | Fossé engazonné | Moyen terme |
| **1+650 à 1+690** | 280 | Couvert végétal avec enrochement | Moyen terme |
| **1+680 à 2+000** | 200 | Recharge et mise en forme de l'enrochement actuel | Long terme |

Source : BPR, 2012

### 3.3.2 Dynamique de l'érosion et étude des variantes

L'étude réalisée en 2016 par Norda Stelo (voir annexe C) a permis d'analyser les conditions d'érosion des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier en procédant, entre autres, à l'évolution historique de celles-ci par photo-interprétation multidate. Une modélisation numérique des vagues a également été réalisée afin de concevoir des ouvrages de protection adaptés. Les variantes d'aménagement en fonction des coûts et des critères de sélection des variables ont été élaborées pour ensuite retenir les meilleures solutions pour chaque tronçon.

En fonction des résultats obtenus dans l'étude d'avant-projet réalisé par BPR en 2012, la firme Norda Stelo a procédé au redécoupage des berges en sept tronçons distincts (voir le tableau 2). Au total, 1 215 m de berges sont visés par des travaux d'aménagement. Comme l'étude d'avant-projet de BPR a été réalisée il y a quelques années et que des changements notables ont pu se produire le long des

berges étudiées, la firme Norda Stelo n'a pas pris en compte les niveaux de priorité accordés à l'époque. Ils sont tout de même présentés au tableau 2 à titre informatif.

**Tableau 2 Localisation des tronçons visés**

| Numéro de tronçon de Norda Stelo | Localisation approximative | Longueur (m) | Priorité de stabilisation à l'étude d'avant-projet (BPR, 2012) |
|---|---|---|---|
| **1** | 0+075 à 0+250 | 175 | Court terme |
| **2** | 0+250 à 0+450 | 200 | Court terme |
| **3** | 0+450 à 0+620 | 170 | Court terme |
| **4** | 0+730 à 0+820 | 90 | Court terme |
| **5** | 1+020 à 1+130 | 110 | Court terme |
| **6** | 1+200 à 1+350 | 150 | Moyen terme |
| **7** | 1+680 à 2+000 | 320 | Moyen terme |

Source : Norda Stelo, 2016

### 3.3.2.1 Infrastructures existantes

En se basant sur l'étude d'avant-projet, l'enrochement existant (chaînages 0+000 à 0+100 et 0+260 à 0+470) des tronçons 1 et 2 n'est pas végétalisé, la pente est de 1 V:2H et les pierres de carapace ont un diamètre entre 200 et 1 000 mm. De plus, un enrochement avec couvert végétal est localisé entre les chaînages 0+100 et 0+260 et 0+470 et 0+600 couvrant en partie les tronçons 1, 2 et 3. Des fagots sont présents. La pierre de carapace de la base de l'enrochement est de 300 à 600 mm.

La principale cause du piètre état des ouvrages en place sont la conception déficiente, une mauvaise mise en place et la qualité des pierres et leur degré d'émoussé.

### 3.3.2.2 Dynamique côtière, évolution des berges et modélisation des vagues

Les causes de l'érosion des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier peuvent appartenir à deux groupes, soit les causes naturelles et anthropiques. Celles-ci sont souvent en interrelations et leur dynamique est complexe, en plus de varier dans le temps et l'espace. Selon Norda Stelo, les causes naturelles sont les niveaux d'eau et l'action des vagues, le mouvement des glaces, l'alternance des périodes de gel et de dégel et les tempêtes côtières. Les causes anthropiques sont la concentration de l'écoulement des eaux, les structures faisant obstacle à la circulation naturelle des sédiments sur le littoral et la circulation maritime.

Les calculs de l'évolution du trait de côte montrent que depuis la création du parc, en 1992, la tendance générale observée est que les berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier sont à l'érosion. Entre 1993 et 2014, il y a eu un recul des berges net noté de -0,1 à -5,7 m. À ce jour, il est à noter que la marge de sécurité, soit l'espace entre la berge et le bord du sentier, est à peu près nulle pour les tronçons 1 à 3 (voir photos 1 et 2 ci-bas).



Photo 1 - Marge de sécurité inexistante entre le sentier et le talus dans le tronçon 2



Photo 2 - Faible marge de sécurité entre les infrastructures et le talus dans le tronçon 2

### 3.3.3 Modélisation 2D et solutions techniques

Ce rapport, produit par la firme Stantec en 2018 (voir annexe D), a permis, entre autres, de procéder à une modélisation 2D du fleuve Saint-Laurent dans la zone à l'étude et ainsi proposer des solutions techniques pour la stabilisation des berges.

Dans un premier temps, les niveaux d'eau calculés aux berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier ont été obtenus de l'étude des zones inondables réalisée en 1986 par le ministère de l'Environnement (actuellement MDDELCC). Ces derniers ont ensuite été révisés afin de mettre à jour les niveaux d'eau pour les besoins de l'étude. Une modélisation hydraulique réalisée à l'aide du logiciel HEC-RAS 5.0.3 par la suite a été réalisée pour vérifier si l'écoulement du fleuve est une cause de l'érosion observée. Cette modélisation a conclu qu'un canal profond est situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et que les vitesses d'écoulement y sont largement concentrées. Les vitesses maximales appréhendées au niveau des tronçons étudiées sont dans l'ordre de grandeur de 0,10 m/s.

Selon le diagramme d'Hjulstrom, les vitesses maximales de 0,1 m/s ne causent pas d'érosion, quel que soit le calibre des particules (l'érosion débute à des vitesses de 0,2 m/s). Pour une vitesse de 0,1 m/s, le phénomène de sédimentation se produit lorsque le diamètre des particules est supérieur à 1,2 mm. Dans le cadre de l'analyse hydrosédimentaire effectuée par Stantec, l'analyse granulométrique des échantillons prélevés indique que le diamètre des particules est supérieur à 1,2 mm. Ce constat, jumelé avec une vitesse d'écoulement de 0,10 m/s permet de conclure que le phénomène de sédimentation se produit. Il est donc permis d'affirmer que l'érosion de la plage n'est pas causée par l'écoulement du fleuve, confirme ainsi que la problématique d'érosion est causée par les vagues. Les types d'aménagement doivent être conçus pour apporter une protection contre ces dernières.

Une mise à jour de l'étude des vagues de Norda Stelo a été réalisée dans le cadre de ce mandat en modifiant l'analyse des vents pour que cette dernière soit plus représentative de la zone d'étude. Cette

mise à jour a permis de conclure que la hauteur de 95 % des vagues dans le tronçon 6 est de 0,87 m, tandis qu'elle est de 1,22 m pour le tronçon 7. Il a également été déterminé que la limite inférieure d'un enrochement devrait correspondre à l'élévation -2,02 m (marée basse de récurrence 20 ans) et qu'il devra donc être enfoui de quelques mètres de profondeur sous la plage, au bas du talus. La limite supérieure de l'enrochement devrait quant à lui correspondre à la somme de la marée haute de récurrence 20 ans, la hauteur des vagues, la remontée du plan d'eau et la remontée des vagues.

## 3.4 RAISON D'ÊTRE DU PROJET

À la suite des résultats de l'inspection des rives, 1 215 mètres linéaires de rive répartis en sept tronçons devront faire l'objet de travaux de stabilisation à court ou moyen terme.

Des actions doivent donc être entreprises pour :

1. Éviter que des infrastructures urbaines, dont le sentier piétonnier, se détériorent ;
2. Limiter l'érosion active des rives du parc de la Plage-Jacques-Cartier qui entraîne une perte de terrain ;
3. Assurer la sécurité des utilisateurs du parc ;
4. Préserver la qualité du paysage, en plus de conserver les habitats fauniques et floristiques existants ;
5. Maintenir des accès à la plage et un substrat sur lequel les usagers peuvent se promener.

## 3.5 TRAVAUX À RÉALISER

Les informations recueillies au cours de l'inspection des rives ont été analysées afin de déterminer des solutions types de stabilisation ou de réaménagement des rives des tronçons affectés par des problèmes d'érosion de priorités à court et moyen terme.

Les différents tronçons présentent des types variés de structure et des degrés de végétalisation divers. À plusieurs endroits, une encoche d'érosion est présente dans le talus en raison des vagues. Cette situation est présente parfois en haut d'un enrochement existant ou parfois en haut d'un talus naturel (racines des arbres à nues). Dans la plupart des cas, le haut de talus est caractérisé par une végétation herbacée (engazonnée à quelques endroits) et parfois, la végétation est parsemée d'arbres.

Il sera important d'intégrer le projet de façon harmonieuse avec le paysage, de maintenir les points de vue vers le fleuve Saint-Laurent, qui fait partie de l'environnement visuel du parc de la Plage-Jacques-Cartier, et les arbres matures longeant le sentier principal et de privilégier l'utilisation de solutions alternatives à l'enrochement.

## 3.6 SOLUTIONS DE RECHANGE

En raison de la précarité de plusieurs tronçons de berges du fleuve Saint-Laurent sur le territoire du parc de la Plage-Jacques-Cartier, les travaux suivants sont envisagés, soit le déplacement des infrastructures,

les techniques de génie végétal, la recharge de plage, le reprofilage de haut de talus, l'enrochement et l'enrochement avec végétalisation.

Le statu quo entraînerait une détérioration de la stabilité de la rive dans certains secteurs qui, avec le temps, pourrait causer des dommages importants aux infrastructures et entraîner la poursuite de l'érosion des berges.

## 3.7 AMÉNAGEMENTS ET PROJETS CONNEXES

L'équipe de la division de l'aménagement et du développement urbain de la Ville de Québec travaille actuellement sur deux projets à la plage Jacques-Cartier. Le premier concerne la fermeture et la végétalisation de sentiers devenus dangereux étant donné la présence d'éboulis. Des activités de démolition ont eu lieu en décembre 2017 et de la plantation aura lieu dans ces sentiers au printemps 2018. Le second projet est encore à l'étude et il concerne une traverse piétonne non sécuritaire dans la courbe en pente du chemin du Pavillon. Les piétons qui sont en provenance du sentier nord et qui souhaitent rejoindre le sentier au sud doivent traverser près d'une courbe.

La Commission de la capitale nationale du Québec prévoit également effectuer au printemps 2018 des travaux de consolidation de structures de bois à l'est de la zone d'étude.

# 4.0 CADRE RÉGLEMENTAIRE

La présente étude vise la réalisation de l'évaluation environnementale du projet requise en vertu de l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) lequel stipule que tout projet prévu par règlement doit faire l'objet d'une étude d'impact conformément à une directive émise par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) du Québec. Dans ce contexte, la Ville de Québec a déposé le 5 novembre 2015, un avis de projet au MDDELCC. À la suite de l'analyse de l'avis de projet, ce dernier a déterminé qu'il répondait aux critères d'admissibilité énoncés au paragraphe b) de l'article 2 du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (R.R.Q., c. Q-2, r.23) qui se lit comme suit :

> « […] tout programme ou projet de dragage, creusage, remplissage, redressement ou remblayage à quelque fin que ce soit dans un cours d'eau visé à l'annexe A ou dans un lac, à l'intérieur de la limite des inondations de récurrence de 2 ans, sur une distance de 300 m ou plus ou sur une superficie de 5 000 $m^2$ ou plus […] ».

Ce projet devra donc faire l'objet d'un décret délivré par le gouvernement du Québec en vertu de l'article 31.5 de la LQE. À cet effet, le MDDELCC a émis le 24 novembre 2015, à l'attention de la Ville de Québec, la *Directive pour le projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier* (Dossier 3211-02-300).

Le projet de stabilisation des berges ayant une composante aquatique doit également démontrer, au sens de la Loi sur les pêches (L.R.C. [1985], ch. F-14), que tous les dommages sérieux au poisson sont évités. Pour ce faire, une demande d'examen à Pêches et Océans Canada (MPO) sera nécessaire. Si de tels dommages ne peuvent être évités malgré la mise en place de mesures d'atténuation, une autorisation du MPO pour la réalisation du projet, incluant un plan de compensation, est essentielle conformément à la loi.

Similairement, le projet étant réalisé dans des habitats fauniques (habitat du poisson et aire de concentration d'oiseaux aquatiques), une autorisation en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune sera requise.

Si des impacts sur des espèces en péril présentes dans la zone d'étude devaient être identifiés au cours de la présente étude d'impact, les autorisations en vertu de la Loi sur les espèces en péril (LEP) (L.C. 2002, ch. 29) seront également obtenues, le cas échéant.

# 5.0 CONSULTATION DU MILIEU

La Ville de Québec à l'intention de faire une séance d'information auprès des citoyens. Toutefois, jusqu'à maintenant, aucune activité auprès des citoyens ou d'autres parties prenantes issues du milieu d'accueil du projet n'a encore été tenue.

# 6.0 DESCRIPTION DU MILIEU

## 6.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La délimitation de la zone d'étude a été réalisée de façon à tenir compte de l'ensemble des composantes des milieux physique, biologique et humain susceptibles d'être affectées par les travaux de stabilisation des berges au parc de la Plage-Jacques-Cartier. La zone d'étude est présentée à la figure 1 de l'annexe A. La zone d'étude est constituée d'un corridor d'environ 3 km de longueur par 1 km de largeur, centré sur le parc de la Plage-Jacques-Cartier. La superficie ainsi couverte représente 3 km$^2$. Les figures 2 à 4 de l'annexe A présentent les principales composantes du milieu naturel et humain de la zone d'étude.

## 6.2 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

### 6.2.1 Conditions météorologiques

Les données relatives aux conditions météorologiques ont été documentées à partir des informations provenant de la station météorologique Québec/Jean Lesage Intl A (7 016 294), située à environ 7 km au nord-ouest de la zone d'étude. Elles correspondent aux normales climatiques enregistrées sur près de trente ans, soit entre 1981 et 2010. Selon cette base de données, la température moyenne observée à cette station varie entre -12,8 °C en janvier et 19,3 °C en juillet. Les précipitations annuelles sous forme de pluie sont de 899,3 mm et de 303 cm sous forme de neige (Gouvernement du Canada, 2017).

De façon générale, le climat est modéré et humide, avec une longue saison de croissance. Selon les statistiques compilées à cette même station météorologique, la vitesse des vents est de 13,7 km/h avec une pointe record enregistrée de 97 km/h en janvier 1956. Les vents dominants proviennent de l'ouest (gouvernement du Canada, 2017).

### 6.2.2 Topographie, géologie et dépôts meubles

La colline de Québec s'élève entre 35 et 40 m au-dessus du parc de la Plage-Jacques-Cartier (Norda Stelo, 2016).

La présence de shale parfois très friable ainsi que de bancs de grès plus résistants caractérisent la roche-mère dans la zone d'étude et rend le relief plutôt irrégulier. En effet, les falaises rocheuses montrent des fractures et autres discontinuités qui les rendent très vulnérables à la météorisation, un processus naturel qui entraîne la désagrégation physique et chimique de la roche. La désagrégation des parois rocheuses permet le détachement de fragments rocheux qui forment, avec le temps, d'imposants talus d'éboulis. Ces talus sont eux-mêmes déstabilisés, notamment par certaines activités humaines, ce qui est très visible le long de la plage Jacques-Cartier où un prélèvement de matériel a été fait en plusieurs endroits (Verville, 2010 dans Norda Stelo, 2016).

Ce processus est une source de sédiments et est en partie responsable de la formation de la plateforme côtière, qui, dans les fonds de baies, se présente sous la forme d'une « terrasse de plage » que l'on retrouve au pied de la colline et qui constitue en bonne partie le sol sur lequel se trouve le parc de la

Plage-Jacques-Cartier. Les sédiments plus ou moins anciens provenant du fleuve représentent l'autre source naturelle des dépôts de la terrasse de plage sur laquelle repose en bonne partie le parc de la Plage-Jacques-Cartier (Norda Stelo, 2016).

Finalement, on retrouve également par endroits un remblai hétérogène qui provient de l'action humaine. L'état d'équilibre dynamique de tous ces dépôts dépend des forces érosives du fleuve, d'une part, et de l'apport en sédiments, d'autre part. La résistance des berges dépend de leur nature propre et de facteurs naturels et anthropiques (Norda Stelo, 2016).

En octobre 2017, des échantillons de sédiments ont été prélevés le long des tronçons à stabiliser afin de déterminer la granulométrie en surface et en profondeur. La granulométrie varie de 0,2 à 60 mm selon la localisation et la profondeur. De façon générale, les particules les plus grosses sont retrouvées en profondeur (données présentées dans l'annexe C).

### 6.2.3 Qualité environnementale des sols

Dans le cadre de ses travaux de stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier, la Ville de Québec a mandaté Groupe ABS (2015a) pour réaliser une évaluation environnementale de site Phase I afin d'évaluer si le parc de la Plage-Jacques-Cartier a un passif environnemental (voir annexe E). À la lumière des informations récoltées, certains éléments représentent des sources potentielles de contamination, soit :

- La présence d'une voie ferrée au nord de la zone d'étude et d'une cour de triage ainsi que d'un réservoir de propane au nord-est pourrait constituer un risque de contamination des sols. Toutefois, en raison de la pente importante, il est peu probable que des travaux y soient réalisés ;
- La présence antérieure de résidences le long du chemin de la plage Jacques-Cartier et donc de matériaux de remblai de nature inconnue constitue un risque environnemental que ceux-ci contiennent des matériaux de démolition ou des hydrocarbures pétroliers provenant d'anciens réservoirs de mazout ;
- La présence dans la zone d'étude, dans les années 1970, de bâtiments non résidentiels d'entreposage dont aucune information concernant les activités n'a pu être obtenue.

Une évaluation environnementale de site Phase II a donc été réalisée par Groupe ABS (2015 b), notamment où d'anciens bâtiments étaient présents (voir annexe E). Douze tranchées d'exploration, d'une profondeur variant entre 0,15 et 3,0 m, ont été réalisées dans la partie riveraine, et ce, le long de la berge (voir figure 2 à l'annexe A pour la localisation des forages). Il est à noter que les sols rencontrés consistent en un gravier sableux ou d'un sable graveleux de couleur rouge avec une portion variable de cailloux sur toute la profondeur des tranchées. Tous les échantillons prélevés ont été analysés pour les hydrocarbures pétroliers (HP $C_{10}$ à $C_{50}$), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et les métaux.

Les échantillons ont montré des concentrations inférieures au niveau B du *Guide d'intervention sur la protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* du MDDELCC à l'exception de trois par

rapport au manganèse qui sont plutôt dans la plage C-RESC[1] (15TE9, 15TE10 et 15TE12). Toutefois, cette concentration est considérée comme d'origine naturelle. On note également la présence de concentration de métaux dans la plage A-B pour deux autres échantillons (15TE10-1 et 15TE12-1).

## 6.2.4 Hydrologie et hydraulique

### 6.2.4.1 Description du réseau hydrographique

La zone d'étude est située dans la portion fluviale de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, au début d'un élargissement qui se poursuit vers l'ouest jusqu'à Donnacona et l'embouchure de la rivière Jacques-Cartier. L'estuaire fluvial est caractérisé par des marées d'eau douce de type semi-diurne et donc de hauteur et d'intervalle de temps différents (BPR, 2012).

On retrouve également dans la portion ouest de la zone d'étude, l'embouchure de la rivière du Cap Rouge. Cette rivière d'environ 24 km de long draine un bassin versant de 79 km$^2$ (OBVC, 2015). Le suivi de l'érosion de ses berges a montré que plusieurs segments situés près de l'embouchure de la rivière nécessitent des interventions des stabilisations à court ou moyen terme en raison de la menace qui pèse sur des éléments bâtis ou écologiques d'intérêt (OBVC, 2015).

### 6.2.4.2 Niveaux caractéristiques, débits et vitesse

**Marées**

Le tableau suivant présente les hauteurs de marées en coordonnées marégraphiques ($Z_c$) et en coordonnées géodésiques pour les stations de mesure de MPO les plus proches de la plage, soit celles de Saint-Nicolas (station n$^o$ 3270) et d'Immigration Wharf (station n$^o$ 3251). Les hauteurs des marées extrapolées de ces deux stations pour le parc de la Plage-Jacques-Cartier sont également présentées (BPR, 2012). Les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf sont à des distances respectives de 9,2 km à l'ouest et 9,8 km à l'est de la plage.

[1] Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) ; Valeurs limites de l'annexe 1

**Tableau 3 Niveaux des marées pour les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf, et pour le parc de la Plage-Jacques-Cartier (coordonnées marégraphiques et géodésiques)**

| Marée | Saint-Nicolas (3270) | | Immigration Wharf (3251) | | Plage Jacques-Cartier (extrapolation) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Z_c$ (m) | géod.[1] (m) | $Z_c$ (m) | géod.[2] (m) | $Z_c$ (m) | géod. (m) |
| Extrême de pleine mer | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Pleine mer supérieure, grande marée | 5,7 | 4,1 | 6,0 | 4,04 | 5,8 | 4,06 |
| Pleine mer supérieure, marée moyenne | 4,6 | 3,0 | 4,7 | 2,74 | 4,6 | 2,87 |
| Niveau moyen des eaux | 2,4 | 0,8 | 2,5 | 0,54 | 2,4 | 0,67 |
| Pleine mer inférieure, marée moyenne | 0,4 | -1,2 | 0,5 | -1,66 | 0,2 | -1,53 |
| Pleine mer inférieure, grande | 0,2 | -1,4 | 0,3 | -1,66 | 0,2 | -1,53 |
| Extrême de basse mer | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |

Source : BPR, 2012

1 Différence de -1,614 m entre les coordonnées marégraphiques et géodésiques pour ce site.

2 Différence de -1,960 m entre les coordonnées marégraphiques et géodésiques pour ce site.

L'étude de modélisation 2D préparée par Stantec en 2018 (voir la section 3.3.3 de la présente étude) a, quant à elle, permis la révision des données de niveaux d'eau du ministère de l'Environnement datant de 1986. Le tableau 4 présente cette mise à jour.

**Tableau 4 Cotes de récurrence révisées (Stantec, 2018)**

| Récurrence (années) | Étude 1986 (1962-1982) (m) | Mise à jour Stantec (1962-2017) (m) |
|---|---|---|
| Marée haute moyenne | - | 3,09 |
| 2 | 4,54 | 4,51 |
| 5 | 4,79 | 4,74 |
| 10 | 4,91 | 4,86 |
| 20 | 5,01 | 4,96 |
| 50 | 5,11 | 5,06 |
| 100 | 5,18 | 5,13 |

La ligne des hautes eaux (cote 0-2 ans) du fleuve Saint-Laurent, dans le secteur de la zone d'étude, équivaut à 4,51 m, tandis que la marée haute moyenne est de 3,09 m. Ces données sont visibles sur les figures 2 et 3 de l'annexe A (Ministère de l'Environnement, 1986).

#### 6.2.4.3 Régime des glaces

La plateforme du parc de la Plage-Jacques-Cartier est soumise à l'action des glaces littorales entre la fin du mois de novembre et le début du mois d'avril, avec une couverture glacielle complète en hiver (janvier à mars) (Verville, 2010 dans Norda Stelo, 2016). Lorsque le pied de glace est fixé aux berges, celui-ci offre une protection contre l'érosion. Par contre, lorsque celui-ci se démantèle, des glaces mobiles peuvent avoir une importante action abrasive. Le mouvement des glaces apparaît comme la seconde force érosive de la zone d'étude. L'étude d'impact pour le projet de stabilisation des berges à proximité du secteur Notre-Dame de-la-Garde (Dessau, 2012), à moins de 10 km à l'est de la zone d'étude, indique que des glaces circulant dans ce secteur du fleuve peuvent régulièrement atteindre 5 à 6 m de hauteur, dû à la circulation maritime et à la marée. En mars 2016, le pied de glace présent au tronçon 7 avait une hauteur d'un peu plus d'un mètre et des blocs d'entre 1 et 2 m de hauteur s'en détachait et jonchaient la plage. Le potentiel érosif de ces blocs de glace est important lorsque le pied de glace cède et que les berges sont exposées. Même les berges enrochées, dans des conditions propices (hauts niveaux d'eau, courants importants), peuvent être endommagées par ces glaces (Norda Stelo, 2016).

#### 6.2.4.4 Bathymétrie

Un relevé bathymétrique a été réalisé par le Groupe Géniarp les 14 et 15 août 2017. Cette bathymétrie multifaisceau a été effectuée sur 2 000 m de rivage. La zone la plus profonde de la zone d'étude est située dans sa portion sud-ouest où la profondeur atteint presque 8 m à environ 450 m de la plage. La bathymétrie est présentée la figure 3 de l'annexe A.

### 6.2.5 Hydrogéologie

Selon les données du système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDELCC pour les huit puits situés dans le parc de la Plage-Jacques-Cartier, la profondeur de l'eau souterraine varie entre 0 et 10 m (SIH, 2017). La première couche de sols est composée de terre végétale et a une épaisseur d'environ 1 m. La seconde est principalement composée de shale, de roche et de granite et gneiss et mesure entre 20 et 40 m (SIH, 2017).

### 6.2.6 Qualité de l'eau de surface

L'eau de la zone d'étude est composée de deux sources, soit l'eau du fleuve Saint-Laurent et l'eau de la rivière du Cap Rouge.

On retrouve à proximité de la zone d'étude trois stations de suivi de la qualité de l'eau du MDDELCC, soit deux appartenant au *Réseau-fleuve* (station 00000082 et station 00000143) et une appartenant du *Réseau-rivières* (station 05390001) (MDDELCC, 2017a). Le tableau suivant dresse un portrait de la quantité de matières en suspensions (MES) et de la turbidité pour ces trois stations.

**Tableau 5 Suivi des MES et de la turbidité pour les stations de suivi de la qualité de l'eau situées à proximité de la zone d'étude de 2013 à 2015**

| | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MES (mg/l) | Turb. (UTN) | MES (mg/l) | Turb. (UTN) | MES (mg/l) | Turb. (UTN) |
| Station 05390001 | 3,9 | 5,6 | 14,6 | 8,8 | 16,8 | 11,9 |
| Station 00000082 | 11,3 | 10,2 | 14,3 | 12,4 | 8,8 | 7,9 |
| Station 00000143 | 12,2 | 9,7 | 11,7 | 7,7 | 10,8 | 7,3 |

Source : MDDELCC, 2017a

### 6.2.7 Qualité de l'air

Les statistiques annuelles de l'indice de qualité de l'air (IQA) du MDDELCC pour le Québec - secteur de Champigny, qui est situé à environ 4 km au nord-ouest de la zone d'étude, sont présentées au tableau 6 pour les années 2012 à 2015. Pour cette station, l'IQA est calculé à partir du dioxyde d'azote ($NO_2$), des particules fines ($PM_{2,5}$) et de l'ozone atmosphérique ($O_3$).

**Tableau 6 Statistique sur l'indice de la qualité de l'air entre 2012 et 2015**

| Indice | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|
| % de l'année où l'IQA a été bon | 43,2 | 41,4 | 34,2 | 41,3 | 40,0 |
| % de l'année où l'IQA a été acceptable | 51,8 | 51,8 | 57,5 | 50,3 | 52,9 |
| % de l'année où l'IQA a été mauvais | 5,0 | 6,8 | 8,2 | 8,5 | 7,1 |

Sources : MDDELCC, 2017b

Selon ces données, on observe que la qualité de l'air moyenne se situe entre « bonne » (40 %) et « acceptable » (52,9 %) et qu'elle est « mauvaise » pour un faible pourcentage des jours (7,1 %).

## 6.3 DESCRIPTION DU MILIEU BIOLOGIQUE

### 6.3.1 Flore

Le parc de la Plage-Jacques-Cartier est constitué d'un peuplement forestier composé de feuillus nobles, notamment une érablière à chêne rouge où l'on retrouve des arbres de tailles appréciables ainsi que des chênaies rouges. Il s'agit de l'un des seuls milieux boisés naturels publics en contact avec le fleuve (Ville de Québec, 2018).

#### 6.3.1.1 Végétation terrestre

Une caractérisation de la végétation terrestre a été réalisée les 16 et 17 août 2017 par une biologiste de Stantec. Cette caractérisation a permis de confirmer que les berges sont relativement homogènes quant à leur composition végétale et anthropisées. En effet, la végétation y est perturbée et est le résultat de coupes totales (végétation pionnière) ou de travaux de plantations. Il s'agit majoritairement d'un milieu aménagé et régulièrement entretenu. La méthode par segment donc a été privilégiée aux parcelles d'inventaire.

Les informations recueillies sur le terrain à chaque segment sont :

- Les espèces dominantes dans chaque strate de végétation ;
- La présence d'espèces floristiques exotiques envahissantes et l'emplacement des colonies ;
- La présence d'espèces floristiques ayant un statut particulier ;
- Les indices de présence faunique.

La largeur de la strate présentée au tableau 7 réfère à une valeur moyenne calculée pour chacune des strates par segment (figure 1). Une évaluation de la nature anthropique ou naturelle du site a également été réalisée à chaque segment. Un GPS Garmin d'une précision de 3 à 5 mètres a été utilisé pour marquer l'emplacement des segments ainsi que l'emplacement des arbres présents sur les berges. La description de la végétation terrestre dominante à chaque segment est présentée au tableau 6 et des photos sont présentées à l'annexe F.

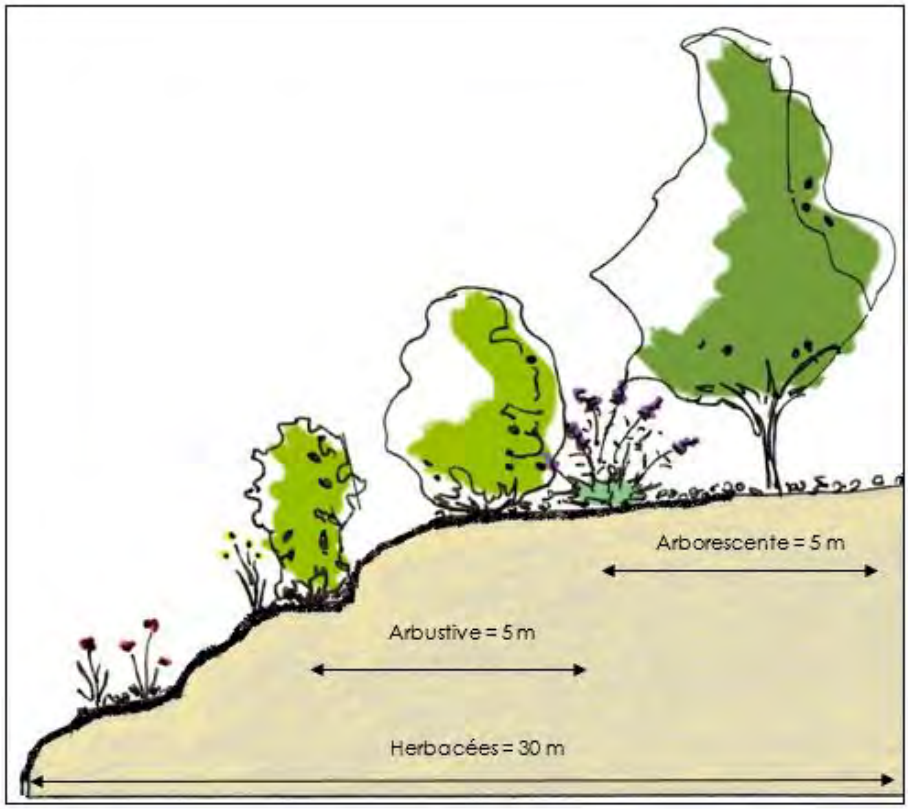



**Figure 1 Largeur des segments évalués en fonction des différentes strates végétales**

Image inspirée du site : http://benedictemottais.blogspot.ca/2011/10/des-talus-pour-les-oiseaux.html

La zone à l'étude, au-delà du secteur des berges, a quant à elle, conservé un aspect plus naturel. Une zone boisée est présente sur la falaise au nord et à l'est. Elle se compose de cinq chênaies et d'une érablière sucrière à chêne rouge et hêtre. L'érablière est localisée à l'extrémité est du parc. Deux de ces peuplements forestiers sont reconnus par le MFFP comme étant des écosystèmes forestiers exceptionnels.

Trois parcelles d'inventaire forestier à surface définie (400 $m^2$) ont été réalisées (annexe A – figure 2, annexe F - photos 23 à 27) à l'intérieur de l'érablière sucrière à chêne rouge et hêtre. À chacune d'elles, les espèces arborescentes, arbustives et herbacées ont été notées ainsi que leur pourcentage de recouvrement. La strate arborescente a été évaluée dans un rayon de 11,28 m à partir du centre de la parcelle et correspond à toutes les espèces ligneuses de plus de 7 mètres de hauteur. Les espèces ligneuses de moins de 7 mètres composent la strate arbustive. Le rayon d'échantillonnage pour cette strate et pour la strate herbacée est de 5 mètres. D'autres informations visant à décrire plus en détail le peuplement ont été récoltées : densité du couvert, hauteur des arbres, âge moyen, présence de perturbations. Ces informations ont été recueillies conformément aux normes de stratification écoforestières (MFFP, 2015).

L'érablière à chêne rouge est, tel que son appellation l'indique, dominée par l'érable à sucre (*Acer saccharum*) et le chêne rouge (*Quercus rubra*). Le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*) est l'espèce compagne la plus souvent observée. La strate arbustive est caractérisée par la présence d'une bonne régénération en hêtre et en érable à sucre. La structure du peuplement est régulière, le couvert dense et l'âge moyen des arbres est de 70 ans. La densité élevée du couvert ainsi que la situation en pente du peuplement est peu propice à une strate herbacée abondante et diversifiée. Des espèces typiques telles que la dryoptère spinuleuse (*Dryopteris carthusiana*) et le trille rouge (*Trillium erectum*) s'y retrouvent. Une petite colonie d'asaret du Canada (*Asarum canadense*), une espèce vulnérable à la récolte, a été localisée à proximité de la parcelle 2. À la parcelle 3, une densité d'érable à sucre plus importante a été notée. Cette section semble également comporter un plus grand nombre d'arbres vétérans dont l'âge est supérieur à celui de l'ensemble du peuplement.

**Espèces exotiques envahissantes**

La végétation de la zone d'étude est composée d'espèces indigènes et d'espèces introduites, notamment des espèces exotiques envahissantes (EEE). Parmi celles-ci, l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*), l'érable à Giguère (*Acer negundo*), la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) et la salicaire pourpre (*Lythrum salicaria*), sont présentes en petites colonies dispersées le long des berges. Les EEE rencontrées dans chaque segment sont présentées au tableau 7. Leur localisation est présentée à la figure 2 de l'annexe A.

**Tableau 7 Description de la végétation terrestre par segment homogène[2]**

| Identifiant | Description | Photo | Type de recouvrement | | Espèces dominantes par strate de végétation à partir du bas de talus | | | | | | EEE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Naturel | Aménagé | Arborescente | Largeur (m) | Arbustive | Largeur (m) | Herbacée | Largeur (m) | Espèce |
| A | Secteur très fréquenté. Section complètement enrochée. Sentier en haut de talus. | 1, 2 | 15 % | 85 % | Frêne de Pennsylvanie<br>Peuplier faux-tremble<br>Tilleul d'Amérique | 4 | Cornouiller stolonifère<br>Orme de Sibérie<br>Physocarpe à feuille d'obier<br>Vinaigrier<br>Vigne de rivage | 2 | Gazon | 6 | Renouée du Japon |
| B | Espace gazonné sans arbres matures. Talus d'un mètre de hauteur ou moins. Quelques arbustes présents sur le talus, mais de façon éparse. Plusieurs aménagements : tables à pique-nique et banc de parc. | 3, 4 | 5 % | 95 % | Chêne rouge<br>Frêne de Pennsylvanie<br>Tilleul d'Amérique | 4 | Cornouiller stolonifère<br>Physocarpe à feuille d'obier<br>Vinaigrier | 4 | Asclépiade commune<br>Gazon | 15 | s.o. |
| C | Hauteur du talus inférieure à 0,5 m. Stabilisation assurée par des herbacées et quelques arbres matures. Certaines portions présentent des signes d'érosion marqués. Quelques aménagements présents : banc de parc, table à pique-nique, lampadaire, etc. | 5, 6 | 20 % | 80 % | Chêne rouge<br>Érable à sucre<br>Frêne de Pennsylvanie<br>Orme d'Amérique<br>Peuplier faux-tremble | 6 | Cornouiller stolonifère | 1 | Asclépiade commune<br>Gazon<br>Tussilage farfara<br>Verge d'or | 20 | s.o. |
| D | Talus abrupt ayant plus ou moins 5 mètres de hauteur. Présence des trois strates de végétation : herbacée, arbustive, arborescente. Roc affleurant stabilisant le talus. | 7, 8 | 20 % | 80 % | Chêne rouge<br>Érable rouge<br>Orme d'Amérique | 6 | Bouleau papier<br>Saule sp.<br>Vinaigrier | 5 | Gazon | 5 | s.o. |
| E | Talus très abrupt ayant approximativement 5 mètres de hauteur, mais végétalisé avec les trois strates de végétation. | 9, 10 | 25 % | 75 % | Bouleau à papier<br>Chêne rouge<br>Érable à sucre<br>Frêne de Pennsylvanie<br>Pin blanc | 6 | Chêne rouge<br>Rosier inerme<br>Vigne vierge<br>Vinaigrier | 6 | Gazon<br>Pâturin des près<br>Smilacine à grappe<br>Tussilage farfara | 10 | Alpiste roseau<br>Renouée du Japon |
| F | Talus abrupt. Peu d'arbustes et d'arbres matures dans cette section. Débris de béton provenant possiblement d'une ancienne rampe de mise à l'eau dans le littoral. Noyer cendré observé. | 11, 12 | 15 % | 85 % | Chêne rouge<br>Érable à sucre<br>Orme d'Amérique<br>Pin blanc | 6 | Cerisier sp.<br>Vinaigrier | 4 | Gazon<br>Tussilage farfara | 10 | Renouée du Japon |
| G | Aucun enrochement, stabilisation assurée principalement par des herbacées. Peu d'arbustes et d'arbres matures. Surface gazonnée. Le talus est parfois peu élevé (moins de 30 cm) et la pente faible. Quelques tables à pique-nique présentes. | 13, 14 | 10 % | 90 % | Chêne rouge<br>Frêne de Pennsylvanie | Épars | Physocarpe à feuille d'aubier<br>Vinaigrier | 1 | Asclépiade commune<br>Gazon | 15 | s.o. |
| H | Section enrochée. Sentier pédestre près du talus. Pas ou peu d'arbres matures, stabilisation végétale assurée principalement par des herbacées et de jeunes ormes. | 15, 16 | 10 % | 90 % | Érable à sucre | 3 | Rosier inerme | 2 | Gazon | 10 | s.o. |
| I | Secteur aménagé est très fréquenté. Plusieurs tables de pique-nique. Talus de moins de 1 m, présentant plusieurs signes d'érosion. Stabilisation assurée principalement par des herbacées (gazon). La strate arbustive est absence et les arbres peu nombreux. Pas d'enrochement. Présence d'un noyer cendré. | 17, 18 | 10 % | 90 % | Érable à sucre<br>Chêne rouge<br>Frêne de Pennsylvanie<br>Érable argenté | Épars | Vinaigrier<br>Rosier inerme | 2 | Gazon<br>Asclépiade commune<br>Tussilage farfara<br>Chicorée | 20 | Salicaire pourpre |
| J | Zone comportant peu d'arbres matures. Localisé près d'un sentier. Gros bosquet de vinaigrier. Accès aménagé vers la plage. | 19, 20 | 10 % | 90 % | Frêne de Pennsylvanie<br>Orme d'Amérique | Épars | Vinaigrier<br>Framboisier<br>Chèvrefeuille sp. | 5 | Gazon<br>Millepertuis commun<br>Paturin sp.<br>Chicorée<br>Tussilage farfara | 20 | Érable à Giguère |
| K | Zone aménagée comportant un belvédère et des tables. Escarpement et roc affleurant à l'extrémité est de la section. | 21, 22 | 10 % | 90 % | Érable à sucre<br>Orme d'Amérique<br>Chêne rouge<br>Peuplier faux-tremble<br>Frêne de Pennsylvanie | Épars | Vinaigrier<br>Chèvrefeuille sp. | 1 | Gazon<br>Épervière orangée<br>Aster à grandes feuilles | 20 | s.o. |

[2] Les noms latins des espèces végétales sont présentés à l'annexe G du présent document.

### 6.3.1.2 Milieu humide

Selon les données de Canards Illimités Canada (CIC, 2017), on retrouve dans la zone d'étude quatre zones de marais et une zone de prairie humide, soit un important système de part et d'autre de l'embouchure de la rivière du Cap Rouge et trois plus petits dans la portion nord-est de la zone d'étude. De plus, en raison de leur faible pente, les berges sont très propices à la présence de milieux humides d'eau peu profonde caractérisés par des herbiers aquatiques qui se combinent aux marais mentionnés précédemment dans la zone des travaux. Leur localisation est présentée à la figure 2 de l'annexe A.

Une analyse des photographies aériennes a été réalisée afin de localiser les herbiers présents à proximité des zones de travaux préalablement à la visite sur le terrain. Cette analyse a permis de déterminer l'emplacement de huit herbiers aquatiques potentiels. La présence de ces milieux humides a été confirmée lors de la caractérisation du terrain réalisée les 16 et le 17 août 2017 par une biologiste de Stantec. Ces inventaires ont été réalisés à marée basse, lorsque les herbiers sont complètement exondés afin de pouvoir caractériser plus facilement la végétation et définir les limites. L'application Collector, en combinaison avec un GPS d'appoint Bluetooth Garmin Glow d'une précision de 2 à 5 m, a été utilisée pour localiser la limite des milieux humides. Un inventaire exhaustif de la végétation a été fait dans ces milieux, c'est-à-dire que toutes les espèces observées ont été notées et un pourcentage de recouvrement estimé pour chacune d'elle.

### 6.3.1.3 Herbier aquatique

La composition floristique varie peu d'un herbier à l'autre. Ils sont dans tous les cas dominés par le scirpe d'Amérique (*Schoenoplectus pungens*). La visite de terrain s'est limitée à la zone des travaux projetés. Huit zones ayant une végétation émergente suffisamment dense pour constituer des herbiers aquatiques ont été délimitées. Ces herbiers représentent des habitats intéressants pour les différents stades de vie de plusieurs espèces de poissons (alimentation, fraie, alevinage). Les herbiers H1, H3 et H6 sont particulièrement propices à la faune aquatique.

Une description sommaire est présentée au tableau suivant, leur localisation est illustrée à la figure 2 de l'annexe A et des photos sont présentées à l'annexe F.

**Tableau 8 Synthèse de la caractérisation des herbiers aquatiques**

| Identifiant | Superficie ($m^2$) | Photo | Description sommaire |
|---|---|---|---|
| H1 | 10 520 | 29 | Herbier dominé par le scirpe d'Amérique. Clairsemé par endroits. Plusieurs alevins observés dans des cuvettes retenant l'eau. Roc affleurant. Espèces floristiques plutôt terrestres en bordure de la plage. |
| H2 | 814 | 30, 31 | Herbier très clairsemé sur cap rocheux. Le scirpe d'Amérique est l'espèce dominante. |
| H3 | 470 | 32, 33 | Herbier clairsemé, mais présentant des secteurs plus denses en bordure de la plage. |

| Identifiant | Superficie ($m^2$) | Photo | Description sommaire |
|---|---|---|---|
| H4 | 134 | 34, 35 | Herbier peu diversifié et de petite dimension. |
| H5 | 45 | 36 | Herbier peu diversifié et de petite dimension. |
| H6 | 5 693 | 37, 38 | Herbier présentant une bonne diversifiée floristique. Secteurs plus clairsemés avec roc affleurant par endroit. |
| H7 | 11 900 | 39, 40 | Herbier homogène et dominé par le scirpe d'Amérique. Clairsemé par endroits. Roc affleurant. Espèces floristiques plutôt terrestres en bordure de la plage. |
| H8 | 2 275 | 41, 42 | Herbier dominé par le scirpe d'Amérique. Clairsemé par endroits. Secteur présentant un substrat plus meuble. |

#### 6.3.1.4 Flore à statut particulier

La présence ou l'absence, dans la zone d'étude d'espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, a été documentée à l'aide de la banque de données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Cette banque de données répertorie trois espèces floristiques ayant un statut particulier au provincial dans un rayon de 8 km de la zone d'étude. Les espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées dont l'occurrence est « historique (H) » ou « extirpée (X) » n'ont pas été retenues. La liste des espèces sauvages canadiennes en péril (octobre 2017) a aussi été consultée dans le but de déterminer si ces trois espèces bénéficient également d'un statut au fédéral. Le tableau 9 présente la liste de ces espèces et la liste complète des espèces à statut particulier est présentée à l'annexe H.

**Tableau 9 Espèces floristiques à statut particulier recensées dans un rayon de 8 km de la zone d'étude et dont l'habitat est susceptible d'être présent selon le CDPNQ**

| Nom français | Nom latin | Statut provincial/fédéral | Habitat |
|---|---|---|---|
| Ail des bois | *Allium tricoccum* | V/aucun | Érablières riches et humides, forêts humides des platières alluviales de rivières, bas de pentes et mi-versants, sauf les versants nord. |
| Cypripède tête-de-bélier | *Cypripedium arietinum* | V/aucun | Cédrières mésiques à thuya, sapin, pin blanc, épinette blanche, chêne rouge ou pruche, moins souvent dans les pinèdes à pin blanc, chênaies à chêne rouge ou sapinières ; toujours près de plans d'eau et sur des substrats calcaires ou argileux ; plante calcicole. |
| Vergerette de Provancher | *Erigeron philadelphicus* var. *provancheri* | M/P | Fissures d'affleurements rocheux ou cailloutis humides calcaires ou schisteux le long de rivières ou de l'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent, et parfois exposés aux marées ; plante calcicole et facultative des milieux humides. |

Statut provincial : V=vulnérable
Statut fédéral : P=préoccupante

Source : CDPNQ, 2017a

Aucun inventaire spécifique de la flore à statut particulier n'a été réalisé dans le cadre du présent mandat. Malgré l'absence d'inventaires ciblés, une attention particulière a été portée à la présence d'espèces à statut lors des déplacements sur le site. L'asaret du Canada (*Asarum canadense*), une espèce vulnérable à la récolte a été observée du côté de la zone boisée, à l'est du segment K. Ce secteur est également propice à la présence d'une variété d'espèces vulnérables à la récolte typiquement retrouvées dans les érablières telles que la sanguinaire du Canada (*Sanguinaria canadensis*) ou le trille blanc (*Trillium grandiflorum*). Quelques noyers cendrés (*Juglans cinerea*) ont été relevés aux segments F et I. Ces arbres ont probablement été plantés lors de l'aménagement du parc. Ces arbres présentent toutefois plusieurs branches mortes potentiellement dangereuses ainsi qu'une cime dégarnie.

À l'exception de la zone boisée, la forte artificialisation des berges, les talus abrupts et le milieu terrestre aménagé ne constituent pas des habitats propices à une flore diversifiée.

### 6.3.1.5 Habitat floristique

On retrouve dans la partie nord-est de la zone d'étude l'habitat floristique du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Cet habitat floristique de 15 500 m$^2$ a été créé en 1998 afin de protéger le cypripède tête-de-bélier. La zone protégée correspond à une section des falaises rocheuses qui borde le nord du parc de la

Plage-Jacques-Cartier (MDDELCC, 2017c). Toutefois étant localisé sur un terrain municipal, cet habitat floristique n'a aucune valeur légale au provincial.

La zone d'étude touche également à une partie de l'habitat floristique du Boisé-de-Marly, un boisé urbain d'environ 15 ha, entouré de quartiers résidentiels et constitué d'une érablière à sucre (MDDELCC, 2017d). Par contre, les travaux étant concentrés au niveau des berges, aucun impact n'est appréhendé pour ce secteur.

## 6.3.2 Faune

### 6.3.2.1 Ichtyofaune

Selon les données du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 21 espèces de poisson sont répertoriées entre la rivière du Cap Rouge et les ponts de Québec et Pierre-Laporte (tableau 10). De ce nombre, deux ont un statut précaire, l'alose savoureuse (vulnérable) et l'anguille d'Amérique (susceptible d'être désignée).

**Tableau 10 Espèces de poisson répertoriées entre la rivière Cap-Rouge et le pont de Québec**

| Nom commun | Nom latin |
|---|---|
| Achigan à petite bouche | Micropterus dolomieu |
| Alose savoureuse | Alosa sapidissima |
| Anguille | Anguilla rostrata |
| Bar rayé | Morone saxatilis |
| Barbue de rivière | Ictalurus punctatus |
| Baret | Morone americana |
| Carpe commune | Cyprinus carpio |
| Chevalier blanc | Moxostoma anisurum |
| Chevalier rouge | Moxostoma macrolepidotum |
| Doré jaune | Sander vitreus |
| Doré noir | Sander canadensis |
| Fondule barré | Fundulus diaphanus |
| Gaspareau | Alosa pseudoharengus |
| Grand brochet | Esox lucius |

| Nom commun | Nom latin |
|---|---|
| Lépisosté osseux | Lepisosteus osseus |
| Méné émeraude | Notropis antherinoides |
| Meunier noir | Catostomus commersonii |
| Meunier rouge | Catostomus catostomus |
| Perchaude | Perca flavescens |
| Poulamon atlantique | Microgadus tomcod |
| Queue à tache noire | Notropis hudsonius |

Une campagne d'échantillonnage incluant 17 stations a été réalisée à l'aide d'une seine de rivage. Trois coups de seine par station ont été faits. L'emplacement des stations a été choisi de façon à couvrir l'ensemble de la zone des travaux et plus spécifiquement les secteurs où des herbiers aquatiques sont présents.

À noter qu'un bar rayé (*Morone saxatilis*) a été capturé et relâché à la station 15. Cette espèce fait l'objet d'un programme de rétablissement et figure comme espèce en voie de disparition sur la liste du Comité sur la situation des espèces en au Canada (COSEPAC). La population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent est protégée par la LEP et par le Règlement de pêche du Québec (1990).

Les espèces pêchées ainsi que le potentiel quant à la présence d'habitats de frai, d'alevinage et d'abri sont présentés au tableau 11. Les habitats d'alevinage correspondent aux habitats utilisés par les jeunes poissons lors de leur premier stade de croissance. Ce type d'habitat est souvent localisé à proximité des zones de frai qui elles correspondent à des habitats où plusieurs poissons se rassemblent en période de reproduction. Les habitats présentant un potentiel d'abris intéressant sont ceux où l'on observe la présence de branches, de fosses ou d'une végétation dense.

## Tableau 11 Synthèse des captures réalisées à chaque station

| Segment (n° de station) | Quantité | Nom français | Nom latin | Stade de vie lors de la capture | | Potentiel d'habitat | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Jeune | Juvénile-Adulte | Fraie | Alevinage | Abri pour les jeunes | Commentaire |
| 1 (station 1) | 4 | Épinoche à trois épines | *Gasterosteus aculeatus* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Moyen | Herbier à proximité |
| 1 (station 2) | 0 | s.o | *s.o* | | | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Moyen | Herbier à proximité |
| 1 (station 3) | 1 | Gaspareau | *Alosa pseudoharengus* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Moyen | Herbier à proximité |
| 1 (station 4) | 2 | Gaspareau | *Alosa pseudoharengus* | | x | Faible et diffus | Faible et diffus | Faible | Roc |
| 1 (station 5) | 1 | Épinoche à trois épines | *Gasterosteus aculeatus* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Moyen | Herbier à proximité |
| | 1 | Fondule barré | *Fundulus diaphanus* | | x | | | | |
| | 4 | Gaspareau | *Alosa pseudoharengus* | | x | | | | |
| | 1 | Perchaude | *Perca flavescens* | | x | | | | |
| 2 (station 6) | 0 | s.o | *s.o* | | | Faible et diffus | Faible | Faible | Roc |
| 2 (station 7) | 0 | s.o | *s.o* | | | Faible | Faible | Faible | Roc |
| 2 (station 8) | 0 | s.o | *s.o* | | | Faible | Faible | Faible | |
| 3 (section 9) | 1 | Barbotte brune | *Ameiurus nebulosus* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Bon | Herbier à proximité |
| | 2 | Perchaude | *Perca flavescens* | | x | | | | |
| 3 (station 10) | 1 | Dard à ventre jaune | *Etheostoma exile* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Bon | Herbier à proximité |
| | 1 | Doré jaune | *Sander vitreus* | | x | | | | |
| | 24 | Perchaude | *Perca flavescens* | | x | | | | |
| 5 (station 11) | 3 | Grand corégone | *Coregonus clupeaformis* | | x | Faible et diffus | Faible | Faible | Roc |

| Segment (n° de station) | Quantité | Nom français | Nom latin | Stade de vie lors de la capture | | Potentiel d'habitat | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Jeune | Juvénile-Adulte | Fraie | Alevinage | Abri pour les jeunes | Commentaire |
| 6 (station 12) | 3 | Fondule barré | *Fundulus diaphanus* | | x | Faible et diffus | Faible | Moyen | Herbier à proximité |
| | 1 | Méné à queue tâchée | *Notropis hudsonius* | | x | | | | |
| 7 (station 13) | 1 | Fondule barré | *Fundulus diaphanus* | | x | Faible et diffus | Bon, mais diffus | Bon | Herbier à proximité |
| 8 (station 14) | 0 | s.o | *s.o* | | | Moyen | Bon, mais diffus | Bon | Herbier à proximité |
| 9 (station 15) | 1 | Bar rayé | *Morone saxatilis* | | x | Moyen | Bon, mais diffus | Bon | Herbier à proximité |
| | 2 | Méné d'argent de l'Est | *Hybognatus regius* | | x | | | | |
| 9 (station 16) | 0 | s.o | s.o | | | Moyen | Faible | Faible | |
| 9 (station 17) | 0 | s.o | s.o | | | Moyen | Faible | Faible | |

#### 6.3.2.2 Mammifères

Les petits mammifères terrestres ou semi-aquatiques peuvent bénéficier des principales fonctions d'habitats que présentent les berges du fleuve Saint-Laurent. Il y est donc possible d'y observer la marmotte commune (*Marmota monax*) qui peut y creuser ses terriers, de même que d'autres espèces usuelles comme l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*), la moufette rayée (*Mephitis mephitis*) et le raton laveur (*Procyon lotor*).

#### 6.3.2.3 Herpétofaune

Selon les données de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ, 2017), on retrouve deux espèces dans la zone d'étude, soit la salamandre rayée (*Plethodon cinereus*) et la chélydre serpentine (*Chelydra serpentina*).

On retrouve également des mentions de grenouille léopard (*Lithobates pipiens*) et de salamandre rayée dans la rivière du Cap Rouge en amont de l'embouchure, au nord de la zone d'étude.

#### 6.3.2.4 Avifaune

L'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (AONQ) recense 101 espèces dans la parcelle 19CM27 (AONQ, 2017). Considérant que la parcelle couvre 100 km$^2$, les données d'eBird Québec recensées ont été ajoutées à la liste des espèces afin de la raffiner. En effet, les observations colligées dans les stations parc nautique de Cap-Rouge et parc de la Plage-Jacques-Cartier (eBird Québec, 2017) risquent de refléter davantage ce qu'il serait possible de retrouver dans la zone d'étude, soit majoritairement des espèces aquatiques comme les canards, les goélands, les oies. La liste des espèces, leur statut au fédéral et au provincial ainsi que l'évaluation du potentiel de les retrouver dans la zone d'étude sont présentés à l'annexe I.

La zone d'étude présente deux habitats pour l'avifaune, soit le milieu terrestre et le milieu aquatique. Le milieu terrestre se compose d'une part d'un parc avec de grands espaces ouverts et gazonnés comportant quelques arbres et arbustes pouvant servir de nichoir aux oiseaux et d'une zone boisée fournissant abris et nourriture. On y retrouve des oiseaux de différentes familles terrestres comme les columbidés, les corvidés, les picidés, les passéridés, les laridés, etc.

Le milieu aquatique quant à lui est caractérisé par le littoral et les rives du fleuve Saint-Laurent. Ce milieu est propice aux familles d'oiseaux aquatiques comme les gavidés, les phalacrocoracidés, les anatidés et les ardéidés.

Les visites terrain réalisées entre les mois d'août et octobre par des biologistes ont permis d'observer des bernaches du Canada (*Brenta canadensis*), des goélands à bec cerclé (*Larus delawarensis*) et des canards colverts (*Anas platyrhynchos*).

### 6.3.2.5 Mulettes

Une recherche active de coquilles a été faite à marée basse lors de la visite de terrain des 14 et 15 septembre 2017. Les mulettes vivantes et mortes retrouvées le long des berges visées par le programme ont été mesurées, photographiées et identifiées à l'espèce. Elles sont particulièrement présentes dans les secteurs où le substrat est meuble et où la proportion de sable est plus importante. Ces secteurs sont identifiés sur la figure 3 de l'annexe A.

Un total de cinq espèces a été inventorié (tableau 12). Plusieurs spécimens vivants d'élliptio de l'Est (*Elliptio complanata*) et de lampsile rayée (*Lampsilis radiata*) ont été examinés. Ces deux espèces sont communes au Québec. Une coquille de ligumie noire (*Ligumia recta*) a été retrouvée du côté ouest du site. La présence de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*), une espèce envahissante, est généralisée sur le site, mais peu abondante. Des coquilles d'obovarie olivâtre (*Obovaria olivaria*) ont été notées dans la section ouest. Cette espèce est désignée en voie de disparition selon le COSEPAQ.

Le stade larvaire des mulettes d'eau douce comprend un stade parasitaire obligatoire d'une ou de plusieurs espèces de poissons. Aussi, la présence d'une mulette dans un endroit donnée indique généralement que le ou les poissons-hôtes s'y retrouvent également.

**Tableau 12 Espèces de mulettes observées**

| | **Elliptio de l'est** | **Lampsile rayée** | **Ligumie noire** | **Moule zébrée** | **Obovarie olivâtre** |
|---|---|---|---|---|---|
| | ***Elliptio complanata*** | ***Lampsilis radiata radiata*** | ***Ligumia recta*** | ***Dreissena polymorpha*** | ***Obovaria olivaria*** |
| **Poisson-hôte** | Mulet à corne, mulet de lac, fondule barré, épinoche à cinq épines, baret, perchaude, crapet et achigan | Perchaude, baret | Anguille d'Amérique, carpe, méné à tête rose, fondule barré, baret, perchaude, doré et crapet et achigan | n.a | Esturgeon jaune et noir |
| **Commentaire** | Espèce dominante dans toutes les zones. Observation de spécimens vivants et de coquilles. | Espèce commune dans la zone d'étude. Observation de spécimens vivants et de coquilles. | Espèce observée qu'une seule fois. Coquille seulement. | Présente dans tous les secteurs sans être dominante. Observation de spécimens vivants et de coquilles. | En voie de disparition (COSEPAC), susceptible d'être désignée (provincial). Observation de coquilles seulement. |

### 6.3.2.6 Faune à statut particulier

La présence ou l'absence, dans la zone d'étude d'espèces fauniques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, a été documentée avec la banque de données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Cette banque de données répertorie dix espèces fauniques ayant un statut particulier au provincial dans un rayon de 8 km de la zone d'étude (CDPNQ, 2017b). Les espèces fauniques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées dont

l'occurrence est « historique (H) » ou « extirpée (X) » n'ont pas été retenues. La liste des espèces sauvages canadiennes en péril (octobre 2017) a aussi été consultée dans le but de déterminer si ces espèces bénéficient également d'un statut au niveau fédéral. Le tableau 13 présente la liste de ces espèces et la liste complète des espèces à statut particulier est présentée à l'annexe H.

**Tableau 13 Espèces fauniques à statut particulier recensées dans un rayon de 8 km de la zone d'étude et dont l'habitat est susceptible d'être présent selon le CDPNQ**

| Nom français | Nom latin | Statut provincial/fédéral | Habitat |
|---|---|---|---|
| Martinet ramoneur | *Chaetura pelagica* | S/M | Le ciel, particulièrement celui des villes et villages ; niche et se juche dans les cheminées (auparavant, dans les grands troncs creux et les falaises) |
| Couleuvre à collier | *Diadophis punctatus* | S/C | Forêts feuillues, mixtes et certaines forêts de conifères et les affleurements rocheux. Elle est fréquemment observée en altitude. |
| Elliptio à dents fortes | *Elliptio crassidens* | S/aucun | Grandes rivières, dans la boue, le sable ou le gravier fin. |
| Elliptio pointu | *Elliptio dilatata* | S/aucun | Rivière et parfois en lac sur un substrat boueux ou graveleux |
| Faucon pèlerin | *Falco peregrinus* | V/aucun | Lieux découverts surtout ; par endroit dans les villes. Son nid est établi sur la corniche d'une falaise. Par contre, certains nichent avec succès sur des immeubles, des ponts ainsi que dans des carrières. |
| Tortue des bois | *Glyptemys insculpta* | V/M | Les bois clairs et les parterres de coupe, à proximité de plans d'eau. Elle est souvent associée aux aulnaies basses qui bordent les cours d'eau. |
| Méné d'herbe | *Notropis bifrenatus* | V/P | Zones herbeuses à fond vaseux ou sablonneux des rives de lacs ou de cours d'eau tranquilles |

| Nom français | Nom latin | Statut provincial/fédéral | Habitat |
|---|---|---|---|
| Tortue géographique | *Graptemys geographica* | V/P | Essentiellement aquatique. Elle préfère les vastes étendues d'eau comme les lacs et les rivières au fond mou, où l'on trouve de nombreux sites d'exposition au soleil et une riche végétation aquatique. |
| Couleuvre verte | *Opheodrys vernalis* | S/aucun | Champs, friches, orée des bois, tourbières et parfois les pelouses de jardin près des habitations. On la retrouve souvent dans des milieux perturbés. |
| Salamandre à quatre orteils | *Hemidactylium scutatum* | V/P | Marécages à sphaigne, tourbières, rives herbeuses des étangs et forêts riches en mousses. Elle vit cachée dans la mousse, dans les troncs en décomposition, sous les pierres ou dans la litière humide. |

Statut provincial : S=susceptible ; V=vulnérable
Statut fédéral : C=candidate ; M=menacée ; P=préoccupante
Source : CDPNQ, 2017b

Aucune espèce menacée, vulnérable, ou susceptible d'être ainsi désignée mentionnée par le CDPNQ n'a été observée lors des visites sur le terrain autant en milieu terrestre qu'aquatique.

L'elliptio à dents fortes et l'elliptio pointu pourraient potentiellement se retrouver dans la zone à l'étude considérant que les poissons-hôtes associés à ses espèces s'y retrouvent.

En plus des espèces recensées par le CDPNQ, d'autres sources identifient des espèces à statut particulier au Québec qu'il serait possible de retrouver dans la zone d'étude, soit :

- Alose savoureuse – vulnérable (MRNF, 2007) ;
- Anguille d'Amérique – susceptible (MFFP, 2017) ;
- Bar rayé – en voie de disparition (COSEPAQ, 2017; MFFP, 2017, Stantec, 2017) ;
- Obovarie olivâtre – en voie de disparition (COSEPAQ, 2017; Stantec, 2017).

### 6.3.2.7 Habitat faunique

On retrouve dans la partie sud-ouest de la zone d'étude, une aire protégée au sens de la Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN) (L.R.Q., c. C -61-01), soit l'aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA) de Cap-Rouge (02-03-0040-1995) où l'on retrouve beaucoup de canards, d'oies et de bernaches.

# 6.4 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN

## 6.4.1 Cadre administratif

La structure administrative de la Ville de Québec, sous l'autorité du directeur général, est composée d'une direction générale, de six directions d'arrondissement et de quatre directions générales adjointes rassemblant une vingtaine de services et d'unités administratifs (Ville de Québec, 2017b). La zone d'étude, incluant le parc de la Plage-Jacques-Cartier, est située dans l'arrondissement de Sainte-Foy – Sillery – Cap-Rouge de la Ville de Québec et chevauche les quartiers de Cap-Rouge et de Pointe-de-Sainte-Foy.

La Ville de Québec, capitale de la province du Québec, fait partie de l'agglomération de Québec avec Saint-Augustin-de-Desmaures et L'Ancienne-Lorette. Ces trois villes ne font pas partie d'une MRC, par conséquent l'agglomération de Québec exerce certaines compétences généralement assumées par les MRC (Portail Québec, 2017). La réserve indienne de Wendake, où habitent 1 494 membres de la Nation huronne-wendat (AANDC, 2017), se trouve enclavée dans l'agglomération de Québec sans toutefois en faire partie.

La CMQ regroupe l'agglomération de Québec, la ville de Lévis, ainsi que trois municipalités régionales de comtés (MRC), soit les MRC de L'Île-d'Orléans, de La Côte-de-Beaupré et de La Jacques-Cartier (CMQ, 2016). La CMQ, regroupant 28 municipalités, est responsable de certains aspects de l'aménagement du territoire, du développement économique, de la gestion des matières résiduelles et du partage de l'assiette foncière. Elle est entièrement située dans la région administrative de la Capitale-Nationale (Portail Québec, 2017).

## 6.4.2 Contexte socio-économique

Lors du recensement de 2016, la population de la ville de Québec s'élevait à 531 902 habitants, répartis sur une superficie de 453 km$^2$, pour une densité de 1 173,2 personnes au km$^2$. Entre 2011 et 2016, la population a augmenté de 3 %, suivant la tendance générale de la province de Québec qui a connu pour sa part une augmentation de 3,3 % (Statistique Canada, 2017). L'âge médian de la population de la ville de Québec est de 43,3 ans, ce qui est très similaire à l'âge médian de la population de la province de Québec, soit 42,5 ans.

En 2015, le revenu total médian chez les particuliers de la ville de Québec était plus élevé que dans l'ensemble de la province, soit de 36 626 $ pour les particuliers de Québec, comparativement à 32 975 $ pour les particuliers de la province (Statistique Canada, 2017). Le taux de chômage dans la région de la Capitale-Nationale était de 4,3 % en août 2017, alors qu'il était de 6,0 % pour l'ensemble du Québec. Entre août 2016 et août 2017, le taux de chômage dans la région s'est maintenu entre 1 % et 2 % plus bas que celui de la province (Institut de la statistique du Québec, 2017). En août 2017, le taux d'emploi dans la région de la Capitale-Nationale était plus élevé que dans l'ensemble du Québec, soit 64,3 % contre 61,1 % pour la province (ISQ, 2017).

### 6.4.3 Aménagement et utilisation du territoire

La zone de projet, soit le parc de la Plage-Jacques-Cartier, est située sur des lots appartenant à la Ville de Québec : les lots 2 011 082, 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741 et 1 411 742, à l'exception d'une mince bande au sud du lot 2 011 082 qui est un territoire non organisé. L'affectation du sol y est « récréation, parc et espace vert », avec une petite zone affectée aux « réseau et infrastructure d'utilité publique » (Ville de Québec, s.d.).

Dans la zone d'étude, on retrouve cinq grandes affectations du sol : récréation, parc et espace vert, conservation naturelle, résidentielle urbain, commerce de détail et services – urbain et réseau et infrastructure d'utilité publique. Outre le parc de la Plage-Jacques-Cartier, le parc Cartier-Roberval, situé à l'extrémité ouest de la zone d'étude, a lui aussi une affectation de récréation, parc et espace vert. Il y a une zone de conservation naturelle dans le littoral du fleuve Saint-Laurent et une autre au nord du parc de la Plage-Jacques-Cartier, soit le boisé de Marly. La majeure partie de la zone d'étude au nord du parc de la Plage-Jacques-Cartier est affectée au résidentiel urbain, à part une petite enclave attribuée aux commerces et services et une autre, à la conservation naturelle (Ville de Québec, s.d.). Les premières résidences de la zone urbaine sont localisées à une centaine de mètres du secteur des travaux.

### 6.4.4 Pêche commerciale

La zone d'étude du parc de la Plage-Jacques-Cartier, en amont du pont Pierre-Laporte, est située dans le secteur de pêche commerciale de la zone PLIO 11-3 et 11-3.2, selon les définitions du *Plan de gestion de la pêche 2017-2018* du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ, 2017) :

> [11.(3) La partie comprise entre le pont Laviolette et la pointe est de l'île d'Orléans. / 11.(3,2) La partie comprise entre les limites ouest de Saint-Augustin-de-Desmaures sur la rive nord et Lévis sur la rive sud et la pointe est de l'île d'Orléans.]

En fonction des sous-secteurs définis et inscrits aux permis, trois détenteurs de permis sont susceptibles d'exercer des activités de pêche commerciale dans le secteur visé, avec les autorisations suivantes :

- Espèces autorisées : barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*), carpe (*Cyprinus* sp.), doré jaune de 37 à 53 cm, doré noir (*Sander canadensis)*, esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) de 45 cm et plus et de moins de 80 cm, esturgeon noir (*Acipenser oxyrhynchus*) de 86 cm et moins, et écrevisses ;
- Engins : filets maillants de 20 brasses chacun avec mailles de 19 à 20,3 cm, casiers à écrevisses ;
- Périodes : Du 1er mai au 15 juillet et du 15 août au 30 septembre pour barbue de rivière et carpe ; du 2e vendredi de mai au 15 juillet et du 15 août au 30 septembre pour doré jaune et noir ; du 1er mai au 30 juin et du 15 août au 15 octobre pour esturgeon noir ; du 14 juin à 12 h au 15 juillet et du 15 août au 15 octobre pour esturgeon jaune. Du 10 avril au 30 novembre pour les écrevisses.

Les localisations précises des installations ne sont ni fixes ni connues.

Au niveau des débarquements, ceux-ci sont compilés globalement par grand secteur. Les volumes de captures sont variables annuellement. Cependant, en effectuant une extraction la plus restreinte possible pour le secteur visé (sans être strictement dans la zone d'étude), les débarquements d'espèces effectivement déclarées sont l'esturgeon jaune et l'esturgeon noir, à raison d'un volume annuel variant en moyenne respectivement à ± 400 kg et ± 11 460 kg pour les années du 1er avril 2015 au 31 mars 2017.

D'autres activités peuvent se dérouler en amont ou en aval du secteur (MAPAQ, 2017).

### 6.4.5 Activités récréotouristiques

La présence de parcs bordant les berges du fleuve Saint-Laurent et offrant non seulement des panoramas exceptionnels, mais aussi des accès aux seules plages naturelles restantes de la ville de Québec constitue le principal élément récréotouristique de la zone d'étude. En effet, d'ouest en est, on retrouve le parc Jean-Déry, le parc de la Forge, le parc de Lorraine, le parc nautique de Cap-Rouge, le parc Cartier-Roberval, le parc de la Plage-Jacques-Cartier, le boisé de Marly et une partie du parc du Domaine des Retraités (Ville de Québec, 2017a). La conservation de ces milieux rares à Québec est une priorité pour la Ville de Québec.

Dans le parc de la Plage-Jacques-Cartier, plusieurs activités de plein air peuvent être pratiquées : pique-nique, ornithologie, observation de la nature, marche, course à pied, parcours de mise en forme, détente, baignade, raquette et ski de fond. Le parc comprend un sentier pédestre, un centre de services, des sanitaires publics, deux parcs de stationnement, des tables de pique-nique, des bancs publics et un parcours de santé (en été seulement). À l'ouest, il offre un accès au parc nautique de Cap-Rouge et à l'est, au sentier des Grèves, lequel se fond ensuite dans la promenade Samuel-de-Champlain. Le parc est achalandé et fréquenté principalement par des résidents (Ville de Québec, 2017a).

Certaines activités nautiques sont pratiquées dans la zone de projet, principalement du côté du parc nautique Cap-Rouge : canot, kayak, pédalo, planche à voile et excursions sur la rivière du Cap Rouge (Ville de Québec, 2017a).

Enfin, un peu plus loin du parc de la Plage-Jacques-Cartier, mais toujours dans la zone d'étude se trouve la Route verte, piste cyclable longeant le chemin Saint-Louis (Ville de Québec, 2017a).

**Pêche récréative**

Bien qu'elle soit autorisée, la pêche récréative n'est que peu ou pas pratiquée dans la zone d'étude. Le relief le long des berges est peu propice à la pêche à gué et la profondeur de l'eau du fleuve à cet endroit ne permet pas la pêche en embarcation.

### 6.4.6 Climat sonore

De par la vocation récréotouristique et résidentielle de la zone d'étude, les niveaux de bruit y demeurent bas, particulièrement dans le parc de la Plage-Jacques-Cartier. Le climat sonore est ponctué des bruits provenant du fleuve (vagues, embarcations), de ceux provenant des passants, résidents ou touristes, ainsi que des bruits de circulation automobile ou ferroviaire ; un chemin de fer longe le haut de la falaise du parc de la Plage-Jacques-Cartier.

### 6.4.7 Infrastructures

Il existe deux voies d'accès pour se rendre au parc de la Plage-Jacques-Cartier : le chemin de la plage Jacques-Cartier, qui serpente d'ouest en est sur la plage, et le chemin du Pavillon. Le sentier des Grèves (piétonnier) se connecte au chemin du Pavillon, puis rejoint la promenade Samuel-de-Champlain, à l'est. Il offre un accès direct à la plage Gagnon, l'une des rares plages de sable naturel de la ville de Québec, et, de façon générale, il offre des perspectives extraordinaires sur le fleuve (Commission de la capitale nationale, 2017). Bien que le sentier des Grèves se déploie à proximité du fleuve et comporte des descentes vers les berges en certains endroits, plusieurs sentiers informels ont été créés dans le parc par la circulation des usagers au fil du temps : certains descendant vers le fleuve et d'autres sillonnant les berges, parallèlement au fleuve. Cette pratique des usagers contribue à la problématique d'érosion des berges dans la zone d'étude. Certains sentiers ont fait l'objet de fermeture pour procéder à leur revégétalisation.

Un peu plus au nord, en haut de la falaise qui délimite le parc, un chemin de fer de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) traverse aussi la zone d'étude d'ouest en est, comme la Route verte (piste cyclable) et le chemin Saint-Louis se trouvant plus au nord. La côte de Cap-Rouge, qui devient ensuite le chemin Sainte-Foy, est un axe routier nord-sud à l'extrémité ouest de la zone d'étude, tandis que le boulevard Pie-XII, aussi un axe routier nord-sud, est situé à l'extrémité est de la zone d'étude.

À l'extrémité ouest de la zone d'étude, à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge, se trouvent les installations du parc nautique de Cap-Rouge comprenant une rampe de mise à l'eau et deux quais (Ville de Québec, 2017a).

Par ailleurs, l'approvisionnement en eau pour l'arrondissement Sainte-Foy – Sillery – Cap-Rouge se fait dans le fleuve Saint-Laurent et l'usine de traitement des eaux de cet arrondissement se trouve à Sainte-Foy, au 3825 chemin Sainte-Foy (Ville de Québec, s.d.).

Au droit du tronçon 4, la conduite de béton d'un émissaire pluvial traverse la plage avant de se jeter dans les eaux du fleuve.

### 6.4.8 Paysage

Bien que la zone d'étude du projet s'étende au-delà du parc de la Plage-Jacques-Cartier, l'étude du paysage se concentre sur le parc, ceinturé au nord par le chemin de fer et au sud par le fleuve, et plus particulièrement sur la zone des travaux devant être réalisés.

Le paysage prédominant dans le parc de la Plage-Jacques-Cartier est de type naturel. Les éléments physiologiques y ont conditionné les aménagements, chemins et sentiers. Du nord au sud, on y retrouve une falaise, une batture et une terrasse marine menant au fleuve Saint-Laurent. Les points de vue panoramiques qu'offre le parc de la Plage-Jacques-Cartier sur le fleuve Saint-Laurent représentent son principal attrait paysager incontournable. À cet égard, plusieurs photographies et œuvres artistiques en témoignent. Le boisé qui recouvre le parc, particulièrement en sa partie est, forme également une entité paysagère intéressante. Composé de feuillus nobles, dont une érablière sucrière à chêne rouge, et de

deux chênaies reconnues comme écosystèmes forestiers exceptionnels, il est l'un des seuls milieux boisés naturels publics en contact direct avec le fleuve Saint-Laurent (Association forestière des deux rives, 2017).

D'est en ouest, le parc peut être découpé en trois unités de paysage en fonction de la végétation, de la topographie et des types de vues :

- **Unité A - Paysage de falaise et de fleuve :** Les piétons et les cyclistes ont une vue dégagée sur le fleuve, une vue sur la falaise ou une vue qui englobe en partie le fleuve, la végétation ainsi que le pont de Québec, selon la direction où se porte leur regard.



**Photo 3 –** Unité de paysage A, vue vers l'est englobant la falaise, le fleuve et le pont.

- **Unité B - Paysage boisé :** Le champ visuel des piétons et des cyclistes est occupé principalement par la forêt.



**Photo 4 –** Unité de paysage B, vue vers l'est, boisé des deux côtés du sentier.

- **Unité C - Paysage boisé et aménagé :** À travers les portions boisées, les piétons et les cyclistes ont quelques vues dégagées sur le fleuve, puis le paysage change graduellement de type naturel vers un paysage plus aménagé dans la section est du parc où se trouvent les aires de pique-nique. La portion plus aménagée offre plus de vues dégagées sur le fleuve.



**Photo 5 –** Unité de paysage C, vue vers l'est incluant un paysage boisé, des bancs de parc et un point de vue dégagé vers le fleuve.



**Photo 6 –** Unité de paysage C, vue vers le sud.

### 6.4.9 Patrimoine bâti

Des bâtiments patrimoniaux se trouvent dans la zone d'étude, toutefois ils ne sont pas à proximité de la zone des travaux (Ville de Québec, 2017c). Ils sont concentrés sur deux grandes artères : la côte de Cap-Rouge et le chemin Saint-Louis. Le tableau 14 présente leur emplacement et leur année de construction :

**Tableau 14 Bâtiments patrimoniaux dans la zone d'étude**

| Adresse | Nom du bâtiment (s'il y a lieu) | Année de construction |
|---|---|---|
| 4199, côte de Cap-Rouge | | Entre 1900 et 1948 |
| 4175, côte de Cap-Rouge | | Entre 1930 et 1944 |
| 4157, côte de Cap-Rouge | | Entre 1900 et 1948 |
| 4151, côte de Cap-Rouge | | Entre 1875 et 1880 |
| 4168-4170, côte de Cap-Rouge | | Entre 1856 et 1872 |
| 4163, côte de Cap-Rouge | Maison Zéphirin-Tardif | Entre 1855 et 1861 |
| 4128, côte de Cap-Rouge | Maison Michaël-Quirk | Entre 1861 et 1865 |
| 4164, côte de Cap-Rouge | Maison Joseph-Martineau | Entre 1840 et 1860 |
| 4171, côte de Cap-Rouge | Maison Louis-Fréchette | Entre 1855 et 1860 |
| 4184, côte de Cap-Rouge | Maison Norbert-Everell | 1834 |
| 4034, chemin Saint-Louis | | Entre 1866 et 1910 |
| 3435, chemin Saint-Louis | | Entre 1920 et 1930 |

Ces bâtiments sont à l'extérieur de la zone des travaux.

## 6.4.10 Archéologie

Une étude de potentiel archéologique a été réalisée par la Ville de Québec en 2016, pour l'ensemble du site visé par les travaux de stabilisation de berges dans le parc de la Plage-Jacques-Cartier. Les zones de potentiel préhistorique et historique sont illustrées à la figure 4 de l'annexe A de même que les sites archéologiques connus à l'intérieur de la zone d'étude. Le rapport complet de la Ville de Québec (2016) est présenté à l'annexe J.

### 6.4.10.1 Sites archéologiques connus

Le rapport fait état de quatre sites connus dans la zone d'étude, trois appartenant à la période préhistorique et un à la période historique :

- Boisé de la Gare (CeEt-70), préhistorique, période indéterminée (12 000 à 450 AA). Lors d'un inventaire archéologique réalisé à l'extrémité est de la zone d'étude (Pintal 2010), une nouvelle station du site CeEt-70 avait été identifiée ;
- Vieux Cap-Rouge (CeEu-18), sylvicole inférieur (3 000 à 2 400 AA) ;
- Vieux Cap-Rouge (CeEu-20), sylvicole inférieur (3 000 à 2 400 AA) ;
- Site Cartier-Roberval (CeEu-4), amérindien historique ancien (1534).

Le site de Cartier-Roberval (CeEu-4), daté de 1541-1543, offre l'un des seuls témoignages du contact entre les Iroquoiens du Saint-Laurent et Jacques Cartier, ce dernier ayant choisi cet emplacement pour y établir une colonie. Le site présente de rares vestiges pouvant être attribués aux Stadaconiens avant leur disparition et il a fait l'objet de plusieurs fouilles archéologiques au fil des années (Ville de Québec 2016).

### 6.4.10.2 Potentiel archéologique

#### Préhistorique

Dans la région de Québec, la période préhistorique peut être découpée en trois grandes périodes culturelles : le Paléoindien (12 500 – 8 000 AA), l'Archaïque (9 500 – 3 000 AA) et le Sylvicole (3 000 – 450 AA).

Les plus anciens indices d'occupation de la région par des Paléoindiens remontent à 9 500 AA et ont été retrouvés sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, à Saint-Romuald, près de la rivière Chaudière (Laliberté 1992, cité dans Ville de Québec 2016). Par ailleurs, aucun site n'a pu être attribué à la période archaïque dans la région de Québec et cette période reste mal comprise, les traces d'occupation humaine ayant probablement été détruites ou enfouies sous les sédiments. En effet, à cette époque, les rivages ont été successivement émergés puis submergés en raison de fluctuations importantes du niveau marin (Lamarche 2011, cité dans Ville de Québec 2016).

Au cours du Sylvicole inférieur, il semble que la région de Québec représentait la limite orientale d'un vaste réseau d'échange et d'interactions culturelles (Taché 2010 et Chrétien 1995, cité dans Ville de Québec 2016). Puis, selon des recherches récentes, des populations proto-iroquoiennes auraient commencé à développer une agriculture basée sur le maïs et le riz sauvage dans la région dès le début du Sylvicole moyen (Gates St-Pierre et Thompson 2015, cité dans Ville de Québec 2016). Ensuite, au Sylvicole supérieur, des populations de la famille iroquoienne se sont installlées dans des villages de plus en plus gros (Ethnoscop 2012, cité dans Ville de Québec 2016), la production horticole s'est diversifiée, la production de poterie s'est complexifiée et la chasse et la pêche sont devenues graduellement complémentaires de l'agriculture.

Bien que « les données archéologiques ne permettent pas de démontrer formellement l'existence de camps de base ou de villages occupés annuellement dans l'actuelle région de la ville de Québec » (Plourde 2011, cité dans Ville de Québec 2016), l'examen de plans anciens, de cartes topographiques et de données sur des sites connus dans la région a permis de cibler quatre zones à potentiel archéologique préhistorique dans la zone d'étude. Les zones P1 et P2 présenteraient un fort potentiel compte tenu de la présence d'anciens ruisseaux à proximité, alors que les zones P3 et P4 auraient un potentiel moyen (Ville de Québec 2016). Ces zones à potentiel archéologique préhistorique sont illustrées à la figure 4 de l'annexe A du présent rapport. Les archéologues qui ont réalisé l'étude de potentiel pour le présent projet recommandent des sondages mécaniques et manuels pour le site P1 et des sondages au besoin pour les trois autres sites (Ville de Québec, 2016).

**Historique**

De 1534 à 1536, Jacques Cartier a rencontré des Iroquoiens provenant du village de Stadaconé et d'autres villages de la côte de Beaupré qu'il a décrit comme des horticulteurs semi-sédentaires vivant dans de petits villages non palissadés (Plourde 2011, cité dans Ville de Québec 2016). À cette époque, la région de Québec aurait compté de 7 à 10 villages. Selon Trigger (1978, cité dans Ville de Québec 2016), ces Iroquoiens avaient une économie basée sur les ressources marines du fleuve Saint-Laurent. En 1541, Jacques Cartier tenta d'établir une colonie à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge, à la limite ouest du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Un fort a même été construit au pied d'un promontoire et un second à son sommet, mais le site fut abandonné en 1543 (Ville de Québec, 2016).

Les populations iroquoiennes du Saint-Laurent auraient quitté la région de Québec au cours de la deuxième moitié du 16$^{e}$ siècle pour diverses raisons et les populations algonquine et montagnaise, déjà présentes sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, auraient ensuite séjourné dans la région. En 1608, Champlain a témoigné à son tour de la présence amérindienne aux abords du Saint-Laurent. Puis, en 1638, la mission de Sillery fut fondée, accueillant des populations algonquines et montagnaises aux prises avec la famine, la guérilla des Iroquois et les épidémies (Jetten 1994 et Levasseur 2009, cités dans Ville de Québec 2016). Certains groupes d'Abénaquis s'y sont installés aussi (Ethnoscop 2010, cité dans Ville de Québec 2016), puis au milieu du 17$^{e}$ siècle, des Hurons venus de l'Ontario ont commencé à arriver dans la région (Morissonneau 1978, cité dans Ville de Québec 2016). Ils occuperont divers emplacements dans l'actuelle ville de Québec (Paul 2000, cité dans Ville de Québec 2016), puis s'établiront à l'ancienne Lorette à partir de 1673 et à jeune Lorette, l'actuel village huron de Wendake, en 1697.

Les archéologues qui ont réalisé l'étude de potentiel pour le présent projet recommandent une surveillance archéologique pour l'ensemble du projet (Ville de Québec, 2016).

### 6.4.11 Projets de développement

Aucun projet de développement n'est prévu dans la zone d'étude.

# 7.0 DESCRIPTION DU PROJET ET DES VARIANTES DE RÉALISATION

Au cours des dernières années, la problématique d'érosion côtière est devenue un sujet courant de discussion au Québec, notamment le long des berges du fleuve Saint-Laurent. À cet effet, il a été possible de remarquer un certain consensus auprès de divers organismes gouvernementaux, organismes académiques et autres organisations quant aux types d'approches à privilégier. En lien avec les grandes stratégies d'adaptation reconnues, la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet ou d'un programme de stabilisation de berges* (ci-après, la Directive) du MDDELCC (MDDELCC, 2016) mentionne les variantes de projet que le promoteur doit, au minimum, analyser, soit :

- Le déplacement des infrastructures ;
- Les techniques de génie végétal (ex. : fagots, fascines, caissons, plantation en quinconce d'arbres et d'arbustes adaptés au milieu, végétalisation des ouvrages durs, etc.) ;
- La recharge de la plage avec des matériaux compatibles au substrat.

L'élaboration de ces variantes a été adaptée en lien avec le projet au parc de la Plage-Jacques-Cartier. En ce qui a trait au génie végétal, les variantes de projet analysées ont été, soit l'enrochement avec ou sans végétalisation.

Les prochaines sections ont pour objectif de répondre aux exigences du MDDELCC en matière d'analyses des variantes, pour ensuite déterminer celles qui seront retenues en fonction des problématiques rencontrées.

## 7.1 VARIANTES DE RÉALISATION

Plusieurs variantes ont été considérées pour stabiliser les berges en fonction des tronçons et de leur problématique propre. Les principales caractéristiques de ces dernières, dont leurs avantages et inconvénients, sont décrites ci-dessous.

### 7.1.1 Déplacement des infrastructures

Cette variante se veut une stratégie d'adaptation face aux problématiques d'érosion côtières et consiste à reculer les infrastructures humaines menacées par l'érosion vers les terres, lorsque cela est possible. Selon cette stratégie, la variante à considérer dans le présent projet consisterait à reculer le sentier piétonnier vers la falaise, soit en direction nord. Toutefois, pour des raisons de sécurité pour les usagers, une distance de protection doit être respectée entre le pied de la falaise et le sentier. La distance de protection à conserver ne peut pas être diminuée davantage dans la grande majorité du parc.

La perte ou la modification déraisonnable de milieux à haute valeur pour la communauté et les utilisateurs du parc de la Plage-Jacques-Cartier serait également à éviter.

Le tableau suivant présente les avantages et inconvénients de la variante visant le déplacement des infrastructures.

**Tableau 15 Avantages et inconvénients du déplacement des infrastructures**

| Déplacement des infrastructures | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Réduction des empiétements dans le littoral<br>Réduction des empiétements dans l'habitat du poisson et les herbiers aquatiques | Perte de milieu terrestre (parc)<br>Diminution de la marge de sécurité nécessaire à la protection des utilisateurs de par la faible distance entre la falaise et la plage<br>Passage plus difficile pour les véhicules de sécurité/d'urgences (pompier, ambulance) et véhicules d'entretien du parc |

### 7.1.2 Technique de génie végétal

La mise en place des techniques de génie végétal permet de répondre aux demandes grandissantes des communautés et des gouvernements. L'augmentation de la connaissance dans le domaine du génie végétal a permis de bonifier ces techniques de stabilisation. Les techniques végétales dites « simples », soit les boutures, les rangs de plançons, les fagots, les fascines, les matelas de branches et les palissades, et celles dites « mixtes », soit les caissons de bois et les enrochements sous le niveau d'étiage, puis végétalisés au moins jusqu'à la ligne de la marée moyenne supérieure, ont toutes été étudiées comme variantes. Le tableau suivant analyse les avantages et inconvénients de cette méthode de stabilisation. Il est à noter que l'enrochement avec végétation est présenté de façon plus détaillée à la section 7.1.5 et est présenté comme une variante distincte.

**Tableau 16 Avantages et inconvénients des techniques de génie végétal**

| Techiniques de génie végétal | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Ces techniques maintiennent et parfois même améliorent, la qualité de l'habitat floristique et faunique. Elles ne sont pas vues comme des pertes. Au contraire, elles compensent les pertes, et peuvent se traduire par des gains. | Difficilement applicables dans un secteur à marée très dynamique lors des tempêtes.<br>Comme les palissades en bois doivent être plantées à raison d'environ deux tiers dans la plage et un tiers au-dessus, cette technique n'est pas applicable à la plage Jacques-Cartier. En effet, il |

| Techniques de génie végétal | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| | est impossible de planter des pieux dans la plage en raison du roc qui n'est pas très loin un peu partout dans ce secteur.<br><br>Les caissons en bois sont de grosses structures parfaites dans les portions dynamiques des rivières, mais moins performantes dans un secteur à marée exposé aux vagues et régulièrement exondé comme la plage Jacques-Cartier qui, de surcroît, n'a pas une hauteur de talus suffisamment élevée pour bien implanter ce type de structure. |

### 7.1.3 Reprofilage du haut de talus

La mise en place des techniques de génie végétal ira, entres autres, de concert avec le reprofilage du haut du talus. Ce reprofilage consistera à reculer vers la falaise pour permettre un adoucissement de la pente.

**Tableau 17 Avantages et inconvénients du reprofilage de haut de talus**

| Reprofilage du haut de talus | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Réduction des empiétements dans le littoral<br><br>Réduction des empiétements dans l'habitat du poisson et les herbiers aquatiques<br><br>Augmente la pérennité des ouvrages de génie végétal | Perte de milieu terrestre (parc)<br><br>Diminution de la marge de sécurité nécessaire à la protection des utilisateurs de par la faible distance entre la falaise et la plage |

### 7.1.4 Recharge de plage

La recharge de plage consiste à ajouter des matériaux le long de la plage afin d'en augmenter son volume et sa largeur et ainsi diminuer l'énergie des vagues. Des espèces végétales herbacées ou arbustives sont régulièrement plantées en haut de talus. Toutefois, il est à noter que pour les tronçons présentant déjà un enrochement, la recharge de plage pourrait représenter une variante coûteuse lorsqu'il faut d'abord procéder au démantèlement de l'enrochement, puis à la disposition des matériaux. Toutefois, il est possible de conserver l'enrochement et de le végétaliser si la recharge est effectuée en avant et que celle-ci est suffisamment haute. On peut alors se permettre d'ajouter du terreau sur l'enrochement pour faciliter sa végétalisation.

L'installation d'une géogrille, soit une grille de polymère renforcée fixée au sol à l'aide d'ancrage est une option d'aménagement permettant de bonifier la recharge de plage. Ces structures possèdent des cavités servant à retenir et emmagasiner le matériel utilisé pour la recharge de la plage. Elles laissent passer

l'eau, ce qui limite le lessivage des matériaux et l'érosion du sol. La recharge périodique pourrait être effectuée au-dessus cette géogrille. Cette grille permet de limiter les interventions de recharge fréquente. Le seuil déclencheur pour la recharge serait lorsque la géogrille est apparente.

Il est à noter que la construction d'un épi est une option d'aménagement pouvant être jumelée à la recharge de plage dans le cadre du présent projet. Elle vise à réduire la fréquence des recharges d'entretien et à limiter l'érosion du sol le long des rives par la diminution des hauteurs de vagues, la diminution des vitesses de courants et l'accroissement de la sédimentation induite. Ces structures sont reliées à la berge et disposées perpendiculairement au littoral, avec un angle pouvant varier entre 10 et 20 degrés pour limiter l'accumulation de débris. Le tableau suivant présente les avantages et inconvénients de cette méthode de stabilisation.

**Tableau 18 Avantages et inconvénients de la recharge de plage**

| Recharge de plage | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Diminution des hauteurs de vagues, diminution des vitesses de courants et accroissement de la sédimentation induite.<br>Élimination ou du moins réduction notable de l'érosion du sol le long des rives.<br>Cette technique peut être jumelée avec l'installation d'épis pour diminuer la récurrence des interventions de recharge. | Pertes continuelles de matériaux au gré des événements météorologiques induisant des apports récurrents de nouveaux matériaux afin de maintenir les avantages de cette technique.<br>Les coûts associés à la recharge sont importants et cette opération doit être répétée à plusieurs reprises au cours des années qui suivent. |

### 7.1.5 Enrochement des berges

L'enrochement d'un talus est un type d'ouvrage des plus répandus pour assurer la protection des berges faisant face à une problématique d'érosion. Une clé est creusée pour assurer la stabilité du pied de l'ouvrage. Advenant que du roc soit rencontré en surface, il est tout de même important d'aménager une clé minimale afin de donner une butée aux pierres. Le tableau suivant analyse les avantages et inconvénients de cette méthode de stabilisation.

**Tableau 19 Avantages et inconvénients de l'enrochement des berges**

| Enrochement des berges | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Permet de protéger rapidement les composantes de l'environnement (bâtiments ou activités humaines) situées directement derrière l'ouvrage (dans le cas d'une situation d'urgence par exemple). | Imperméabilise la côte et coupe ainsi les apports en sédiment frais au système sédimentaire local et même parfois régional.<br>Induit une érosion à l'extrémité aval des structures en raison de l'accélération des vitesses de courants et de la création de courants circulaires (vortex) |

| Enrochement des berges | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| | efficaces pour arracher les matériaux (effets de bout).<br><br>Induit une érosion de la plage en front de ces ouvrages due à la réflexion des vagues (ressac) sur leur surface dure. |

### 7.1.6 Enrochement des berges avec végétation

Ce type d'aménagement implique que les ouvrages de protection en enrochement sont bonifiés par la plantation d'arbustes entre les roches de gros calibre, qui ne permettent pas l'implantation naturelle de végétaux, ou derrière l'enrochement. Il est à noter que, dans la région de Québec, la végétalisation est effectuée avec des arbustes adaptés au milieu (souvent des saules, du cornouiller, etc.) et se fait à partir de la pleine mer supérieure à marée moyenne (PMSMM) en raison des marées. Au-dessus de cette limite de végétalisation, des végétaux standards pour le paysagement sont utilisés. Ce type d'aménagement est proposé pour les secteurs exposés moins directement aux vagues ou qui sont partiellement protégés par une longue plage à faible pente. On peut également réaliser l'enrochement avec végétation au-dessus d'une recharge de plage, derrière un épi. Dans ces dernières conditions, les vagues déferlent avant d'atteindre la berge, ce qui diminue de façon importante leur agressivité érosive (BPR, 2012) et la survie des végétaux. Le tableau suivant présente les avantages et inconvénients de cette méthode de stabilisation.

**Tableau 20 Avantages et inconvénients de l'enrochement des berges avec végétalisation**

| Enrochement des berges avec végétalisation | |
|---|---|
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Augmente la superficie végétalisée<br><br>Peut être jumelée à un épi<br><br>Cette technique conserve la qualité de l'habitat floristique et faunique. Elle n'est pas vue comme une perte. Au contraire, elle compense les pertes, et peut se traduire par des gains. | Si on végétalise les enrochements des tronçons bordant le sentier, il faut entretenir la végétation afin de ne pas obstruer la vue sur le fleuve pour les usagers.<br><br>Pour les tronçons présentant déjà un enrochement, l'utilisation de la technique de végétalisation des ouvrages nécessiterait, dans un premier temps, le retrait complet de l'enrochement existant en raison du type de remblai présent (matériel friable et très compact, fort probablement composé de remblai de type tout-venant ainsi que de particules de schiste, donc très hétérométrique). Les végétaux n'ont pas suffisamment de capacité d'implantation dans de tels matériaux. |

## 7.2 ANALYSE ET CHOIX DES VARIANTES

Une analyse des variantes de stabilisation en fonction des différents tronçons a été réalisée à l'intérieur de l'étude de modélisation 2D et solution techniques (Stantec, 2018). En fonction des résultats de cette étude, les méthodes de stabilisation retenues pour chaque tronçon sont présentées ici-bas.

### 7.2.1 TRONÇONS 1, 2 ET 3

- Option retenue : Enrochement de gros calibre à être placé en pied de talus, combiné à une correction du talus (ajout d'enrochement dans la pente pour obtenir une pente uniforme).

Cette option est recommandée en raison de la présence déjà sur place d'un enrochement et du fait que le milieu naturel du secteur est déjà adapté à cet ouvrage du point de vue environnemental. Elle vise à consolider et augmenter la durabilité de l'ouvrage existant. La végétalisation de cet ouvrage est difficile parce que les matériaux fins au travers des pierres sont trop compacts et hétéroclites. Toutefois, s'il est possible à certains endroits de faire l'ajout suffisant de matériaux neufs, une végétalisation pourra être effectuée. Cette possibilité sera examinée lors des relevés préalables à la production des plans et devis. Toutefois, il convient aussi de souligner que ces tronçons longent directement le sentier pédestre du parc et qu'ainsi une végétation trop dense et haute aurait pour effet d'affecter significativement l'appréciation du paysage par ses usagers et l'expérience visiteur. Cette situation irait évidemment à l'encontre de la mission du parc de la Plage-Jacques-Cartier qui est de fournir à ses usagers un espace de loisirs extensifs dans un décor panoramique particulièrement attrayant. Il est donc souhaitable de bien choisir les endroits et les végétaux à utiliser dans les cas où cela pourrait être possible.

### 7.2.2 TRONÇON 4

- Option retenue : Un épi (épi A) à la jonction du tronçon 5 combiné à une recharge de plage avec géogrille, mise en place d'un enrochement végétalisé approprié et technique de génie végétal.

Les berges du tronçon 4 sont exposées aux vagues des tempêtes provenant de l'Est. Aussi, afin d'en atténuer leur hauteur et leur énergie, l'implantation d'un épi est recommandée tout juste en aval de la pointe où se trouve le tronçon 5. Cet ouvrage protégerait ainsi le tronçon 4. De plus, une recharge maintenue en place au moyen d'une géogrille est également recommandée pour atténuer davantage l'énergie résiduelle des vagues déjà réduite par l'épi. Pour des raisons esthétiques, les pierres utilisées pour l'épi seraient des blocs glaciels comme dans les dépôts morainiques naturels qui longent notamment les marais de la région (ex. : marais de Saint-Augustin-de-Desmaures). La hauteur de cet épi sera limitée à la cote de la marée haute moyenne (3,09 m) afin de ne pas affecter les qualités esthétiques du paysage. La dimension des pierres et la configuration précise de cet ouvrage, tout comme la granulométrie, l'épaisseur, la superficie et le volume exact de matériaux requis pour la recharge, seront déterminés lors de la préparation des plans et devis.

Comme l'énergie des vagues se trouvera passablement atténuée par l'application de l'épi, les berges érodées pourront être protégées par une combinaison d'enrochement végétalisé et des techniques de génie végétal. L'enrochement végétalisé est approprié aux conditions physiques du fleuve dans ce secteur et demeurera assez dynamique lors des plus importantes tempêtes. La technique des caissons

de bois, performante dans les rivières et sur les rives des Grands Lacs, n'est pas applicable directement sur ces rives du fleuve. Le talus n'est pas suffisamment haut et la présence peu profonde de roc sous le substrat du haut de plage empêche la fixation suffisante de la base de telles structures pour pouvoir résister aux vagues et aux glaces. L'enrochement végétalisé est mieux adapté et plus durable dans ces conditions. De plus, les végétaux utilisés (saules, cornouillers, etc.), même s'ils devaient être régulièrement endommagés, sont très résilients. Même avec une bonne partie de leurs tiges arrachées, elles repoussent rapidement dès la prochaine saison de croissance. Il importe aussi de mentionner que la bande végétalisée formée par ce type d'ouvrage constitue un habitat d'intérêt pour la faune ripicole (micromammifères, amphibiens, etc.) et la faune ailée (diverses espèces de canards, dont le canard noir) ainsi que pour la faune ichtyenne sous la LNHE (ex. : perchaude, brochet, etc.). Il est à noter que comme l'intégrité du sentier n'est pas à risque et qu'il est éloigné de la berge à cet endroit, il n'est pas nécessaire de construire un enrochement végétalisé jusqu'en haut de talus, car il est possible de faire de l'écrêtage pour permettre la mise en place d'une technique de génie végétal à partir de la LNHE. L'enrochement végétalisé s'étendra ainsi de la marée haute moyenne (3,09 m) jusqu'à la LNHE (4,51 m). Au-dessus de cette élévation, la technique de génie végétal sera adaptée en fonction de l'écrêtage du talus des caractéristiques de la berge au moment des relevés préalables à la confection des plans et devis (fagots, fascines, matelas de branches, plantation, ensemencement, etc.). Ceux-ci incluront aussi un plan de plantation adapté aux conditions de cet endroit.

L'excavation et l'adoucissement de la pente vers l'intérieur du parc (écrêtage) limiteront au maximum l'empiétement dans le littoral. Par ailleurs, cette action permettra d'enlever un certain volume de débris, blocs de béton et sols contaminés présents à cet endroit.

### 7.2.3 TRONÇON 5

- Option retenue : Un épi (épi A) à la jonction du tronçon 5 jumelé à un enrochement végétalisé.

Cette option est exactement la même que celle présentée pour le tronçon 4, en excluant la technique de génie végétal au-dessus de la LNHE, dû à un manque d'espace entre la berge et le sentier empêchant ainsi l'adoucissement du talus vers le parc. En effet, en plus de réduire l'intensité des vagues provenant de l'est pour le tronçon 4, ce même épi atténuera également celle des vagues provenant de l'ouest et qui viennent affecter les berges de la pointe formant le tronçon 5. Demeurant tout de même trop exposé aux vagues provenant de l'est, il n'est pas recommandé d'y effectuer une recharge même avec une géogrille, celle-ci requérant trop d'entretien récurrent.

Comme pour le tronçon 4, un enrochement végétalisé est recommandé pour le tronçon 5 (cette fois-ci à partir de la marée haute moyenne de 3,09 m jusqu'au haut de talus). Par contre, l'enrochement devra être de plus gros calibre que celui du tronçon 4. Le calibre exact sera déterminé à l'étape des plans et devis. Ceux-ci incluront aussi un plan de plantation adapté aux conditions de cet endroit.

### 7.2.4 TRONÇON 6

- Option retenue : Un épi (épi B) entre les tronçons 6 et 7 combiné à une recharge de plage avec géogrille et enrochement avec végétation

Pour les mêmes raisons mentionnées pour le tronçon 4, dont les vagues provenant de l'est, le tronçon 6 se trouvera protégé par ces les deux épis.

Ici aussi, les raisons justifiant le recours à de l'enrochement végétalisé sont les mêmes que pour le tronçon 4, et exclut le génie végétal tel que pour le tronçon 5.

### 7.2.5 TRONÇON 7

- Option retenue : Un épi (épi B) entre les tronçons 6 et 7 combiné à une recharge de plage avec géogrille et enrochement avec végétation sur 50 m à l'extrême est

Ce tronçon est le plus exposé aux vagues provenant de l'ouest. Aussi, cet épi B atténuera significativement l'énergie de ces vagues, d'autant plus qu'il sera combiné à une recharge comme pour les tronçons 4 et 6.

Bien que l'épi et la recharge de plage protégeront en grande partie ce tronçon, il y aura une section de 50 m de berges à l'extrémité est qui demeurera trop exposée aux vagues. En effet, pour des raisons de constructibilité, la longueur de l'épi ne peut dépasser plus de 150 m vers le large et ainsi protéger l'ensemble du tronçon 7. Cette section de 50 m de berges non protégée par l'épi B, devra faire l'objet d'un enrochement végétalisé comme pour les tronçons 4, 5, et 6 afin d'assurer sa stabilité. Le calibre des pierres devra être supérieur à ceux des tronçons 4 et 6, soit plutôt comme celui du tronçon 5.

## 7.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les activités de construction suivantes font partie du projet de stabilisation des berges. Les sections qui suivent présentent sommairement les activités du projet, mais seront décrites davantage au moment des plans et devis.

### 7.3.1 Mobilisation du chantier

Avant le début des travaux de construction, les limites des sections de berges à protéger devront être identifiées sur le terrain à l'aide de piquets ou de rubans. Chaque section sera arpentée puis des piquets seront installés sur la berge, à tous les 10 m. Ces repères serviront à déterminer la largeur de la base de l'ouvrage et à établir des transects le long desquels seront vérifiés le profil du fond de la berge et le profil final de l'ouvrage. Cette façon de procéder permettra de contrôler les dimensions des ouvrages et les quantités de matériaux prévues dans les devis. Cela permettra aussi de valider et de limiter l'empiétement dans le littoral à ce qui est strictement nécessaire. Toutefois, d'autres méthodes peuvent être utilisées pour contrôler les quantités.

Des accès pourront être aménagés, si requis, le long des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier afin de permettre aux équipements et à la machinerie d'atteindre les talus à stabiliser. Au besoin, l'aménagement de certains accès pourra nécessiter un renforcement par l'ajout de matériaux granulaires.

Une fois les travaux complétés, les accès et les aires de travail devront être restaurés en les nivelant de manière à leur redonner une forme naturelle et stable à l'aide d'ensemencement hydraulique et de plantations, si nécessaire. Ces besoins seront évalués à l'étape des plans et devis.

Les aires d'entreposage devront être déterminées sur le terrain en fonction des conditions à proximité des sites d'intervention. À ces endroits, où cela sera requis, des membranes géotextiles, de même qu'une couche de gravier, seront disposées afin d'améliorer la capacité portante du sol. Les emplacements précis seront convenus entre l'entrepreneur choisi et la Ville de Québec.

### 7.3.2 Utilisation et circulation de machinerie lourde

La stabilisation des berges nécessitera l'utilisation de machinerie notamment des camions et des pelles hydrauliques. Dans la mesure du possible, de la machinerie adaptée à l'envergure des travaux sera employée. La machinerie qui permettra d'exécuter de façon sécuritaire les travaux tout en limitant les impacts sur le milieu comme le déboisement ou l'élagage de la végétation sera judicieusement sélectionnée.

Les aires de circulation ainsi que les aires d'entreposage seront planifiées avant les travaux. Des espaces dédiés à l'opération de la machinerie, et au stockage des matériaux seront aménagés afin d'être fonctionnels au moment du démarrage du chantier.

L'accès au site sera déterminé dans les plans et devis. Tous les travaux sur les berges devraient essentiellement être réalisés avec la machinerie depuis le haut de talus. Si la présence de la machinerie en bas de talus est nécessaire, elle y sera présente sur l'estran à marée basse. Règle générale, seuls les travaux au niveau des deux épis pourraient impliquer une circulation d'une pelle mécanique et de camions sur l'estran à marée basse. Aucune circulation de ces engins de chantier ne se fera directement dans l'eau. Si un accès au bas de talus s'avère nécessaire, la machinerie devra circuler sur le remblai construit à même les matériaux (perré) qui seront utilisés pour effectuer la stabilisation. Lors de la réalisation des plans et devis, l'empiétement temporaire sera minimisé, le calcul exact de la superficie totale d'empiétement pourra alors être présenté et, le cas échéant, les mesures d'atténuation qui devront être prises en charge seront décrites. Par ailleurs, ces empiétements seront revalidés lors de la production des plans tel que construit (TQC). Coupe d'arbres et arbustes et aménagement des chemins d'accès

La stabilisation des berges nécessitera de l'émondage, du défrichage et, ou, la coupe de quelques arbres afin de retirer la végétation qui pourrait nuire à l'installation des ouvrages ou à la circulation de la machinerie lourde. La machinerie lourde retirera la végétation arbustive et arborescente. Les souches seront conservées, car elles contribuent à stabiliser les talus. Dans les cas où un chemin d'accès serait nécessaire, des activités de déboisement et de défrichage seront également requises. La coupe de la végétation sera limitée à la superficie strictement essentielle à la réalisation des travaux.

Les arbres coupés ayant une valeur commerciale seront conservés et remis à la Ville. Les branches et les arbustes seront déchiquetés et transportés hors site conformément aux dispositions des règlements municipaux en vigueur. Il est à noter que les arbres abattus seront remplacés.

En raison de la présence potentielle de l'agrile du frêne, lors de l'abattage ou de l'élagage d'un frêne d'Amérique, la disposition et l'élimination du bois devront respecter la réglementation municipale en vigueur. En date d'aujourd'hui, la Ville de Québec finalise le règlement type sur les frênes privés et municipaux. Ce dernier sera prêt à être adopté au moment opportun (Ville de Québec, 2017d). En effet en raison de la maladie dont ils sont aussi sujets, l'abattage des ormes d'Amérique est également réglementé par la Ville de Québec (R.A.V.Q. 238). La présence du roseau commun et de la renouée du Japon, des espèces exotiques envahissantes, entraînera la mise en place de mesures particulières pour limiter leur propagation.

### 7.3.3 Excavation de la partie supérieure du talus (lorsque requis)

Afin d'assurer la stabilité des ouvrages d'enrochement, une pente plus douce sera déterminée aux plans et devis. Ceci implique qu'à certains endroits les talus seront excavés pour permettre la mise en place de la protection contre l'érosion. Lors de l'excavation, la partie supérieure de terre végétale sera mise de côté dans le but d'être réutilisée pour la remise en état des lieux à la fin des travaux. Les sols excavés seront transportés hors du site par camion vers des sites autorisés.

Les sections de talus dont les pentes sont abruptes et risquent de décrocher seront reprofilées en tenant compte de l'espace disponible.

#### 7.3.3.1 Excavation de la clé et mise en place de l'enrochement

L'enrochement sera réalisé par section en débutant par l'excavation de la clé d'enrochement et la mise en place de la membrane géotextile et de la pierre. L'enrochement progressera vers le haut du talus selon la séquence excavation, pose de géotextile et de la pierre jusqu'au niveau souhaité. Ce travail sera réalisé par des pelles hydrauliques fonctionnant à l'huile végétale et travaillant, le plus souvent possible, à partir du haut du talus.

### 7.3.4 Recharge de plage et installation de géogrille

Des matériaux de calibre adéquat seront déposés sur la plage le long des tronçons 4, 6 et 7 afin d'en augmenter son volume et sa largeur pour dissiper l'énergie des vagues. Une crête de recharge au minimum de 5 m sera essentielle afin de garantir une stabilité de l'ouvrage.

L'installation de la grille de polymère renforcée sera fixée au roc à l'aide d'ancrages. Le maillage de cette géogrille sera déterminé lors des plans et devis. L'épandage des matériaux granulaires le long de la berge des tronçons visés sera réalisé à l'aide d'un bouteur ou d'une chargeuse. La circulation de la machinerie sera limitée afin d'éviter une compaction trop importante qui diminuerait l'épaisseur de la recharge et réduirait ses propriétés dissipatrices de l'énergie des vagues.

### 7.3.5 Plantation d'arbustes

Pour certains tronçons, l'enrochement sera complété par la plantation d'arbustes entre les roches de gros calibre, qui ne permettent pas l'implantation naturelle de végétaux ou en haut de talus (enrochement

végétalisé). Lorsque réalisée dans la pente de l'enrochement, la végétalisation sera effectuée au-dessus du niveau de la marée moyenne (3,09 m).

Des matériaux organiques (terres végétales), dont la structure est suffisamment cohésive pour contrer le lessivage engendré par le ruissellement et l'érosion par les vagues, les marées et le courant, seront utilisés. Ces matériaux pourront être entourés d'une toile, très perméable, mais résistante, qui les retient en place, mais sans empêcher la croissance et le développement des végétaux (ex. : jute). De plus, les matériaux seront suffisamment riches pour assurer la croissance des végétaux, suffisamment épais et isolants pour les protéger contre le gel et suffisamment absorbants pour satisfaire leurs besoins en eau.

Des espèces végétales herbacées ou arbustives adaptées au milieu seront plantées en haut de talus dans les tronçons où la recharge de plage aura lieu.

### 7.3.6 Construction de l'épi

Un premier épi en enrochement sera construit juste à l'ouest du tronçon 5, dans le but de protéger ce dernier ainsi que le tronçon 4. Il se prolongera vers le fleuve sur une longueur d'environ 100 m. Les pentes de l'enrochement seront de 1H :1V afin de limiter l'empiétement et la hauteur supérieure sera de 3,09 m m. Ces travaux seront réalisés majoritairement à marée basse de sorte qu'ils ne généreront pas de turbidité dans l'eau. Par contre, à l'extrémité distale de l'épi, où il y aura toujours un certain niveau d'eau même lors des marées basses de vives-eaux, un rideau de turbidité entourera la zone des travaux afin de limiter le transport de sédiments lors d'activités de construction.

Un second épi en enrochement sera construit sur la pointe de terrain entre les tronçons 6 et 7, afin de protéger les tronçons 6 et 7. L'épi avancera vers le fleuve, sur une longueur d'environ 150 m, sur la plage relativement plate, et se terminera avant que la bathymétrie descende rapidement.

Les épis seront légèrement inclinés vers l'aval afin que les débris flottants ne risquent pas de s'accumuler du côté amont de ces derniers. Il est à noter que les épis seront construits avant de faire les recharges de plage afin de ne pas risquer inutilement de perdre des matériaux de ces recharges lors d'éventuelles intempéries

### 7.3.7 Ensemencement et plantation

Les travaux d'ensemencement seront réalisés le plus rapidement possible après la stabilisation. Dans les cas où les travaux de stabilisation se déroulent en automne, un tapis de protection (par exemple en fibre de coco) sera installé pour la période hivernale. Les plantations et l'ensemencement seront réalisés au printemps suivant pour s'assurer d'une implantation optimale de la végétation. Des arbustes indigènes adaptés au milieu seront plantés. La strate herbacée sera reconstituée par ensemencement hydraulique avec un mélange de semences indigènes adaptées aux milieux riverains de la région et approuvé au préalable par le MDDELCC.

### 7.3.8 Démantèlement et remise en état des lieux

À la fin des travaux, toutes les installations du chantier seront démontées et les terrains les ayant accueillis seront remis en état.

## 7.4 CALENDRIER DE RÉALISATION ET BUDGET

Une fois le décret autorisant la réalisation de la stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier obtenu par la Ville, celle-ci entamera les travaux. La réalisation des travaux se déroulera en deux phases. La phase 1, soit les tronçons 1 à 4, pourrait être réalisée à l'automne 2019 ou au printemps 2020. La phase 2, soit les tronçons 5 à 7, pourrait quant à elle être réalisée à l'automne 2020 ou au printemps 2021. La réalisation des travaux nécessiterait de 6 à 8 semaines pour chacune des phases.

# 8.0 MÉTHODE D'IDENTIFICATION ET D'ÉVALUATION DES IMPACTS

La démarche méthodologique d'évaluation des impacts environnementaux comporte deux grandes parties, soit l'identification des impacts et l'évaluation des impacts.

L'**identification des impacts** consiste à déterminer les composantes des milieux physique, biologique et humain susceptibles d'être affectées par les activités du projet. Elle est réalisée sur la base d'une grille d'interrelations. Celle-ci présente, en ordonnée, les composantes du milieu, et en abscisse, les activités de réalisation du projet.

L'identification des impacts potentiels prend en compte les éléments suivants :

- Les caractéristiques techniques du projet et les méthodes de travail envisagées ;
- La connaissance du milieu ;
- Les enseignements tirés de projets similaires ;
- Les préoccupations du milieu relativement au projet.

L'**évaluation des impacts** consiste ensuite à définir l'importance des impacts associés à la réalisation du projet. L'importance d'un impact sur une composante du milieu en fonction de trois critères, soit son intensité (déterminée en fonction de la valeur de la composante et le degré de perturbation appréhendé), son étendue et sa durée.

La première étape de détermination de l'importance d'un impact consiste à mettre en relation la valeur environnementale de la composante du milieu avec le degré de perturbation appréhendé, ce qui permet d'identifier l'intensité de l'impact. La deuxième étape consiste à évaluer la durée de l'impact afin d'en arriver à un indice durée/intensité. La troisième étape mène enfin à l'évaluation de l'importance de l'impact en faisant intervenir l'étendue de ce dernier.

L'importance des impacts résiduels est finalement évaluée en tenant compte de l'application des mesures d'atténuation et de la probabilité d'occurrence de l'impact.

La démarche menant à l'évaluation des impacts environnementaux est illustrée graphiquement à la figure 2.

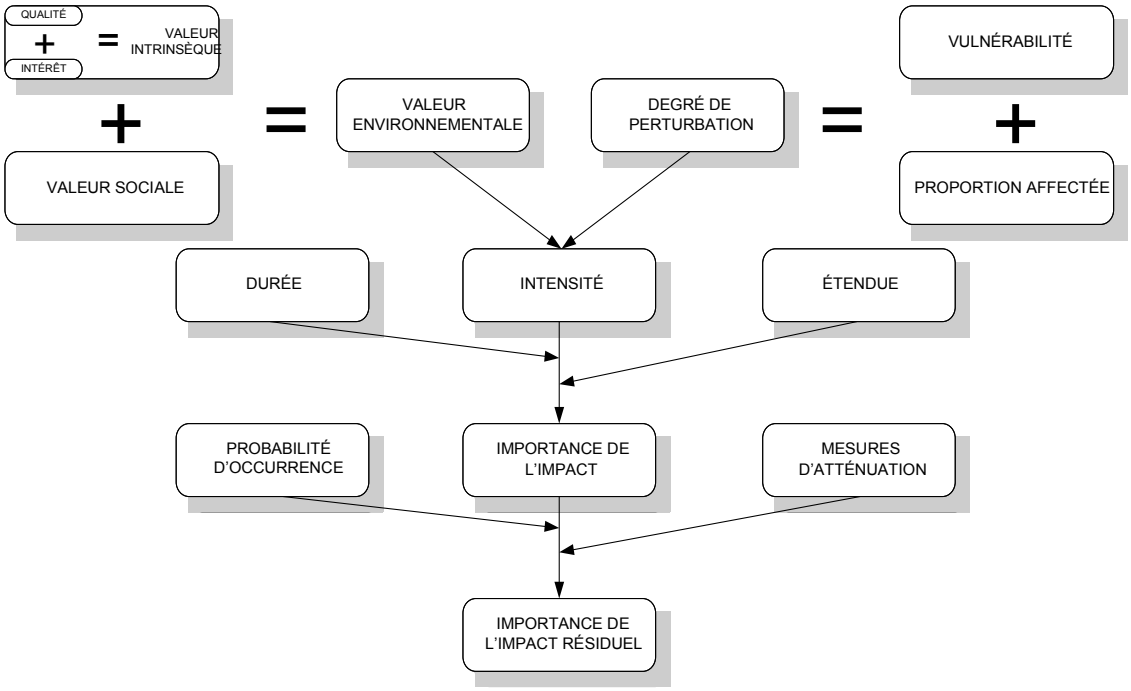



**Figure 2 Démarche méthodologique de l'évaluation d'un impact environnemental**

Les détails relatifs à chacune des étapes du processus d'évaluation sont présentés ci-après.

## 8.1 DÉTERMINATION DE L'IMPORTANCE D'UN IMPACT

### 8.1.1.1 Intensité de l'impact

La première étape de détermination de l'importance d'un impact consiste à évaluer l'intensité de l'impact en mettant en relation la valeur environnementale de la composante du milieu avec le degré de perturbation appréhendé.

### 8.1.1.2 Détermination de la valeur environnementale

La **valeur environnementale** exprime l'importance relative d'une composante dans son environnement. Elle est déterminée en considérant, d'une part, le jugement des spécialistes et, d'autre part, la valeur sociale que démontrent les intérêts populaires, légaux et politiques à l'égard de cette composante. Quatre classes de valeur sont retenues :

- **Très grande** : une très grande valeur est attribuée à un élément qui possède un statut reconnu par une loi ou un règlement, lui conférant ainsi un statut particulier limitant fortement toute intervention susceptible de mettre en cause l'intégrité de l'élément (ex. : espèces menacées ou vulnérables) ;

- **Grande** : une grande valeur est accordée lorsque la conservation et la protection de la composante du milieu font l'objet d'un consensus entre les spécialistes et l'ensemble des intérêts concernés. Une grande valeur peut également être attribuée à une composante unique ou rare ;
- **Moyenne** : une valeur moyenne est accordée à une composante lorsque la protection, la conservation ou l'intégrité de celle-ci est de moindre importance ou lorsqu'elle ne fait pas l'objet d'un consensus parmi les spécialistes et le public concerné ;
- **Faible** : une valeur faible est accordée lorsque la protection, la conservation ou l'intégrité de la composante ne préoccupe que peu ou pas les spécialistes et le public concerné.

#### 8.1.1.3 Détermination du degré de perturbation

Le **degré de perturbation** évalue l'ampleur des modifications négatives apportées aux caractéristiques structurales et fonctionnelles de l'élément affecté par le projet. Trois degrés de perturbation qualifient l'ampleur des modifications apportées :

- **Fort** : lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de l'ensemble ou des principales caractéristiques propres à l'élément affecté de sorte qu'il risque de perdre son identité ;
- **Moyen** : lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de certaines caractéristiques propres à l'élément affecté pouvant ainsi réduire ses qualités sans pour autant compromettre son identité ;
- **Faible** : lorsque l'intervention ne modifie pas significativement les caractéristiques propres à l'élément affecté de sorte qu'il conservera son identité sans voir ses qualités trop détériorées.

#### 8.1.1.4 Détermination de l'intensité

L'association de la valeur environnementale et du degré de perturbation permet de déterminer le premier critère utilisé dans l'évaluation de l'importance d'un impact, soit l'intensité. Celle-ci variera de forte à faible, selon la grille d'évaluation du tableau 20.

**Tableau 21 Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact**

| Degré de perturbation | Valeur | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Très grande | Grande | Moyenne | Faible |
| **Fort** | Forte | Forte | Moyenne | Moyenne |
| **Moyen** | Forte | Forte | Moyenne | Faible |
| **Faible** | Moyenne | Moyenne | Faible | Faible |

#### 8.1.1.5 Indice durée/intensité

La deuxième étape de détermination de l'importance d'un impact consiste à mettre en relation la durée de l'impact avec son intensité, afin d'en arriver à un indice durée/intensité.

### 8.1.1.6 Durée de l'impact

La **durée** précise la dimension temporelle de l'impact. Elle évalue, de façon relative, la période de temps durant laquelle les répercussions d'une intervention seront ressenties par l'élément affecté. Les termes permanente, temporaire et momentanée sont utilisés pour qualifier cette période de temps :

- **Permanente** : l'impact est ressenti de façon continue ou discontinue pendant toute la durée de vie du projet ;
- **Temporaire** : les effets de l'impact sont ressentis de façon continue ou discontinue sur une période de temps relativement prolongée, mais généralement inférieure à la durée de vie du projet ;
- **Momentanée** : les effets de l'impact sont ressentis de façon continue ou discontinue sur une période de temps limitée, correspondant généralement à la période de construction ou lorsque le temps de récupération ou d'adaptation de la composante affectée est inférieur à une année.

### 8.1.1.7 Indice durée/intensité

L'association de la durée de l'impact et de l'intensité déterminée préalablement permet de déterminer le deuxième paramètre utilisé dans l'évaluation de l'impact, soit **l'indice durée/intensité**. Celui-ci variera de fort à faible, selon la grille d'évaluation du tableau 21.

**Tableau 22 Grille d'évaluation de l'indice durée/intensité**

| Durée | Intensité | | |
|---|---|---|---|
| | Forte | Moyenne | Faible |
| **Permanente** | Fort | Fort | Moyen |
| **Temporaire** | Fort | Moyen | Faible |
| **Momentanée** | Moyen | Faible | Faible |

### 8.1.1.8 Étendue de l'impact

La troisième et dernière étape de détermination de l'importance d'un impact consiste à mettre en relation l'étendue de l'impact avec l'indice durée/intensité.

L'**étendue** qualifie la dimension spatiale de l'impact généré par une intervention dans le milieu. Elle réfère à la distance ou à la superficie sur laquelle sera ressentie la perturbation. Les termes régionale, locale et ponctuelle sont retenus pour qualifier l'étendue :

- **Régionale** : l'intervention sur un élément du milieu est ressentie sur un vaste territoire ou à une distance importante du site du projet, ou est ressentie par l'ensemble de la population de la zone d'étude ou par une proportion importante de la population. Dans le cadre du projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier, une étendue régionale serait associée à une partie du territoire de la CMQ ;
- **Locale** : l'intervention affecte un espace relativement restreint ou un certain nombre d'éléments de même nature situés à proximité du projet ou à une certaine distance du projet, ou elle est ressentie par une proportion limitée de la population de la zone d'étude. Une étendue locale peut être associée à une partie de la ville de Québec adjacente à la zone d'étude ;
- **Ponctuelle** : l'intervention n'affecte qu'un espace très restreint, peu de composantes à l'intérieur ou à proximité du site du projet, ou elle n'est ressentie que par un faible nombre d'individus de la zone d'étude. Une étendue ponctuelle peut être associée aux abords immédiats du parc de la Plage-Jacques-Cartier.

#### 8.1.1.9 Importance de l'impact

L'association de l'étendue de l'impact et de l'indice durée/intensité déterminé préalablement aboutit à la détermination de l'importance de l'impact environnemental. Celle-ci sera qualifiée de majeure, moyenne ou mineure :

- **Majeure** : une importance majeure signifie que l'impact est permanent et qu'il affecte l'intégrité, la diversité et la pérennité de l'élément. Un tel impact altère de façon marquée ou irrémédiable la qualité du milieu ;
- **Moyenne** : une importance moyenne occasionne des répercussions appréciables sur l'élément touché, entraînant une altération partielle de sa nature et de son utilisation, sans toutefois mettre en cause sa pérennité ;
- **Mineure** : une importance mineure occasionne des répercussions réduites sur l'élément touché, entraînant une altération mineure de sa qualité et de son utilisation.

L'importance de l'impact est déterminée en fonction de la grille d'évaluation présentée au tableau 22.

**Tableau 23 Grille d'évaluation de l'importance de l'impact**

| Étendue | Indice durée / intensité | | |
|---|---|---|---|
| | Fort | Moyen | Faible |
| **Régionale** | Majeure | Majeure | Moyenne |
| **Locale** | Majeure | Moyenne | Mineure |
| **Ponctuelle** | Moyenne | Mineure | Mineure |

### 8.1.1.10 Probabilité d'occurrence d'un impact

La **probabilité d'occurrence** d'un impact permet de prioriser adéquatement les mesures d'atténuation à mettre en place lorsque deux impacts présentent la même importance. Elle peut servir à moduler le niveau d'effort à associer au déploiement des mesures d'atténuation. La probabilité d'occurrence permet également de mieux cerner les risques réellement encourus. L'occurrence est traitée de manière qualitative. Elle peut être qualifiée de fort probable, probable ou de peu probable :

- **Fort probable** : Tout porte à croire que l'impact se réalisera durant le projet. L'impact est donc traité avec un très haut niveau de certitude quant à son occurrence ;

- **Probable** : Bien que l'occurrence de l'impact soit attendue, il demeure un doute tangible quant à sa réalisation ;

- **Peu probable** : Il y a de fortes chances que l'impact ne se réalise pas. Néanmoins, il n'y a pas une absence de risque quant à la réalisation de l'impact.

## 8.2 MESURES D'ATTÉNUATION ET IMPACTS RÉSIDUELS

Au terme de l'identification et de l'évaluation des impacts environnementaux, des mesures d'atténuation sont identifiées afin de réduire l'importance des impacts. Ces mesures visent à atténuer ou à corriger les impacts négatifs afin de permettre une meilleure intégration du projet dans le milieu.

L'application des mesures d'atténuation permet par la suite de réévaluer l'importance des impacts environnementaux, qui deviennent alors des impacts environnementaux résiduels, correspondant à l'impact qui subsiste après l'application des mesures d'atténuation. Les deux types d'impacts résiduels qui peuvent subsister à la suite de l'application des mesures d'atténuation sont des impacts importants ou non importants :

- **Impact résiduel non important** : signifie que l'impact résiduel est jugé d'importance moyenne ou mineure sur la base de la grille présentée au tableau 22 ;

- **Impact résiduel important** : signifie que malgré l'application des mesures d'atténuation, l'impact résiduel demeure d'importance majeure sur la base de la grille présentée au tableau 22.

# 9.0 ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION

## 9.1 VALEUR ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTES

Les sections qui suivent présentent et justifient la valeur accordée aux composantes du milieu auxquelles des impacts potentiels sont susceptibles d'être identifiés. La valeur environnementale qui comporte quatre niveaux, soit très grande, grande, moyenne et faible, est déterminée en considérant d'une part, le jugement des spécialistes, et d'autre part, la valeur sociale que démontrent les intérêts populaires, légaux et politiques à l'égard de cette composante. Il faut rappeler que l'attribution d'un niveau à une valeur environnementale doit prendre en considération le contexte dans lequel la valeur est analysée. Ainsi, une même composante n'aura pas nécessairement la même valeur si elle s'inscrit dans un milieu terrestre ou un milieu aquatique (voir tableau 18).

### 9.1.1 Milieu physique

**Pente d'équilibre**

La pente d'équilibre correspond à la topographie du terrain et à la stabilité de celui-ci compte tenu de l'érosion naturelle et de la réalisation des travaux. Cette composante de l'environnement est importante puisqu'elle est à l'origine des travaux de stabilisation. Pour cette raison, une **grande** valeur environnementale est accordée à cette composante.

**Qualité des sols**

La qualité des sols est définie par l'ensemble de ses caractéristiques physico-chimiques. Cette composante de l'environnement est valorisée en raison de l'utilisation du site ainsi que de la proximité avec le fleuve Saint-Laurent qui constitue un habitat important pour la faune. En effet, une contamination du sol pourrait nuire aux activités humaines ou entraîner une dégradation de la qualité des habitats. Une **grande** valeur environnementale est donc accordée à cette composante.

**Qualité des eaux de surface**

La qualité de l'eau de surface est définie par l'ensemble de ses caractéristiques physicochimiques. L'eau du fleuve Saint-Laurent est d'une bonne qualité en regard des activités humaines (turbidité inférieure à 12 UTN) et représente un habitat important pour plusieurs espèces de poissons. Pour cette dernière raison, une **grande** valeur est accordée à cette composante de l'environnement.

**Qualité des eaux souterraines**

Tout comme pour l'eau de surface, la qualité de l'eau souterraine est définie par ses caractéristiques physico-chimiques. Puisque l'eau souterraine n'est pas utilisée comme source d'eau potable dans la région à l'étude, une valeur environnementale **faible** est accordée à cette composante.

**Écoulement du fleuve**

Cette composante de l'environnement fait référence à la configuration du réseau hydrographique du fleuve Saint-Laurent, de même qu'à ses caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse, type d'écoulement, mélange des eaux). L'écoulement des eaux est perturbé lorsque des débris ou des infrastructures se retrouvent dans le lit d'un cours d'eau. Le maintien de l'écoulement local de l'eau du lac est important pour les activités de plusieurs espèces de poisson et ce, à différents stades de vie. Pour ces raisons, une valeur **grande** est accordée à cette composante de l'environnement.

**Qualité de l'air**

La qualité de l'air se rapporte à la qualité chimique de celle-ci et à la présence de particules, dont la perturbation peut avoir des conséquences sur la santé humaine et causer des nuisances. La qualité de l'air dans la zone d'étude est relativement bonne. Les citoyens valorisent leur environnement extérieur par la présence de nombreux espaces extérieurs récréatifs. Pour cette raison, une valeur environnementale **moyenne** est accordée à cette composante.

### 9.1.2 Milieu biologique

**Végétation terrestre et riveraine**

La végétation terrestre à proximité des berges est plutôt anthropisée. La végétation y est perturbée et est le résultat de coupes totales (végétation pionnière) ou de travaux de plantations. Il s'agit majoritairement d'un milieu aménagé et régulièrement entretenu. Plusieurs espèces exotiques envahissantes sont également présentes. Toutefois, la végétation dans le milieu urbain est un élément plutôt rare et sa conservation est valorisée. Pour cette raison, une valeur **grande** est accordée à cette composante de l'environnement.

**Végétation aquatique**

Les milieux humides et herbiers aquatiques présents dans la zone d'étude ont une importance particulière pour la stabilisation du milieu riverain. Ils représentent également des habitats d'alevinage et d'alimentation pour les petites espèces. Pour ces raisons, une **grande** valeur environnementale est accordée à cette composante de l'environnement.

**Flore à statut particulier**

Les espèces floristiques à statut particulier regroupent les espèces désignées dans une loi ou un règlement, les espèces ayant un intérêt scientifique ou économique ou les espèces liées à un savoir traditionnel. Puisque ces espèces sont protégées ou ont un intérêt, une valeur **très grande** est par conséquent accordée à cette composante de l'environnement.

**Mammifère et habitat**

La zone d'étude ne présente pas un potentiel important en termes d'habitat en raison de son contexte urbain, seules des espèces communes de ce type milieu urbanisé sont susceptibles de s'y retrouver. Pour cette raison, une valeur environnementale **moyenne** est accordée à cette composante.

**Avifaune et habitat**

La présence de plusieurs espèces de l'avifaune dans la zone d'étude démontre que celui-ci présente plusieurs habitats, tant en milieu aquatique qu'en milieu terrestre. En effet, on y retrouve plusieurs arbres pour les familles d'oiseaux nicheurs ainsi que le fleuve Saint-Laurent, servant d'aire d'alimentation et de nidification pour les familles d'oiseaux aquatiques. Pour ces raisons, une **grande** valeur est accordée à cette composante de l'environnement.

**Ichtyofaune, mulettes et habitat**

La caractérisation du poisson et de son habitat a permis de démontrer que les berges sont un habitat propice à la fraie, à l'alevinage ainsi qu'alimentation de certaines espèces. Quant aux espèces de mulettes, celles-ci ayant sensiblement le même habitat que le poisson, la qualité des habitats décrite précédemment prévaut également pour ce groupe de la faune. Pour ces raisons, une **grande** valeur environnementale est accordée à cette composante.

**Herpétofaune et habitat**

Les berges affectées par les travaux ne constituent un habitat intéressant pour les amphibiens et les reptiles. Pour ces raisons, une **faible** valeur environnementale est accordée à cette composante de l'environnement.

**Faune à statut particulier et habitat**

Les espèces fauniques à statut particulier regroupent les espèces désignées dans une loi ou un règlement, les espèces ayant un intérêt scientifique ou économique ou les espèces liées à un savoir traditionnel. Puisque ces espèces sont protégées ou ont un intérêt, une valeur **très grande** est accordée à cette composante de l'environnement.

### 9.1.3 Milieu humain

**Aménagement du territoire**

Le territoire de la zone d'étude est essentiellement à vocation récréative. Les citoyens de la ville de Québec considèrent comme très importants leurs accès aux berges et au fleuve Saint-Laurent. Pour ces raisons, une valeur **grande** est accordée à cette composante de l'environnement.

**Activités récréotouristiques**

Considérant la présence de plusieurs parcs le long la zone d'étude et des nombreuses activités de plein air et nautiques qu'offrent les berges du fleuve Saint-Laurent, une **grande** valeur environnementale est accordée à cette composante.

**Climat sonore**

La présence de parcs municipaux dans la zone d'étude fait en sorte que le climat sonore est un aspect important de la qualité de vie. Pour cette raison, une **grande** valeur est accordée à cette composante de l'environnement.

**Sécurité du public et des usagers**

La sécurité du public et des usagers est une composante importante en raison de son incidence sur le bien-être et la qualité de vie de la population. Les usagers des parcs municipaux longeant les berges du fleuve Saint-Laurent dans la zone d'étude sont plus particulièrement à risque. Pour ces raisons, une valeur **grande** a été accordée à cette composante environnementale.

**Paysage**

Les nombreux points de vue qu'offrent les berges sur le fleuve Saint-Laurent font en sorte qu'une valeur **grande** est attribuée à cette composante.

**Navigation**

La navigation est un aspect récréotouristique important pour les plaisanciers de la région. Par conséquent, la valeur accordée à cette composante de l'environnement est donc **grande**.

**Pêche**

La pêche récréative n'est que peu ou pas pratiquée dans la zone d'étude. Le relief le long des berges est peu propice à la pêche à gué et la profondeur de l'eau du fleuve à cet endroit ne permet pas la pêche en embarcation. Pour ces raisons, une valeur environnementale **faible** lui est accordée.

**Patrimoine bâti et archéologie**

Le patrimoine archéologique et bâti est une ressource valorisée et protégée. En raison de l'importance de l'archéologie au niveau culturel et du statut légal des vestiges archéologiques, une **très grande** valeur est accordée à cette composante de l'environnement.

La valeur environnementale attribuée aux éléments du milieu est résumée au tableau suivant.

**Tableau 24 Valeur environnementale des composantes du milieu**

| Composante environnementale | Valeur environnementale |
|---|---|
| **Milieu physique** | |
| Pente d'équilibre | Grande |
| Qualité des sols | Grande |
| Qualité de l'eau de surface | Grande |
| Qualité de l'eau souterraine | Faible |
| Écoulement du fleuve | Grande |
| Qualité de l'air | Moyenne |
| **Milieu biologique** | |
| Végétation terrestre et riveraine | Grande |
| Végétation aquatique | Grande |
| Flore à statut particulier | Très grande |
| Mammifère et habitat | Moyenne |
| Avifaune et habitat | Grande |
| Ichtyofaune, mulettes et habitat | Grande |
| Herpétofaune et habitat | Faible |
| Faune à statut particulier et habitat | Très grande |
| **Milieu humain** | |
| Aménagement du territoire | Grande |
| Activités récréotouristiques | Grande |
| Climat sonore | Grande |
| Sécurité du public et des usagers | Grande |
| Paysage | Grande |
| Navigation | Grande |
| Pêche | Faible |
| Patrimoine bâti et archéologie | Très grande |

## 9.2 IDENTIFICATION DES IMPACTS

L'identification des impacts du programme a été réalisée sur la base de la grille d'analyse présentée au tableau 19. Cette grille comprend, en ordonnée, les composantes du milieu potentiellement affectées par les activités du programme (décrites à la section 6), et en abscisse, ces activités en fonction des étapes de réalisation du programme (décrites à la section 7).

## Tableau 25 Identification des impacts

| | | Impact négatif : √<br>Impact positif : + | Source d'impact environnemental | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Mobilisation du chantier | Utilisation et circulation de machinerie lourde* | Coupe d'arbres et arbustes et aménagement des chemins d'accès | Excavation de la partie supérieure du talus (lorsque requis) | Enrochement | Enrochement avec végétalisation et génie végétal | Recharge de plage avec géogrille | Mise en place des épis | |
| Éléments du milieu | Milieu physique | | | | | | | | | | |
| | Pente d'équilibre | | | | | √ | | | | | |
| | Qualité des sols | | | √ | √ | √ | | | | | |
| | Qualité de l'eau de surface | | | √ | √ | √ | √ | | √ | √ | |
| | Qualité de l'eau souterraine | | | √ | | | | | | | |
| | Écoulement du fleuve Saint-Laurent | | Aucun impact | | | | | | | | |
| | Qualité de l'air | | | √ | | | | | | | |
| | Milieu biologique | | | | | | | | | | |
| | Végétation | Terrestre et riveraine | | √ | √ | √ | | + | | | |
| | | Aquatique | | | | | √ | | √ | √ | |
| | | Flore à statut particulier | Aucun impact | | | | | | | | |
| | Faune et habitat | Mammifères et habitats | √ | | √ | | | | | | |
| | | Avifaune et habitats | | | √ | | | | | | |
| | | Ichtyofaune, mulettes et habitat | | | | √ | √ | | √/+ | √ | |
| | | Herpétofaune et habitat | √ | | √ | √ | | | | | |
| | | Faune à statut particulier et habitat | √ | | √ | | | | | | |
| | Milieu humain | | | | | | | | | | |
| | Aménagement du territoire | | | | | | | | | | |
| | Activités récréotouristiques | | √ | √ | | | | | | | |
| | Climat sonore | | | √ | | | | | | | |
| | Sécurité du public et des usagers | | √ | √ | | | | | | | |
| | Paysage | | | | √ | | √ | + | | √ | |
| | Navigation | | Aucun impact | | | | | | | | |
| | Pêche | | Aucun impact | | | | | | | | |
| | Patrimoine bâti et archéologie | | | | | √ | | | | | |

*Les impacts de cette activité, incluant la présence du chantier même, s'appliquent à l'ensemble des activités du projet.

## 9.3 ÉVALUATION DES IMPACTS

Telle qu'elle a été définie à la section 8, l'évaluation d'un impact consiste à en déterminer l'importance, laquelle est fonction de trois paramètres, soit l'intensité de l'impact (mettant en relation la valeur environnementale de la composante du milieu avec le degré de perturbation appréhendé), la durée de l'impact et l'étendue de l'impact. La probabilité de voir cet impact se réaliser est ensuite évaluée. La présente évaluation des impacts est réalisée par les spécialistes de Stantec.

### 9.3.1 Analyse des impacts environnementaux

Le tableau 26 présente la synthèse de l'analyse des impacts et de l'évaluation de l'importance de l'impact avec le cheminement décisionnel. Ce tableau présente également les mesures d'atténuation et une évaluation des impacts résiduels qui pourraient subsister après l'application de ces dernières dans le cadre du projet.

### Tableau 26 Synthèse de l'analyse des impacts environnementaux du projet

| Activité du projet | Composante de l'environnement | Description des impacts environnementaux | Valeur | Perturbation | Intensité | Durée | Étendue | Importance | Probabilité | Mesure d'atténuation requise | Importance des impacts résiduels |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mobilisation du chantier | Faune à statut particulier et habitat | La mise en place du chantier pourrait entraîner la mort d'individus. | Très grande | Forte | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | B20 | Non important |
| | Mammifères et habitat | La mise en place du chantier pourrait entraîner la mort d'individus. | Moyenne | Forte | Moyenne | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P2 ; B2 ; B4 | Non important |
| | Herpétofaune et habitat | La mise en place du chantier pourrait entraîner la mort d'individus. | Faible | Forte | Moyenne | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | B19 | Non important |
| | Activités récréotouristiques | La présence du chantier obligera la fermeture du sentierpour la durée des travaux | Grande | Moyenne | Moyenne | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Très probable | H1 ; H2 | Non important |
| | Sécurité du public et des usagers | Augmentation des risques d'accident pour le public et les usagers occasionnée par la présence d'un chantier de construction. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | H2; H6 ; H7 | Non important |
| Utilisation et circulation de machinerie lourde | Qualité des sols | La circulation de la machinerie et l'utilisation des engins de chantier pourraient entraîner la compaction des sols ainsi que la contamination des sols en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | P2 ; P9 ; P10 ; P11 ; P12 | Non important |
| | Qualité de l'eau de surface | La circulation de la machinerie et l'utilisation des engins de chantier pourraient entraîner la contamination des eaux de surface en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures à proximité du fleuve Saint-Laurent et contribuer à la mise en suspension de sédiments. | Grande | Forte | Forte | Temporaire | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | P9 ; P10 ; P11 ; P12 ; P15 ; P16; P17 | Non important |
| | Qualité des eaux souterraines | La circulation de la machinerie et l'utilisation des engins de chantier pourraient entraîner la contamination des eaux souterraines cas de déversement accidentel d'hydrocarbures. | Faible | Forte | Moyenne | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P9 ; P10 ; P11 ; P12 | Non important |
| | Qualité de l'air | La circulation de la machinerie et l'utilisation des engins de chantier pourraient entraîner la mise en suspension dans l'air de particules fines. | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Probable | P22 ; P23 ; P24 ; P25 | Non important |
| | Végétation terrestre et riveraine | La circulation de la machinerie pourrait entraîner la dispersion d'EEE. | Grande | Moyenne | Moyenne | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | B7 | Non important |
| | Activités récréotouristiques | La circulation de la machinerie pour limiter la pratique d'activités récréotouristiques dans les environs des travaux. | Grande | Moyenne | Moyenne | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Très probable | H1 ; H2 | Non important |
| | Climat sonore | L'utilisation et la circulation de la machinerie lourde augmenteront le niveau de bruit | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Locale | Moyenne | Probable | H3 ; H4 ; H5 | Non important |
| | Sécurité du public et des usagers | Augmentation des risques d'accident pour le public et les usagers occasionnée par la circulation de la machinerie lourde et des engins de chantier. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | H8 | Non important |

| Activité du projet | Composante de l'environnement | Description des impacts environnementaux | Valeur | Perturbation | Intensité | Durée | Étendue | Importance | Probabilité | Mesure d'atténuation requise | Importance des impacts résiduels |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coupe d'arbres et arbustes et aménagement des chemins d'accès | Qualité des sols | Modification de la qualité des sols par la mise en place du recouvrement nécessaire aux chemins d'accès.<br>Perte de sols due à l'érosion éolienne et les eaux de ruissellement à la suite de la mise à nu des sols | Grande | Faible | Moyenne | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Fort probable | P6 ; P7 ; B4 | Non important |
| | Qualité de l'eau de surface | Apport de particules fines dans l'eau de surface associée à la perte de sols | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P16 | Non important |
| | Végétation terrestre et riveraine | La coupe d'arbres et d'arbustes nécessaire à la réalisation du projet entraînera la perte d'un faible couvert végétal dans la zone des travaux. | Grande | Moyenne | Moyenne | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Fort probable | B1 ; B2 ; B4 | Non important |
| | Végétation terrestre | Les débris ligneux d'EEE pourraient entraîner leur propagation.<br>Propagation de l'argile du frêne ou de la maladie de l'orme, en présence d'individus atteints. | Grande | Forte | Moyenne | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | B3 ; B5 ; B6 ; B7 | Non important |
| | Avifaune et habitat | La coupe d'arbre pourrait perturber la nidification des oiseaux et entraîner la perte d'habitat. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Probable | B11 | Non important |
| | Mammifères et habitat | La coupe d'arbres et d'arbustes pourrait entraîner la perte d'habitat. | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Probable | P2 ; B2 ; B4 | Non important |
| | Herpétofaune et habitat | La coupe d'arbres et d'arbustes pourrait entraîner la perte d'habitat. | Faible | Moyenne | Faible | Temporaire | Ponctuelle | Mineure | Probable | P2 ; B4 | Non important |
| | Faune à statut particulier et habitat | La coupe d'arbres et d'arbustes pourrait entraîner la perte d'habitat. | Très grande | Moyenne | Forte | Temporaire | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | P2 ; B4 | Non important |
| | Paysage | La coupe d'arbres pourrait entraîner la modification du paysage. | Grande | Moyenne | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Probable | B4, H9 ; H10 | Non important |
| Excavation de la partie supérieure du talus (lorsque requis) | Pente d'équilibre | L'excavation du sol pourrait fragiliser le sol et entraîner une augmentation de l'érosion. | Grande | Forte | Forte | Temporaire | Locale | Mineure | Peu probable | P1 ; P2 ; P3 ; P4 ; P5 | Non important |
| | Qualité des sols | Dissémination de contaminants suite à une gestion inappropriée de sols contaminés pouvant se retrouver sur le site. | Grande | Moyenne | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | P8 | Non important |
| | Qualité de l'eau de surface | L'excavation du sol pourrait entraîner une modification de la qualité de l'eau de surface par la perte de sol dans l'eau. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P5 ; P14 ; P15 ; P18 ; P19 ; P20 ; P21 | Non important |
| | Végétation terrestre et riveraine | L'excavation de talus entraînera la perte d'un faible couvert végétal dans la zone des travaux. | Grande | Moyenne | Moyenne | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Fort probable | B4 | Non important |
| | Herpétofaune et habitat | Les travaux d'excavation pourraient entraîner la perte d'habitat pour l'herpétofaune. | Faible | Moyenne | Forte | Temporaire | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | B19 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat | Détérioration de l'habitat du poisson par la perte de sol accidentelle dans le littoral. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Probable | P5 ; P14 ; P15 ; P18 ; P19 ; P20 ; P21 | Non important |
| | Patrimoine bâti et archéologie | L'excavation du sol pourrait mettre au jour ou perturber des sites archéologiques. | Très grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Peu probable | H11 ; H12 ; H13 | Non important |

| Activité du projet | Composante de l'environnement | Description des impacts environnementaux | Valeur | Perturbation | Intensité | Durée | Étendue | Importance | Probabilité | Mesure d'atténuation requise | Importance des impacts résiduels |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enrochement | Qualité de l'eau de surface | La mise en place des enrochements pourrait entraîner une modification de la qualité de l'eau de surface par la perte de matériel et ajout de particules dans l'eau. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P5 ; P13 ; P14 ; P15 ; P18 ; P19 ; P20 ; P21 | Non important |
| | Végétation aquatique et ichtyofaune, mulettes et habitat | La mise en place de l'enrochement entraînera un empiétement permanent dans le littoral de 2 155 $m^2$. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Fort probable | B9 ; B10 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B18 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat | Perturbation du poisson (bruit, vibration, etc.) pouvant entraîner une modification de ses activités. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Fort probable | B17 | Non important |
| | Paysage | La mise en place des enrochements modifiera le paysage du secteur. | Grande | Moyenne | Forte | Permanente | Locale | Majeure | Très probable | H9 | Non important |
| Enrochement avec végétalisation et génie végétal | Végétation terrestre et riveraine | La végétalisation des enrochements à partir de la limite de la marée haute moyenne jusqu'au haut du talus permettra un gain de végétation. | Grande | Positif | | | | | | | Non important |
| | Végétation terrestre et riveraine | Les techniques de génie végétal permettront un gain environnemental. | Grande | Positif | | | | | | | Non important |
| | Paysage | La présence de végétation préserve la qualité du paysage | Grande | Positif | | | | | | | Non important |
| Recharge de plage avec géogrille | Qualité de l'eau de surface | La recharge de plage pourrait entraîner une modification de la qualité de l'eau de surface par le brassage du fond de l'eau. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P21 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat et végétation aquatique | La mise en place de la recharge de plage entraînera la perte de 1 997 $m^2$ d'herbiers aquatiques. | Grande | Forte | Forte | Temporaire | Ponctuelle | Moyenne | Très probable | P21 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat | Gain environnemental de par l'amélioration de l'habitat du poisson. | Grande | Positif | | | | | | | Non important |
| Mise en place des épis | Qualité de l'eau de surface | La mise en place de l'enrochement pour la construction des épis pourrait entraîner une modification de la qualité de l'eau de surface par le brassage du fond de l'eau. | Grande | Moyenne | Forte | Momentanée | Ponctuelle | Mineure | Peu probable | P5 ; P13 ; P14 ; P15 ; P18 ; P19 ; P20 ; P21 | Non important |
| | Végétation aquatique | La mise en place d'enrochement pour la construction des épis entraînera la perte de 412 $m^2$ d'herbiers aquatiques. | Grande | Forte | Forte | Temporaire | Ponctuelle | Moyenne | Probable | B8 ; B9 ; B10 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat | La mise en place de l'enrochement pour la construction des épis entraînera un empiétement permanent dans le littoral de l'ordre de 1 750 $m^2$. | Grande | Forte | Forte | Permanente | Ponctuelle | Moyenne | Fort probable | B9 ; B10 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B18 | Non important |
| | Ichtyofaune, mulettes et habitat | Perturbation du poisson (bruit, vibration, etc.) pouvant entraîner une modification de ses activités. | Grande | Moyenne | Forte | Momentané | Ponctuelle | Mineure | Fort probable | B17 | Non important |
| | Paysage | La mise en place des épis entraînera une modification du paysage. | Grande | Moyenne | Forte | Permanente | Locale | Majeure | Très probable | H9 | Non important |

#### 9.3.1.1 Empiétements dans le littoral et les herbiers aquatiques

Les empiétements dans le littoral se résument aux activités réalisées sous la cote 0-2 ans. Les impacts de la stabilisation des berges sur le poisson et son habitat concernent uniquement les segments où des travaux sont prévus dans les herbiers aquatiques. Pour évaluer l'empiétement permanent total, la largeur correspondant aux solutions types a été estimée en fonction des aménagements proposés pour un empiétement permanent. Pour chacun des tronçons, l'empiétement permanent prévu par les travaux est présenté au tableau suivant.

**Tableau 27 Bilan des empiétements dans le littoral et les herbiers aquatiques**

| Segment | Empiétement sous la cote 0-2 ans (perte environnementale - enrochement - m²) | Empiétement sous la cote 0-2 ans (gain environnemental - recharge en plage - m²) | Perte de végétation (perte environnementale - herbier - (m²) |
|---|---|---|---|
| **1** | 175 | 0 | 0 |
| **2** | 200 | 0 | 0 |
| 3 | 170 | 0 | 0 |
| 4 | 810 | 5 400 | 134 |
| 5 | 500 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 7 623 | 1 467 |
| 7 | 300 | 10 890 | 396 |
| Épi A | 700 | 0 | 110 |
| Épi B | 1 050 | 0 | 302 |
| Total | 3 905 m² | 23 913 m² | 2 409 m² |

## 9.4 MESURES D'ATTÉNUATION

Les mesures d'atténuation visent à réduire ou à corriger les impacts environnementaux négatifs du projet. L'atténuation peut supposer la modification de la planification du projet, de sa conception, de l'ingénierie ou de la gestion du projet. Cependant, il est important de souligner que la conception technique du projet a été réalisée de façon à réduire au maximum les impacts environnementaux négatifs sur le milieu récepteur.

Les mesures d'atténuation ont été identifiées pendant l'analyse d'impact. Celles-ci sont reprises dans cette section par type de milieu. La numérotation des mesures d'atténuation présentées dans cette section réfère aux milieux physique (P), biologique (B) et humain (H).

## 9.4.1 Milieu physique

### 9.4.1.1 Pente d'équilibre

**P1** Réduire au minimum l'enlèvement de débris naturels de bois, de roches, de sable ou d'autres matériaux des berges, de la rive ou du lit du plan d'eau en dessous de la ligne des hautes eaux. Si des matériaux sont retirés du plan d'eau, il faut les mettre de côté pour les replacer à leur emplacement initial une fois les travaux de construction achevés. Si les matériaux présentent une contamination, leur réutilisation ou leur disposition devra être conforme à la grille intérimaire de gestion des sols contaminés de l'annexe V du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* du MDDELCC. Si des fragments d'espèces exotiques envahissantes, notamment de roseau commun ou de renouée du Japon sont présents, les débris seront éliminés dans un lieu d'enfouissement technique (LET).

**P2** Utiliser les chemins, les bandes défrichées ou les sentiers existants dans la mesure du possible afin de ne pas perturber la végétation riveraine et d'éviter le compactage du sol. Les chemins d'accès seront balisés à l'aide de panneaux de signalisation et de clôture de chantier.

**P3** Dans la mesure du possible, émonder ou écimer la végétation au lieu de l'essoucher ou de l'arracher afin de maintenir le système racinaire.

**P4** Tout amoncellement temporaire de matériaux non consolidés pour une période de plus de 24 heures doit être protégé de l'érosion. Cette protection peut être assurée, notamment, à l'aide d'une membrane géotextile ou de barrières à sédiments, afin d'éviter leur transport vers le fleuve.

**P5** Éviter les travaux d'excavation lors de forts vents, de périodes de crues, de fortes marées ou de fortes pluies afin de minimiser le transport des sédiments vers le fleuve.

### 9.4.1.2 Qualité des sols

**P6** Ségréguer la terre végétale.

**P7** Utiliser un géotextile pour séparer les sols existants de la fondation du chemin d'accès.

**P8** Caractériser les déblais ainsi que les sédiments et les gérer en fonction à la grille intérimaire de gestion des sols contaminés de l'annexe V du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* élaboré par le MDDELCC.

**P9** Au début des travaux, l'entrepreneur doit présenter un plan d'intervention d'urgence en cas de déversement accidentel de contaminants. S'assurer que le plan d'intervention contient, au minimum, un schéma d'intervention et une structure d'alerte, et qu'il est placé dans un endroit facile d'accès et à la vue de tous les employés.

**P10** Disposer en tout temps, à proximité de l'aire des travaux, de trousses d'intervention d'urgence (produits absorbants, sacs étanches, obturateurs, gants, etc.), afin de confiner tout déversement.

**P11** Maintenir la machinerie, les équipements et les camions utilisés lors des travaux en parfait état et exempts de fuite d'huile, d'essence ou de tout autre liquide qui risquent de polluer l'environnement. Réparer dans les plus brefs délais la machinerie et les véhicules défectueux.

**P12** L'initiateur doit utiliser, pour la machinerie travaillant à proximité (moins de 15 m) ou sur le fleuve, un fluide hydraulique biodégradable et non toxique.

#### 9.4.1.3 Qualité de l'eau de surface

**P13** Mettre en place une barrière à sédiments (par exemple un rideau de turbidité durant la construction des épis pour éviter la dispersion de particule dans le fleuve lors des travaux.

**P14** Travailler à partir du talus selon une séquence de bas en haut.

**P15** Utiliser le plus possible la machinerie sur la terre ferme, au-dessus de la ligne des hautes eaux, de manière à perturber le moins possible les berges et le lit du plan d'eau.

**P16** Réaliser les travaux à marée basse, si nécessité de faire circuler de la machinerie.

**P17** Réaliser le nettoyage, l'entretien et le ravitaillement de la machinerie, ainsi que l'entreposage des hydrocarbures et des autres produits à au moins 30 m du fleuve ou sur une surface imperméabilisée lorsque ce n'est pas possible d'être à plus de 30 m.

**P18** Disposés à l'extérieur de la rive, du littoral et de tous milieux humides, dans un site autorisé les matériaux de déblais.

**P19** Retirés dans les plus brefs délais tous les débris introduits accidentellement dans le milieu aquatique.

**P20** Protéger le sol de la pluie et du ruissellement (ex. : matelas anti-érosion), les segments de rive et du littoral mis à nu dans l'attente de la reprise de la végétation permanente.

**P21** Prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher le rejet ou le transport de matériaux par l'eau, le vent, le ruissellement ou d'autres moyens pendant les travaux.

#### 9.4.1.4 Qualité de l'air

**P22** Prendre les précautions nécessaires afin de minimiser les émissions de gaz et de poussières en assurant des conditions de fonctionnement et d'entretien optimales des équipements utilisés.

**P23** Éviter de laisser fonctionner inutilement les moteurs des véhicules et de la machinerie.

**P24** Surveiller visuellement l'émission de poussières.

**P25** Arroser, au besoin, le sol pour réduire les émissions de poussières sur les chemins d'accès ou sur les surfaces de travail. Recouvrir avec des bâches fixées solidement les matériaux contenant des particules fines durant leur transport ou encore en attente de leur transport.

## 9.4.2 Milieu biologique

### 9.4.2.1 Végétation terrestre et riveraine

**B1** Favoriser l'utilisation de secteurs dénudés (ex. : stationnement) pour la mise en place des installations de chantier.

**B2** Protéger les arbres et arbustes conservés sur le site des travaux en instaurant un périmètre de protection qui sera maintenu en place pendant toute la durée des travaux (clôtures à neige, bracelet de madriers ou tout autre moyen de protection jugé efficace).

**B3** Lors de l'abattage ou de l'élagage d'un frêne, toutes les branches dont le diamètre est inférieur à 20 cm doivent être déchiquetées sur place. La longueur des copeaux issus de ce déchiquetage ne doit pas excéder 2,5 cm sur deux des trois côtés. Toutes les branches ou les parties de tronc qui excèdent 20 cm de diamètre doivent être déposées dans l'un des sites de dépôt prévus pour y être neutralisées. Respecter le Règlement de l'agglomération sur le programme de soutien à l'abattage des ormes atteints de façon incurable de la maladie hollandaise de l'orme lors de l'élagage ou l'abattage de cette espèce (R.A.V.Q. 238).

**B4** Réduire au minimum l'enlèvement de la végétation terrestre et riveraine.

**B5** Faire l'inventaire des espèces exotiques envahissantes avant le début des travaux et ce, à chaque année d'intervention. En présence de fragments d'espèce exotique envahissante et de sols ayant été en contacter avec des espèces exotiques envahissantes, mettre en place une barrière à sédiment afin d'en éviter la dispersion. En présence de glace, récupérer les débris sur la glace comme alternative aux barrières à sédiments.

**B6** Ne pas réutiliser sur place des sols excavés où des espèces exotiques envahissantes étaient présentes. Vérifier s'il y a croissance d'EEE avant la réutilisation des sols mis de côté.

**B7** Disposer des résidus d'espèces exotiques envahissantes dans un site autorisé par la Ville de Québec.

**B8** Assurer la reprise végétale à la fin des travaux en favorisant l'utilisation d'espèces indigènes présentes dans le secteur si possible.

### 9.4.2.2 Végétation aquatique

**B9** Restaurer au niveau naturel le fond de l'eau sur la base d'un relevé (profondeur et type de substrat) effectué avant le début des travaux.

**B10** En cas de pertes d'herbiers aquatiques, prévoir un plan de compensation.

#### 9.4.2.3 Avifaune et habitat

**B11** Réaliser la coupe d'arbre en dehors de la période de nidification pour les espèces de l'avifaune (15 avril au 31 août).

#### 9.4.2.4 Ichtyofaune et habitat

**B12** Concevoir des aménagements qui limitent l'empiétement sous la cote 0-2 ans.

**B13** Restaurer à leur état initial le contour des berges et la pente du lit du plan d'eau. S'il est impossible de restaurer la pente d'écoulement initiale en raison de l'instabilité, une pente stable qui n'obstrue pas le passage du poisson devrait être aménagée.

**B14** Lorsque l'ajout d'enrochement est requis, s'assurer que les roches utilisées sont de la bonne taille et nettes, et que l'enrochement respecte la pente de la berge et du littoral, ainsi que le profil naturel du cours d'eau et du littoral.

**B15** Réduire au minimum l'enlèvement de débris naturels de bois, de roches, de sable ou d'autres matériaux des berges, de la rive ou du lit du plan d'eau en dessous de la ligne des hautes eaux. Si des matériaux sont retirés du plan d'eau, il faut les mettre de côté pour les replacer à leur emplacement initial une fois les travaux de construction achevés.

**B16** Enlever tous les matériaux de construction du site après l'achèvement du projet.

**B17** Restriction des travaux dans le littoral du 1er avril au 31 août.

**B18** Vérifier de façon régulière la présence de poisson dans la zone des travaux, si un rideau de turbidité est installé, les capturer et les déplacer, les cas échéants.

#### 9.4.2.5 Herpétofaune et habitat

**B19** Réaliser un inventaire de l'herpétofaune préalablement à la réalisation des travaux pour chaque site d'intervention et présenter les résultats dans la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

**B20** Installer une clôture temporaire d'exclusion de tortue et de couleuvre si des travaux sont réalisés au printemps ou à l'été, afin de limiter le passage et la nidification des espèces à statut particulier dans la zone des travaux.

### 9.4.3 Milieu humain

#### 9.4.3.1 Activités récréotouristiques

**H1** Informer les citoyens des conséquences du projet et des risques associés à l'érosion des berges ainsi que de l'entretien à faire.

**H2** Mettre en place une signalisation adéquate afin d'informer et diriger les piétons et les cyclistes vers les sentiers piétonniers et pistes cyclables temporaires.

#### 9.4.3.2 Climat sonore

**H3** Prévenir les résidents du secteur de la date de début et de la durée prévue des travaux.

**H4** Limiter, le plus possible, l'horaire de travail en dehors de 21 h et 7 h du lundi au vendredi et entre 17 h et 9 h le samedi et le dimanche et les jours fériés conformément au Règlement de la Ville de Québec. Dans le cas où l'échéance des travaux est imminente et qu'une partie des travaux doit être réalisée en dehors des heures normales, la mesure H5 sera respectée.

**H5** S'assurer de ne pas laisser en marche inutilement la machinerie et les équipements pouvant constituer des sources de nuisances sonores.

#### 9.4.3.3 Sécurité du public et des usagers

**H6** Assurer un contrôle strict de l'accès au site et mettre en place les infrastructures nécessaires pour empêcher toute intrusion à proximité.

**H7** Conserver les numéros de téléphone d'urgence des divers services présents sur le site afin d'accélérer le processus d'intervention en cas d'incident impliquant l'un de ces services.

**H8** Mettre en place une signalisation claire indiquant les contraintes imposées par les travaux (voie obstruée, détour, stationnement interdit, etc.) afin d'assurer en tout temps la sécurité des usagers des voies publiques.

#### 9.4.3.4 Paysage

**H9** Tenir compte des vues existantes dans la conception des aménagements.

**H10** Prévoir des percées visuelles sur certains tronçons à stabiliser.

#### 9.4.3.5 Patrimoine bâti et archéologie

**H11** Réaliser un inventaire archéologique préalable aux travaux de stabilisation envisagés dans les secteurs où existe un potentiel archéologique. Les inventaires archéologiques seront réalisés au moment de la demande de certificat d'autorisation et la stratégie d'intervention archéologique sera déposée à ce moment.

**H12** Si un bien ou un site archéologique est découvert lors des travaux d'excavation, arrêter les travaux et informer sans délai le responsable du chantier.

**H13** Éviter toute intervention de nature à compromettre l'intégrité du bien ou du site découvert et aviser un représentant du ministère de la Culture et des Communications (MCC).

## 9.5 PROJET DE COMPENSATION POUR L'HABITAT DU POISSON

Les travaux empiéteront dans les herbiers aquatiques sur une superficie 2 409 $m^2$. Un projet de compensation sera développé et présenté au moment de la demande de certificat d'autorisation et transmis aux autorités compétentes (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que Pêches et Océans Canada).

## 9.6 SOMMAIRE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le programme de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier a pour objectif d'améliorer les conditions environnementales et réduire le potentiel d'érosion dans cette dernière. Bien que le tableau 26 permette de constater que le projet n'occasionnera que des impacts résiduels non importants, les éléments suivants nécessitent davantage de précisions :

- **Habitat d'espèces à statut particulier de l'ichtyofaune** : Certains travaux toucheront ou seront adjacents à des habitats essentiels légalement désignés en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. Une attention particulière devra être accordée à ces travaux. Un projet de compensation sera développé au moment approprié ;

- **Habitat d'espèces à statut particulier de l'herpétofaune :** La présence du chantier dans une partie de l'habitat de la tortue géographique et de la couleuvre d'eau pourrait affecter leur cycle de vie et même entraîner la mort d'individus restés prisonniers du chantier. Une clôture visant à les empêcher d'y pénétrer devra être mise en place si des travaux sont prévus lorsqu'elles sont les plus actives, soit au printemps ou à l'été ;

- **Période de restriction** : Le calendrier des travaux devra considérer les périodes de restriction pour certaines composantes. Le tableau suivant précise ces périodes. Les restrictions associées aux travaux en eau s'appliqueront pour les travaux sous la cote 0-2 ans tandis que la restriction en matière de déboisement s'applique pour toutes les catégories de travaux.

Il appert que des travaux en période automnale sont les plus appropriés.

**Tableau 28 Restrictions environnementales**

| Jan. | Févr. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Restriction des travaux dans le littoral (1er avril au 31 août) | | | | | | | | |
| | | | | Restriction du déboisement (15 avril au 31 août) | | | | | | | |
| | | | Période de crue (15 mars au 15 mai) | | | | | | | | |

# 9.7 ÉVALUATION DES IMPACTS CUMULATIFS

## 9.7.1 Méthodologie

Les effets résiduels du projet décrits dans la section précédente sont susceptibles d'interagir de façon cumulative avec les effets environnementaux résiduels provenant d'autres activités concrètes (projets passés, actuels et raisonnablement envisageables). Les projets et les activités futurs qui sont raisonnablement envisageables sont ceux qui : (a) ont fait l'objet d'une annonce publique, dont la période de réalisation a été définie et pour lesquels on a accès à suffisamment de détails pour permettre une évaluation valable (b) font actuellement l'objet d'une évaluation environnementale ou (c) sont dans un processus d'autorisation.

L'évaluation des effets cumulatifs est entreprise dans le but de savoir si ces deux conditions sont réunies :

- le projet a des effets environnementaux résiduels sur une ou des composantes environnementales ;
- les effets résiduels pourraient agir cumulativement avec les effets résiduels provenant d'autres activités concrètes passées, actuelles ou raisonnablement envisageables.

Si ces conditions ne sont pas remplies, l'évaluation des effets cumulatifs se conclut par une déclaration indiquant que la poursuite de l'évaluation des effets cumulatifs n'est pas nécessaire étant donné que le projet n'a pas d'interaction cumulative avec d'autres projets ou activités.

Le tableau suivant présente la liste des projets et des activités concrets qui pourraient interagir cumulativement avec le projet. Trois composantes valorisées de l'environnement ont été identifiées en fonction des impacts du présent projet.

**Tableau 29 Interactions qui peuvent contribuer aux impacts cumulatifs**

| Autres projets et activités concrets présentant de potentiels impacts environnementaux cumulatifs | Composante valorisée de l'environnement | |
|---|---|---|
| | Habitat pour la faune aquatique | Qualité de vie |
| Activités concrètes liées au présent projet | ✓ | ✓ |
| Activités concrètes futures | | |
| Réfection de l'usine de traitement de l'eau potable de Sainte-Foy | | ✓ |
| Réfection des escaliers 7 et 8 du sentier des Grèves | | ✓ |
| Finalisation de la phase II de la promenade Samuel de Champlain | | |
| Requalification du dépôt à neige de Sainte-Foy | ✓ | ✓ |
| Végétalisation de sentiers devenus dangereux suite à des éboulis | | ✓ |

| Autres projets et activités concrets présentant de potentiels impacts environnementaux cumulatifs | Composante valorisée de l'environnement | |
|---|---|---|
| | Habitat pour la faune aquatique | Qualité de vie |
| Réfection d'une traverse piétonne non sécuritaire dans la courbe en pente du chemin du Pavillon | | ✓ |

REMARQUES :

✓= Autres projets et activités concrets dont les impacts résiduels sont susceptibles d'interagir de façon cumulative avec les impacts environnementaux résiduels du projet.

– = Aucune interaction entre les impacts résiduels d'autres projets et ceux du projet n'est anticipée.

L'évaluation des impacts environnementaux cumulatifs qui sont susceptibles de découler du projet et d'interagir avec d'autres projets et activités concrets est présentée dans les sections suivantes.

## 9.7.2 Habitat pour la faune aquatique

### 9.7.2.1 Description de la composante valorisée de l'environnement

L'habitat du poisson et de quelques espèces à statut particulier est retrouvé dans la zone d'étude, en particulier dans les herbiers aquatiques qui longent les berges de la plage Jacques-Cartier. L'anthropisation est généralement limitée dans ce secteur ; les activités portuaires se déroulant plus à l'est sur le fleuve.

### 9.7.2.2 Mécanismes des impacts cumulatifs

Les travaux de stabilisation des berges sont susceptibles de causer une détérioration de la qualité des habitats aquatiques suite à l'augmentation des matières en suspension et un empiétement dans ces derniers. Des travaux au niveau du dépôt à neige de Sainte-Foy pourraient causer un apport en particules dans le fleuve si les mesures de protection ne sont pas mises en place. Considérant les vitesses lentes du secteur et le diamètre des particules en suspension, celles-ci auront tendance à se déposer à proximité des zones de travaux et par conséquent dans des secteurs où les herbiers sont présents. La multiplication des travaux en absence de mesures de protection environnementale est susceptible d'augmenter les sédiments et de diminuer la productivité des herbiers aquatiques du secteur.

### 9.7.2.3 Mesures d'atténuation des impacts cumulatifs

Comme la Ville de Québec est le promoteur des projets identifiés, celle-ci pourra s'assurer qu'un plan de gestion et de contrôle de l'érosion est en place pour limiter les impacts sur les habitats de la faune aquatique pour chacun des projets. Par ailleurs, un projet de compensation sera mis en œuvre pour compenser les pertes d'habitat associées au projet. La Ville devra également s'assurer que de futurs travaux n'empiètent pas sur le projet de compensation proposé.

## 9.7.3 Qualité de vie

### 9.7.3.1 Description de la composante valorisée de l'environnement

La qualité de vie par l'entremise de l'intégration urbaine, l'expérience du visiteur dans le cadre d'activités récréotouristiques, le climat sonore et la qualité de l'air est un élément préoccupant pour les résidents habitants à proximité et les usagers qui utilisent les espaces verts et les rives. Les travaux de stabilisation des berges nécessitent des travaux d'enrochement et entraîneront une hausse des nuisances sur la qualité de vie de façon temporaire, soit lors des travaux. En contrepartie, les aménagements proposés auront un impact positif de façon permanente une fois les travaux terminés puisqu'ils pérenniseront les berges actuelles.

### 9.7.3.2 Mécanismes des impacts cumulatifs

Les travaux de stabilisation des berges sont susceptibles de causer un dérangement pour les résidents et les usagers des espaces verts adjacents au parc de la Plage-Jacques-Cartier. En effet, les travaux de déblai et de remblai généreront du bruit et des poussières le long des berges et entraîneront la fermeture de certains tronçons. De la même façon, les travaux associés aux autres projets prévus sont susceptibles de causer les mêmes impacts sur la qualité de vie. La qualité de vie des résidents sera donc perturbée ponctuellement et localement.

### 9.7.3.3 Mesures d'atténuation des impacts cumulatifs

Comme la Ville de Québec est le promoteur des projets identifiés, celle-ci pourra s'assurer que l'ordonnancement des travaux soit optimisé afin de limiter les nuisances. La Ville communiquera fréquemment avec les citoyens pour annoncer les différents travaux prévus dans chaque secteur.

## 9.7.4 Analyse des impacts cumulatifs

Le tableau 24 suivant résume les impacts environnementaux cumulatifs sur les composantes valorisées de l'environnement décrites précédemment.

### Tableau 30 Impacts cumulatifs résiduels

| Impact cumulatif résiduel | Caractérisation des impacts cumulatifs résiduels | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Orientation | Ampleur | Étendue | Durée | Fréquence | Réversibilité |
| Habitat de la faune aquatique | | | | | | |
| Impact cumulatif résiduel | N | M | L | CT | R | R |
| Contribution du projet à l'impact cumulatif résiduel | Le projet prévoit l'empiétement de l'habitat de la faune aquatique sur une superficie maximale de 2 409 m$^2$. | | | | | |
| Qualité de vie | | | | | | |
| Impact cumulatif résiduel | N | F | L | CT | R | R |
| Contribution du projet à l'impact cumulatif résiduel | Les travaux seront localisés sur certains segments (1 115 m). | | | | | |

Légende

Orientation :
P : Positive
N : Négative
Nt : Neutre

Ampleur :
N : Négligeable (pas de modification)
F : Faible (peu de modifications des caractéristiques de la CVE)
M : Modérée (perte de certaines caractéristiques de la CVE)
E : Élevée (perte des caractéristiques propres de la CVE

Étendue géographique
P : Ponctuelle
L : Locale
R : Régionale

Durée :
CT : Court terme
MT : Moyen terme
LT : Long terme
s.o. : Sans objet

Fréquence :
U : Événement unique
I : Événement irrégulier
R : Événement régulier
C : Permanent

Réversibilité :
R : Réversible
I : Irréversible

## 9.7.5 Détermination de l'importance

### 9.7.5.1 Habitat pour la faune aquatique

Toutes les mesures seront prises pour maintenir une charge sédimentaire sous les normes pendant les travaux. La superficie d'empiétement sera limitée au minimum et un projet de compensation sera développé dans le cadre du programme. Par conséquent, l'impact cumulatif appréhendé sur la composante *habitat pour la faune aquatique* est jugé non important en tenant compte des mesures d'atténuation.

### 9.7.5.2 Qualité de vie

Le programme de stabilisation des berges se déroulera sur environ 1 115 m dans un secteur fréquenté par des randonneurs. La population sera avisée de ceux-ci. Par conséquent, l'impact cumulatif appréhendé sur la composante *qualité de vie* est jugé non important en tenant compte des mesures d'atténuation.

# 10.0 GESTION DES RISQUES ET ACCIDENTS

## 10.1 ACCIDENTS ET DÉFAILLANCE

Les chantiers de construction sont toujours susceptibles de faire l'objet de défaillances techniques ou d'éventuels accidents. Plusieurs de ces défaillances et accidents éventuels sont mineurs et sans conséquence majeure. Par exemple, des bris dans les équipements pourraient certes ralentir le travail, mais sans avoir d'incidence sérieuse sur les travailleurs ou sur l'environnement dans son ensemble. Ou encore, des accidents de travail mineurs (entorse, tendinite, bursite, spasme musculaire, etc.) survenant dans tout environnement de travail où des efforts physiques sont exigés peuvent avoir lieu.

L'utilisation de machinerie et d'équipement en bon état permettra de limiter les risques de défaillances. De plus, une gestion adéquate du chantier, conformément au Code de sécurité pour les travaux de construction administrés par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST), permettra également de réduire les risques d'accident.

## 10.2 PLAN DE MESURES D'URGENCE

La mise en place d'un plan d'urgence visera à gérer adéquatement toute situation présentant des risques pour la santé, la sécurité et l'environnement découlant d'accidents, de déversements, de fuites ou de bris d'équipement. Dans le cadre du présent projet, les risques préliminaires identifiés sont les suivants :

- Collision avec blessés entre des véhicules et des équipements du chantier ;
- Collision avec blessés entre les véhicules de chantier et les usagers de la piste cyclable ou les piétons ;
- Accident impliquant un déversement de produits dangereux (hydrocarbures, produits chimiques, etc.) sur les berges ou au niveau du fleuve Saint-Laurent.

Il sera de la responsabilité de l'entrepreneur d'élaborer son plan des mesures d'urgence, en complétant les étapes suivantes au moment de la planification du chantier :

- Nomination d'un chef de chantier ;
- Organisation du plan des mesures d'urgence (incluant l'identification des risques, la formation des intervenants, les actions à poser, la responsabilité et les coordonnées des intervenants, les coordonnées des organismes à contacter en cas d'urgence, le réseau de communication, le rapport d'incident et la localisation des équipements de secourisme) – un aide-mémoire de ce plan pourrait être remis à tous les travailleurs ou personnes pouvant accéder au chantier.

# 11.0 PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAUX

Dans le cadre des travaux de protection des berges du fleuve Saint-Laurent, des programmes de surveillance et de suivi environnementaux seront mis en place afin d'assurer la mise en application des mesures de protection de l'environnement et des mesures d'atténuation particulières proposées et le succès de leur implantation à moyen et long terme.

## 11.1 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de surveillance environnementale décrit les moyens qui seront mis en place par la Ville de Québec pour assurer le bon déroulement des travaux de construction et le respect des exigences légales et des mesures environnementales énumérées à la section 9. Ce programme inclut toutes les activités, et se fera en deux étapes, soit :

- L'intégration des mesures environnementales et des autres considérations environnementales dans les plans et devis de construction ;
- L'application des mesures environnementales lors des travaux de mobilisation du chantier et de stabilisation des berges.

### 11.1.1 Préparation des plans et devis

À cette étape, les mesures environnementales énumérées à la section 9 et, s'il y a lieu, les exigences particulières inscrites dans les autorisations délivrées par les autorités gouvernementales seront intégrées aux plans et devis des travaux lors de la préparation de ces documents.

### 11.1.2 Travaux de protection

Les personnes chargées de la surveillance environnementale du chantier auront comme mandat d'assurer l'application concrète des mesures d'atténuation au chantier.

La responsabilité de la surveillance du chantier incombera à un représentant de la Ville de Québec ou, le cas échéant, à l'ingénieur de la firme mandatée pour la réalisation du projet. La Ville déléguera la tâche de la surveillance environnementale à un professionnel qualifié, qui s'assurera que toutes les mesures environnementales qui figurent au présent rapport et les clauses environnementales incluses au contrat (Devis spécifique) qui touchent l'environnement ainsi que les dispositions des autorisations environnementales, le cas échéant, soient respectées par l'entrepreneur et ses sous-traitants. Au besoin, un spécialiste en environnement sera disponible en cas de problèmes ou d'ajustements en regard des mesures environnementales prescrites.

## 11.2 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

La Ville de Québec fera en sorte qu'un programme de suivi environnemental soit mis en place. Ce programme portera sur trois aspects, soit la pérennité et l'efficacité de l'enrochement pour contrer l'érosion des berges, la survie de la végétation dans l'enrochement et en haut de talus et le seuil déclencheur pour la recharge serait lorsque la géogrille commence à être apparente.

Le suivi de l'enrochement s'effectuera par les représentants de la Ville sur une période de dix ans (aux années 1, 3 et 5 suivant chaque intervention). Ce suivi permettra de confirmer l'efficacité du concept de protection employé pour contrer l'érosion et d'apporter les correctifs au besoin. Les facteurs utilisés pour valider l'efficacité de chaque type d'interventions seront également décrits.

Le tableau suivant dresse un portrait des programmes de suivis prévus dans le cadre du projet.

**Tableau 31 Suivis environnementaux prévus**

| Suivi | Durée | Récurrence | Date de dépôt des rapports | Objectifs |
|---|---|---|---|---|
| Suivi de l'enrochement | 5 ans | Années 1, 3 et 5 suivant l'année de réalisation des travaux | Hiver suivant chaque année de suivi | Confirmer l'efficacité du concept de protection employé pour contrer l'érosion et d'apporter les correctifs au besoin. |
| Suivi de la végétalisation | | | | Assurer la survie des végétaux plantés lors de la réalisation des travaux, de vérifier la progression de leur dispersion dans l'enrochement et en haut de talus ainsi que la reprise des herbiers aquatiques perturbés, le cas échéant.<br>Émettre des recommandations sur l'entretien des végétaux au besoin et d'apporter les correctifs nécessaires, le cas échéant, comme le remplacement de plants morts. |
| Suivi du projet de compensation | | | | Évaluer l'intégrité physique des aménagements.<br>Évaluer l'utilisation des aménagements par la faune. |
| Suivi de la recharge de plage | 10 ans | Au deux ans suivant l'année de réalisation des travaux | Un mois suivant la visite du site | Évaluer la nécessité d'effectuer une recharge de plage lorsque la géogrille est visible. |

# 12.0 RÉFÉRENCES

AANDC. 2017. *Profil des Premières nations – Nation Huronne Wendat*. En ligne : http://fnp-ppn.aandc-aadnc.gc.ca/fnp/Main/Search/FNRegPopulation.aspx?BAND_NUMBER=50&lang=fra

AARQ. 2017. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent

Association forestière des deux rives (AF2R). 2017. *Parc de la Plage-Jacques-Cartier*. En ligne : http://www.parcsnaturelsquebec.org/quebec/sainte-foy-sillery-cap-rouge/parc-de-la-plage-jacques-cartier/

ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC. 2017. *Parcelle 19CM27*. En ligne : http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/ (consulté le 13 octobre 2017).

BPR. 2012. *Étude d'avant-projet - Contrôle de l'érosion des berges à la Plage-Jacques-Cartier*. 18 pages + annexes.

CANARDS ILLIMITÉS CANADA (CIC). 2017. *Cartographie détaillée des milieux humides du sud du Québec*. Données géomatiques.

CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ). 2017a. *Occurrences d'espèces floristiques menacées ou vulnérables à la Plage-Jacques-Cartier (rive nord du fleuve, rayon 8 km de la coordonnée)*. Lettre de Christian Brochu du MDDELCC reçu le 25 juillet 2017.

CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ). 2017b. *Occurrences d'espèces fauniques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées*. Lettre de Gilbert Rondeau du MFFP reçu le 24 juillet 2017.

CMQ. 2016. *Territoire*. En ligne : http://www.cmquebec.qc.ca/communaute-metropolitaine-quebec/territoire (consulté le 25 juillet 2017).

Commission de la Capitale nationale. 2017. *Sentier des Grèves.* http://www.capitale.gouv.qc.ca/parcs-et-places-publiques/parcs/sentier-des-greves

COSEPAC. 2017. Espèces sauvages canadiennes en péril. Comité sur la situation des espèces en au Canada. En ligne : http://www.registrelep.gc.ca/sar/assessment/wildlife_species_assesed_f.cfm (consulté le 19 décembre 2017)

DESSAU. 2012. *Protection des berges du fleuve Saint-Laurent entre les lots 1 315 062 et 1 315 094 du cadastre de la Ville de Québec.* Étude d'impact sur l'environnement. No de dossier : 3211-02-262. 84 pages + annexes.

EBIRD QUÉBEC. 2017. *Parc nautique de Cap-Rouge et parc de la Plage-Jacques-Cartier*. En ligne : http://ebird.org/ebird/qc/hotspots (consulté le 13 octobre 2017).

GOUVERNEMENT DU CANADA. 2017. *Normale climatique au Canada de 1981 à 2010 – Station Québec/Jean Lesage Intl A (7 016 294)*. En ligne : http://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_f.html?searchType=stnProx&txtRadius=25&optProxType=city&selCity=46%7C49%7C71%7C13%7CQu%C3%A9bec&selPark=&txtCentralLatDeg=&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongDeg=&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=5251&dispBack=0 (consulté le 7 août 2017).

GROUPE ABS INC. 2015a. *Évaluation environnementale de site – Phase I. Stabilisation des berges Plage-Jacques-Cartier, Arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge Québec, Québec*. Rapport présenté à la Ville de Québec. 16 pages + 6 annexes.

RÉFÉRENCES

GROUPE ABS INC. 2015 b. *Évaluation environnementale de site – Phase II. Plage-Jacques-Cartier, Arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge Québec, Québec*. Rapport présenté à la Ville de Québec. 15 pages + annexes.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (ISQ). 2017. *Banque de données des statistiques officielles sur le Québec*. En ligne : http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPERKT46Z90774413201657hg5Os&p_lang=1&p_m_o=ISQ&p_id_ss_domn=1093&p_id_raprt=916

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DE QUÉBEC (MAPAQ). 2017. Réponse à une requête de données, fournie le 13 octobre 2017 par M. Rémy Morrissette, responsable des permis de pêche commerciale.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2015. Normes de stratification écoforestières, Quatrième inventaire écoforestier du Québec méridional. En ligne : https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/pdf/norme-stratification.pdf (consulté le 19 décembre 2017)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2005. *Technique de stabilisation des rives*. En ligne : http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/stabilisation_rives.pdf (consulté le 12 décembre 2017).

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). 2011. *Fiche technique no 2 : Stabilisation mécanique des rives*. 10 pages.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2017a. *Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques*. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_fleuve.asp (consulté le 7 septembre 2017).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2017b. *Statistiques sur l'indice de la qualité de l'air*. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/iqa/statistiques/index.htm (consulté le 7 septembre 2017).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2017 c. *Habitat floristique du Parc-de-la-Plage-Jacques-Cartier*. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/habitats/jacques-cartier/index.htm (consulté le 13 octobre 2017).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2017d. *Habitat floristique du Boisé-de-Marly*. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/habitats/boise-marly/index.htm (consulté le 13 octobre 2017).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 1986. Zones inondables – Fleuve Saint-Laurent. Tronçon Grondine – Saint-Anne-des-Monts. Calcul des niveaux de récurrence 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Document de travail : RA-863-02. 34 pages + annexes.

NORDA STELO. 2016. *Dynamique de l'érosion et étude des variantes Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier (N/Réf. : 110484.001-301)*. Rapport préparé pour la Ville de Québec. 63 pages + 3 annexes.

ORGANISME DES BASSINS VERSANTS DE LA CAPITALE (OBVC). 2015. *Bassin de la rivière du Cap Rouge / Rivières.* En ligne : http://www.obvcapitale.org/bassin-de-la-riviere-du-cap-rouge-rivieres (consulté le 19 décembre 2017).

PORTAIL QUÉBEC. 2017. *Le Québec – Portraits des régions, Capitale-Nationale*. En ligne : http://www.gouv.qc.ca/FR/LeQuebec/Pages/CapitaleNationale.aspx

SYSTÈME D'INFORMATION HYDROGÉOLOGIQUE (SIH). 2017. *Résultat de la recherche dans un rayon de 1,2 km autour du point 46°44'56,24"N ; 71°19'21,62"O*. En ligne : http://www.sih.mddep.gouv.qc.ca/cgi-bin/extraction.cgi (consulté le 6 octobre 2017).

VERVILLE, J.-F. 2010. *Paléoenvironnements et fluctuations du niveau marin relatif holocènes dans le bassin versant de la rivière Cap-Rouge, Québec*. Mémoire de maîtrise, département de géographie, Université Laval. 72 pages.

VILLE DE QUÉBEC. 2005. *Plan directeur d'aménagement et de développement de la ville de Québec. Adopté le 20 juin 2005.* En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/amenagement_urbain/pdad/

VILLE DE QUÉBEC. 2016. *Étude de potentiel archéologique – Parc de la Plage-Jacques-Cartier, Arrondissement Saint-Foy-Sillery-Cap-Rouge, Ville de Québec*. 46 pages + 1 annexe.

VILLE DE QUÉBEC. *2016. Place aux arbres, vision de l'arbre 2015-2025.* En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/milieuxnaturels/docs/vision_arbre_2015_2025.pdf

VILLE DE QUÉBEC. 2017a. *Citoyens – Loisirs et sports, Parcs et bases de plein air*. En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/loisirs_sports/parcs/index.aspx

VILLE DE QUÉBEC. 2017b. *À propos de la ville – Mairie et vie démocratique, Administration*. En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/vie_democratique/administration/services_organismes_municipaux/index.aspx

VILLE DE QUÉBEC. 2017c. *Ville de Québec – patrimoine urbain.* En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/culture_patrimoine/patrimoine/patrimoine_urbain/index.aspx

Ville de Québec. 2017d. *Agrile du frêne – Vision et stratégie de lutte*. En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/arbres/agrile-frene/strategie-ville.aspx

Ville de Québec. 2017e. *RÈGLEMENT DE L'AGGLOMÉRATION SUR LE PROGRAMME DE SOUTIEN À L'ABATTAGE DES ORMES ATTEINTS DE FAÇON INCURABLE DE LA MALADIE HOLLANDAISE DE L'ORME*. En ligne : http://reglements.ville.quebec.qc.ca/fr/showdoc/cr/R.A.V.Q.238

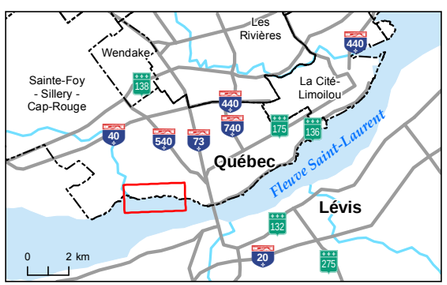
VILLE DE QUÉBEC. 2018. *Répertoire des milieux naturels d'intérêt - Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge – Parc de la Plage-Jacques-Cartier*. En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/milieuxnaturels/repertoire_milieux_naturels/docs/Site3-13f.pdfVILLE DE QUÉBEC. s.d. *Plan des grandes affectations du sol, Arrondissement de Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge.* En ligne : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/amenagement_urbain/pdad/docs/affectations_sol/pdad_2011/pdad_affectations_sfscr.pdf

STATISTIQUE CANADA. 2017. *Québec, V [Subdivision de recensement], Québec et Québec [Province]* (tableau). *Profil du recensement*, Recensement de 2016, produit nº 98-316-X2016001 au catalogue de Statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 13 septembre 2017. En ligne : http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/Page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2423027&Geo2=PR&Code2=24&Data=Count&SearchText=Québec&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=24 (consulté le 19 septembre 2017)

# ANNEXES

# Annexe A CARTOGRAPHIE




**Limite**

Zone d'étude

Sources
Image aérienne : Digital Globe, 2017
Réseau routier : Adresses Québec, 2016

0 100 200 m
1:7 500 (Au format original 11x17)
Système de coordonnées: NAD 1983 MTM 7

Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, #250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540

N° projet : 167040090
N° dessin : C0001
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Joëlle Duguay
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

Ville de Québec
Stabilisation des berges
de la Plage Jacques-Cartier

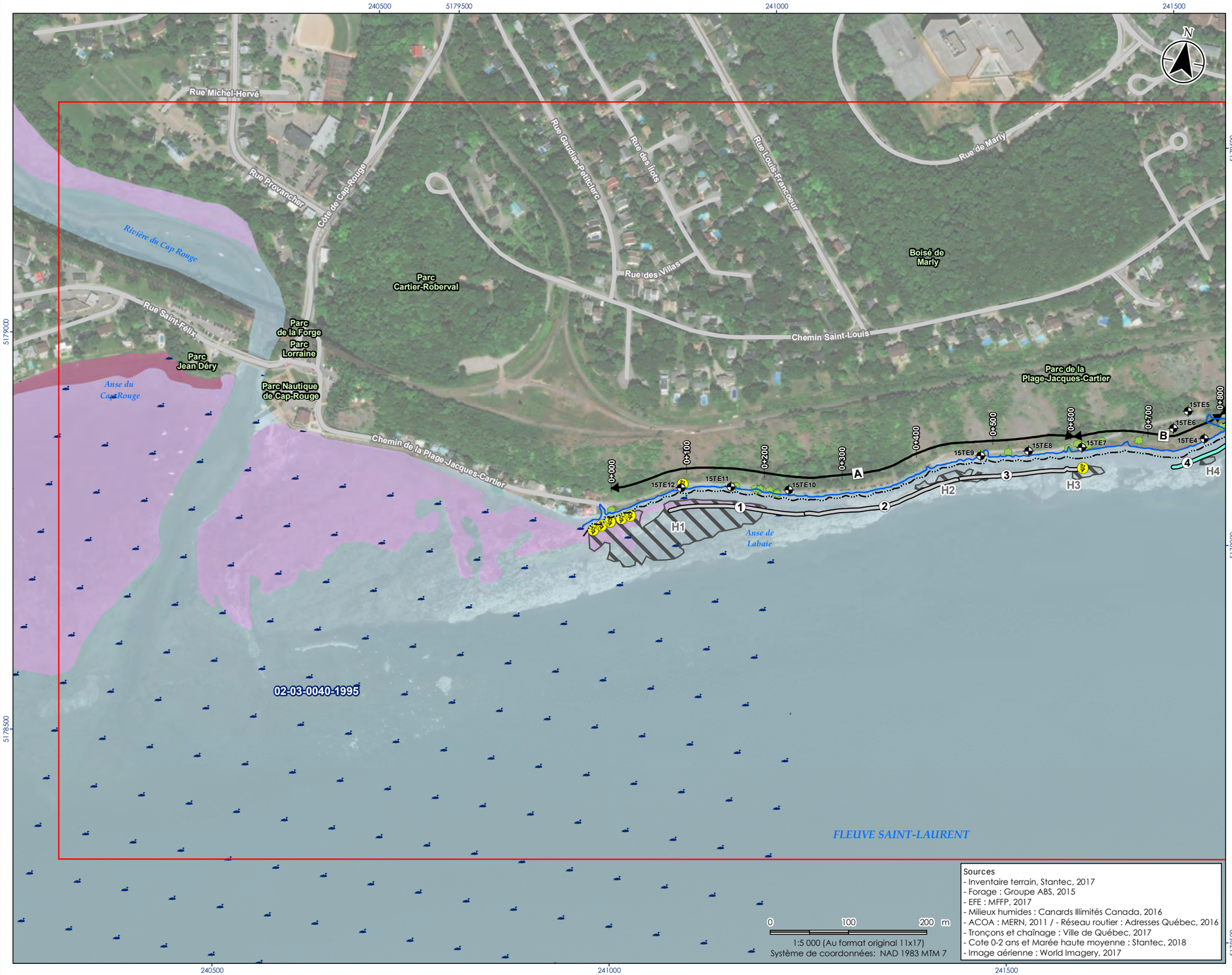
Titre

Figure 1
Zone d'étude



Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.

Fichier : //CD1128-F01 ou \\cd1127-f01\projets_partages\167040090\GO\2 DocPro\Concept\6 Géomatique\2_Cartes\1_MXD\167040090-C0001-00_Loc_20180517.mxd Révision: 2018-05-17 Par: vboily




Sources
- Inventaire terrain, Stantec, 2017
- Forage : Groupe ABS, 2015
- EFE : MFFP, 2017
- Milieux humides : Canards Illimités Canada, 2016
- ACOA : MERN, 2011 / - Réseau routier : Adresses Québec, 2016
- Tronçons et chaînage : Ville de Québec, 2017
- Cote 0-2 ans et Marée haute moyenne : Stantec, 2018
- Image aérienne : World Imagery, 2017


Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540


**Composante de projet**
- Zone d'étude
- 0+100 Chainage
- Forage (Groupe ABS, 2015)
- 15TE1 Identification du forage

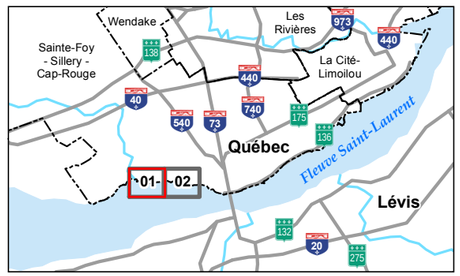
**Type d'aménagement par tronçon**
- Enrochement avec végétation
- Enrochement avec végétation et Recharge de plage avec géogrille
- Enrochement sans végétation
- Enrochement avec génie végétal et Recharge de plage avec géogrille
- Recharge de plage avec géogrille
- Épi en enrochement
- 1 Identification du tronçon

**Végétation terrestre**
- Arbre mature
- Espèce exotique envahissante
- Espèce floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée
- Écosystème forestier exceptionnel
- P1 Parcelle forestière
- Segment de végétation terrestre homogène
- A Identification du segment

**Milieu aquatique**
- Aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)
- 02-03-0040-1995 Identification de l'ACOA
- H1 Herbier aquatique

**Hydrographie**
- Cote 0-2 ans
- Marée haute moyenne
- Étendue d'eau

**Milieu humide**
- Marais
- Prairie humide




N° projet : 167040090-200.102
N° dessin : C0004
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Joëlle Duguay
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

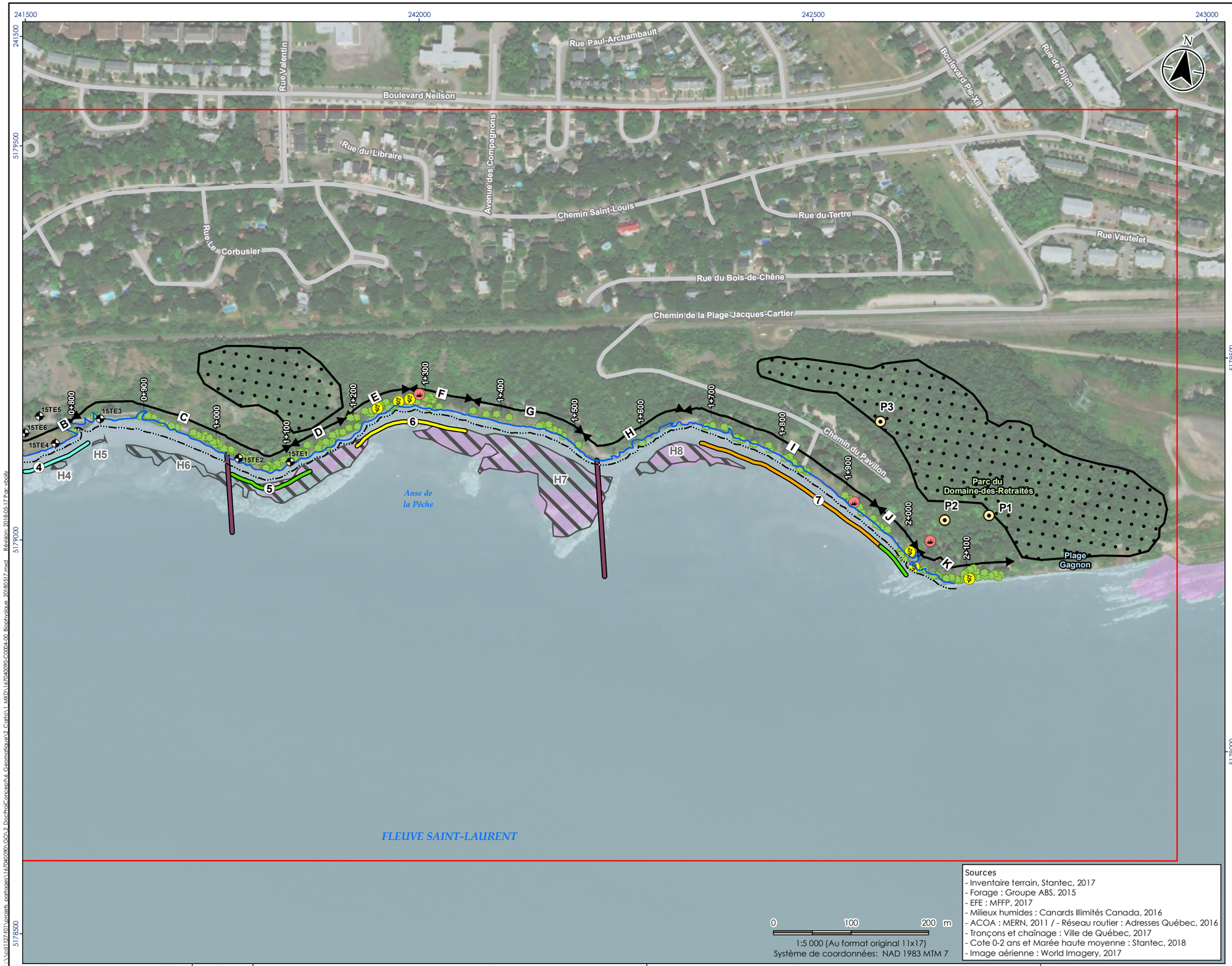
Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier

Titre

Figure 2
Milieu biophysique



Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.




Sources
- Inventaire terrain, Stantec, 2017
- Forage : Groupe ABS, 2015
- EFE : MFFP, 2017
- Milieux humides : Canards Illimités Canada, 2016
- ACOA : MERN, 2011 / - Réseau routier : Adresses Québec, 2016
- Tronçons et chaînage : Ville de Québec, 2017
- Cote 0-2 ans et Marée haute moyenne : Stantec, 2018
- Image aérienne : World Imagery, 2017


Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540


**Composante de projet**
- Zone d'étude
- 0+100 Chainage
- Forage (Groupe ABS, 2015)
- 15TE1 Identification du forage

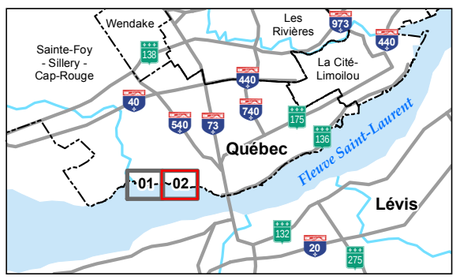
**Type d'aménagement par tronçon**
- Enrochement avec végétation
- Enrochement avec végétation et Recharge de plage avec géogrille
- Enrochement sans végétation
- Enrochement avec génie végétal et Recharge de plage avec géogrille
- Recharge de plage avec géogrille
- Épi en enrochement
- 1 Identification du tronçon

**Végétation terrestre**
- Arbre mature
- Espèce exotique envahissante
- Espèce floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée
- Écosystème forestier exceptionnel
- P1 Parcelle forestière
- Segment de végétation terrestre homogène
- A Identification du segment

**Milieu aquatique**
- Aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA)
- 02-03-03-10 -1005 Identification de l'ACOA
- H1 Herbier aquatique

**Hydrographie**
- Cote 0-2 ans
- Marée haute moyenne
- Étendue d'eau

**Milieu humide**
- Marais
- Prairie humide




N° projet : 167040090-200.102
N° dessin : C0004
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Joëlle Duguay
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier

Titre

Figure 2
Milieu biophysique



Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.




Sources
- Inventaire terrain , Stantec, 2017
- Bathymétrie : GéniArp, 2017
- Tronçon et chaînage : Ville de Québec, 2017
- Cote 0-2 ans et Marée haute moyenne : Stantec, 2018
- Réseau routier : Adresses Québec, 2016
- Image aérienne : World Imagery, 2017


Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540


**Composante de projet**
- Zone d'étude
- 0+100 Chaînage

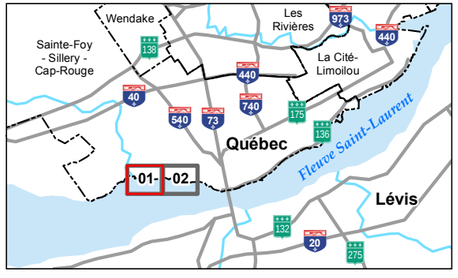
**Type d'aménagement par tronçon**
- Enrochement avec végétation
- Enrochement avec végétation et Recharge de plage avec géogrille
- Enrochement sans végétation
- Enrochement avec génie végétal et Recharge de plage avec géogrille
- Recharge de plage avec géogrille
- Épi en enrochement
- ① Identification du tronçon

**Habitat du poisson**
- Station de pêche
- S1 Identification de la station
- Secteur propice aux mulettes

**Hydrographie**
- Bathymétrie (m)
- Cote 0-2 ans
- Marée haute moyenne
- Étendue d'eau

0 100 200 m

1:5 000 (Au format original 11x17)
Système de coordonnées: NAD 1983 MTM 7




N° projet : 167040090-200.102
N° dessin : C0005
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Joëlle Duguay
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier

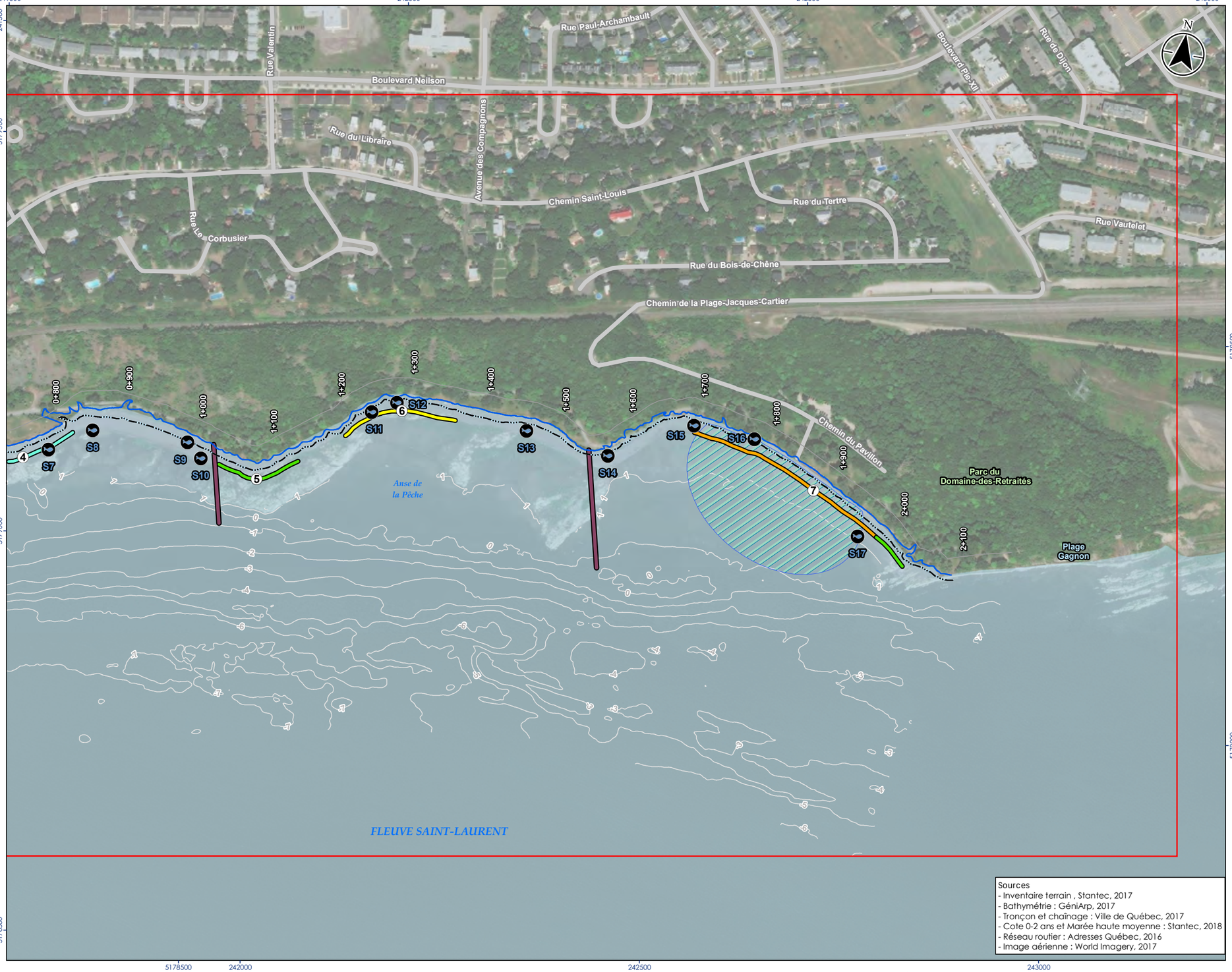
Titre

Figure 3
Habitat du poisson



Fichier : \\cd1127-f01\projets_partages\167040090\GO\2_DocProjConcept\6_Geomatique\2_Carto\1_MXD\167040090-C0005-00_Poisson_20180517.mxd Révision: 2018-05-17 Par: vboily

Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.




Sources
- Inventaire terrain , Stantec, 2017
- Bathymétrie : GéniArp, 2017
- Tronçon et chaînage : Ville de Québec, 2017
- Cote 0-2 ans et Marée haute moyenne : Stantec, 2018
- Réseau routier : Adresses Québec, 2016
- Image aérienne : World Imagery, 2017


Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540


**Composante de projet**

- Zone d'étude
- 0+100 Chaînage

**Type d'aménagement par tronçon**

- Enrochement avec végétation
- Enrochement avec végétation et Recharge de plage avec géogrille
- Enrochement sans végétation
- Enrochement avec génie végétal et Recharge de plage avec géogrille
- Recharge de plage avec géogrille
- Épi en enrochement
- ① Identification du tronçon

**Habitat du poisson**

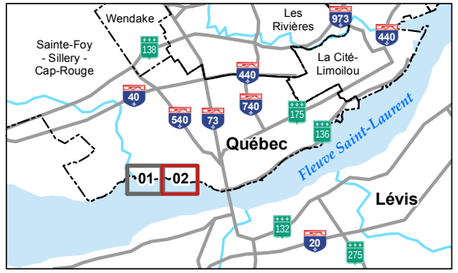
- Station de pêche
- S1 Identification de la station
- Secteur propice aux mulettes

**Hydrographie**

- Bathymétrie (m)
- Cote 0-2 ans
- Marée haute moyenne
- Étendue d'eau

0 100 200 m

1:5 000 (Au format original 11x17)
Système de coordonnées: NAD 1983 MTM 7




N° projet : 167040090-200.102
N° dessin : C0005
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Joëlle Duguay
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier

Titre

Figure 3
Habitat du poisson



Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.

Stantec
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Téléphone : 418.626.2054
Télécopieur : 418.647.2540

**Composante de projet**
- Zone d'étude
- Cadastre
- 1 411 292 Numéro de lot

**Unité de paysage**
- A - Falaise et fleuve
- B - Boisé
- C - Boisé et parc aménagé

**Affectation du sol**
- Résidentielle urbaine
- Commerciale de détails et services urbain
- Mixte
- Publique, institutionnelle et communautaire
- Récréation, parc et espace vert
- Conservation naturelle
- Réseau et infrastructure d'utilité publique

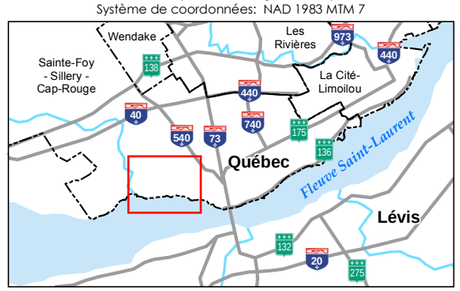
**Archéologie**
- Site archéologique
- CeEu-4 Identification du site
- P1 Zone à potentiel archéologique

**Infrastructure**
- Rampe de mise à l'eau
- Sentier des Grèves
- Route verte
- Réseau ferroviaire

**Réseau routier**
- Autoroute
- Artère et collectrice
- Locale

0 250 500 m

1:10 000 (Au format original 11x17)
Système de coordonnées: NAD 1983 MTM 7




N° projet : 167040090-200.102
N° dessin : C0006
Révision : 00
Date : 2018-05-17

Préparé par : Marie-Hélène Côté
Dessiné par : Véronique Boily
Vérifié par : Philippe Roy
Chargé de projet : Joëlle Duguay

Client/Projet

Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier

Titre

# Figure 4
# Milieu humain



Sources
- Affectation du sol : Ville de Québec, Plan des grandes affectations du sol
- Route verte, Réseau ferroviaire et
- Réseau routier : Adresses Québec, 2016 / - Archéologie : Ville de Québec, 2016
- Cadastre : CPTAQ (Limite approximative)
- Image aérienne : World Imagery, 2017

Prière de ne pas modifier les échelles de dimensions des plans/dessins transmis – toute erreur ou omission doit être rapportée à Stantec sans délai. Les droits d'auteur des plans et dessins demeurent la propriété de Stantec. Toute reproduction ou utilisation pour tout autre motif autre que celui autorisé par Stantec est strictement interdite.

F:\Net\...\Cad\12\01\projets_postaux\167040090\GIS\2_EtudeConceptuel\4_Geomatique\2_Carto\1_MXD\167040090_C0006-00_MilHumain_20180517.mxd Révision: 2018-05-17 Par: vboily

# Annexe B ÉTUDE D'AVANT-PROJET (BPR, 2012)










# RAPPORT

■ ■ ■

## Étude d'avant-projet

## Contrôle de l'érosion des berges à la plage Jacques-Cartier

■ ■ ■

N/Réf. : 07994

■ ■ ■

Juillet 2012

# VILLE DE QUÉBEC

## RAPPORT

## ÉTUDE D'AVANT-PROJET

## CONTRÔLE DE L'ÉROSION DES BERGES À LA PLAGE JACQUES-CARTIER

Notre référence: 07994 (60ET)


4655, boulevard Wilfrid-Hamel
Québec (Québec) (G1P2J7)

Téléphone: (418) 871-8151
Télécopieur: (418) 871-9625

Préparé par :

**Sylvain Pigeon, ing., M.Sc.**

Vérifié par :

**Jean Gauthier, ing., M.Sc.**
N° OIQ : 106813


Juillet 2012/Rev. 1

# TABLE DES MATIÈRES


**1 DESCRIPTION DU PROJET ..... 1**
1.1 Contexte ..... 1
1.2 Mandat ..... 1
1.3 Localisation ..... 1
**2 MÉTHODOLOGIE ..... 2**
**3 NIVEAUX D'EAU ..... 2**
3.1 Marées ..... 2
3.2 Niveaux d'eau de diverses récurrences ..... 3
3.3 Vagues ..... 4
3.4 Changements climatiques ..... 4
**4 CARACTÉRISATION DE LA BERGE ..... 5**
4.1 Identification des profils types ..... 5
*4.1.1 Rives naturelles sans ouvrage de protection ..... 5*
*4.1.2 Enrochements non végétalisés ..... 6*
*4.1.3 Couvert végétal avec enrochement ..... 7*
*4.1.4 Mur de maçonnerie ..... 7*
4.2 Causes d'érosion ..... 10
4.3 État des ouvrages de protection et des berges naturelles ..... 13
4.4 Identification des zones d'érosion ..... 13
**5 TRAVAUX PROPOSÉS ET PRIORISATION ..... 15**
5.1 Fossé engazonné ..... 15
5.2 Enrochement non végétalisé ..... 15
5.3 Couvert végétal avec enrochement ..... 16
**6 ESTIMÉ BUDGÉTAIRE DES TRAVAUX ..... 17**
**7 RÉFÉRENCES ..... 18**

## Figures

Figure 4-1 Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+700 km .....7
Figure 4-2 Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+760 Km.....7
Figure 4-3 Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+900 km .....8
Figure 4-4 Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+000 km .....8
Figure 4-5 Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+200 km .....8
Figure 4-6 Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+350 km .....8
Figure 4-7 Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+750 km .....8
Figure 4-8 Rives naturelles au chaînage approximatif de 2+060 km .....8
Figure 4-9 Enrochement entre les chaînages 0+000 km et 0+100 km.....9
Figure 4-10 Enrochement entre les chaînages 0+830 à 0+865 km.....9
Figure 4-11 Enrochement entre les chaînages 1+500 à 1+680 km.....9
Figure 4-12 Bande végétative au sommet de l'enrochement entre les chaînages 1+500 à 1+680 km .....9
Figure 4-13 Couvert végétal avec enrochement entre les chaînages 0+470 km et 0+600 km.....10
Figure 4-14 Mur de maçonnerie entre les chaînages 2+060 et 2+075 km .....10
Figure 4-15 Microfalaise au chaînage 1+800 km .....11
Figure 4-16 Microfalaise au chaînage 1+000 km .....11
Figure 4-17 Falaise au chaînage 1+270 km.....11
Figure 4-18 Déficience de l'enrochement : glissement par couche au chaînage 0+200 km.....11
Figure 4-19 Déficience de l'enrochement : perte de pierres au chaînage 0+500 km .....12
Figure 4-20 Déficience de la couche filtrante : exposition du géotextile au chaînage 0+110 km .....12
Figure 4-21 Érosion ponctuelle de l'enrochement par ruissellement au chaînage 0+250 km .....12
Figure 4-22 Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 1+670 km.....12
Figure 4-23 Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 0+300 km.....13
Figure 4-24 Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 0+450 km.....13

## Tableaux

Tableau 1 - Niveaux des marées pour les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf, et pour la plage Jacques-Cartier (coordonnées marégraphiques et géodésiques) .....3
Tableau 3-2 - Niveaux d'eau pour diverses récurrences à la plage Jacques-Cartier (géodésique) .....3
Tableau 4-1 - Description et importance des profils dans la zone d'étude .....5
Tableau 4-2 Sites d'érosion .....14
Tableau 5-1 - Aménagements proposés et priorisation.....16
Tableau 6-1 - Estimation budgétaire sommaire des travaux proposés .....18

# 1 DESCRIPTION DU PROJET

## 1.1 Contexte

Depuis quelques années, des problèmes d'érosion sont visibles sur les berges de la plage Jacques-Cartier en bordure du fleuve Saint-Laurent à Québec. Cette situation est préoccupante pour les autorités de la Ville de Québec, car l'intégrité structurelle du sentier et, dans certains cas, l'accessibilité même du parc risquent d'être affectées à court et moyen termes. Considérant qu'il s'agit d'un lieu récréotouristique très fréquenté par les citoyens, des mesures correctives doivent être envisagées afin de préserver les aménagements du site. Une visite effectuée en octobre 2010 en présence de M. Pierre S. Goulet, de la Gestion des immeubles, et M. Paul Lauzière, conseiller de la Division de la culture, du loisir et de la vie communautaire de la Ville de Québec a permis d'observer l'acuité du problème. Ainsi, à partir du sentier, il est permis de constater sur plusieurs tronçons de la berge une problématique de drainage qui provoque une érosion du haut des talus par le ruissellement des eaux de pluie, et ce, même aux endroits où il y a actuellement de l'enrochement. Par ailleurs, l'action érosive des vagues, des marées et des glaces contribue à la détérioration des berges. Ainsi, il y a érosion entraînant un risque pour les aménagements en place (sentier, éclairage). À plusieurs endroits également des arbres matures sont maintenant en position critique d'être déracinés.

## 1.2 Mandat

C'est dans ce contexte que les autorités de la Ville de Québec souhaitent obtenir un état de situation ainsi qu'un plan d'action pour planifier les travaux nécessaires de manière à stabiliser et sécuriser le secteur à l'étude.

Le présent mandat en est donc une d'étude d'avant-projet qui permettra de définir la nature de la problématique d'érosion des berges sur l'ensemble de la plage Jacques-Cartier, d'identifier les travaux à mettre en place et leur priorisation et d'en faire une estimation budgétaire.

## 1.3 Localisation

La zone d'étude comprend toute la berge du Parc de la Plage Jacques-Cartier, s'étendant du bout carrossable en voiture du Chemin de la plage Jacques-Cartier à l'ouest au bout du sentier pédestre de la plage à l'est, soit une longueur de berge d'environ 2 200 m (voir carte à l'**annexe A**).

# 2 MÉTHODOLOGIE

La réalisation du mandat s'est effectuée par la réalisation des activités suivantes.

Trois visites de terrain ont été effectuées, soit le 26 novembre et les 1 et 22 décembre 2011. Ces visites ont permis d'inventorier dans un premier temps les aménagements du parc le long de la berge notamment le sentier principal, les lampadaires, les bancs fixes ainsi que les différentes conduites souterraines apparentes. Par ailleurs, les observations plus spécifiques de la berge ont déterminé les principaux processus d'érosion présents et permis l'identification et la caractérisation des différentes zones d'érosion. Un grand nombre de photographies ont été prises afin de bien traduire ces observations. Ces informations sont en partie présentées sur la carte de l'**annexe A**.

De plus, afin de mieux cibler les interventions à proposer, un relevé topographique de plus de 20 sections perpendiculaires à la berge aux endroits jugés les plus pertinents au mandat a été obtenu. Ces relevés peuvent fournir des informations entre autres sur l'agressivité des vagues et sur le type d'aménagement proposé.

Par ailleurs, des demandes formulées auprès de différents services de la ville de Québec ont permis d'obtenir des photographies aériennes orthonormées et géoréférencées à différentes périodes du secteur à l'étude, ainsi que des documents produits lors de la réalisation de travaux de protection des berges effectués au cours de la dernière décennie.

L'analyse des informations disponibles a permis de proposer des scénarios d'aménagements et leur priorisation sur les différents sites d'érosion observés.

Les scénarios retenus ont conduit à la préparation de coupes types des aménagements proposés, d'une estimation budgétaire. La priorisation est basée sur l'urgence de la situation, le niveau de l'impact appréhendé et sur le coût de l'intervention. L'ensemble des informations colligées par la réalisation du mandat est présenté dans le présent rapport de projet.

# 3 NIVEAUX D'EAU

## 3.1 Marées

Afin de déterminer l'élévation que doivent avoir les différents ouvrages de protection de la berge, il est essentiel de connaître le niveau des eaux qu'il convient de considérer. Au site de la plage Jacques-Cartier, ce niveau est influencé par des marées de type semi-diurne et donc de hauteur et d'intervalle de temps différents (SHC, 2011). Le Tableau 3-1 présente les hauteurs de marées en coordonnées marégraphiques ($Z_c$) et en coordonnées géodésiques pour les stations de mesure les plus proches de la plage, soit celles de Saint-Nicolas (station no 3270) et d'Immigration Wharf (station no 3251), ainsi que les hauteurs des marées extrapolées de ces deux stations pour la plage Jacques – Cartier. Les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf sont à des distances respectives de 9,2 km à l'ouest et 9,8 km à l'est de la plage.

Tableau 3-1 - Niveaux des marées pour les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf, et pour la plage Jacques-Cartier (coordonnées marégraphiques et géodésiques)

| MARÉES | Saint-Nicolas (3270) | | Immigration Wharf (3251) | | Plage Jacques-Cartier | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($Z_c$) (m) | (géod.)[1] (m) | ($Z_c$) (m) | (géod.)[2] (m) | ($Z_c$) (m) | (géod.) (m) |
| **Extrême de pleine mer** | - | - | - | - | - | - |
| **Pleine mer supérieure, grande marée** | 5,7 | 4,1 | 6,0 | 4,04 | 5,8 | 4,06 |
| **Pleine mer supérieure, marée moyenne** | 4,6 | 3,0 | 4,7 | 2,74 | 4,6 | 2,87 |
| **Niveau moyen des eaux** | 2,4 | 0,8 | 2,5 | 0,54 | 2,4 | 0,67 |
| **Pleine mer inférieure, marée moyenne** | 0,4 | -1,2 | 0,5 | -1,46 | 0,4 | -1,33 |
| **Pleine mer inférieure, grande** | 0,2 | -1,4 | 0,3 | -1,66 | 0,2 | -1,53 |
| **Extrême de basse mer** | - | - | - | - | - | - |

[1] Différence de -1,614 m entre les coordonnées marégraphiques et géodésiques pour ce site.
[2] Différence de -1,960 m entre les coordonnées marégraphiques et géodésiques pour ce site.

## 3.2 Niveaux d'eau de diverses récurrences

Les dernières études disponibles relativement aux niveaux d'eau de récurrences données ont été produites par le ministère de l'Environnement du Québec (MEQ, 1986) et par le Centre d'Expertise Hydrique du Québec (CEHQ, 1986). Le Tableau 3-2 présente les niveaux d'eau de diverses récurrences obtenus pour la plage Jacques-Cartier en considérant une distance de 4 km en amont du pont de Québec (coordonnées géodésiques).

Étant donné que l'érosion des berges n'entraîne pas de risque important pour la population ni pour des infrastructures municipales ou privées d'une part, et d'autre part, qu'il n'existe pas de normes particulières à cet effet pour les ouvrages de protection, il est proposé de considérer un niveau d'une récurrence de 20 ans pour la conception éventuelle des ouvrages de protection, soit une élévation du niveau de l'eau de 5,01 m.

Tableau 3-2 - Niveaux d'eau pour diverses récurrences à la plage Jacques-Cartier (géodésique)

| RÉCURRENCE | Plage Jacques-Cartier (m géod.) |
|---|---|
| 2 ans | 4,55 m |
| 5 ans | 4,79 m |
| 10 ans | 4,91 m |
| 20 ans | 5,01 m |
| 50 ans | 5,12 m |
| 100 ans | 5,18 m |

## 3.3 Vagues

D'autre part, la plage est exposée à des vents provenant du fleuve qui entraînent la formation de vagues. Compte tenu de son orientation générale, les vents provenant du sud-est, du sud et du sud-ouest sont les plus susceptibles de provoquer des vagues qui peuvent affecter la stabilité des ouvrages de protection. Les données de vents des stations de Québec (aéroport) et de Lauzon, indiquent que les vents du sud-est et du sud sont très peu fréquents et leur vitesse, relativement faible. Ceux-ci constituent en effet 3,6 % des vents lorsqu'ils sont répartis selon les huit directions et leur vitesse moyenne est la plus basse des vitesses observées selon ces mêmes directions, soit de l'ordre de 8,5 km/h. En considérant un vent dont la vitesse est dépassée 5 % du temps pour la station de Québec, une vitesse de 45 km/h est obtenue. Ce vent génère une vague au large dans le fleuve d'une hauteur crête à crête de l'ordre de 0,65 m, hauteur qui se maintient jusqu'à la rive. Pour les secteurs où l'estran est très étroit, en particulier le secteur ouest, la vague déferle très près de l'enrochement alors que lorsque l'estran est profond, la vague déferle généralement avant d'arriver près de l'enrochement. Par conséquent, le secteur ouest est plus sévèrement soumis à l'action des vagues. Afin de prendre en compte l'action des vagues, une revanche de 0,30 m est ajoutée à l'élévation du niveau d'eau. Par conséquent, là où l'élévation du terrain naturel le permet, une protection allant jusqu'à une élévation de 5,30 m sera proposée.

## 3.4 Changements climatiques

Les infrastructures à aménager sont conçues pour une durée de vie utile de l'ordre de 50 ans. Aussi, dans le contexte de l'évolution du climat, on doit considérer l'impact éventuel du réchauffement du climat sur l'évolution des niveaux d'eau du fleuve et sur les conditions de l'écoulement de l'eau. Deux caractéristiques sont particulièrement pertinentes dans le cadre du contrôle de l'érosion des berges.

1) Le niveau d'eau : les prévisions à long terme du GIEC indiquent une élévation sensible du niveau des mers au cours du siècle variant de 0,18 m à 0,59 m selon les scénarios envisagés de l'évolution du climat (GIEC, 2007). Pour le fleuve Saint-Laurent les prévisions envisagent une diminution du débit moyen de l'ordre de 20 %. Aussi, il est peu probable que le niveau d'eau du fleuve à la hauteur du secteur concerné augmente avec les années;

2) Couvert de glace : la période durant laquelle il est prévu que le fleuve soit libre de glace devrait s'allonger avec les années. Aussi, les vents de tous les mois de l'année ont été considérés pour estimer la hauteur des vagues qui peuvent affecter l'érosion des berges du fleuve.

Compte tenu de ces éléments, il est retenu de ne considérer aucune variation du niveau d'eau du fleuve durant cette période de 50 ans. Par conséquent, le niveau maximal des eaux qui sera considéré pour la conception de la protection est celui de la récurrence 20 ans, majoré de 0,30 m pour considérer la vague, soit 5,3 m (coordonnées géodésiques).

# 4 CARACTÉRISATION DE LA BERGE

## 4.1 Identification des profils types

La berge de la plage Jacques-Cartier couvre une longueur de 2 160 m mesurée le long de la rive. Quatre profils types ont été identifiés : rive naturelle sans ouvrage de protection, enrochement non végétalisé, couvert végétal avec enrochement et mur en maçonnerie. Le Tableau 4-1 indique la localisation de chaque secteur relevé selon le chaînage de la rive ainsi que leur longueur de même que la longueur totale de chaque profil type (voir carte à l'**annexe A**).

Tableau 4-1 - Description et importance des profils dans la zone d'étude

| Profil type | Localisation (km+m) | Longueur | |
|---|---|---|---|
| | | Secteur (m) | Totale (m) |
| **Rive naturelle** | 0+600 à 0+830 | 230 | 1330 |
| | 0+865 à 1+500 | 635 | |
| | 1+680 à 2+060 | 380 | |
| | 2+075 à 2+160 | 85 | |
| **Enrochement non végétalisé** | 0+000 à 0+100 | 100 | 525 |
| | 0+260 à 0+470 | 210 | |
| | 0+830 à 0+865 | 35 | |
| | 1+500 à 1+680 | 180 | |
| **Couvert végétal avec enrochement** | 0+100 à 0+260 | 160 | 290 |
| | 0+470 à 0+600 | 130 | |
| **Mur en maçonnerie** | 2+060 à 2+075 | 15 | 15 |

### 4.1.1 Rives naturelles sans ouvrage de protection

Les rives naturelles sans ouvrage de protection sont celles pour lesquelles aucun aménagement anthropique ne semble être présent. Il est à noter que des chalets ont déjà été présents à quelques endroits le long de la plage Jacques-Cartier et que des aménagements ont pu exister à ce moment. Toutefois, si les observations sur le terrain n'ont pas permis de les identifier, la rive y a été considérée comme naturelle.

Selon le relevé effectué, les rives naturelles sont présentes sur 1330 m et comptent pour 62 % de la longueur totale de rive le long de la plage Jacques-Cartier. Les berges sont constituées soit de plages, plus ou moins profondes, ou de falaises. Compte tenu du marnage relativement important du fleuve Saint-Laurent à cet endroit, soit de 4,2 m lors des marées moyennes et de 5,7 m lors des grandes marées, les plages sont submergées en presque totalité lors des marées supérieures.

Le premier secteur de rives naturelles est localisé entre les chaînages 0+600 à 0+830, pour une longueur approximative de 230 m (**Figure 4-1** et **Figure 4-2**). Ce secteur longe un plateau enherbé

en forme de lentille qui atteint une largeur de près de 40 m. Le sentier principal y longe le pied de la falaise. Un émissaire pluvial d'un diamètre de l'ordre 3,66 m se situe près du centre de ce secteur (chaînage approximatif de 0+730 km). Une bande arbustive est présente sur une partie de ce secteur, essentiellement constituée de cornouiller stolonifère.

Le deuxième secteur de rives naturelles est localisé entre les chaînages 0+865 à 1+500 km, pour une longueur approximative de 635 m. Ce secteur comporte quatre zones distinctes. La première zone (**Figure 4-3**) couvre le chaînage 0+865 km à 1+000 km et présente un estran profond avec une pente relativement faible. La seconde zone (**Figure 4-4**) est localisée sur une pointe qui s'avance dans le fleuve et couvre les chaînages 1+000 km à 1+150 km. Cette seconde zone est caractérisée par un estran et une plage de gravier étroits. C'est un lieu prisé par les usagers en raison du point de vue et de la présence importante d'arbres qui procure un espace ombragé. La troisième zone se situe entre les chaînages 1+150 km et 1+300 km et présente des falaises escarpées pouvant atteindre plus de 5 m de hauteur (**Figure 4-5**). Le sentier est alors localisé au haut de ces falaises. L'estran et la plage en gravier sont également très étroits dans cette zone. La quatrième zone présente un profil plus régulier et s'étend des chaînages 1+300 km à 1+500 km (**Figure 4-6)**. La plage en gravier est plus profonde qu'aux deux zones précédentes.

Le troisième secteur de rives naturelles est localisé entre les chaînages 1+680 km à 2+060 km et constitue l'endroit où la plage est la plus profonde et la pente, la plus douce (**Figure 4-7**). La plage y est constituée de matériel plus fin qu'aux autres endroits.

Le quatrième secteur est localisé à l'extrémité Est du Parc de la Plage Jacques-Cartier et s'étend du chaînage 2+075 km à 2+160 km (**Figure 4-8**). Ce secteur est essentiellement une falaise de roc dont la base est immergée en tout temps, même à marée basse. Cette falaise constitue donc un obstacle naturel aux randonneurs qui désireraient poursuivre leur marche sur la plage au-delà des limites du parc.

### 4.1.2 Enrochements non végétalisés

Il y a un total de quatre enrochements non végétalisés couvrant une longueur cumulative de 525 m, soit 24% de la longueur de rive. Ces enrochements sont de taille et de longueur très différentes et ils sont généralement surmontés d'une bande de végétation arbustive.

Les deux premiers enrochements non végétalisés couvrent la berge entre les chaînages 0+000 et 0+100 km et entre 0+260 et 0+470 km (**Figure 4-9**). Leur pente est de l'ordre de 1V :2H et ils sont constitués de pierres dont le diamètre varie de 200 mm à 1 000 mm environ. L'enrochement repose sur un géotextile. La bande de végétation comprend diverses espèces dont le cornouiller stolonifère entre les pierres du haut de l'enrochement, le sumac vinaigrier et le rosier rugueux.

Le troisième enrochement, d'une longueur approximative de 35 m, a été construit afin de protéger l'exutoire d'un drain pluvial double provenant du haut de la côte entre les chaînages 0+830 et 0+865 km (**Figure 4-10**). Étant situé au fond d'une anse, cet enrochement est moins soumis aux effets de la marée et des vagues que les deux autres enrochements. La bande végétative est principalement constituée de cornouiller stolonifère.

Le quatrième enrochement protège la berge sur une longueur approximative de 180 m, soit des chaînages 1+500 km à 1+680 km (**Figure 4-11**). Sa pente est de l'ordre de 1V :2H et le diamètre des pierres varie de 750 mm à 1750 mm. Une bande d'arbres de petite taille a été plantée en haut de talus au travers l'enrochement (**Figure 4-12**). Celui-ci protège le cap qui s'avance vers le fleuve, principalement son exposition sud-est.

### 4.1.3 Couvert végétal avec enrochement

Un couvert végétal avec enrochement a été construit entre les chaînages 0+100 km à 0+260 km et entre 0+470 km à 0+600 km pour une longueur totale de 290 m (**Figure 4-13**). Ce couvert végétal a été aménagé à partir de deux coupe-types légèrement différentes, mais qui comprennent chacune des pierres de protection à la base et deux rangées de fagots. Le premier secteur étant plus élevé, l'aménagement comprenait la plantation d'espèces arbustives en haut de talus. La taille des pierres utilisées pour constituer la base de l'enrochement sont d'un calibre inférieur à celui des enrochements non végétalisés, soit de l'ordre de 300 à 600 mm.

### 4.1.4 Mur de maçonnerie

Ce profil est très marginal et ne représente que 0,7 % de l'ensemble de la rive, soit 15 m. Un seul profil de ce type a été relevé au droit du chaînage 2+070 km (**Figure 4-14**). Ce mur a sans doute été hérité de l'existence passée d'un chalet à cet endroit. Ce mur de maçonnerie a une hauteur maximale d'environ 1,0 m et est localisé tout en amont de la plage



Figure 4-1
Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+700 km



Figure 4-2
Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+760 Km





Figure 4-3
Rives naturelles au chaînage approximatif de 0+900 km

Figure 4-4
Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+000 km



Figure 4-5
Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+200 km



Figure 4-6
Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+350 km




Figure 4-7
Rives naturelles au chaînage approximatif de 1+750 km




Figure 4-8
Rives naturelles au chaînage approximatif de 2+060 km



Figure 4-9
Enrochement entre les chaînages 0+000 km et 0+100 km



Figure 4-10
Enrochement entre les chaînages 0+830 à 0+865 km



Figure 4-11
Enrochement entre les chaînages 1+500 à 1+680 km




Figure 4-12
Bande végétative au sommet de l'enrochement entre les chaînages 1+500 à 1+680 km



Figure 4-13
Couvert végétal avec enrochement entre les chaînages 0+470 km et 0+600 km



Figure 4-14
Mur de maçonnerie entre les chaînages 2+060 et 2+075 km

## 4.2 Causes d'érosion

L'identification des causes d'érosion est requise afin de proposer les aménagements les plus pertinents à chacun des sites d'érosion. Ainsi, deux causes principales d'érosion ont été observées à la Plage Jacques-Cartier soient l'action des vagues (action non différentiée de la marée, des courants d'eau et de la glace) et le ruissellement de précipitation ou de fonte des neiges.

L'action des vagues sur le processus d'érosion est complexe. Elle se manifeste sur les berges naturelles de la Plage Jacques-Cartier par la formation de microfalaises (**Figure 4-15** et **Figure 4-16**) ou de falaises plus importantes (**Figure 4-17**). Ces microfalaises et falaises menacent, à plus ou moins long terme, d'une part les aménagements et les infrastructures réalisés par les autorités, mais également le milieu naturel lui-même. Dans ce dernier cas, les arbres sont principalement menacés, et ce, pour la majorité des secteurs présentant des rives naturelles. L'action d'érosion se poursuit dans le temps lorsque le matériel érodé est transporté hors du site, ce qui semble être le cas à la plage Jacques-Cartier.

Les vagues ont aussi un impact à long terme sur les enrochements, notamment si les conditions de formation des vagues sont modifiées (niveau d'eau, protection du couvert de glace, amplitude des vagues) ou si les caractéristiques de l'enrochement sont inadaptées (dimensions et formes des pierres, épaisseur et pente de l'enrochement, protection sous-jacente, qualité des pierres, absence de clé, etc.). Cette action se manifeste par des déficiences de l'enrochement ou de la couche filtrante, des pertes de pierres, l'instabilité des pierres (**Figure 4-18** à **Figure 4-20**). Il est à noter que pour une meilleure intégration des enrochements au paysage, des pierres de forme arrondie ont été utilisées pour la réalisation des enrochements existants. Ces pierres sont moins stables que des pierres anguleuses et peuvent être plus sensibles à l'érosion si cette caractéristique n'a pas été prise suffisamment en compte lors de la conception et de la réalisation de l'enrochement.

Le ruissellement de l'eau de précipitation ou de fonte peut également se traduire par l'érosion des enrochements. Le ruissellement entraîne graduellement les particules de sol situées en amont de l'enrochement pour graduellement déchausser les pierres. Cette action est amplifiée lorsque le haut de la berge n'est pas végétalisé (ex. : sentier pédestre) et qu'il est localisé directement au pied d'un talus important non recouvert de végétation. Ces conditions occasionnent un important volume d'eau de ruissellement et accélèrent le transport des particules qui supportent les pierres de l'enrochement. Ce phénomène peut être très localisé (**Figure 4-21)** ou être observé sur un tronçon, plus ou moins long, d'enrochement existant (**Figure 4-22, Figure 4-23** et **Figure 4-24**).




Figure 4-15
Microfalaise au chaînage 1+800 km



Figure 4-16
Microfalaise au chaînage 1+000 km



Figure 4-17
Falaise au chaînage 1+270 km



Figure 4-18
Déficience de l'enrochement : glissement par couche au chaînage 0+200 km



Figure 4-19
Déficience de l'enrochement : perte de pierres au chaînage 0+500 km



Figure 4-20
Déficience de la couche filtrante : exposition du géotextile au chaînage 0+110 km



Figure 4-21
Érosion ponctuelle de l'enrochement par ruissellement au chaînage 0+250 km




Figure 4-22
Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 1+670 km



Figure 4-23
Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 0+300 km



Figure 4-24
Érosion d'un tronçon d'enrochement par ruissellement au chaînage 0+450 km

## 4.3 État des ouvrages de protection et des berges naturelles

Bien que plusieurs sites d'érosion aient été observés, tous ne sont pas d'égale importance. Ainsi, pour les fins du mandat, l'importance de l'érosion a été catégorisée selon quatre niveaux, soit aucune ou légère érosion, érosion modérée, érosion sévère et érosion très sévère. Dans le cas des berges naturelles, ce niveau est établi en fonction de l'ampleur de l'érosion observée et de l'impact potentiel ou réalisé de cette érosion. Quant aux ouvrages de protection, le niveau est établi à partir de son état structural et de sa capacité à assurer une protection adéquate à la berge.

Par ailleurs, certains phénomènes d'érosion s'observent très localement alors que d'autres peuvent s'étendre sur plusieurs mètres ou dizaines de mètres. Aux fins de la présentation, les sites d'érosion affectant moins de 10 m de la berge sont classifiés comme étant localisés alors que les autres sont étendus. Les sites d'érosion localisés concernent principalement le ruissellement de surface ou la protection d'arbres ou d'îlots d'arbres.

## 4.4 Identification des zones d'érosion

Le Tableau 4-2 caractérise sommairement les sites d'érosion. Il indique la localisation et la longueur approximative (pour une érosion étendue) du site en fonction du chaînage mesuré le long de la berge à partir de l'entrée du chemin de la plage Jacques-Cartier (secteur Cap-Rouge), la cause et le degré de l'érosion ainsi que les références photographiques. Une partie de ces sites sont représentés sur support cartographique à l'**annexe B**. Dans le Tableau 4-2, les références précisent l'appellation de la photographie sur la carte de l'**annexe B**, lorsqu'applicable, ou le numéro de la photographie telle que fournie à la Ville de Québec sur support électronique.

Tableau 4-2 Sites d'érosion

| Localisation approximative | Longueur (m) | Nature de l'érosion | Degré d'érosion | Référence | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Annexe B | DVD |
| 0+040 km | Localisé | Ruissellement | Modérée | A | 7300 |
| 0+290 km | Localisé | Ruissellement | Sévère | | 7314 |
| 0+380 km | Localisé | Ruissellement | Sévère | E | 7319 |
| 1+020 km | Localisé | Arbres | Modérée | | 7366 |
| 1+050 km | Localisé | Arbres | Sévère | K | 7367 |
| 1+070 km | Localisé | Arbres | Sévère | | 7368 |
| 1+110 km | Localisé | Arbres | Modérée | | 7370 |
| 1+140 km | Localisé | Arbres | Modéré | | 7374 |
| 1+270 km | Localisé | Arbres | Modérée | | 7377 |
| 1+300 km | Localisé | Arbres | Modérée | | 7379 |
| 1+720 km | Localisé | Arbres | Modérée | P | 6329 |
| 1+750 km | Localisé | Arbres | Sévère | | 6330 |
| 1+970 km | Localisé | Arbres | Sévère | Q | 6336 |
| 0+075 à 0+250 km | 175 | Vagues | Sévère | B - C | 7308 à 7312 |
| 0+250 à 0+450 km | 200 | Vagues | Modérée | E | 7318 à 7320 |
| 0+450 à 0+580 km | 130 | Vagues | Sévère | G - H | 7327 - 7328 - 7333 - 7334 |
| 0+320 à 0+340 km | 20 | Ruissellement | Sévère | D | 7316 |
| 0+420 à 0+520 km | 100 | Ruissellement | Sévère | F | 7322 - 7323 - 7324 - 7326 |
| 0+580 à 0+610 km | 30 | Vagues | Sévère | H | 7333 à 7335 |
| 0+730 à 0+820 km | 90 | Vagues | Sévère | I | 7345 à 7351 |
| 1+020 à 1+130 km | 110 | Vagues | Modérée à sévère | J - K | 7365 - 7367 - 7368 |
| 1+200 à 1+350 km | 150 | Vagues | Modérée à sévère | L - M | 7374 à 7379 |
| 1+430 à 1+500 km | 70 | Vagues | Légère | N | 7382 - 7384 |
| 1+660 à 1+680 km | 20 | Ruissellement | Modérée | O | 6319 à 6321 6325 à 6327 |
| 1+680 à 1+960 km | 280 | Vagues | Légère à modérée | P - Q | 6329 à 6346 |
| 1+960 à 2+000 km | 40 | Ruissellement et vagues | Sévère | | 6367 |

# 5 TRAVAUX PROPOSÉS ET PRIORISATION

Il faut noter qu'une érosion très importante pourrait ne pas se traduire directement en termes de priorité d'intervention si son impact appréhendé n'affecte pas les infrastructures en place (sentier, équipements tels que lampadaires, bancs, etc.) ou les autres éléments naturels du site.

Compte tenu de l'état des infrastructures en place, quelques aménagements types de protection des berges doivent être envisagés.

## 5.1 Fossé engazonné

Les zones d'érosion par ruissellement touchent principalement les enrochements existants. Ces zones sont généralement le fait d'un terrain naturel en pente vers le sentier ou le haut de l'enrochement. La solution proposée pour pallier ce type d'érosion est l'établissement d'un fossé engazonné servant à intercepter l'eau de ruissellement avant qu'elle atteigne le sentier et le haut de l'enrochement. L'eau ainsi interceptée est canalisée par le fossé engazonné vers des ponceaux de petit diamètre qui traversent sous le sentier et permettent d'évacuer l'eau vers le fleuve. La distance entre ces ponceaux ainsi que leur localisation exacte pourront être déterminées à partir d'un relevé détaillé du terrain qui longe le sentier aux endroits où ce type d'aménagement est proposé. Toutefois, un espacement de l'ordre de 50 m entre chaque ponceau doit être envisagé.

Un schéma type d'aménagement d'un fossé engazonné et des ponceaux d'évacuation est présenté à **l'annexe D**. En raison de l'exiguïté du passage du sentier à certains endroits et pour améliorer la sécurité, la profondeur du fossé engazonné est limitée à 300 mm.

## 5.2 Enrochement non végétalisé

Les observations effectuées sur les ouvrages de protection actuels ont montré que le couvert végétal avec enrochement qui avait été réalisé entre les chaînages 0+075 et 0+250 km et entre les chaînages 0+450 et 0+580 km n'a pas résisté à l'assaut conjugué des vagues et possiblement de la glace. Par conséquent, des enrochements non végétalisés sont proposés pour ces secteurs ainsi que pour les secteurs où l'érosion est occasionnée par l'action directe des vagues et qui présentent la possibilité de voir des vagues venir déferler contre l'enrochement.

L'enrochement non végétalisé sera constitué de pierres de carapace de calibre 600 – 1200 mm avec un $D_{50}$ de 800 mm et d'une épaisseur nominale de 1 200 mm, reposant sur un enrochement plus fin de calibre 200 – 400 avec un $D_{50}$ de 300 mm sur une épaisseur de 500 mm. Ce dernier repose sur une membrane géotextile permettant de retenir les éléments fins du terrain naturel. La base de l'enrochement doit être encastrée dans une clé sur une profondeur de l'ordre de 1 200 mm si le lit du fleuve est meuble ou de 300 mm si elle repose directement sur du roc.

Une bande engazonnée d'une largeur de 1000 mm sera aménagée au haut de l'enrochement à travers de laquelle une plantation linéaire d'arbustes et de petits arbres adaptés au climat sera réalisée.

L'élévation du haut de l'enrochement sera de 5,30 m lorsque le terrain naturel le permet, soit l'élévation de la crue 20 ans majorée de 0,3 m pour considérer la vague, ou à la même élévation que le terrain naturel si son élévation est inférieure à 5,30 m.

Un schéma type d'aménagement d'un enrochement non végétalisé est présenté à **l'annexe D**. Les élévations indiquées ne le sont qu'à titre d'exemple. Elles doivent être adaptées à chaque site en particulier.

## 5.3 Couvert végétal avec enrochement

Le couvert végétal avec enrochement combine la protection mécanique de l'enrochement et la protection végétale des arbustes. Lorsque les conditions ne sont pas trop sévères, cet aménagement permet de stabiliser la rive tout en présentant un caractère plus naturel que l'enrochement.

Pour assurer la stabilité de cet ouvrage de protection, compte tenu de la présence quand même possible de vagues, son aménagement comprend un enrochement de petit calibre à travers duquel des arbustes sont implantés. Les arbustes devront y avoir une hauteur inférieure à 2 m à maturité (cornouiller, myrique baumier, saule, spirée, etc.). Cet aménagement est parfois complété de plus grands arbres en haut de talus. Toutefois, le contexte de la plage Jacques-Cartier ainsi que les secteurs touchés suggèrent que seuls des arbustes soient implantés afin de préserver la vue du fleuve pour les usagers.

Ce type d'aménagement est proposé pour les secteurs exposés moins directement aux vagues ou qui sont partiellement protégés par une longue plage à faible pente. Dans ces dernières conditions, les vagues déferlent avant d'atteindre la berge, ce qui diminue de façon importante leur agressivité érosive. Le principal secteur touché par ce type d'aménagement est la plus grande plage localisée à l'est, soit entre les chaînages 1+680 et 2+000 km ainsi qu'un secteur de quelques 90 m localisé entre les chaînages 0+730 et 0+820 km.

L'enrochement sera composé de pierres de calibres 200 – 400 mm avec un $D_{50}$ de 300 mm sur une épaisseur de 450 mm reposant sur un géotextile. Les vides seront comblés par du terreau pour favoriser l'implantation de la végétation et des arbustes.

Un schéma type d'aménagement d'un couvert végétal avec enrochement est présenté à l'**annexe D**. Les élévations indiquées ne le sont qu'à titre d'exemple, mais sont représentatives des différents sites à aménager. Elles devront être précisées lors de la réalisation des plans et devis.

Le Tableau 5-1 indique les aménagements proposés aux différents endroits de la plage Jacques-Cartier ainsi que la priorisation de leur réalisation. La localisation de chacun de ces aménagements est présentée sur support cartographique à l'**annexe C**.

Tableau 5-1 - Aménagements proposés et priorisation

| Localisation approximative | Longueur (m) | Aménagement proposé | Priorité |
|---|---|---|---|
| 0+240 à 600 km | 360 | Fossé engazonné | Court terme |
| 0+075 à 0+250 km | 175 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| 0+450 à 0+620 km | 170 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| 0+730 à 0+820 km | 90 | Couvert végétal avec enrochement | Court terme |
| 1+020 à 1+130 km | 110 | Enrochement non végétalisé | Court terme |
| 1+200 à 1+350 km | 150 | Enrochement non végétalisé | Moyen terme |
| 1+650 à 1+690 km | 40 | Fossé engazonné | Moyen terme |
| 1+680 à 2+000 km | 280 | Couvert végétal avec enrochement | Moyen terme |
| 0+250 à 0+450 km | 200 | Recharge et mise en forme de l'enrochement actuel | Long terme |

# 6 ESTIMÉ BUDGÉTAIRE DES TRAVAUX

L'estimation budgétaire sommaire des travaux proposés est présentée au Tableau 6-1 alors que le détail est présenté à l'**annexe E**.

Cette estimation considère que les travaux seront exécutés en trois temps, soit pour chacune des priorités retenues. Une grande partie des travaux est prévue être réalisée durant l'hiver. Ainsi, des coûts pour la mobilisation et la démobilisation ont été calculés pour chacune de ces trois phases, pour les travaux d'été et pour les travaux d'hiver le cas échéant.

L'estimation est de niveau « Classe D » et a été établie en fonction des coupes types présentées à l'**annexe D** ainsi qu'à partir des bases d'estimation suivantes :

- Les coûts estimés constituent un ordre de grandeur et considèrent les tendances actuelles du marché. Ils ne garantissent pas que les prix des éventuels soumissionnaires s'y conformeront, l'évolution du marché de la construction étant souvent imprévisible.
- Les coûts retenus sont ceux utilisés dans la région de Québec en date du 1er juin 2012. Aucune indexation n'est prévue après cette date.
- À moins d'être clairement indiqué sur le tableau des coûts à l'**annexe E**, les éléments suivants ne sont pas inclus l'estimation :
    - Conditions spéciales de mise en œuvre (bâtiment occupé, mesures temporaires pour le maintien de l'occupation d'un bâtiment existant, mesures de mitigation, disponibilités des ressources, indexation et inflation);
    - Tous les travaux connexes en architecture pour l'exécution des travaux d'ingénierie;
    - Travail en accéléré (travaux de soirée, temps double);
    - Conditions hivernales;
    - Travaux relatifs à la décontamination des sols;
    - Contingences de construction;
    - Frais d'ingénierie;
    - Financement, frais administratifs contingents;
    - Taxes (autres que la TVQ et la TPS).
- Il a été considéré l'enlèvement complet et la disposition des pierres des couverts végétaux avec enrochement compte tenu de leur petit diamètre. Une partie de ces pierres pourrait toutefois être réutilisée pour les sous-couches des enrochements non végétalisés.

Tableau 6-1 - Estimation budgétaire sommaire des travaux proposés

| DESCRIPTION | PHASE 1 | PHASE 2 | PHASE 3 |
|---|---|---|---|
| Coût direct | 506 971 | 280 278 | 57 851 |
| Contingence de conception (20 %) | 608 365 | 336 334 | 69 421 |
| Administration / profit EG (15 %) | 699 620 | 386 784 | 79 834 |
| TPS (5,0 %) | 734 601 | 406 123 | 83 826 |
| TVQ (9,5 %) | 804 388 | 444 704 | 91 790 |
| **TOTAL** | **1 340 882** | | |

# 7 RÉFÉRENCES


- CEHQ. 1986. Fleuve Saint-Laurent – Cotes de crue de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans. Grondines – Sainte-Anne-des-Monts.
- GIEC. 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques.* Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse. 103 pages.
- MEQ. 1986. Zones inondables – Fleuve Saint-Laurent Tronçon Grondines – Sainte-Anne-des-Monts. Calcul des niveaux de récurrence 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Document de travail RA-86-02. Ministère de l'Environnement, Direction des relevés aquatiques. Mars 1986.
- SHC. 2011. Service hydrographique du Canada. Marées, courants et niveaux d'eau. Site internet http://www.tides.gc.ca/french/Canada.shtml consulté le 21 décembre 2011.

# ANNEXE A – LOCALISATION DU PROJET ET INVENTAIRE DES AMÉNAGEMENTS ACTUELS DES BERGES

A




## Légende

- Banc
- Barrière
- Lampadaire
- Descente en béton
- Émissaire
- Chainage
- Escalier
- Sentier
- Stationnement
- Muret en maçonnerie
- Enrochement
- Couvert végétal avec enrochement


A


B


C


D


E


F


G


H


I





J


K


L


M


N


O


P


Q

0 70 140 m

| | | |
|---|---|---|
| A | P.M.D | ÉTUDE D'AVANT-PROJET |
| REV. | TECH. | DESCRIPTION REVISIONS ET EMISSIONS |
| DATE D'EMISSION | | |

SCEAUX

BPR | À LA PUISSANCE TETRA TECH

CLIENT

VILLE DE QUÉBEC

PROJET

CONTRÔLE DE L'ÉROSION
PLAGE JACQUES-CARTIER

TITRE

ANNEXE A
AMÉNAGEMENT ACTUEL
DE PROTECTION DES BERGES

| date | concu | dessine | approuve |
|---|---|---|---|
| 12/07/19 | S.P. | P.M.D. | J.G. |

| echelle | projet consultant | projet client |
|---|---|---|
| 1: 1500 | 07794 | |

| dessin numero | revision |
|---|---|
| A1-07994-C-001 | A |

FORMAT A1 metrique 841x594.5

# ANNEXE B – CARACTÉRISATION DES AMÉNAGEMENTS ACTUELS DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION DES BERGES

B













0 75 150 m

## Légende

- Banc
- Barrière
- Descente en béton
- Émissaire
- Lampadaire
- Chainage
- Escalier
- Sentier

**Enrochement**

- Peu ou sans érosion
- Érosion modérée
- Érosion sévère
- Érosion très sévère
- Couvert végétalisé avec enrochement avec érosion sévère
- Muret de pierre et mortier sans érosion

**Rive naturelle**

- Sans érosion
- Peu érosion
- Érosion moyenne
- Érosion importante

| REV. | P.M.D | ÉTUDE D'AVANT–PROJET |
|---|---|---|
| A | | |
| DATE D'ÉMISSION | 12/07/19 | |
| REV. | TECH. | DESCRIPTION REVISIONS ET EMISSIONS |

SCEAUX

BPR | À LA PUISSANCE TETRA TECH

CLIENT

VILLE DE QUÉBEC

PROJET

CONTRÔLE DE L'ÉROSION
PLAGE JACQUES–CARTIER

TITRE

ANNEXE B
ÉTAT ACTUEL DE L'AMÉNAGEMENT
ET DES RIVES NATURELLES

| date | concu | dessine | approuve |
|---|---|---|---|
| 12/07/19 | S.P. | P.M.D. | J.G. |

| echelle | projet consultant | projet client |
|---|---|---|
| 1: 1500 | 07794 | |

dessin numero: A1–07994–C–002

revision: A

FORMAT A1 metrique 841x594.5

# Annexe C DYNAMIQUE DE L'ÉROSION ET ÉTUDE DES VARIANTES (NORDA STELO,2016)

Stantec

Ville de Québec

# Dynamique de l’érosion et étude des variantes

## Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier



N/Réf. : 110484.001-301

Rapport final

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

Juin 2016

Ville de Québec

# Dynamique de l’érosion et étude des variantes

## Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier

N/Réf. : 110484.001-301

Rapport final

Juin 2016

**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.

# ÉQUIPE DE TRAVAIL

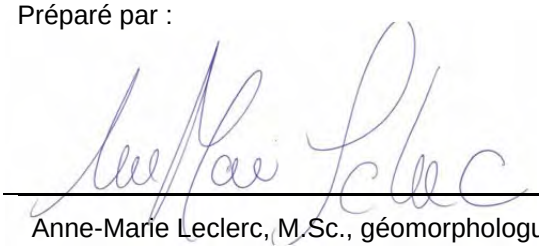
**Ville de Québec**

| | |
|---|---|
| Simon Paradis, ingénieur | Chargé de projet |

**Norda Stelo**

| | |
|---|---|
| Valérie Despaux, ingénieure | Chargée de projet |
| Annie Taillon, M.Sc., biogéographe | Révision technique |
| Anne-Marie Leclerc, M.Sc., géomorphologue spécialiste des milieux côtiers | Rédaction |
| Noémie Blouin, ingénieure jr., M.Sc., génie portuaire et maritime | Rédaction |
| Nadine Pagé, adjointe | Édition |

Préparé par :



3 juin 2016

Anne-Marie Leclerc, M.Sc., géomorphologue

et



3 juin 2016

Noémie Blouin, ingénieure jr., M.Sc.

# TABLE DES MATIÈRES


1 Introduction ..... 1

1.1 Mise en contexte et objectifs ..... 1
1.2 Localisation de la zone d'étude ..... 2

2 Dynamique côtière ..... 5

2.1 Formation de la plateforme côtière ..... 5
2.2 Causes de l'érosion de la plateforme côtière ..... 5
2.2.1 Les causes naturelles ..... 5
2.2.1.1 Les niveaux d'eau et action des vagues ..... 5
2.2.1.2 Le mouvement des glaces ..... 6
2.2.1.3 L'alternance des périodes de gel et de dégel ..... 6
2.2.1.4 Les tempêtes côtières ..... 6
2.2.2 Les interventions humaines ..... 7
2.2.2.1 La concentration de l'écoulement des eaux ..... 7
2.2.2.2 Les structures faisant obstacle à la circulation naturelle des sédiments sur le littoral ..... 7
2.2.2.3 La circulation maritime ..... 7
2.3 Évolution historique des berges ..... 8
2.3.1 Approche méthodologique ..... 8
2.3.1.1 Photo-interprétation ..... 8
2.3.1.2 Limite géomorphologique utilisée ..... 9
2.3.1.3 Géoréférencement ..... 9
2.3.1.4 Analyse de l'évolution de la côte ..... 10
2.3.2 Résultats et discussion ..... 11
2.3.2.1 État de la côte en 1953 ..... 25
2.3.2.2 État de la côte en 1963 ..... 25
2.3.2.3 État de la côte en 1977 ..... 26
2.3.2.4 État de la côte en 2014 ..... 27
2.4 Infrastructures existantes ..... 27
2.4.1 État des ouvrages existants ..... 27
2.4.2 Marges de sécurité ..... 28
2.5 Modélisation numérique des vagues ..... 29
2.5.1 Approche méthodologique pour la modélisation numérique ..... 29
2.5.1.1 Analyse des niveaux d'eau ..... 29
2.5.1.2 Analyse des vents et des vagues au large ..... 30

2.5.1.3 Transformation des vagues ..... 34
3 analyse des variantes ..... 37
3.1 Élaboration des variantes ..... 38
3.2 Critères de sélection des variantes ..... 38
3.3 Variantes exclues de l'analyse détaillée ..... 39
3.3.1 Variante 1 : retrait des infrastructures ..... 39
3.3.2 Variante 2 : Techniques de génie végétal ..... 41
3.4 Analyse détaillée des variantes retenues ..... 42
3.4.1 Variante 3 : recharge en plage ..... 42
3.4.2 Variante 4 : Enrochement de berge avec végétation ..... 43
3.5 Description des variantes retenues ..... 47
3.5.1 Tronçon 1 ..... 47
3.5.2 Tronçon 2 ..... 48
3.5.3 Tronçon 3 ..... 48
3.5.4 Tronçon 4 ..... 51
3.5.4.1 Recharge de plage ..... 51
3.5.4.2 Enrochement ..... 52
3.5.4.3 Solution retenue ..... 52
3.5.5 Tronçon 5 ..... 53
3.5.5.1 Recharge de plage ..... 53
3.5.5.2 Enrochement ..... 53
3.5.5.3 Solution retenue ..... 54
3.5.6 Tronçon 6 ..... 54
3.5.6.1 Recharge de plage ..... 54
3.5.6.2 Enrochement ..... 55
3.5.6.3 Solution retenue ..... 55
3.5.7 Tronçon 7 ..... 56
3.5.7.1 Recharge de plage ..... 56
3.5.7.2 Enrochement ..... 57
3.5.7.3 Solution retenue ..... 58
3.5.8 Synthèse des interventions proposées ..... 59
4 Conclusion ..... 61
5 Références ..... 63

# LISTE DES TABLEAUX


Tableau 1.1 Localisation des tronçons visés par le présent rapport et niveau de priorité déterminé en avant-projet ..... 2
Tableau 2.1 Photographies aériennes analysées ..... 8
Tableau 2.2 Évolution multidate du trait de côte du parc de la Plage-Jacques-Cartier ..... 13
Tableau 2.3 Marge de sécurité au droit des tronçons à l'étude ..... 28
Tableau 2.4 Niveaux d'eau au droit de la zone d'étude ..... 29
Tableau 2.5 Niveaux d'eau pour différentes récurrences à la plage Jacques-Cartier ..... 29
Tableau 2.6 Longueur de fetch par orientation ..... 31
Tableau 2.7 Statistiques de vagues pour la période de 1991 à 2007 ..... 33
Tableau 2.8 Hauteurs des vagues pour différentes récurrences selon l'analyse statistique ..... 33
Tableau 2.9 Transformation des vagues (niveau d'eau = récurrence 20 ans = 5,01 m) ..... 36
Tableau 2.10 Transformation des vagues (niveau d'eau = PMSMM = 2,87 m) ..... 36
Tableau 3.1 Dimensionnement de la recharge de plage ..... 43
Tableau 3.2 Conception des enrochements (niveau d'eau 5,01 m, vagues non déferlantes) ..... 45
Tableau 3.3 Conception des enrochements : niveau d'eau 2,87 m, vagues déferlantes ..... 46
Tableau 3.4 Sommaire des interventions proposées et coûts ..... 59
Tableau 3.5 Performance des critères de sélection de la solution retenue ..... 60


# LISTE DES FIGURES


Figure 2.1 Rose des vents (provenance) à la station de Lauzon, 1er janvier 1991 au 31 décembre 2007 ..... 30
Figure 2.2 Rose des vagues (provenance) au site à l'étude (SPM 1977, douze mois, période de 1991 à 2007) ..... 32
Figure 2.3 Hauteur significative en fonction de la récurrence selon la distribution de Gumbel et Weibull ..... 34
Figure 2.4 Modèle numérique de terrain et grille utilisés pour la modélisation numérique ..... 35
Figure 2.5 Hauteur de vague significative avec une vague de 1,92 m et un niveau d'eau de 2,87 m ..... 35
Figure 3.1 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 1 ..... 47
Figure 3.2 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 2 ..... 48
Figure 3.3 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 3 ..... 51
Figure 3.4 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 4 ..... 52
Figure 3.5 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 4 ..... 52
Figure 3.6 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 5 ..... 53
Figure 3.7 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 5 ..... 54
Figure 3.8 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 6 ..... 55

Figure 3.9 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 6 ..... 55
Figure 3.10 Profils d'équilibre pour différents calibres de rechargement de plage au droit du tronçon ..... 56
Figure 3.11 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 7 ..... 57
Figure 3.12 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 7 ..... 58

# LISTE DES PHOTOS

Photo 2.1 Pied de glace et bloc mobile le long du tronçon 7 (16 mars 2016) ..... 6
Photo 2.2. Chemin carrossable, mais rudimentaire positionné en haut de plage, avant le réaménagement de la plage Jacques-Cartier en parc municipal (sans date, probablement dans les années 1980) ..... 26

# LISTE DES CARTES

Carte 1.1 Localisation de la zone d'étude ..... 3
Carte 2.1 Évolution historique de la côte (1953-2014) ..... 15
Carte 2.2 Évolution historique de la côte (1953-1963) ..... 17
Carte 2.3 Évolution historique de la côte (1963-1977) ..... 19
Carte 2.4 Évolution historique de la côte (1977-1993) ..... 21
Carte 2.5 Évolution historique de la côte (1993-2014) ..... 23
Carte 3.1 Solutions proposées ..... 49

# LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Évolution historique de la côte par transect généré aux 20 m par le logiciel DSAS
Annexe 2 Bordereaux des coûts et quantités
Annexe 3 Sections-types des ouvrages

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Mise en contexte et objectifs

Le parc de la Plage-Jacques-Cartier, dans l'arrondissement Cap-Rouge, à Québec, constitue un lieu récréotouristique très prisé par les citoyens et les touristes, et ce, à l'année longue. Il s'agit d'un des seuls parcs de la ville offrant des accès aux rares plages et berges encore naturelles du fleuve. Cependant, depuis plusieurs années, des problèmes d'érosion d'intensités variables sont visibles le long de certains tronçons de berges. Des travaux de stabilisation des berges ont d'ailleurs été nécessaires au cours des dernières années afin de protéger le sentier pédestre et d'assurer ainsi la sécurité des usagers. Malheureusement, à l'heure actuelle, l'érosion sévit non seulement le long du sentier principal, mais également à différents endroits le long de secteurs gazonnés où les berges sont encore naturelles.

Devant cette situation, la Ville de Québec souhaite procéder à la stabilisation de tronçons de berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Cependant, compte tenu de son envergure, le projet est soumis à l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) (L.R.Q., c. Q-2). En effet, selon l'étude d'avant-projet (BPR, 2012), la longueur de l'ensemble des secteurs où des ouvrages de protection pourraient être nécessaires à court, moyen et long terme est de 1 215 m. Ce chiffre dépasse le seuil de 300 m de rives au-delà duquel une étude d'impact environnemental doit être menée conformément à l'article 2b) du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (chapitre Q-2, r. 23) et présentée au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Le présent rapport sectoriel constitue un complément à l'étude d'impact qui sera présentée au MDDELCC en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Plus spécifiquement, ce rapport vise principalement :

- L'analyse des conditions d'érosion des berges[1], incluant l'évolution historique de celles-ci par photo-interprétation multidate;
- La modélisation numérique des vagues pour la conception des ouvrages de protection
- L'analyse des variantes en fonction des coûts et des critères de sélection des variables;
- Le choix et la justification de la solution retenue pour chacun des 7 tronçons.

1 Le terme «berge», au sens du MDDELCC (2015), est la partie plus ou moins escarpée qui peut être submergée sans que les eaux ne débordent. C'est aussi ce que l'on appelle le trait de côte. Tandis que la berge et le trait de côte peuvent être considérés le plus souvent comme des quasi-synonymes dans le cas du fleuve Saint-Laurent, la rive, elle, fait appel à un autre concept. Selon la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, la rive est une bande de terre qui borde les lacs et cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux.

## 1.2 Localisation de la zone d'étude

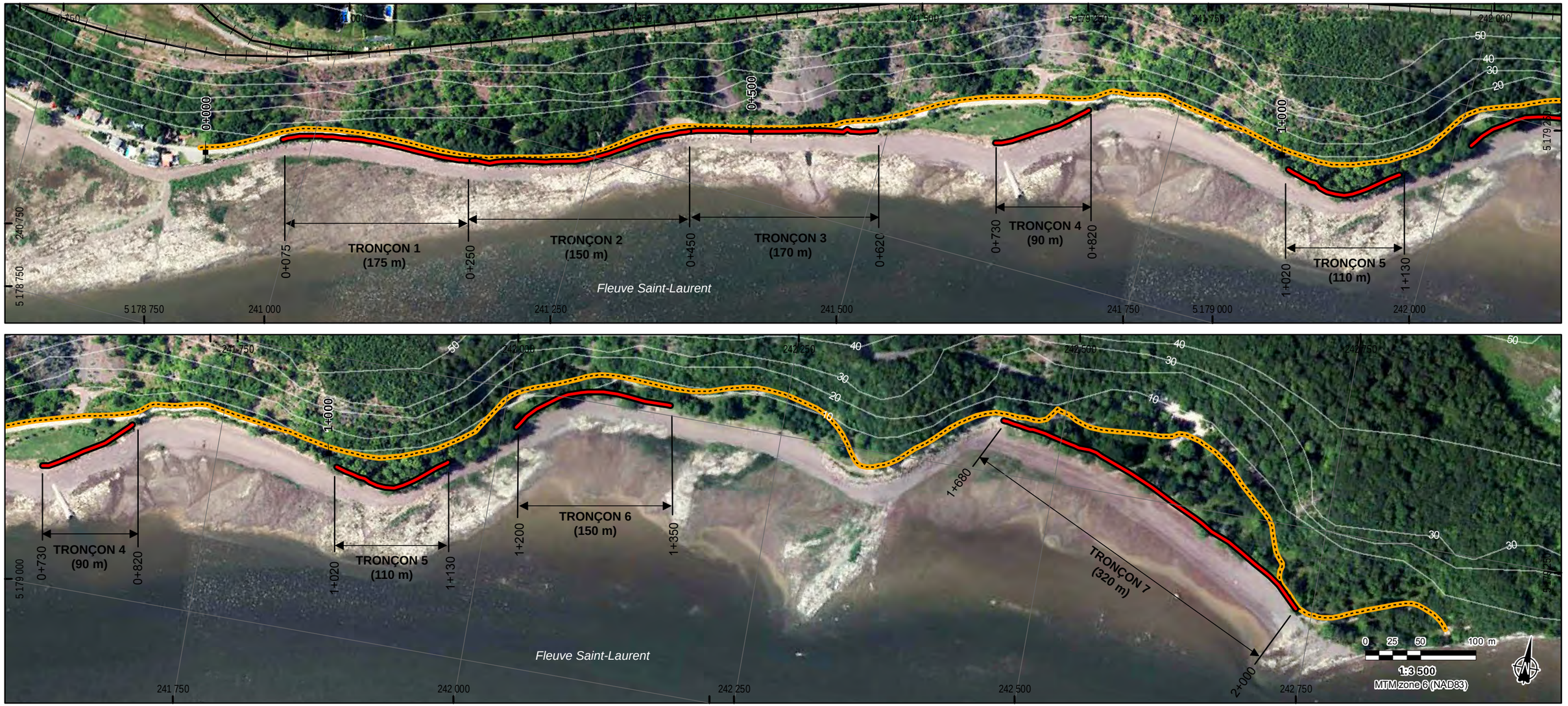
La zone d'étude globale correspond au parc de la Plage-Jacques-Cartier. Sa limite ouest correspond au début du sentier exclusivement piétonnier du Chemin de la Plage-Jacques-Cartier et sa limite est, au début du sentier des Grèves, totalisant environ 2 km (2 000 m) linéaires de berges (carte 1.1). Déterminés à l'étude d'avant-projet (BPR, 2012), les quelque 1 215 m de berges à l'étude sont divisés en 7 tronçons distincts (tableau 1.1).

L'étude d'avant-projet ciblait alors 4 tronçons de berge affectés par une érosion sévère (tronçons 1 à 4), c'est-à-dire où il était recommandé que soient réalisés à court terme des travaux pour éviter que l'intégrité structurale du sentier ne soit affectée. L'étude ciblait également 2 tronçons où il était requis intervenir à moyen terme (tronçons 5 et 6), puis 1 seul tronçon à suivre à long terme (tronçon 7). À noter qu'il est possible que ce niveau de priorité soit éventuellement revu par le promoteur, étant donné que déjà quelques années se sont écoulées depuis cette étude, et qu'en conséquence, l'érosion peut s'être accentuée depuis. Dans le cadre de la présente étude, les 7 tronçons seront donc analysés sans égard au niveau des priorités accordées par BPR (2012).

**Tableau 1.1 Localisation des tronçons visés par le présent rapport et niveau de priorité déterminé en avant-projet**

| Numéro de tronçon attribué dans la présente étude (voir carte 1.1) | Localisation approximative (chaînage) | Longueur (m) | Priorité de stabilisation à l'étude d'avant-projet (BPR, 2012) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0+075 à 0+250 | 175 | Court terme |
| 2 | 0+450 à 0+620 | 170 | Court terme |
| 3 | 0+730 à 0+820 | 90 | Court terme |
| 4 | 1+020 à 1+130 | 110 | Court terme |
| 5 | 1+200 à 1+350 | 150 | Moyen terme |
| 6 | 1+680 à 2+000 | 320 | Moyen terme |
| 7 | 0+250 à 0+450 | 200 | Long terme |
| | Longueur totale | 1 215 m | - |

Source : adapté de BPR (2012), tableau 5-1.







**0+000** Chaînage (en mètres)

Chemin de fer du CN

Sentier piétonnier existant

Tronçon à l'étude

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

# Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

## Localisation de la zone d'étude

NORDA STELO

***MARS, 2016***

*110484_C1-1_Localisation_160321.mxd*

*Base carto.: CMQ (2015)*

**Carte 1.1**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**

# 2 DYNAMIQUE CÔTIÈRE

## 2.1 Formation de la plateforme côtière

La colline de Québec surplombe d'environ 35 m à 40 m le parc de la Plage-Jacques-Cartier. L'alternance de shale parfois très friable et de bancs de grès plus résistants qui caractérise la roche-mère à cet endroit rend le relief plutôt irrégulier. Les falaises rocheuses montrent en effet des fractures et autres discontinuités qui les rendent très vulnérables à la météorisation, un processus naturel qui permet la désagrégation physique et chimique de la roche. La désagrégation des parois rocheuses permet le détachement de fragments rocheux qui forment, avec le temps, d'imposants talus d'éboulis. Ces talus sont eux-mêmes déstabilisés, notamment par certaines activités humaines, ce qui est très visible le long de la plage Jacques-Cartier où un prélèvement de matériel a été fait en plusieurs endroits (Verville, 2010). Cette source de sédiments est en partie responsable de la formation de la plateforme côtière, qui, dans les fonds de baies, se présente sous la forme d'une « terrasse de plage » que l'on retrouve au pied de la colline et qui constitue en bonne partie le sol sur lequel se trouve le parc de la Plage-Jacques-Cartier. Les sédiments plus ou moins anciens provenant du fleuve représentent l'autre source naturelle des dépôts de la terrasse de plage sur laquelle repose en bonne partie le parc. Finalement, on retrouve également par endroits un remblai hétérogène qui origine de l'action humaine. L'état d'équilibre dynamique de ces dépôts dépend des forces érosives du fleuve, d'une part, et de l'apport en sédiments, d'autre part. La résistance des berges dépend de leur nature propre et de facteurs naturels et anthropiques.

## 2.2 Causes de l'érosion de la plateforme côtière

Les causes de l'érosion des berges sont de deux types, soit les causes naturelles et anthropiques (MSP, 2012). Ces facteurs sont souvent en interrelations et leur dynamique est complexe et varie dans le temps et dans l'espace.

### 2.2.1 Les causes naturelles

#### 2.2.1.1 Les niveaux d'eau et action des vagues

Les vagues sont mentionnées comme la principale cause de l'érosion des berges de la plage Jacques-Cartier (BPR, 2012) et d'autres secteurs de la ville de Québec (Dessau, 2012). Toutefois, il est important de mentionner que l'action érosive des vagues est étroitement liée au niveau d'eau. Pour que les vagues atteignent les berges, il doit y avoir un certain niveau d'eau, sans quoi la vague déferle avant d'atteindre la côte ou ne parvient jamais à celle-ci (à marée basse, par exemple). Cela étant dit, les vagues de récurrence 2 ans peuvent tout de même atteindre 2,4 m de hauteur significative, ce qui équivaut à une vague ayant un potentiel érosif. En contrepartie, même une vague importante peut avoir un effet quasi nul sur la côte si la profondeur d'eau est insuffisante. À l'inverse, même relativement faible,

une vague lors d'un haut niveau (par exemple, la pleine mer supérieure de grande marée atteint 4,06 m géodésiques) peut atteindre la berge et causer des dommages.

#### 2.2.1.2 Le mouvement des glaces

Cette plateforme du parc de la Plage-Jacques-Cartier est soumise à l'érosion par les glaces littorales entre la fin du mois de novembre et le début du mois d'avril, avec une couverture glacielle complète en hiver (janvier à mars) (Verville, 2010). Lorsque le pied de glace est fixé aux berges, celui-ci offre une protection contre l'érosion. Par contre, lorsque celui-ci se démantèle, des glaces mobiles peuvent avoir une importante action abrasive. Le mouvement des glaces apparaît comme la seconde force érosive de la zone d'étude. L'étude d'impact pour le projet de stabilisation des berges à proximité du secteur Notre-Dame de-la-Garde (Dessau, 2012), à moins de 10 km à l'est de la zone d'étude, indique que des glaces circulant dans ce secteur du fleuve peuvent régulièrement atteindre 5 à 6 m de hauteur dû à la circulation maritime et à la marée. En mars 2016, le pied de glace présent au tronçon 7 avait une hauteur d'un peu plus d'un mètre et des blocs d'entre 1 et 2 m de hauteur s'en détachait et jonchaient la plage (photo 2.1). Le potentiel érosif de ces blocs de glace est important lorsque le pied de glace cède et que les berges sont exposées. Même les berges enrochées, dans des conditions propices (hauts niveaux d'eau, courants importants), peuvent être endommagées par ces glaces.



**Photo 2.1 Pied de glace et bloc mobile le long du tronçon 7 (16 mars 2016)**

#### 2.2.1.3 L'alternance des périodes de gel et de dégel

Cet élément, plus important pour les côtes meubles argileuses, est moins susceptible d'être significatif pour les berges en matériaux grossiers de la zone d'étude.

#### 2.2.1.4 Les tempêtes côtières

Les tempêtes ont une influence sur la magnitude des vagues, leur direction, mais aussi sur le niveau d'eau, puisque les tempêtes surviennent en période de dépression météorologique, ce qui crée une « surcote », soit un gonflement des eaux. Même si les conditions de fortes vagues de l'estuaire fluvial du

Saint-Laurent ne se comparent en aucune mesure à celles qui peuvent prévaloir dans l'estuaire maritime et le golfe, les hautes marées du secteur de Québec peuvent provoquer des niveaux d'eau considérables lors de tempêtes. Les vagues générées durant ces hauts niveaux d'eau peuvent créer l'érosion des berges dont le substrat est à nu (microfalaises d'érosion, présentes sur les tronçons 4 à 7). Des vagues de fortes amplitudes peuvent aussi endommager des enrochements, surtout s'il y a franchissement.

## 2.2.2 Les interventions humaines

### 2.2.2.1 La concentration de l'écoulement des eaux

La dénudation des surfaces survient lorsque le sol et la végétation sont amoindris ou détruits par l'action humaine, fragilisant ainsi la cohésion des rives et des berges. Dans le cas du parc de la Plage-Jacques-Cartier, cet élément s'applique aux endroits où le sentier pédestre est en contact direct avec la partie supérieure d'enrochements. Le ruissellement sur le sentier peut engendrer une fragilisation tout juste derrière l'enrochement. Cette situation peut être améliorée lorsqu'il y a présence d'une bande de végétation entre le sentier et le dessus de l'enrochement. À d'autres endroits où la berge est naturelle, la seule présence de gazon (et non d'arbustes ou d'arbres) offre une résistance relativement faible face à l'érosion par l'action du fleuve, en raison du peu de systèmes racinaires qui caractérise le couvert végétal.

### 2.2.2.2 Les structures faisant obstacle à la circulation naturelle des sédiments sur le littoral

Les enrochements parallèles aux berges stabilisent la côte, mais ont le désavantage de bloquer l'apport de sédiments qui provient de l'érosion des berges. En effet, une part du bilan sédimentaire provient des berges. Les quais ou autres constructions perpendiculaires au littoral retiennent une partie des sédiments en transit par la dérive littorale. Dans la zone d'étude, les remblais protégés par des enrochements mis en place le long des tronçons 1 à 3 ont soustrait au bilan sédimentaire local la contribution des talus meubles des falaises qui étaient auparavant exposés au fleuve.

### 2.2.2.3 La circulation maritime

La circulation maritime et le batillage qu'elle engendre sont aussi une cause d'érosion des berges du fleuve. Le batillage survient en général lorsque les navires circulent à moins de 800 m de la rive. Par exemple, dans la région de Sorel, des estimations réalisées sur les rives du fleuve montrent que le batillage dû à la circulation maritime commerciale pourrait être responsable d'environ 20 % de la détérioration des berges et la navigation de plaisance de 5 % (Environnement Canada, 2002, cité par Paquette, 2010).

## 2.3 Évolution historique des berges

### 2.3.1 Approche méthodologique

#### 2.3.1.1 Photo-interprétation

La photo-interprétation multidate au moyen d'images aériennes permet de suivre l'évolution qualitative ou quantitative d'un phénomène ou d'un milieu dans le temps (Provencher et Dubois, 2007). En outre, cette méthode permet d'analyser l'évolution des systèmes à une échelle temporelle que peu d'études basées uniquement sur le suivi de terrain peuvent égaler.

Afin d'évaluer l'évolution de la côte du parc de la Plage-Jacques-Cartier au cours des dernières décennies, une photo-interprétation des photographies aériennes verticales disponibles a été effectuée. Le tableau 2.1 présente la liste des couvertures de photographies aériennes verticales retenues pour l'analyse de l'évolution historique du littoral. Les photographies de 1953, 1963, 1977, 1993 et de 2014 ont été retenues parce qu'elles offraient un intervalle temporel de 10 ans à 20 ans, ce qui est jugé comme une résolution adéquate pour les besoins de l'étude. De plus, la résolution spatiale (échelle) de ces images présentait un niveau de détail suffisant et leur qualité était soit excellente (relevés de 2014), bonne (relevés de 1963, 1977 et 1993) ou acceptable (plus floue pour relevés de 1953). Par contre, en fonction des lignes de vol, la zone d'étude se trouve parfois davantage vers les côtés des photos, comme pour l'image de 1977 (Q77865-195), alors que l'idéal est que la zone d'intérêt soit au centre de la photographie. Toutes les images ont été commandées en version papier, à l'exception des images de 2014 qui sont issues d'une mosaïque que la Ville de Québec possédait déjà. Ces paramètres ont une influence sur la marge d'erreur des taux de recul des berges qui seront calculés par la suite.

**Tableau 2.1 Photographies aériennes analysées**

| Année du relevé aérien | Numéros de photos | Type | Échelle | Source |
|---|---|---|---|---|
| 1953 | A13682-110/111 | Tons de gris | 1 : 15 000 | Gouvernement du Canada |
| 1963 | Q63300-76/77/78/79 | Tons de gris | 1 : 9 600 | Gouvernement du Québec |
| 1977 | Q77860-75/76 Q77865-195/196 | Tons de gris | 1 : 10 000 | Gouvernement du Québec |
| 1993 | HMQ93103-75/76 | Tons de gris | 1 : 15 000 | Gouvernement du Québec |
| 2014 | Mosaïque numérique | Couleur (RGB) | Pixel = environ 10 cm au sol | Ville de Québec |

La photo-interprétation visait deux objectifs principaux, l'un qualitatif et l'autre, quantitatif. D'abord, le ou la photo-interprète a l'occasion d'observer l'évolution de l'occupation du territoire. Cette personne s'attarde à détecter des événements ou des phénomènes passés (étant parfois absents de nos jours, ou ne le laissant que de pâles vestiges) pouvant être la cause des conditions environnementales actuelles.

L'interprétation qualitative du milieu littoral permet de mieux appréhender l'héritage du 20e siècle sur la zone côtière actuelle.

L'objectif quantitatif de la photo-interprétation effectuée dans le cadre de la présente étude était d'évaluer le recul ou l'avancée du trait de côte afin de tracer les tendances (accumulation ou érosion), ce qui permet d'appuyer l'interprétation de l'état actuel des berges. Elle permet notamment d'apporter des éléments de réponses aux questions suivantes :

- L'érosion actuelle est-elle une tendance nouvelle?
- Un secteur donné a-t-il fortement reculé par le passé ou s'il est demeuré stable?
- Peut-on identifier des causes à l'érosion actuelle?
- Est-il probable que les mesures de stabilisation proposées dans le présent projet soient efficaces, si l'on se base sur les taux de reculs passés?

#### 2.3.1.2 Limite géomorphologique utilisée

La limite utilisée pour établir l'évolution historique dépend du type de côte. La limite utilisée est la ligne de rivage, tel qu'employé également par Provencher *et al*. (2005) dans une étude portant entre autres sur l'analyse du trait de côte sur la Côte-Nord. Pour les côtes à microfalaise d'érosion, le « trait de côte » correspond au sommet de celle-ci. Dans le cas des terrasses de plage sans microfalaise (donc montrant peu de signes d'érosion), la limite des hautes mers maximales est utilisée (ligne de rivage, au sens strict). Dans les deux cas, ces limites correspondent généralement à la limite de la végétation herbacée. En outre, cette limite est celle la plus facilement identifiable sur des photographies aériennes en noir et blanc, car elle présente un plus fort contraste visuel. En effet, la végétation présente un aspect gris, tandis que le substrat comme le sable est généralement blanc. Le choix d'une limite montrant généralement un bon contraste visuel est d'autant plus important lorsque les photographies aériennes plus vieilles sont de qualité moindre (flou, surexposition), rendant d'autres limites plus ténues (ligne des hautes mers moyennes, par exemple), voire invisibles. Dans le cas où ces derniers types de côte sont artificialisés par la présence d'un enrochement de berge, la limite supérieure des ouvrages de protection est utilisée comme « trait de côte ».

#### 2.3.1.3 Géoréférencement

Les photographies aériennes papier, d'abord scannées à une résolution de 600 DPI, ont été géoréférencées à l'aide du logiciel ArcGIS version 10.3.1 (ESRI inc.). Chaque image a été géoréférencée à partir de la mosaïque de 2014. Les points de contrôle c'est-à-dire des repères stables dans le temps et dans l'espace (coin de rue, de chemin, fracture dans le roc, etc.) ont été localisés à proximité du trait de côte, mais non sur celui-ci. Étant donné le peu de points de contrôle fixes dans le temps (surtout pour les photographies plus anciennes) présents à l'intérieur des limites du parc, on n'a parfois eu d'autre choix que d'utiliser quelques points de contrôle localisés dans le haut des falaises, ce qui augmente toutefois la distorsion due à la parallaxe.

Environ 10 points de contrôle ont été utilisés par image avant d'appliquer le calage, pour un maximum de précision. Au besoin, les points de contrôle affichant la plus grande l'erreur quadratique des moyennes (EQM) et étant situés le plus loin des tronçons à l'étude ont été supprimés afin d'optimiser la précision du calage. L'erreur associée au géoréférencement, malgré tous les efforts pour en minimiser l'erreur (plus grand nombre de points de contrôle, localisation des points de contrôle, EQM faible, centre de la photo lorsque possible) ne peut être complètement éliminée. Cela étant dit, on considère que cette erreur est d'un ordre comparable à celles d'études similaires et est acceptable au plan méthodologique.

#### 2.3.1.4 Analyse de l'évolution de la côte

Le trait de côte pour chaque année a été tracé directement à l'écran. Un stéréoscope a été utilisé en simultané, au besoin, pour mieux évaluer le relief. La précision de la digitalisation du trait de côte dépend de l'expérience du photo-interprète et de son appréciation de la ligne de référence elle-même conditionnée par la résolution, l'échelle et la qualité des images.

Bien qu'aucune marge d'erreur quantitative n'ait pu être déterminée avec précision pour la présente étude, on suggère de considérer les reculs ou avancées les plus faibles (environ moins de 3 m) avec prudence. Malgré cette imprécision, du reste tout à fait normale pour ce type de méthode d'analyse, les tendances à l'érosion ou l'accumulation qui sont issues de l'analyse sont jugées représentatives de la réalité.

Le logiciel Digital Shoreline Analysis System (DSAS), version 4.0, développé par la Commission géologique des États-Unis (USGS), a été utilisé pour le calcul des statistiques relatives à l'évolution du littoral et de la largeur des plages. Ce logiciel est utilisé à titre d'extension dans ArcMap de ArcGIS. Ce logiciel effectue des calculs de haute précision et est reconnu dans le domaine.

Des transects, recoupant de façon perpendiculaire les différents traits de côte délimités sur chaque couverture aérienne, ont été générés de manière automatique (et ajustés manuellement au besoin pour éviter les aberrations) à chaque 20 m de côte linéaire. Le seuil de 20 m permet d'obtenir un minimum de 5 mesures par tronçon, ce qui semble raisonnable pour que la moyenne des mesures soit représentative de l'ensemble du tronçon. Ce nombre de mesures paraît d'autant plus acceptable du fait que le recul ou l'avancée du trait de côte est assez linéaire. L'écart entre chacun des tracés est ensuite calculé pour chacune des années, ce qui génère une base de données sur l'évolution historique de la ligne de rivage.

Les paramètres qui ont été extraits de la base de données sont :

- **L'évolution moyenne nette** du trait de côte (avancée ou recul en mètres linéaires perpendiculaires à la côte) pour chacun des quatre intervalles de relevés, soit 1953-1963, 1963-1977, 1977-1993 et 1993-2014 et la période globale de 1953-2014;
- **Un taux d'évolution moyen par année** (m/an) du trait de côte pour les mêmes périodes. Le taux moyen est une variable permettant de comparer les tronçons entre eux et les périodes.

Le taux moyen est simplement obtenu en divisant l'évolution moyenne nette entre deux relevés aériens par le nombre d'années qui s'est écoulé entre ces deux relevés. Ce taux moyen ne rend toutefois pas compte de la variabilité annuelle d'événements pouvant typiquement occasionner un recul de berge. Ainsi, un segment de côte peut être assez stable pendant plusieurs années, puis subir un recul de quelques mètres en une seule tempête extrême. À l'inverse, une avancée de la côte due à des travaux de remblai se produit en quelques jours ou semaines, tandis qu'une avancée naturelle étant le résultat d'une accumulation sédimentaire se produit généralement de façon graduelle. Tous ces éléments sont masqués par le taux moyen.

### 2.3.2 Résultats et discussion

Le type d'usage du site du parc de la Plage-Jacques-Cartier a changé depuis 1953. En effet, le site a généralement servi de lieu de villégiature de nature privée avant 1992, pour être converti en site à vocation récréative, tel qu'on le connaît actuellement. Le point commun entre ces usages repose dans le fait que la qualité de l'environnement naturel et du paysage y est depuis longtemps prisée.

Les résultats du calcul de l'évolution du trait de côte (recul moyen absolu en mètres et le taux de recul moyen annuel) sont présentés au tableau 2.2. Les résultats sont présentés pour chaque intervalle de temps analysé et sont groupés selon la période précédant la création du parc (1953 à 1993) et celle postérieure à sa création (1993 à 2014). On remarquera que depuis la création du parc, la tendance générale de la zone d'étude est à l'érosion. Des reculs de berge nets de -0,1 à -5,7 m ont en effet été enregistrés entre 1993 et 2014.

En résumé, les principaux constats que l'on peut tirer de l'analyse des taux d'évolution du trait de côte sont les suivants (tableau 2.2 et cartes 2.1 à 2.5):

- Les tronçons 1 à 4 ont été en érosion pour toute la période étudiée, sauf pour l'intervalle 1963-1977. La cause de ce bilan positif pour cet intervalle n'est cependant pas le fruit d'une accumulation sédimentaire naturelle, mais bien celui de l'intervention humaine. En effet, ces tronçons ont fait l'objet de travaux remblais au cours de la période 1963-1977. Une partie de ce remblai a éventuellement été protégée de l'érosion par des enrochements (à l'exception du tronçon 4, aujourd'hui en érosion active). Les faibles reculs là où des enrochements sont présents peuvent être le résultat conjugué de travaux de réparation de certains enrochements suite à des dommages et de l'imprécision de la méthode d'analyse par photo-interprétation (puisque les taux sont faibles);
- Depuis la création du parc, l'érosion a continué sur les tronçons 1 à 4, et il a fallu enrocher les berges ou encore, procéder à des réfections d'enrochements lorsque ceux-ci étaient endommagés par les agents naturels (vagues, tempêtes, glaces). Ces tronçons montrent par endroits des dommages à réparer à court terme;
- Contrairement aux tronçons 1 à 4, le tronçon 5 montre une stabilité relative, oscillant entre une érosion légère et une accumulation légère. Depuis la création du parc, celui-ci semble également en relative stabilité;
- Pour le tronçon 6, l'érosion est observée pour toute la période étudiée, sauf, encore une fois, pour l'intervalle 1963-1977. Le recul a continué depuis la création du parc, comme pour les tronçons 1 à 4. Pour ce tronçon, on remarque que l'érosion est généralement plus forte sur la portion est.

Cela pourrait s'expliquer par le fait que la nature de la berge est rocheuse vers l'ouest, alors que les derniers 75 m à l'est sont constitués d'une terrasse de plage, donc de matériaux meubles, plus sensibles à l'érosion;

- Le tronçon 7 serait très légèrement en accumulation depuis la création du parc. Sur le terrain, la présence d'une microfalaise indique cependant davantage une tendance à l'érosion, mais ce recul est faible. Il n'est pas impossible aussi que le trait de côte ait été plus stable au cours des années passées (peut-être au cours des années 1993 et + ou 2000) et que l'érosion se soit réactivée dans les dernières années, ce qui expliquerait la différence entre les résultats d'analyse des photos aériennes et les observations de terrain;
- Finalement tronçon 7 a été davantage touché par l'érosion à son extrémité ouest. Ce secteur est probablement plus exposé aux fortes vagues. Il est intéressant de noter que modélisation des vagues (section 2.5) montre que la hauteur significative des vagues est plus forte vers l'ouest du tronçon. L'effet de bout de l'enrochement trouvé à l'ouest du tronçon 7 pourrait être en partie responsable de cet état. Selon l'observation des images aériennes à cet endroit, cet enrochement pourrait protéger un remblai mis en place pour élargir le sentier. Il n'y aurait donc pas de plage, naturellement, à l'ouest du tronçon 7, ce qui expliquerait aussi l'érosion plus sévère de la côte à cet endroit.

Les sections 2.3.2.1 à 2.3.2.4 qui suivent montrent de façon détaillée l'analyse de l'évolution des usages et du trait de côte de la zone d'étude pour l'ensemble de la période analysée, soit 1953-2014, couvrant ainsi 61 ans. Les résultats sont présentés pour chaque intervalle de temps analysé (1953-1963, 1963-1977, 1977-1993 et 1993-2014).

Les cartes 2.1 à 2.5 montrent chaque photographie aérienne analysée, de même que chaque trait de côte interprété.

**Tableau 2.2 Évolution multidate du trait de côte du parc de la Plage-Jacques-Cartier**

| | Période antérieure à la création du parc de la Plage-Jacques-Cartier | | | | | | | | | Période postérieure à la création du parc de la Plage-Jacques-Cartier | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1953-1963 | | | 1963-1977 | | | 1977-1993 | | | 1993-2014 | | | |
| | Évolution nette moyenne (m) | Taux annuel (m/an) | Remarque sur les images de 1953 | Évolution nette moyenne (m) | Taux annuel (m/an) | Remarque sur les images de 1963 | Évolution nette moyenne (m) | Taux annuel (m/an) | Remarque sur les images de 1977 | Évolution nette moyenne (m) | Taux annuel (m/an) | Remarque sur les images de 1993 | Remarque sur les images de 2014 |
| Tronçon 1 | -4,0 | -0,4* | Pas de remblai<br>Falaise active | 12,3 | 0,88** | Poteaux électriques (probables) | -2,4 | -0,15* | Remblai pour chemin carrossable | -1,5 | -0,07* | Enrochement (probable)<br>Chemin carrossable | Enrochement<br>Sentier pédestre |
| Tronçon 2 | -2,4 | -0,24* | Pas de remblai<br>Quelques chalets | 5,9 | 0,42* | Poteaux électriques (probables)<br>Quelques chalets | -0,3 | -0,02* | Remblai pour chemin carrossable<br>Quelques chalets | -2,1 | -0,1* | Un seul bâtiment restant<br>Chemin carrossable<br>Stationnement | Enrochement<br>Aucun bâtiment<br>Sentier pédestre |
| Tronçon 3 | -2,4 | -0,24* | Pas de remblai<br>Falaise active<br>Chalets isolés | 14,9 | 1,06*** | Davantage de chalets | -4,5 | -0,28* | Remblai pour chemin carrossable<br>Davantage de chalets | -0,8 | -0,04* | Chemin carrossable<br>Stationnement | Enrochement<br>Sentier pédestre |
| Tronçon 4 | -4,8 | -0,48* | Pas de remblai<br>Falaise active | 67,9 | 4,85*** | Pas de remblai<br>Falaise active | -9,7 | -0,61** | Large remblai<br>Bâtiments et activités (municipales?) | -5,7 | -0,27* | Retrait des bâtiments<br>Fin du chemin carrossable<br>Grand Stationnement | Surfaces renaturalisées<br>Sentier pédestre |
| Tronçon 5 | 2,7 | 0,27* | Quelques chalets | 0,7 | 0,05* | Quelques chalets | -4,6 | -0,29* | Quelques chalets | -0,1 | 0,0* | Retrait des bâtiments | Aucun changement visuel important |
| Tronçon 6 | -4,9 | -0,49* | Quelques chalets<br>Côte légèrement irrégulière | 15,9 | 1,14*** | Quelques chalets<br>Côte légèrement irrégulière | -9,9 | -0,62** | Côte ayant tendance à devenir plus régulière | -4,3 | -0,2* | Retrait des bâtiments<br>Côte plus régulière | Aucun changement visuel important |
| Tronçon 7 | 1,9 | 0,19* | Quelques chalets | 0,9 | 0,06* | Davantage de chalets<br>Chemin carrossable pour descendre à la plage | -8,1 | -0,51** | Aucun changement visuel important | 1,3 | 0,06* | Retrait des bâtiments | Stationnement complété |
| Total Tronçons | -2,4 | -0,24* | - | 16,8 | 1,2** | - | -7,3 | -0,45* | - | -1,7 | -0,08* | - | - |
| Total zone d'étude | -1,7 | -0,17* | - | 13,9 | 0,99* | - | -5,0 | -0,31* | - | -1,1 | -0,05* | - | - |

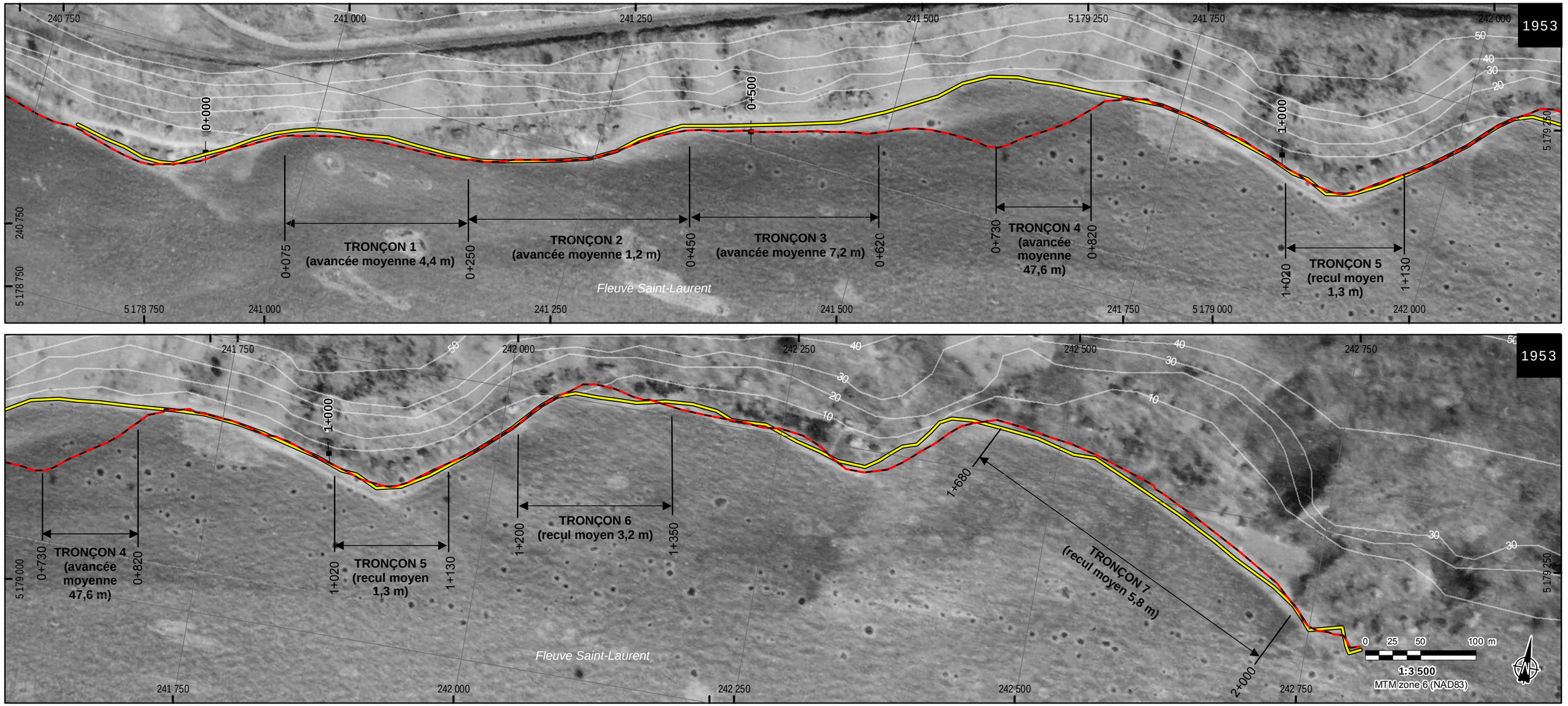
Afin de faciliter la lecture de ce tableau :

Les cases grises correspondent à des mesures négatives (érosion).

* Taux annuel entre 0 m et 0,5 m = **intensité du recul/avancée faible à nulle**

** Taux annuel entre 0,5 m et 1 m = **intensité du recul/avancée modérée**

*** Taux annuel > 1m = **intensité du recul/avancée élevée**







**0+000** Chaînage (en mètres)

Traits de côte

en 1953

en 2014

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

Évolution historique de la côte (1953-2014)

NORDA STELO

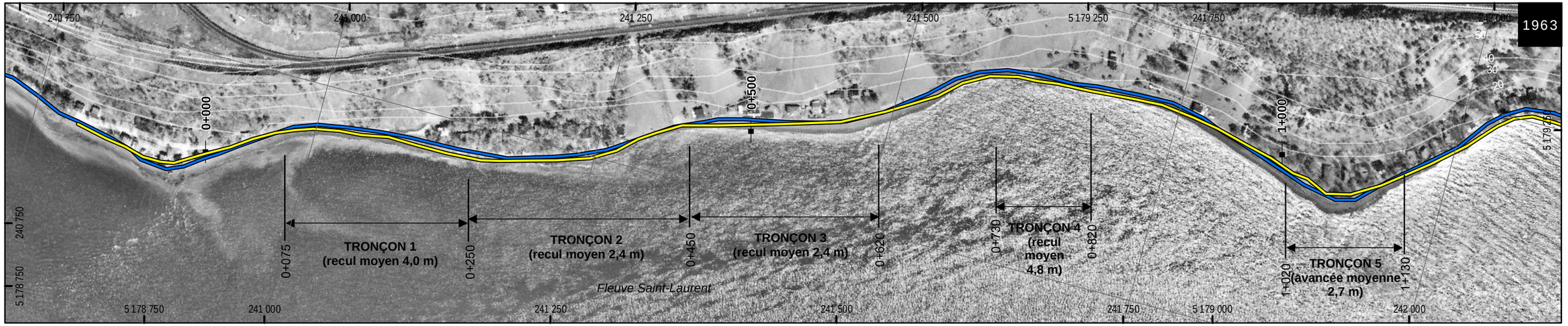
***MARS, 2016***

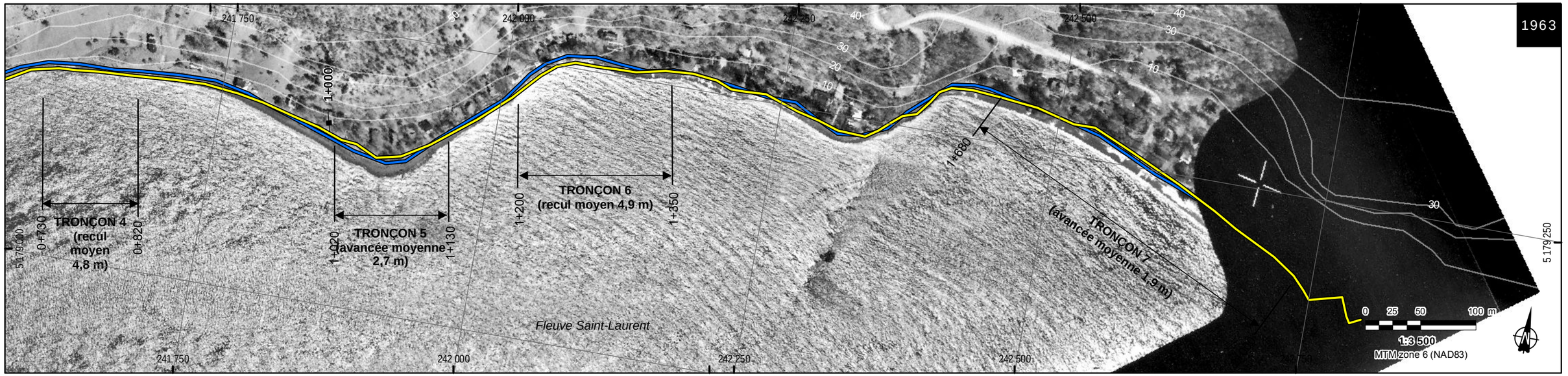
*110484_C2-1_Evol 1953-2014_160323.mxd*

*Base carto.: photo aérienne A13682-111*

**Carte 2.1**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**







**0+000** Chaînage (en mètres)

Traits de côte

en 1953

en 1963

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

# Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

## Évolution historique de la côte (1953-1963)

NORDA STELO

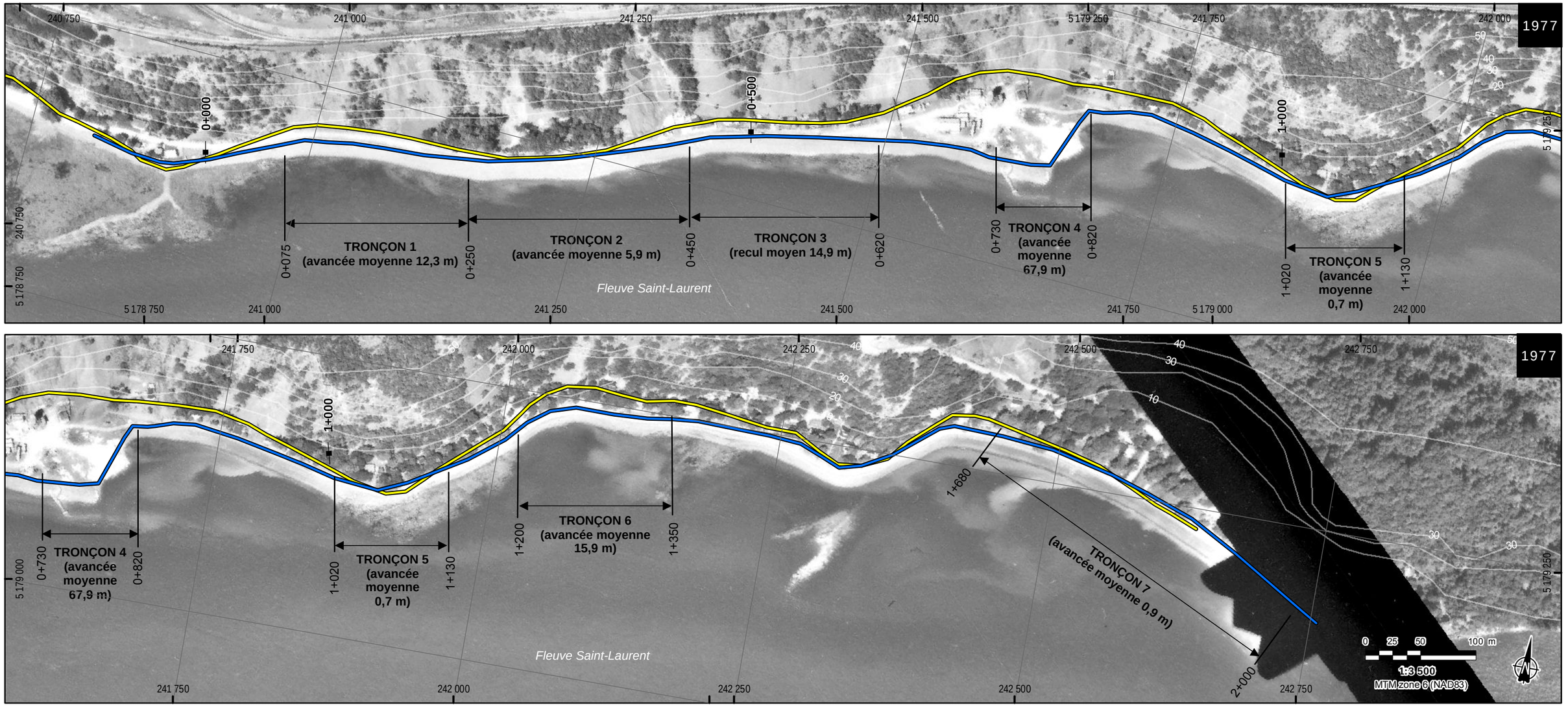
***MARS, 2016***

*110484_C2-2_Evol 1953-63_160323.mxd*

*Base carto.: photo aérienne Q633000-771*

**Carte 2.2**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**







**0+000** Chaînage (en mètres)

Traits de côte

en 1963

en 1977

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

Évolution historique de la côte (1963-1977)

NORDA STELO

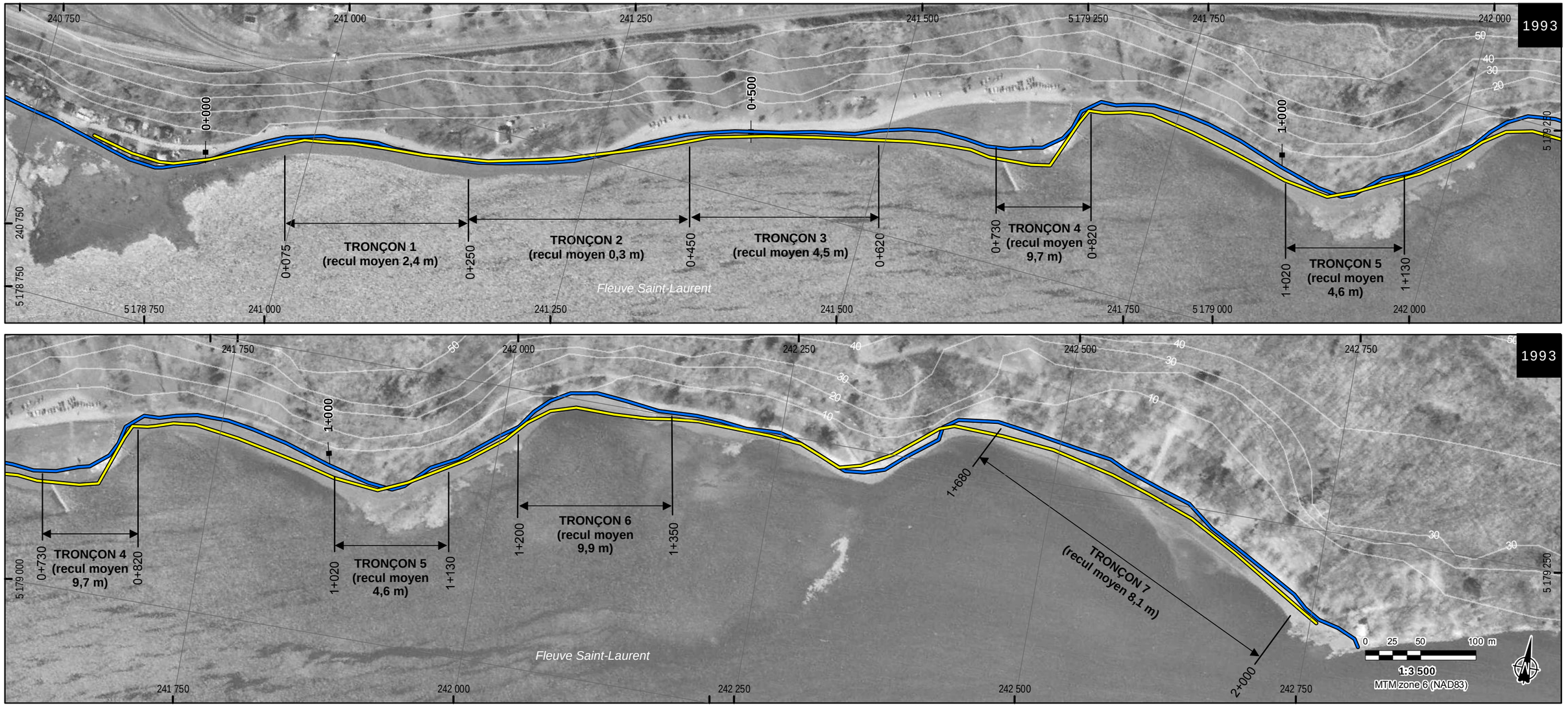
***MARS, 2016***

*110484_C2-3_Evol 1963-77_160323.mxd*

*Base carto.: photo aérienne Q77860-751*

**Carte 2.3**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**







**0+000** Chaînage (en mètres)

Traits de côte

en 1977

en 1993

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

Stabilisation des berges du parc
de la Plage-Jacques-Cartier

Évolution historique de la côte
(1977-1993)

NORDA STELO

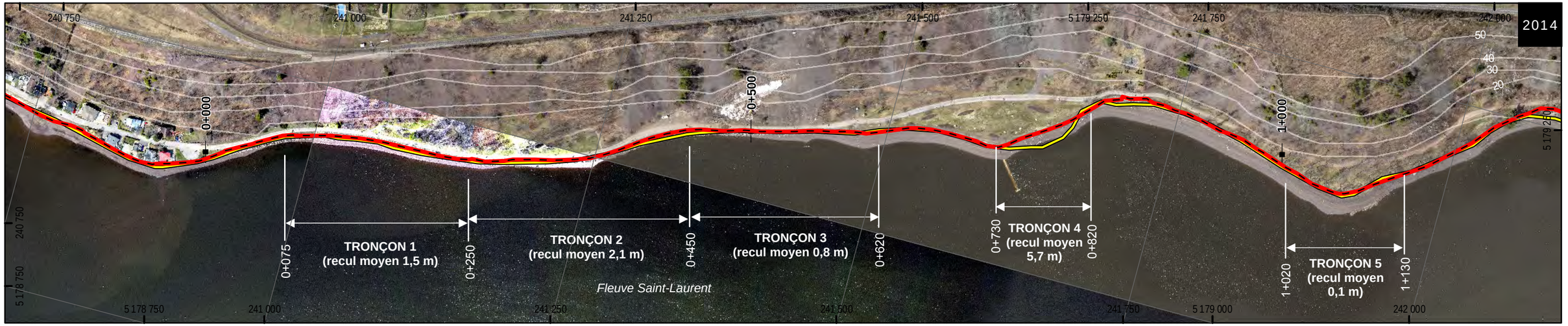
***MARS, 2016***

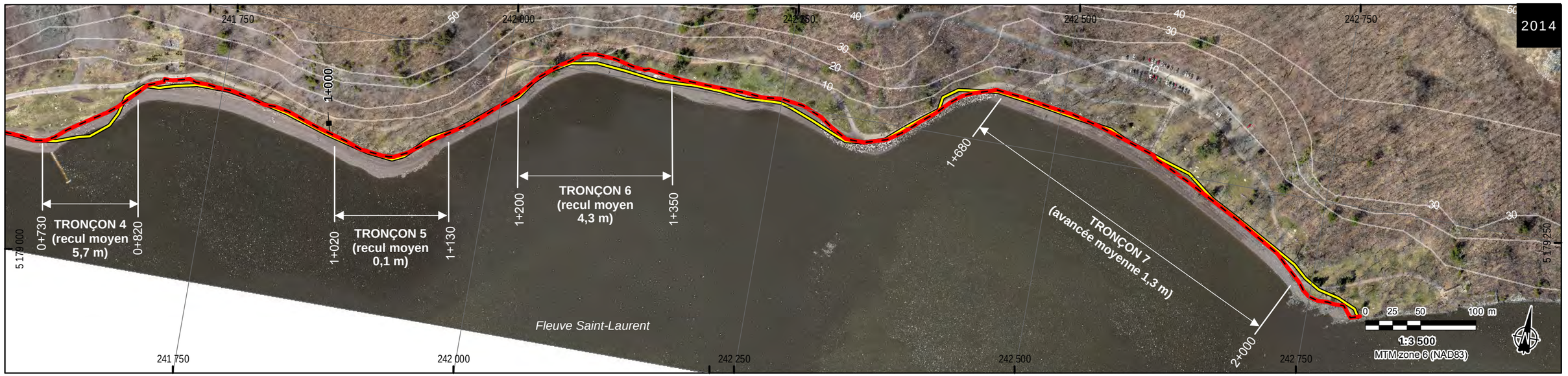
*110484_C2-4_Evol 1977-93_160323.mxd*

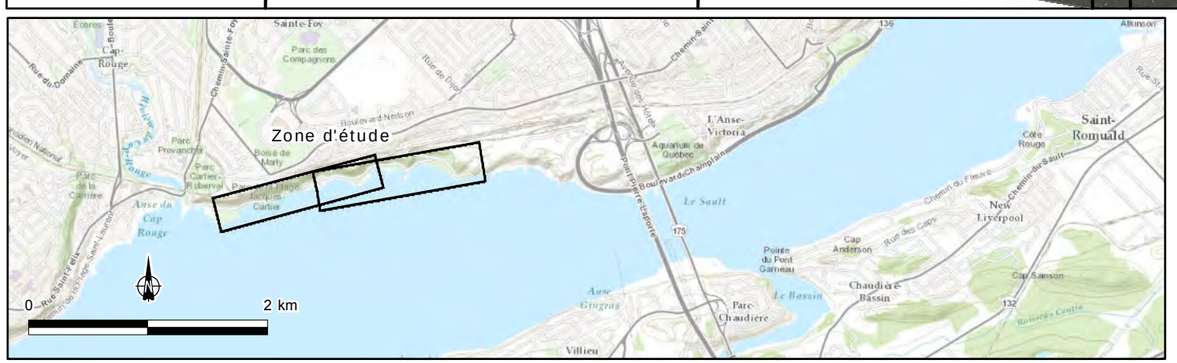
*Base carto.: photo aérienne HQM93-103-76*

**Carte 2.4**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**




**0+000** Chaînage (en mètres)

Traits de côte

en 1993

en 2014

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

VILLE DE QUÉBEC

# Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

## Évolution historique de la côte (1993-2014)

NORDA STELO

***MARS, 2016***

*110484_C2-5_Evol 1993-2014_160323.mxd*

*Base carto.: orthophotos 2014*

**Carte 2.5**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**

#### 2.3.2.1 État de la côte en 1953

En 1953, le Chemin de la Plage-Jacques-Cartier prenait fin là où de nos jours le chemin devient exclusivement piétonnier, soit quelques dizaines de mètres à l'ouest du tronçon 1 (carte 2.1). En effet, à partir de ce point, le chemin semble prendre fin. Il n'est pas impossible qu'un petit sentier ait été présent en bordure du fleuve, mais celui-ci devait être très rudimentaire, car il n'est pas visible sur les images aériennes. Au plan physique, on remarque que les talus des falaises comportaient généralement moins de végétation qu'actuellement. Il est donc probable que les talus étaient plus actifs parce que le pied des falaises était baigné par les vagues, arrachant ainsi périodiquement des sédiments à la côte. Par la suite, au droit du tronçon 2, le pied de falaise recule quelque peu, laissant davantage de terrain propice à la construction, où l'on distingue quelques bâtiments. Ces bâtiments étaient probablement des chalets d'été loués à des employés par la compagnie ferroviaire du CN, qui fût propriétaire d'une partie des terrains de 1923 à la fin des années 1950. Par la suite, le CN désigna ces terrains comme surplus non-utilisable à des fins commerciales et les céda au Ministère des Transports du Canada, qui reprit du même coup les baux de location (Comité ZIP de Québec et Chaudière-Appalaches, 2005).

Au doit du tronçon 4, le « croissant de terre » présent actuellement est complètement absent. Un peu plus à l'est, entre les tronçons 6 et 7, les chalets se succèdent les uns à côté des autres.

En somme, on note que le site de plage Jacques-Cartier de cette époque était voué à la villégiature privée et que le trait de côte était essentiellement naturel.

#### 2.3.2.2 État de la côte en 1963

En dix ans, d'autres chalets se sont ajoutés à ceux présents en 1953, bien que la Ville de Sainte-Foy soit propriétaire des terrains depuis 1962. De plus, des poteaux d'électricité bordent le littoral (carte 2.2). Le trait de côte est faiblement actif: les tronçons 1 à 4 et 6 sont en érosion faible à nulle, des taux annuels de -0,49 m/an (-4,9 m tronçon 6) à -0,24 m/an (-2,3 m aux tronçons 2 et 3) ayant été calculés (tableau 2.2). Les tronçons 5 et 7 sont en accumulation faible à nulle (0,28 m/an et 0,19 m/an, respectivement).

Il est difficile de distinguer si des enrochements étaient présents à cette époque, mais il est probable que non, étant donné les faibles reculs et les besoins de protection de la côte relativement peu importants. Cependant, on ne peut exclure la présence d'ouvrages relativement petits, construits avec de faibles moyens et destinés à protéger les terrains des chalets (petits murs en maçonnerie, par exemple). De telles petites constructions sont très difficiles à percevoir sur les images en noir et blanc à l'échelle des photographies disponibles (tant pour 1953, 1963 que 1977).

Le changement le plus important qui marque les images de 1963 est la présence d'un chemin carrossable descendant à l'actuelle plage du Pavillon (tronçon 7), à l'emplacement même de l'actuel Chemin du Pavillon, permettant un accès plus facile aux automobiles.

#### 2.3.2.3 État de la côte en 1977

En comparaison des images de 1963, le milieu observé en 1977 a fortement évolué. Tout d'abord, un chemin carrossable, accessible depuis Cap-Rouge, est présent sur presque l'ensemble de la zone d'étude, en pied de falaise (carte 2.3). Celui-ci est probablement constitué de sable et gravier, ce que suggère la teinte très pâle du sentier sur les images. La présence de ce chemin est probablement le résultat de travaux de remblai mis en place comme fondation, et non le fruit d'un phénomène naturel d'accumulation littorale. Cette observation se traduit dans l'évolution de la côte : la côte a avancé de 12,3 m, 5,9 m et 14,9 m pour les tronçons 1, 2 et 3, respectivement (tableau 2.2).

De plus, une modification importante du trait de côte a été observée au droit du tronçon 4. En effet, un imposant remblai de largeur maximale de 90 m (voir annexe 1) par rapport au trait de côte de 1963 permet l'implantation de plusieurs bâtiments qui sont isolés du chemin par ce qui semble être une guérite (carte 2.3). La nature de ces activités n'était pas précisée dans la documentation consultée. On peut observer à ce même endroit la conduite encore visible de nos jours à marée basse. À l'est du tronçon 4, un chemin plus rudimentaire, mais toujours accessible aux véhicules est positionné en haute plage. L'apparence de ce chemin devait ressembler à celui montré à la photo 2.2, prise quelques années plus tard. Selon les analyses, le tronçon 5 aussi montre une avancée de près de 16 m. Selon les images analysées, il est beaucoup moins sûr que ce secteur ait fait l'objet de remblai; la source de cette avancée est donc moins sûre.

En résumé, les travaux de remblai visibles aux tronçons 1 à 4 sur les images de 1977 sont la cause de la plus importante modification à la côte qui ait été apportée dans la zone d'étude au cours de la période 1953-2014.



*Source : ZIP Québec et Chaudière-Appalaches (2005) État de la côte en 1993*

**Photo 2.2 Chemin carrossable, mais rudimentaire positionné en haut de plage, avant le réaménagement de la plage Jacques-Cartier en parc municipal (sans date, probablement dans les années 1980)**

Les images aériennes de 1993 ont été prises le 2 mai, soit un peu moins de quatre mois seulement avant l'inauguration officielle du parc le 26 août 1993 (ZIP Québec et Chaudière-Appalaches, 2005). La presque totalité des chalets (incluant des petits ouvrages de protection, le cas échéant) sont alors démantelés (carte 2.4). Le sentier était encore ouvert à la circulation automobile jusqu'au tronçon 4. D'ailleurs, de petits stationnements demeurent ouverts aux limites des tronçons 2 et 3 ainsi qu'au droit du tronçon 4. Le reste du sentier était probablement réservé aux piétons et le stationnement de la plage du Pavillon n'était pas encore aménagé (celui-ci le sera au début des années 2000).

À l'opposé des taux d'évolution de la côte de la période 1963-1977, les taux sont tous négatifs pour la période 1977-1993 (tableau 2.2). Le trait de côte a cependant généralement peu reculé pour les tronçons 1 à 3 (-0,3 m à -4,5 m en 16 ans). Il est difficile de déterminer sur les images si des enrochements étaient présents à cette époque, mais cela est vraisemblable. La présence d'ouvrages de protection expliquerait les taux de recul annuels montrant une érosion faible à nulle (-0,2 m/an à -0,28 m/an).

Les taux sont légèrement supérieurs pour les tronçons 4 à 7 (soit -0,61 m/an au tronçon 4 à -0,29 m/an au tronçon 5). Le fleuve semble tenter de reprendre ses droits sur le remblai en forme de croissant du tronçon 4, qui a reculé de 9,7 m au cours de cette période.

#### 2.3.2.4 État de la côte en 2014

Les images de 2014 montrent que l'accès aux véhicules par Cap-Rouge n'est plus possible au-delà de son point actuel. Le stationnement à la plage du Pavillon a été complété (carte 2.5).

Les reculs nets pour les tronçons 1 à 3 sont très faibles, de -0,8 m à -1,5 m pour la période 1993-2014, soit 21 ans (tableau 2.2). Les taux annuels moyens sont en conséquence très faibles. En réalité, il est probable que les reculs aient été nuls ou quasi nuls durant plusieurs années, d'autant plus que les secteurs sont probablement enrochés au moins depuis 1993, ce qui limite le recul (à moins de travaux de reconstruction).

Le tronçon 4 a enregistré la plus forte érosion, avec un recul net de -5,7 m. En fait, cette avancée de terre faite de remblai non protégé aurait reculé de 15 m environ à partir depuis 1977.

## 2.4 Infrastructures existantes

### 2.4.1 État des ouvrages existants

Selon l'étude d'avant-projet, les informations suivantes sont disponibles concernant les tronçons à l'étude :

- L'enrochement existant (chaînages 0+000 à 0+100 et 0+260 à 0+470) le long des tronçons 1 et 2 est non végétalisé, sa pente est d'environ 1V : 2H et le diamètre des pierres de carapace se situe entre 200 mm et 1 000 mm;
- Un enrochement avec couvert végétal se trouve entre les chaînages 0+100 et 0+260 et entre les chaînages 0+470 et 0+600, couvrant en partie les tronçons 1, 2 et 3. Des fagots sont présents,

mais leur qualité et leur état n'ont pas été évalués. La pierre de carapace de la base de l'enrochement est de 300 mm à 600 mm.

BPR notait que les agents érosifs causaient dommages à l'enrochement ou à la couche filtrante, des pertes de pierres et l'instabilité des pierres. On y notait également que pour une meilleure intégration des enrochements au paysage, des pierres de forme arrondie ont été utilisées pour la réalisation des enrochements existants. Ces pierres sont moins stables que des pierres anguleuses et peuvent être plus sensibles à l'érosion si cette caractéristique n'a pas été prise suffisamment en compte lors de la conception et de la réalisation de l'enrochement. Ce constat vise juste, car les principales causes du mauvais état des ouvrages existants sont les suivantes :

- Une conception déficiente (respect des règles de l'art);
  - Un sous-dimensionnement des pierres de carapace. On verra d'ailleurs plus loin que les enrochements proposés sont nettement plus résistants;
  - Une pierre-filtre trop grosse.
- Une mauvaise mise en place (respect des plans et devis, imbrication défectueuse, manque de clé d'ancrage);
- La qualité des pierres (résistance aux processus de météorisation) et leur degré d'émoussé : les pierres dynamitées anguleuses ont une plus forte résistance lorsqu'imbriquées les unes dans les autres. Les enrochements en pierre ronde sont généralement peu résistants.

Notons que les mêmes constats généraux peuvent être applicables aux autres enrochements existants situés à l'extérieur des tronçons à l'étude.

### 2.4.2 Marges de sécurité

Une marge de sécurité peut se définir, dans le cas présent, comme l'espace entre la berge (incluant un enrochement, le cas échéant, et le début de l'infrastructure à protéger. Cette marge est à peu près nulle pour les tronçons 1 à 3. L'absence de végétation, même éparse, entre le sentier et le dessus de l'enrochement existant au droit du tronçon 3 rend encore plus sensible la surface du sentier aux aléas côtiers et au ruissellement. Le tableau 2.3 montre la distance qui sépare le sentier de la berge, au droit de chaque tronçon. Cette distance ne tient toutefois pas compte du mobilier du parc, qui peut être lui aussi menacé par l'érosion. Des bancs aux tronçons 4 et 6 notamment, sont à moins d'un mètre du sommet de la microfalaise d'érosion.

**Tableau 2.3 Marge de sécurité au droit des tronçons à l'étude**

| Tronçon | Marge de sécurité* |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | Entre 10 et 40 m |
| 5 | Environ 20 m |
| 6 | Environ 10 m |
| 7 | Moins de 5 m aux extrémités (jusqu'à 40 m au centre) |

*Distance entre le bord du sentier et la berge. Mesures approximatives.

## 2.5 Modélisation numérique des vagues

### 2.5.1 Approche méthodologique pour la modélisation numérique

La modélisation numérique est un processus essentiel au dimensionnement des ouvrages de protection qui seront proposés comme variantes, tant pour la recharge en plage que pour des ouvrages rigides. La modélisation repose d'abord sur les conditions hydrodynamiques du site à l'étude, notamment sur les statistiques des niveaux d'eau et sur les caractéristiques des vagues. La présente section décrit les étapes nécessaires à l'élaboration de ce modèle.

#### 2.5.1.1 Analyse des niveaux d'eau

Les marées dans la zone d'étude sont de type semi-diurne, ce qui signifie qu'il se produit deux cycles complets de marée par jour, de hauteurs et de durées légèrement différentes. Les résultats concernant les caractéristiques de la marée au site du projet, fournis par le Service hydrographique du Canada (SHC), sont présentés au tableau 2.4. Ces résultats proviennent d'une extrapolation des hauteurs des marées à partir des stations de mesure les plus proches de la zone d'étude, soit celles de Saint-Nicolas (station no 3270) et d'Immigration Wharf (station no 3251). Les stations de Saint-Nicolas et Immigration Wharf sont à des distances respectives de 9,2 km à l'ouest et 9,8 km à l'est de la plage (BPR, 2012). Les niveaux d'eau pour diverses récurrences ont été extraits du rapport de BPR (2012). Le tableau 2.5 présente les niveaux d'eau de diverses récurrences obtenus pour la plage Jacques-Cartier en considérant une distance de 4 km en amont du pont de Québec (coordonnées géodésiques).

**Tableau 2.4 Niveaux d'eau au droit de la zone d'étude**

| Marée | Zéro des cartes (m) | Géodésique (m) |
|---|---|---|
| Extrême de pleine mer | --- | **---** |
| Pleine mer supérieure, grande marée | 5,8 | **4,06** |
| Pleine mer supérieure, marée moyenne | 4,6 | **2,87** |
| Niveau moyen des eaux | 2,4 | **0,67** |
| Pleine mer inférieure, marée moyenne | 0,4 | **1,33** |
| Pleine mer inférieure, grande marée | 0,2 | **1,53** |
| Extrême de basse mer | --- | **---** |

**Tableau 2.5 Niveaux d'eau pour différentes récurrences à la plage Jacques-Cartier**

| Récurrence | Niveau d'eau (géod, m) |
|---|---|
| 2 ans | 4,55 |
| 5 ans | 4,79 |
| 10 ans | 4,91 |
| 20 ans | 5,01 |
| 50 ans | 5,12 |
| 100 ans | 5,18 |

Tel que mentionné dans l'étude de BPR, un niveau d'eau d'une récurrence de 20 ans sera considéré pour les analyses et la conception des ouvrages de protection, étant donné que l'érosion des berges dans ce secteur n'entraîne pas de risques importants pour la population ni pour des infrastructures municipales ou privées.

### 2.5.1.2 Analyse des vents et des vagues au large

La station météorologique de Lauzon est la station à proximité du site à l'étude qui a la plus grande période d'enregistrement, soit 16 ans. La figure 2.1 illustre les valeurs cumulatives des vents, représentées sous forme d'une rose des vents, pour la station de Lauzon entre le 1er janvier 1991 et le 31 décembre 2007. On y remarque que les vents sont plus puissants en provenance de l'est-nord-est, de l'est, du nord-est et de l'ouest. Les vents plus calmes proviennent globalement des vents ayant une composante sud, soit du sud-ouest à l'est-sud-est.

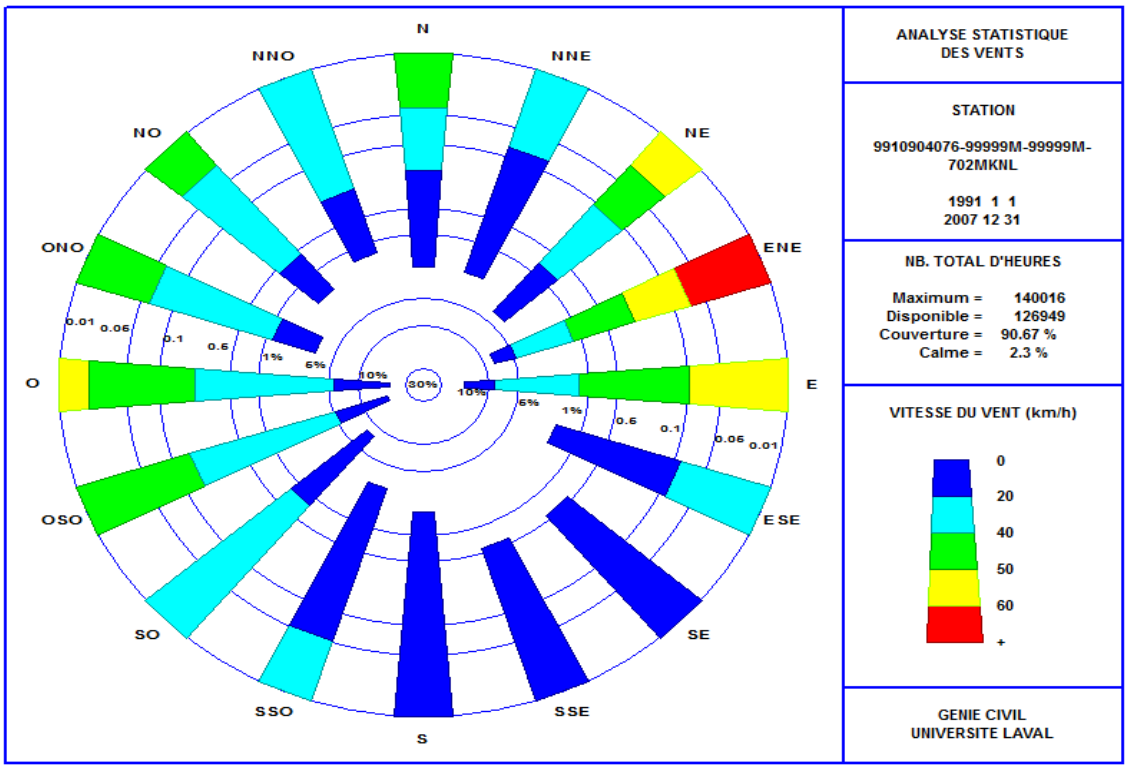



**Figure 2.1 Rose des vents (provenance) à la station de Lauzon, 1er janvier 1991 au 31 décembre 2007**

Le logiciel GENER, développé par l'Université Laval, a été utilisé pour la reconstitution des vagues aux bouées à partir des vents enregistrés à la station de Lauzon. Deux méthodes ont été utilisées pour la reconstitution des vagues : la méthode « S.M.B » présentée dans l'édition du *Shore Protection Manual du Corps* des ingénieurs de l'armée américaine (US Army Corps of Engineers, 1977) et la méthode « JONSWAP» provenant du *Joint North Sea Wave Project* et présentée dans la quatrième édition du

*Shore Protection Manual* (SPM, 1984) ». La comparaison entre les pourcentages de dépassement obtenus à partir des données mesurées et des données générées a été réalisée pour cinq facteurs de pondération des vents (1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4) et pour chaque méthode. Le facteur de pondération sélectionné est celui dont la courbe se rapproche le plus de celle représentant les données mesurées. La méthode «SPM-1977» est utilisée avec un facteur de pondération des vents de facteur de pondération de 1.2. Le tableau 2.6 présente la longueur des fetchs pour chaque orientation possible des vagues. On y remarque que les fetchs les plus longs sont possibles dans l'orientation ouest-sud-ouest (21 km) et sud-ouest (6,5 km), alors que le fetch le plus court se trouve dans l'orientation sud-sud-est (1,7 km).

**Tableau 2.6 Longueur de fetch par orientation**

| Orientation | Angle (°) | Fetch (km) |
|---|---|---|
| ESE | 112,5 | 2,4 |
| SE | 135 | 2 |
| SSE | 157,5 | 1,7 |
| S | 180 | 2 |
| SSO | 202,5 | 3,4 |
| SO | 225 | 6,5 |
| OSO | 247,5 | 21 |

Les conditions de vagues en eau profonde sont déterminées à partir des données de vents enregistrées à la station de Lauzon pour la période du 1er janvier 1991 au 31 décembre 2007 en utilisant la méthode S.M.B (US Army Corps of Engineers, 1977) avec un facteur de pondération des vents égal à 1.1. La figure 2.2 illustre les valeurs cumulatives des vagues, représentées sous forme de rose des vagues, en appliquant cette méthode. Il peut être observé que la vague la plus pénalisante est en provenance ouest-sud-ouest. Pour douze mois, les statistiques de vagues pour toutes les directions sont illustrées au tableau 2.7.

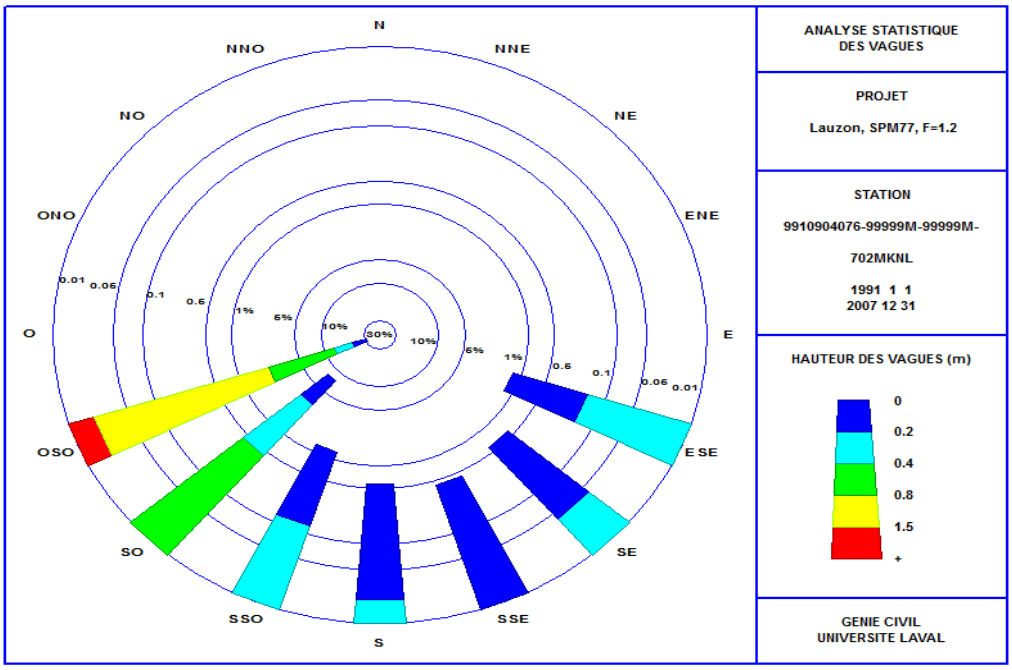



**Figure 2.2 Rose des vagues (provenance) au site à l'étude (SPM 1977, douze mois, période de 1991 à 2007)**

L'analyse statistique des résultats pour différentes récurrences est présentée au tableau 2.8. Pour la période de 1991 à 2007, il y a eu 192 heures de vagues avec une période entre 5 et 6 secondes, et 4 heures avec des vagues avec une période entre 6 et 7 secondes. Similairement, 4 heures de hauteur significatives entre 1,75 et 2 m sont survenues, et 1 heure avec des hauteurs significatives entre 2 et 2,5 m.

La figure 2.3 présente la hauteur significative des vagues en fonction de la récurrence selon la distribution de Gumbel et Weibull. L'écart type pour chaque méthode y est aussi illustré. La distribution de Gumbel est retenue pour sa meilleure qualité dans la prédiction, comme un écart moindre entre la valeur minimale et la valeur maximale.

Tel que mentionné précédemment, un niveau d'eau d'une récurrence de 20 ans sera considéré pour les analyses et la conception des ouvrages de protection, étant donné que l'érosion des berges dans ce secteur n'entraîne pas de risques importants pour la population ni pour des infrastructures municipales ou privées. Suivant la même logique, la hauteur de vague de conception est de 1,92 m avec une période de 6,5 secondes, ce qui correspond à une récurrence de 25 ans.

## Tableau 2.7 Statistiques de vagues pour la période de 1991 à 2007

DIRECTION DES VAGUES: ENSEMBLE DES DONNÉES

STATION: Lauzon (702MKNL), SPM77, F=1.2 DU 1991-01-01 AU 2007-12-31

PROJET: Plage Jacques-Cartier - validation de la dimension des enrochements

*---------- P E R I O D E Tp ( s e c o n d e s ) ----------*

| HAUTEUR Hs (mètres) | 0.0 a 1.0 | 1.0 a 2.0 | 2.0 a 3.0 | 3.0 a 4.0 | 4.0 a 5.0 | 5.0 a 6.0 | 6.0 a 7.0 | 7.0 a 8.0 | 8.0 a 9.0 | 9.0 a 10.0 | 10.0 a 11.0 | 11.0 a 12.0 | 12.0 a 13.0 | 13.0 & plus | TOTAL LIGNE | A(%) | B(%) | C(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00-0.10 | 5566 | 7201 | | | | | | | | | | | | | 12767 | 22.65 | 10.06 | 44.40 |
| 0.10-0.20 | 718 | 8173 | 1893 | | | | | | | | | | | | 10784 | 19.13 | 8.49 | 34.34 |
| 0.20-0.30 | | 691 | 7432 | | | | | | | | | | | | 8123 | 14.41 | 6.40 | 25.85 |
| 0.30-0.40 | | 85 | 6723 | | | | | | | | | | | | 6808 | 12.08 | 5.36 | 19.45 |
| 0.40-0.50 | | 2 | 832 | 4765 | | | | | | | | | | | 5599 | 9.93 | 4.41 | 14.09 |
| 0.50-0.60 | | 2 | 83 | 4239 | | | | | | | | | | | 4324 | 7.67 | 3.41 | 9.67 |
| 0.60-0.70 | | | 2 | 3015 | | | | | | | | | | | 3017 | 5.35 | 2.38 | 6.27 |
| 0.70-0.80 | | | | 1151 | 917 | | | | | | | | | | 2068 | 3.67 | 1.63 | 3.89 |
| 0.80-0.90 | | | | 2 | 1278 | | | | | | | | | | 1280 | 2.27 | 1.01 | 2.26 |
| 0.90-1.00 | | | | | 737 | | | | | | | | | | 737 | 1.31 | 0.58 | 1.25 |
| 1.00-1.25 | | | | | 660 | 42 | | | | | | | | | 702 | 1.25 | 0.55 | 0.67 |
| 1.25-1.50 | | | | | | 128 | | | | | | | | | 128 | 0.23 | 0.10 | 0.12 |
| 1.50-1.75 | | | | | | 21 | | | | | | | | | 21 | 0.04 | 0.02 | 0.02 |
| 1.75-2.00 | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | 4 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00-2.50 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.50-3.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00-3.50 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.50-4.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00-4.50 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.50-5.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00&plus | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TOTAL COL | 6284 | 16154 | 16965 | 13172 | 3592 | 192 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56363 | | | |
| A(%) | 11.1 | 28.7 | 30.1 | 23.4 | 6.4 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | |
| B(%) | 5.0 | 12.7 | 13.4 | 10.4 | 2.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | |
| C(%) | 44.4 | 39.4 | 26.7 | 13.4 | 3.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | |

Nombre de valeurs

Selon cette direction: 56363
Selon l'ensemble des directions: 126949
Pourcentage selon cette direction: 44.40

Pourcentages selon les lignes et les colonnes basés sur le nombre de valeurs:
A: selon cette direction
B: selon l'ensemble des directions
C: pourcentage de dépassement déduit de 'B'

## Tableau 2.8 Hauteurs des vagues pour différentes récurrences selon l'analyse statistique

| Distribution | Gumbel | | Weibull | |
|---|---|---|---|---|
| Récurrence (années) | Hs (m) | Écart-type (m) | Hs (m) | Écart-type (m) |
| **2** | 1,41 | 0,11 | 1,37 | 0,13 |
| **5** | 1,61 | 0,18 | 1,59 | 0,25 |
| **10** | 1,75 | 0,24 | 1,75 | 0,36 |
| **25** | 1,92 | 0,32 | 1,96 | 0,51 |
| **50** | 2,04 | 0,39 | 2,12 | 0,63 |
| **75** | 2,11 | 0,43 | 2,21 | 0,69 |
| **100** | 2,17 | 0,45 | 2,28 | 0,74 |

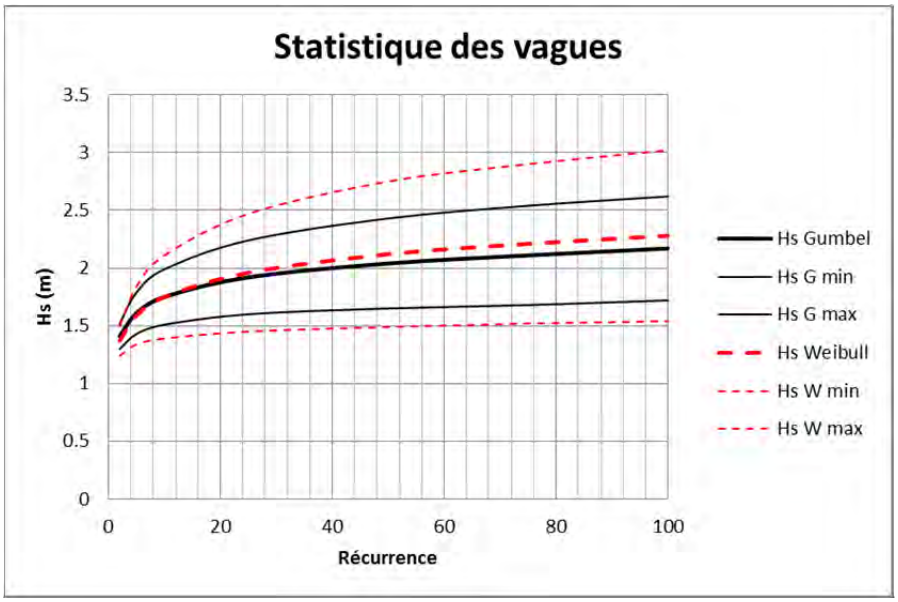



**Figure 2.3 Hauteur significative en fonction de la récurrence selon la distribution de Gumbel et Weibull**

#### 2.5.1.3 Transformation des vagues

La transformation des vagues a été réalisée à l'aide des logiciels REFRA (développé par l'Université Laval) et Delft3D (Deltares). Le modèle numérique de terrain a été construit à partir des relevés topographiques réalisés par arpentage par la Ville de Québec et des cartes marines pour la section bathymétrique. La figure 2.4 illustre le modèle numérique de terrain et la grille de modélisation utilisés pour la transformation des vagues entre le large et les différents tronçons à l'étude avec le logiciel Delft3D.

Après avoir estimé le climat de vagues au large de la côte de la plage Jacques-Cartier, il est nécessaire, pour la conception des ouvrages, de connaître la hauteur des vagues *devant* les ouvrages projetés. La modélisation numérique de la transformation des vagues à l'approche de la côte permet de déterminer ce paramètre.

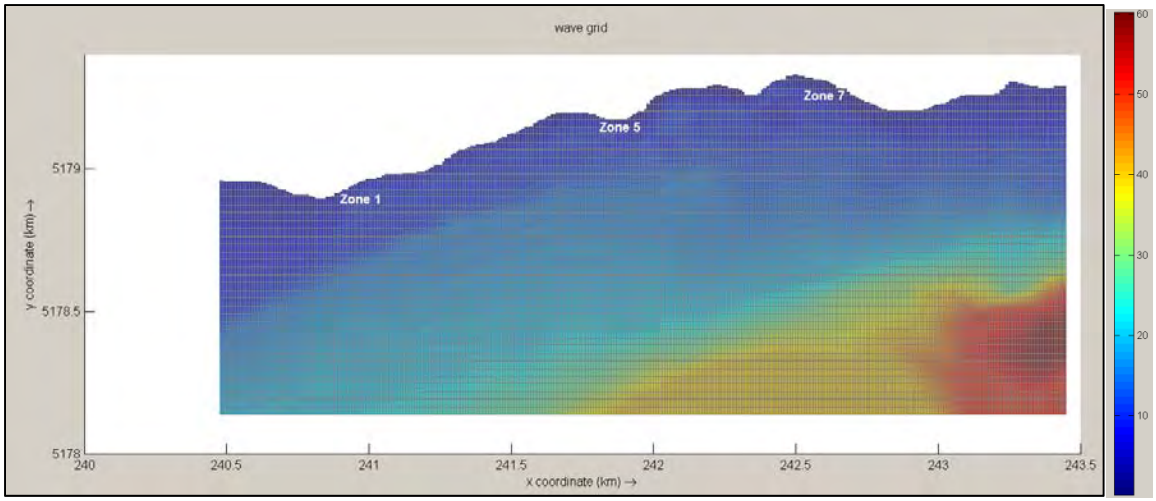



**Figure 2.4 Modèle numérique de terrain et grille utilisés pour la modélisation numérique**

Avec l'objectif de prendre en considération le possible déferlement des vagues, deux niveaux d'eau sont considérés pour l'analyse : le niveau d'eau de récurrence 20 ans (5,01 m), et le niveau imposé par la pleine mer supérieure, marée moyenne (PMSMM : 2,87 m). Les résultats pour le dernier scénario sont illustrés à la figure 2.5. On peut y observer que les vagues significatives sont plus hautes devant les tronçons 1, 5 et 7.

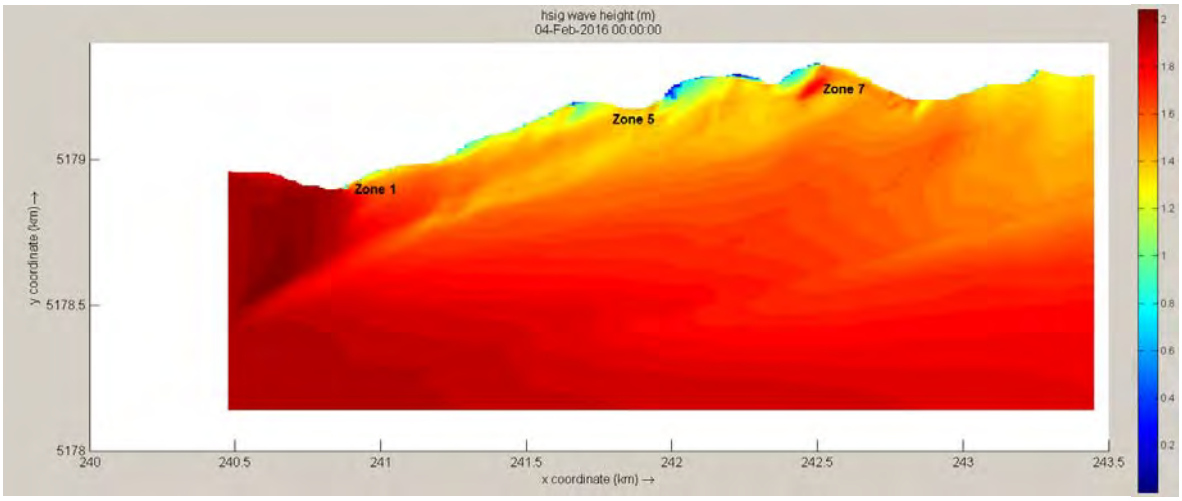



**Figure 2.5 Hauteur de vague significative avec une vague de 1,92 m et un niveau d'eau de 2,87 m**

Pour chacun des 7 tronçons de berge à l'étude (carte 1.1), la hauteur de vague significative face aux ouvrages ($H_s$) et le coefficient de réfraction des vagues ($K_s$) sont spécifiés dans les tableaux 2.9 et 2.10. La transformation des vagues au droit des tronçons à l'étude montre que la hauteur maximale des vagues à la cote 2,87 m est plus élevée pour les tronçons 2, 3 et 4.

**Tableau 2.9 Transformation des vagues (niveau d'eau = récurrence 20 ans = 5,01 m)**

| Tronçon à l'étude | Chaînage | Hso (m) | Tp (s) | Hs (m) | Ks (-) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+075 à 0+250 km | 1,92 | 6,5 | 1,87 | 0,97 |
| 2 | 0+250 à 0+450 km | | | 1,84 | 0,96 |
| 3 | 0+450 à 0+620 km | | | 1,84 | 0,96 |
| 4 | 0+730 à 0+820 km | | | 1,84 | 0,96 |
| 5 | 1+020 à 1+130 km | | | 1,88 | 0,98 |
| 6 | 1+200 à 1+350 km | | | 1,82 | 0,95 |
| 7 | 1+680 à 2+000 km | | | 1,87 | 0,97 |

**Tableau 2.10 Transformation des vagues (niveau d'eau = PMSMM = 2,87 m)**

| Tronçon à l'étude | Chaînage | Hso (m) | Tp (s) | Hs (m) | Ks (-) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+075 à 0+250 km | 1,92 | 6,5 | 1,36 | 0,71 |
| 2 | 0+250 à 0+450 km | | | 1,62 | 0,85 |
| 3 | 0+450 à 0+620 km | | | 1,62 | 0,85 |
| 4 | 0+730 à 0+820 km | | | 1,62 | 0,85 |
| 5 | 1+020 à 1+130 km | | | 1,2 | 0,63 |
| 6 | 1+200 à 1+350 km | | | 1,15 | 0,60 |
| 7 | 1+680 à 2+000 km | | | 1,42 | 0,74 |

La transformation des vagues au droit des tronçons à l'étude montre que la hauteur maximale des vagues à la cote 2,87 m est plus élevée pour les tronçons 2, 3 et 4 (tableau 2.10). De plus, pour le niveau d'eau de récurrence 20 ans (5,01 m), la hauteur des vagues face aux ouvrages aux différents tronçons à l'étude varie entre 1,84 m et 1,88 m (vagues non déferlantes) (tableau 2.9). Cependant, pour le niveau d'eau associé à la PMSMM (2,87 m), la hauteur des vagues face aux ouvrages aux différents tronçons à l'étude varie entre 1,2 et 1,62 m (vagues déferlantes) (tableau 2.10). Ces deux conditions doivent être considérées pour la conception des ouvrages de conception retenus pour une analyse détaillée des variantes (section 3.4).

# 3 ANALYSE DES VARIANTES

Dans les dernières années, le phénomène d'érosion côtière est devenu un sujet d'actualité au Québec, et particulièrement le long des berges du fleuve Saint-Laurent, processus qui s'accroît notamment en raison des changements climatiques.

Au cours des dernières années, on a pu remarquer un certain consensus auprès des organismes gouvernementaux (MSP, MAMROT, MDDELCC, MTMDET, etc.), les organismes académiques (chercheurs et chaires de recherche, dont la Chaire de recherche du Québec en géosciences côtières de l'UQAR) et autres (Ouranos, le GIEC) quant aux types d'approche. En effet, on reconnaît généralement trois possibilités d'intervention en guise de stratégie d'adaptation face aux aléas côtiers dans un contexte de changements climatiques (Ouranos, 2004) :

- Le retrait (déplacement des installations hors de la zone à risque);
- La protection (mesures de stabilisation, de type rigide ou dynamique);
- Le zonage[2] (contrôle du développement en zone côtière).

En phase avec l'esprit des grandes stratégies d'adaptation reconnues, la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet ou d'un programme de stabilisation de berges* (ci-après, la Directive) du MDDELCC (MDDEFP, 2013), dicte notamment les variantes de projet que le promoteur est tenu d'analyser, soit :

- La variante visant le retrait des infrastructures (soit ici le retrait du sentier récréotouristique);
- La variante utilisant des techniques de génie végétal (p.ex., fagot, fascine, plantation en quinconce d'arbres et d'arbustes adaptés au milieu, etc.);
- Une variante basée sur la recharge de la plage avec des matériaux compatibles au substrat.

L'étude d'avant-projet (BPR, 2012) proposait des enrochements avec ou sans implantation de végétation. Toutefois, à ce moment, le projet n'avait pas été analysé avec le même niveau de détail qu'actuellement (notamment au plan hydraulique) et n'était pas encore soumis à la procédure provinciale d'évaluation des impacts environnementaux. De plus, cet avant-projet a été émis avant la parution de la Directive générale de 2013 du MDDELCC (MDDEFP, 2013), qui précise les variantes que le ministère souhaite voir étudiées par le promoteur (retrait, technique de génie végétal, recharge en matériaux compatibles). Le présent chapitre a pour objectif de répondre aux exigences du Ministère en matière d'analyses des variantes.

---

[2] Le parc de la Plage-Jacques-Cartier a été inauguré en août 1992. Dans le cadre du présent projet, on notera que le zonage actuel *public et institutionnel* permet déjà un contrôle adéquat du développement pour maximiser la mise en valeur de ses composantes naturelles. En ce sens, le parc respecte l'esprit des stratégies d'adaptation, même si à l'origine, celui-ci n'a pas été instauré spécifiquement pour répondre à la problématique d'érosion côtière.

## 3.1 Élaboration des variantes

Les variantes sont élaborées en fonction des enjeux propres à chaque projet. Les principaux enjeux qui touchent actuellement les berges de la plage Jacques-Cartier peuvent être résumés ainsi :

- Le maintien d'un sentier pédestre sécuritaire;
- L'arrêt de l'érosion active de la côte qui occasionne une perte de terrain et donc, une perte de jouissance des lieux par les utilisateurs;
- Le maintien de la sécurité des usagers du parc (surface piétonne en bon état, prévention des chutes);
- La conservation de la qualité du paysage, de même que celle des habitats fauniques et floristiques existants;
- Le maintien de l'accès aux plages et d'un substrat sur lequel il est possible de marcher.

Les quatre variantes considérées sont :

1) Le retrait des infrastructures (sentier et aménagements connexes);
2) Les ouvrages utilisant le génie végétal;
3) La recharge en matériaux de plage (comme il y a présence de plage en bas de talus);
4) L'enrochement de berge (avec ou sans végétation de haut de talus).

## 3.2 Critères de sélection des variantes

La section 3.2 de la Directive de 2013 du MDDELCC énumère les critères d'élaboration des variantes qui doivent être considérées lors de la préparation d'un projet de stabilisation. Ces critères ont été adaptés aux problématiques propres du présent projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier.

Ainsi, dans le présent projet, les variantes doivent être sélectionnées afin d'éviter ou de limiter au maximum les enjeux forts du projet, qui se traduisent par les 5 critères suivants :

- **L'empreinte minimale** sur le milieu naturel, et plus précisément, l'empiètement dans le milieu aquatique, incluant les plages;
- La **prévention durable** (efficacité et durabilité de la stabilisation) **de la détérioration environnementale** des habitats riverains (recul des berges et de la bande riveraine) et forestiers exceptionnels;
- la **faisabilité technique;**
- La **perte ou la modification déraisonnable de milieux à haute valeur pour la communauté** et les utilisateurs du parc de la Plage-Jacques-Cartier;
- les **coûts acceptables** de l'aménagement d'ouvrages de protection.

À l'issue de l'analyse des variantes 1 et 2, celles-ci ont été écartées, car elles ne répondaient à aucun des quatre critères de sélection des variantes. La section 3.3 discute des éléments justificatifs qui ont mené à l'exclusion de ces deux solutions[3].

[3] Les termes variantes et solutions sont utilisés comme synonymes.

La section 3.4 présente les variantes analysées dans le détail, soit la recharge en plage et l'enrochement (variantes 3 et 4). Le choix final de la solution proposée pour chaque tronçon est établi selon les 5 critères de sélection ci-dessus.

## 3.3 Variantes exclues de l'analyse détaillée

### 3.3.1 Variante 1 : retrait des infrastructures

Cette variante reflète une stratégie d'adaptation face aux aléas côtiers (Ouranos, sans date) qui consiste à reculer vers les terres les infrastructures humaines menacées par l'érosion ou la submersion côtière, lorsque cela est possible. Dans certaines situations, le retrait des infrastructures peut être préféré au fait de «lutter» contre les éléments naturels puissants, surtout compte tenu du succès parfois mitigé d'une telle lutte en termes de protection efficiente à long terme, de rentabilité financière et d'impact sur l'environnement.

Cette variante peut être pertinente dans le cas de projets d'infrastructures majeures, afin de protéger principalement des routes ou des bâtiments. En effet, la variante du « retrait préventif » est particulièrement envisagée dans certains secteurs des routes 132 et 138 longeant l'estuaire maritime et le Golfe du Saint-Laurent, en Gaspésie et sur la Côte-Nord (p.ex., voir Dubois *et al*., 2005). Dans ces régions côtières, les taux de recul des berges y sont par endroits très élevés (parfois plus de 10 m/an) et les agents érosifs sont particulièrement puissants en raison des conditions quasi océaniques de vagues et de tempêtes. Les dommages aux ouvrages de protection contre l'érosion peuvent être très importants, obligeant parfois des fermetures temporaires de routes, le temps de procéder à des travaux d'urgence coûteux. En conséquence, le risque côtier, c'est-à-dire le potentiel de perte matérielle ou d'atteinte à l'intégrité des personnes, y est parfois très élevé. Cela justifie parfois le retrait des infrastructures routières, notamment, dont les coûts de réfection majeurs peuvent rapidement s'élever à quelques millions de dollars, vers des secteurs moins développés et disponibles à de nouveaux aménagements. Dans ces cas, les coûts économiques et sociaux du déplacement des infrastructures peuvent être jugés inférieurs à la mise en place et à l'entretien récurrent d'enrochements, par exemple (MDDELCC, sans date).

En contrepartie, la problématique d'érosion que connaît le parc de la Plage-Jacques-Cartier ne correspond pas aux conditions dans lesquelles une relocalisation pourrait être envisagée. L'exercice a néanmoins été effectué puisque cela représente une exigence de la Directive du MDDELCC. Pour les besoins de la présente analyse, la variante consisterait à reculer le sentier vers la falaise, donc en direction nord. À noter que l'option de réaménager le sentier dans le haut de la falaise apparaît carrément infaisable, et ce, en raison de la présence de l'emprise du CN et de la topographie escarpée. De plus, cela occasionnerait la perte, pour les usagers du parc, d'un accès direct au fleuve. Or, l'accès au fleuve est considéré ni plus ni moins comme la raison d'être première du sentier de la plage Jacques-Cartier.

En premier lieu, techniquement, le recul du sentier principal vers la falaise est difficile, voire, à toute fin pratique, impossible. En effet, à plusieurs endroits, dont les tronçons 1 à 6, le sentier est déjà presque acculé au pied de falaise, ne laissant que l'espace sécuritaire entre celui-ci et le pied des talus d'éboulis qui se forment en bas de falaise.

Par ailleurs, dans une perspective de développement durable, il est important de rappeler que le principe de base de la variante du « retrait des infrastructures » est l'idée qu'il est préférable de minimiser les interventions sur le littoral, en déplaçant les activités humaines à l'abri des agents érosifs, et ce, dans une zone qui permette leur protection à long terme. Le recul du sentier ne permettrait pas de le mettre à l'abri des agents marins à long terme, puisque le recul potentiel n'est que de quelques mètres. L'esprit même de cette approche ne serait donc pas respecté.

On doit aussi considérer que le sentier principal fait partie d'un ensemble d'aménagements naturels et anthropiques qui constituent le cœur et l'âme du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Ainsi, un recul de berge, même dans un secteur plus ou moins éloigné par rapport au sentier, constitue une perte de superficie du parc et donc, une atteinte à son intégrité. On n'élaborera pas ici sur les conditions de sécurité des usagers (chute depuis un ouvrage en détérioration ou depuis une microfalaise d'érosion de parfois plus d'un mètre de hauteur), mais cet élément doit aussi être pris en compte pour des raisons évidentes.

Là où il serait toutefois possible de reculer le sentier de quelques mètres (parfois aussi peu que de 2 ou 3 m), il faudrait retirer une partie du matériel granulaire accumulé naturellement dans les talus, ce qui pourrait avoir pour conséquence d'augmenter la possibilité de déstabiliser les pentes des talus meubles. Des analyses géotechniques seraient donc requises pour en assurer la stabilité. Comme mesure correctrice, il pourrait être nécessaire de sécuriser les parois rocheuses. Ces mesures engendrent des coûts et potentiellement une modification substantielle du paysage (enlèvement de la végétation, diminution de l'aspect naturel des falaises).

Finalement, les dommages aux berges, lorsqu'ils surviennent, ne sont pas assez importants pour que l'on considère que les ouvrages de protection en place se sont avérés jusqu'à maintenant peu efficaces face aux agents marins. Au contraire, les enrochements existants, bien que certains soient actuellement à reconstruire (en raison de défauts de conception ou de construction), ont résisté à l'assaut des vagues et des glaces. Le rapport entre leur coût de construction ou d'entretien et leur efficacité apparaît raisonnable.

Dans ce cadre, la variante du retrait des infrastructures ne répond à aucun des critères de sélection des variantes de la section 3.2. Celle-ci n'est donc pas jugée raisonnable et n'est pas retenue comme une solution viable au présent projet.

### 3.3.2 Variante 2 : Techniques de génie végétal

Le génie végétal se définit comme l'utilisation de plantes vivantes, de parties de celles-ci et de semences afin de résoudre les problèmes de l'ingénieur dans les domaines mécaniques de la protection contre l'érosion, de la stabilisation et de la régénération des sols.

L'élaboration des techniques de génie végétal peut répondre au souhait grandissant des communautés, de concert avec l'augmentation de la connaissance technique en la matière, de rétablir ou de maintenir l'aspect naturel des berges. On peut diviser ces techniques en deux catégories, soit les techniques simples, qui utilisent uniquement des végétaux, et les techniques mixtes, qui conjuguent la mise en place de végétaux avec des ouvrages traditionnels d'ingénierie (enrochement, muret).

Parmi les techniques simples, le MDDELCC liste (MDDEP, 2005) :

- Les boutures;
- Les rangs de plançons;
- Les fagots;
- Les fascines;
- Les matelas de branches;
- Les palissades.

Par les techniques mixtes, on retrouve :

- Les caissons de bois;
- Les enrochements sous le niveau d'étiage, puis végétalisés au moins jusqu'à la ligne des hautes eaux (LHE).

Ces techniques ne semblent pas adéquates pour les tronçons à l'étude, et ce, pour différentes raisons. D'abord, les tronçons 1, 2 et 3, qui totalisent 545 m de berges, sont déjà enrochés. Pour mettre en place ces techniques, il faudrait donc, dans un premier temps, retirer complètement l'enrochement existant. En raison de leur pente et de leur nature (matériel friable fort probablement composé de remblai de type tout-venant, donc très hétérométrique), ces talus seraient instables. En effet, l'enrochement des tronçons 1 à 3 ne sert pas uniquement à la protection de berge. Les techniques proposées par le MDDELCC n'ont pas la résistance nécessaire pour soutenir ce type de remblai.

Par ailleurs, rappelons que ce remblai a été mis en place spécifiquement pour créer une surface de roulement en bas de falaise, alors que naturellement (avant 1963), cette bande de terre ne serait probablement pas présente. Il est raisonnable de penser que le fleuve tendrait à reprendre ses droits si le trait de côte n'était pas protégé par des ouvrages rigides. Les transects d'analyse de l'évolution de la côte montrent d'ailleurs presque tous des reculs (qu'on associe à des berges non enrochées) ou une relative stabilité (probablement dus à la présence d'enrochement) après 1977 (voir annexe 2). Le sentier étant positionné dans le haut du talus, il n'est pas non plus possible d'adoucir les talus pour leur donner leur

pente d'équilibre sans déplacer le sentier, une solution qui a été écartée pour les raisons évoquées à la section précédente (retrait des infrastructures).

Par ailleurs, même pour les secteurs actuellement naturels (tronçons 4 à 7), les matériaux utilisés par ces techniques, soit essentiellement du bois et des végétaux, ne sont pas aptes à résister aux conditions de glaces, de niveaux d'eau et de vagues qui caractérisent la région. Si les glaces et les vagues de tempêtes parviennent à même l'occasion de déplacer des blocs d'enrochement (cela a été le cas pour des ouvrages plus anciens), les probabilités que ces ouvrages de génie végétal soient arrachés aux berges apparaissent trop élevées. Le talus serait rapidement lessivé et pourrait alors subir de lourds dommages, ce qui causerait des impacts négatifs sur la stabilité du sentier. Rappelons par ailleurs que la végétation qui serait implantée sous le niveau des hautes mers ne survivrait pas longtemps.

Finalement, la technique mixte en enrochement sous le niveau d'étiage, puis végétalisé au-dessus de celui-ci, n'apparaît pas non plus assez solide. Le niveau d'étiage, cote utilisée en rivière peut être grossièrement comparé au niveau des basses mers du fleuve et la LHE correspond à la cote de récurrence de crue de 2 ans, soit au niveau des pleines mers supérieures de grandes marées. Encore une fois, les plantations en densité suffisante pour offrir une stabilité au sol ne sont pas jugées viables sous la cote de récurrence du 2 ans.

Les techniques de génie végétal n'ont donc pas été retenues parce qu'elles ne répondent pas au critère de sélection des variantes ayant trait à la prévention de la détérioration des habitats et des milieux à haute valeur pour les communautés et à la faisabilité technique (section 3.2). En effet, elles ne sont pas adaptées à la problématique du fleuve, où l'impact des niveaux d'eau, des vagues, des glaces et des vitesses de courants sur les berges meubles est nettement trop élevé pour que celles-ci puissent y résister.

## 3.4 Analyse détaillée des variantes retenues

### 3.4.1 Variante 3 : recharge en plage

La variante de la recharge de plage a été analysée comme ouvrage de protection potentiel pour les sites dont la côte est encore à l'état naturel, c'est-à-dire pour les tronçons 4 à 7. En effet, pour les tronçons 1 à 3 un ouvrage de recharge en plage n'apparaît pas pertinent dans le cas où des enrochements sont déjà présents. D'abord, la présence mixte d'ouvrages de protection contre l'érosion (enrochement et recharge) n'est pas nécessaire pour assurer la stabilité de la côte. Les plages y sont de plus très étroites naturellement, si bien qu'une recharge occasionnerait de très importants empiètements dans le littoral. Le retrait de l'enrochement pour implanter la recharge n'apparaît pas justifiable au plan technique pour les raisons énumérées précédemment. Les coûts seraient donc doubles : démantèlement et disposition de l'enrochement et recharge.

À partir de la modélisation décrite à la section précédente, le diamètre médian des matériaux qui serait requis selon la méthode de Van Rijn (1993) est présenté au tableau 3.1. Les résultats obtenus grâce à la modélisation numérique ont été extraits pour obtenir les vitesses au fond, lesquelles sont essentielles pour le dimensionnement de la recharge à matériaux grossiers. À noter que pour tous les tronçons, une crête de recharge de 5 m de longueur (replat posé contre la berge, correspondant au haut de plage), avant la pente de plage) sera nécessaire pour garantir la stabilité de la recharge.

**Tableau 3.1 Dimensionnement de la recharge de plage**

| Tronçon à l'étude | Chaînage | Vitesse au fond | $D_{50}$ | $D_{90}$ | Pente de l'ouvrage | Pente moyenne naturelle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (m/s) | (mm) | (mm) | | |
| 4 | 0+730 à 0+820 km | 0,754 | 14 | 21 | 1V : 10H | 1V : 14H |
| 5 | 1+020 à 1+130 km | 1,007 | 22 | 33 | 1V : 10H | 1V : 15H |
| 6 | 1+200 à 1+350 km | 0,983 | 21 | 32 | 1V : 10H | 1V :12H |
| 7 | 1+680 à 2+000 km | 1,375 | 60 | 90 | 1V : 8H | 1V :10H |

On remarque que le diamètre médian ($D_{50}$) des matériaux serait généralement supérieur au matériel naturellement présent sur les plages, mais leur taille peut néanmoins être jugée compatible. En effet, on y retrouve naturellement des gravillons, du sable et du gravier.

Toutefois, le calibre de ces matériaux est particulièrement grand pour le tronçon 7, soit 60 mm, en raison de la vitesse des courants au fond qui y est plus élevée qu'ailleurs. Les pentes de l'ouvrage seraient par contre moins élevées que les pentes moyennes naturelles. Étant donné que la taille des particules est supérieure au substrat local, la pente d'équilibre est plus forte. Or, la plage du tronçon 7 est un des plus beaux attraits du parc et des matériaux de 60 mm de longueur porteraient atteinte à la qualité du paysage et la qualité de l'habitat faunique. En ce sens, ils n'apparaissent pas « compatibles avec le substrat » naturellement en place, tel que demandé par le MDDELCC à la section 3.1 de sa Directive (MDDEFP, 2013). D'autres analyses ont donc été réalisées afin de réduire la taille des matériaux, tout en conservant la capacité de la recharge à résister aux agents érosifs. Les résultats sont présentés dans la description des variantes retenues (section 3.5).

### 3.4.2 Variante 4 : Enrochement de berge avec végétation

La protection des berges à l'aide d'un talus en enrochement est un type d'ouvrage des plus répandus face à une problématique d'érosion. Dans le cas présent, l'intervention devrait comporter également un rehaussement de l'ouvrage par rapport à la berge existante pour contrer le problème de franchissement qui pourrait se produire lors d'événements extrêmes.

Deux méthodes d'analyses pour la conception de la pierre de carapace ont été utilisées :

- Méthode d'Hudson (US Army Corps of Engineers, 1984), niveau d'eau = 5,01 m (récurrence 20 ans) avec vagues non déferlantes;

- Méthode d'Hudson (US Army Corps of Engineers, 1984), niveau d'eau = 2,87 m (PMSMM) avec vagues déferlantes.

Le tableau 3.2 montre les résultats pour chaque tronçon à l'étude lorsque la méthode d'Hudson (1984) est appliquée pour le niveau d'eau de récurrence 20 ans ($H_{1/10}$=1,27 $H_s$, vagues non déferlantes, $K_D$=4) pour des talus d'enrochement de 1.5H :1V, 2H :1V, 2.5H :1V et 3H : 1V.

Le tableau 3.3 spécifie les résultats pour chaque zone à l'étude lorsque la méthode de Hudson 1984 est appliquée pour le niveau d'eau associé à la PMSMM ($H_{1/10}$=1,27 $H_s$, **vagues déferlantes**, $K_D$=2), pour des talus de l'enrochement de 1.5H :1V, 2H :1V, 2.5H :1V et 3H :1V.

Le scénario le plus critique est celui pour un niveau d'eau de 2,87 m en prenant compte l'effet des vagues déferlantes, où pour tous les talus, un enrochement de 1-3 tonnes est préconisé. **Un talus de 2H :1V a été retenu**.

Les résultats obtenus par BPR proposaient un enrochement de 600-1 200 mm, ce qui correspond à un calibre nettement moins important que celui prescrit ici. Il est difficile de faire un comparatif entre les deux méthodes utilisées, car le rapport de BPR ne précise pas ses méthodes de dimensionnement des enrochements par rapport à la hauteur de vague de conception.

Finalement, compte tenu que pour le site à l'étude le franchissement des vagues n'entraîne pas de risques importants pour la population, ni pour des infrastructures municipales ou privées en arrière de l'enrochement, et qu'une surélévation de la crête d'enrochement pourrait altérer la qualité visuelle du paysage, l'élévation de la crête de l'enrochement a été conçue de manière à être égale à l'élévation du haut talus existant, élévation qui est variable.

Finalement, lorsque possibles, les ouvrages de protection en enrochement devraient être bonifiés par des méthodes de végétalisation; c'est d'ailleurs le concept qui est présenté dans cette étude. La « végétalisation des enrochements » consiste à procéder à la plantation d'arbustes entre les pierres ou tout juste derrière l'enrochement. Cette technique s'applique sur des berges enrochées formées de blocs de gros calibre qui n'offrent aucune, sinon très peu, de conditions favorables à l'implantation naturelle et à la croissance des végétaux. L'implantation de végétaux doit se faire dans la partie du talus située au-dessus du niveau de récurrence 2 ans (MDDEP, 2005). Les espèces végétales, tout comme la densité des plants, ou toute autre considération concernant l'aménagement paysager n'ont pas été déterminées dans le détail dans le cadre de cette étude. Tout au plus peut-on peut proposer que les végétaux devront être des espèces compatibles avec le milieu et que les plans d'aménagement des végétaux devront être à la satisfaction du MDDELCC. La végétation présentée sur les croquis de la section suivante est à titre indicatif seulement.

**Tableau 3.2 Conception des enrochements (niveau d'eau 5,01 m, vagues non déferlantes)**

| Zone | Chainage | Solution BPR | Méthode | Hudson SPM84, vagues non déferlantes ($H_{1/10}$, $K_D$=4) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Talus | m = 1,5 | m = 2 | m = 2,5 | m = 3 |
| **1** | 0+075 à 0+250 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,85 | 0,77 | 0,72 | 0,67 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 586 | 1 189 | 951 | 793 |
| **2** | 0+250 à 0+450 km | Recharge et mise en forme de l'enrochement actuel | **$D_{50}$ (m)** | 0,84 | 0,76 | 0,7 | 0,66 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 510 | 1 133 | 906 | 755 |
| **3** | 0+450 à 0+620 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,66 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 510 | 1 133 | 906 | 755 |
| **4** | 0+730 à 0+820 km | Couvert végétal avec enrochement | **$D_{50}$ (m)** | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,66 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 510 | 1 133 | 906 | 755 |
| **5** | 1+020 à 1+130 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | **0,85** | **0,78** | **0,72** | **0,68** |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | **1 611** | **1 208** | **967** | **806** |
| **6** | 1+200 à 1+350 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,83 | 0,75 | 0,70 | 0,66 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 462 | 1 096 | 877 | 731 |
| 7 | 1+680 à 2+000 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,85 | 0,77 | 0,72 | 0,67 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 586 | 1 189 | 951 | 793 |
| **Calibre** | | | | **1-3 tonnes** | **1-2 tonnes** | **0,5-1,5 tonne** | **0,5-1,5 tonne** |

**Tableau 3.3 Conception des enrochements : niveau d'eau 2,87 m, vagues déferlantes**

| Zone | Chainage | Solution BPR | Méthode | Hudson SPM84, vagues déferlantes ($H_{1/10}$, $K_D$=2) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Talus | m = 1,5 | m = 2 | m = 2,5 | m = 3 |
| **1** | 0+075 à 0+250 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,78 | 0,71 | 0,66 | 0,62 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 220 | 915 | 732 | 610 |
| **2** | 0+250 à 0+450 km | Recharge et mise en forme de l'enrochement actuel | **$D_{50}$ (m)** | 0,78 | 0,71 | 0,66 | 0,62 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 220 | 915 | 732 | 610 |
| **3** | 0+450 à 0+620 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | **0,93** | **0,84** | **0,78** | **0,74** |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | **2 062** | **1 546** | **1 237** | **1 031** |
| **4** | 0+730 à 0+820 km | Couvert végétal avec enrochement | **$D_{50}$ (m)** | **0,93** | **0,84** | **0,78** | **0,74** |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | **2 062** | **1 546** | **1 237** | **1 031** |
| **5** | 1+020 à 1+130 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,69 | 0,62 | 0,58 | 0,54 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 838 | 628 | 503 | 419 |
| **6** | 1+200 à 1+350 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,66 | 0,60 | 0,55 | 0,52 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 738 | 553 | 443 | 369 |
| 7 | 1+680 à 2+000 km | Enrochement non végétalisé | **$D_{50}$ (m)** | 0,81 | 0,74 | 0,69 | 0,64 |
| | | | **$M_{50}$ (kg)** | 1 389 | 1 041 | 833 | 694 |
| **Calibre** | | | | **1-3 tonnes** | **1-3 tonnes** | **1-3 tonnes** | **1-3 tonnes** |

## 3.5 Description des variantes retenues

### 3.5.1 Tronçon 1

La solution retenue est une protection en enrochement avec végétalisation de haut de talus. La carte 3.1 montre la ou les solutions retenues pour chaque tronçon. Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 175 m;
- L'enrochement existant possède un calibre de pierre inadéquat. Celui-ci devra être démantelé;
- La carapace de l'enrochement projeté est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.1 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 1. L'annexe 3 comporte la totalité des sections réalisées pour chaque tronçon;
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 665 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).

Concept valant pour tous les enrochements proposés[4] :

- À la base de l'enrochement, une clé est creusée pour assurer la stabilité du pied de la structure. Si du roc est rencontré en surface, une clé minimale est requise dans le but de donner une butée aux pierres pour les empêcher de glisser;
- Les matériaux d'excavation de cette clé, constitués de sable, gravier ou roc désagrégé, peuvent être réutilisés pour remblayer derrière le talus en enrochement afin de reprofiler le talus. Le volume de matériaux excavés devrait être suffisant pour faire la totalité du remblayage. Il devrait même y avoir une quantité excédentaire de matériaux qui devrait alors être disposée hors site.

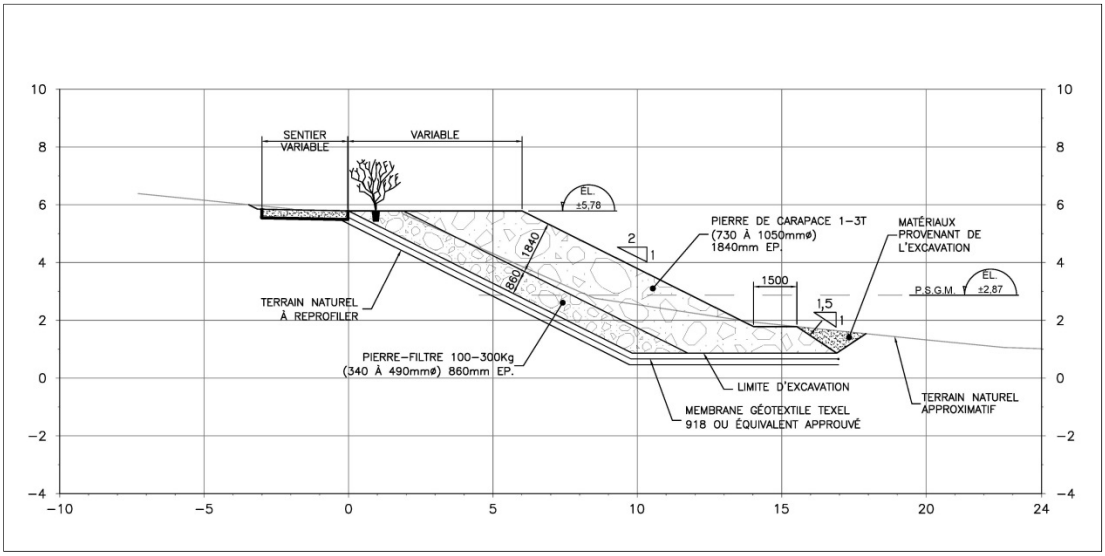



**Figure 3.1 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 1**

[4] Ces aspects ne seront pas répétés par la suite dans le but d'alléger le texte.

### 3.5.2 Tronçon 2

La solution retenue est une protection en enrochement avec végétalisation de haut de talus. Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 150 m;
- L'enrochement existant possède un calibre de pierre inadéquat. Celui-ci devra être démantelé;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.2 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 2;
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 529 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).

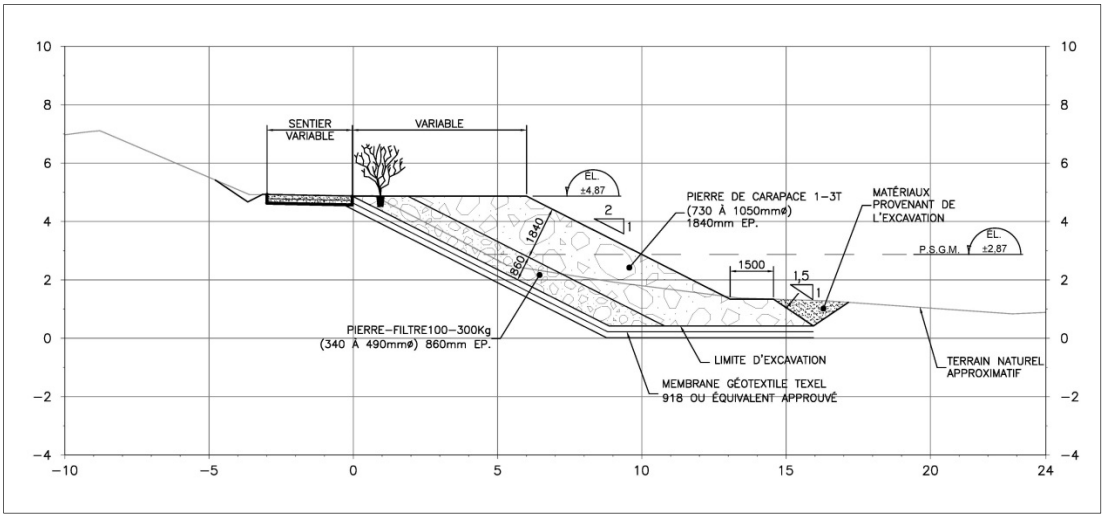
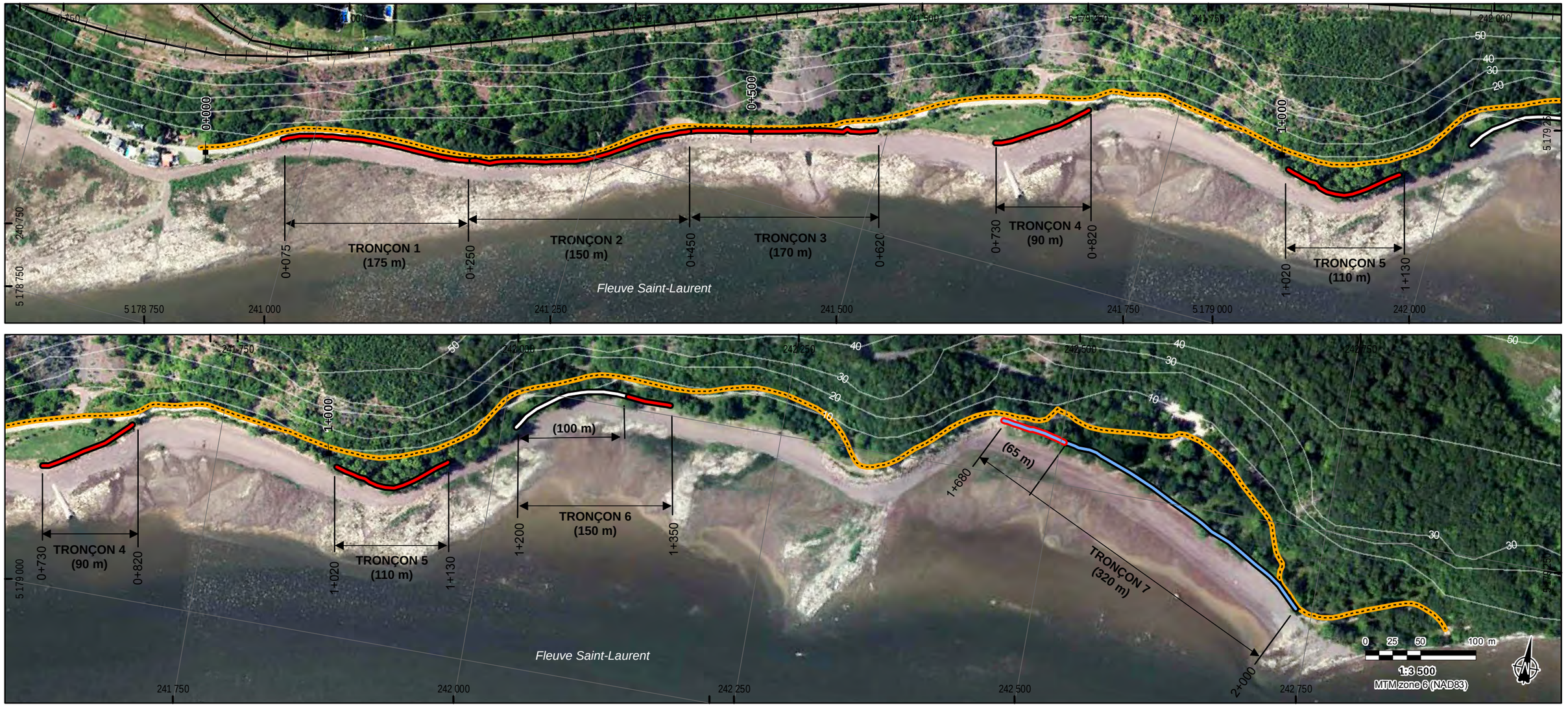



**Figure 3.2 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 2**

### 3.5.3 Tronçon 3

La solution retenue est une protection en enrochement avec végétalisation de haut de talus. Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 170 m;
- L'enrochement existant possède un calibre de pierre inadéquat. Celui-ci devra être démantelé;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.3 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 3;
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 517 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).







**0+000** Chaînage (en mètres)

Chemin de fer du CN

Sentier piétonnier existant

*Équidistance des courbes de niveau : 10 pieds (± 3 m)*

Types de solutions

- aucune intervention
- enrochement avec végétalisation de haut de talus
- enrochement avec végétalisation de haut de talus et recharge de plage
- recharge de plage

VILLE DE QUÉBEC

# Stabilisation des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier

## Solutions proposées

NORDA STELO

***MARS, 2016***

*110484_C3-1_Solutions_160322.mxd*

*Base carto.: CMQ (2015)*

**Carte 3.1**

Préparé : **YR** Dessiné : **YR** Vérifié : **AML**

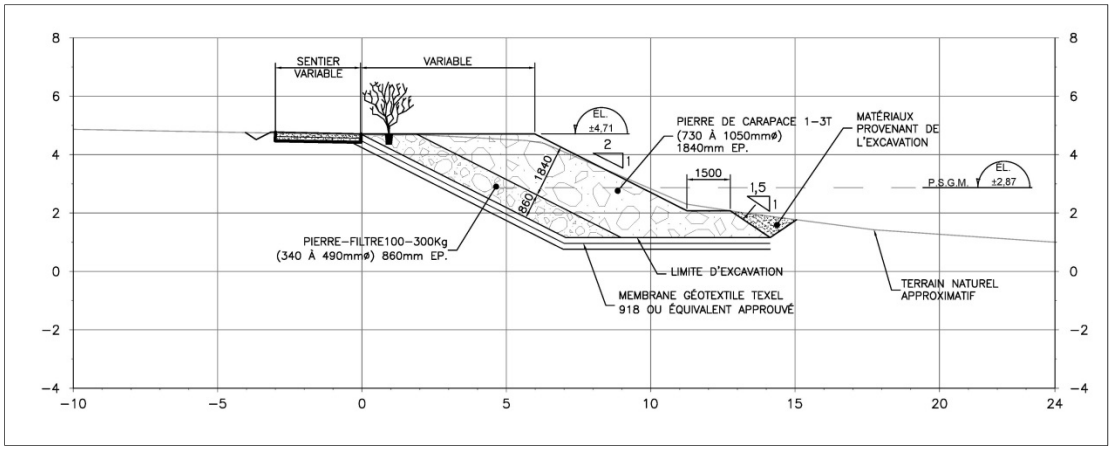



**Figure 3.3 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 3**

## 3.5.4 Tronçon 4

Pour le tronçon 4, tel que mentionné précédemment, les variantes de recharge et d'enrochements ont été comparées.

### 3.5.4.1 Recharge de plage

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 90 m;
- Un rechargement avec des matériaux naturels de diamètre médian de 15 mm (D90=23 mm) avec un talus de 1V :11H et une crête de 5m de largeur arasée à la cote + 4,3 m. La figure 3.4 illustre une section type du rechargement proposé pour le tronçon 4;
- Il n'y a pas de remblai prévu pour rehausser le niveau de la berge actuelle. Un franchissement des vagues est donc permis lors d'événements extrêmes.

Il est important de noter que cette solution nécessitera des rechargements périodiques. Environ 20 % du volume initial devra être remis sur la plage 2 fois au cours de la vie utile du projet (20 ans). Le bordereau des quantités et prix pour la recharge en plage (incluant les recharges récurrentes) proposée pour le tronçon 4 se trouve à l'annexe 2. Les coûts sont les suivants :

- Recharge initiale de 4000 m³ : 352 000 $;
- Deux recharges ponctuelles de 1 000 m³ : 112 000 $;
- Coût total (incluant la contingence) : 511 000 $.

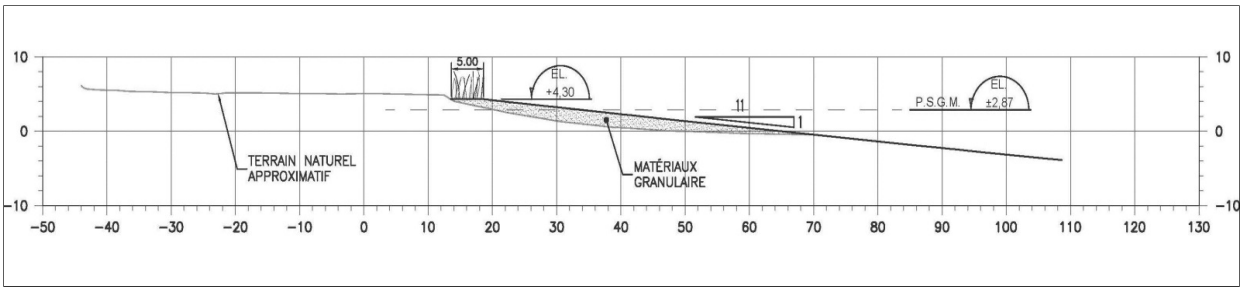



**Figure 3.4 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 4**

### 3.5.4.2 Enrochement

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 90 m;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.5 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 4;
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 217 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).

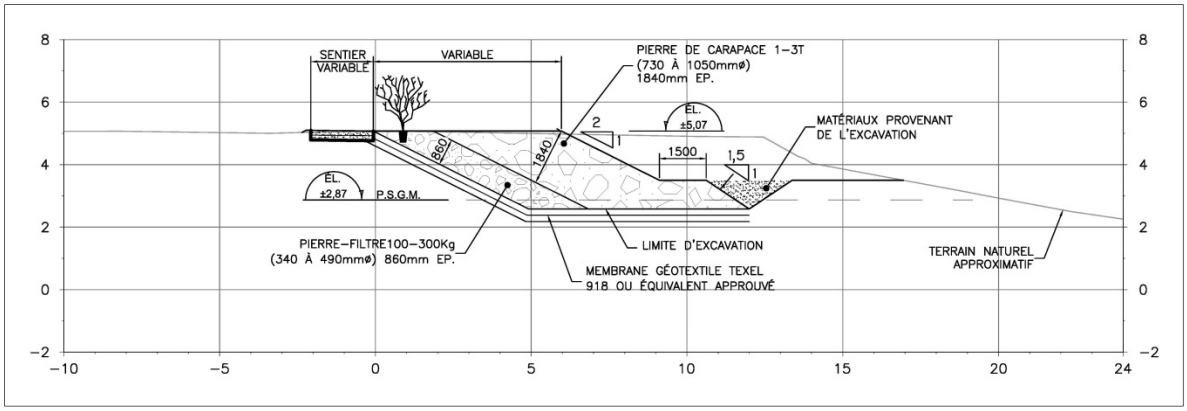



**Figure 3.5 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 4**

### 3.5.4.3 Solution retenue

La protection en enrochement est retenue pour le tronçon 4. L'exposition de la côte (en forme de pointe) pourrait permettre aux matériaux de recharge d'être transportés de toutes parts, rendant inefficace cette solution. Le succès est potentiellement très mitigé de cette solution à cet endroit. De plus, le coût de l'enrochement est nettement inférieur (294 000 $ de moins). La présence d'une importante quantité de matériaux pourrait également compromettre le fonctionnement de la conduite.

### 3.5.5 Tronçon 5

#### 3.5.5.1 Recharge de plage

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 110 m;
- Un rechargement est en matériaux d'un diamètre médian de 25 mm (D90=38 mm) avec un talus de 1V : 10H (la pente naturelle se situe en moyenne autour de 1V :14H selon les données d'arpentage) et une crête de 5 m de largeur arasée à la cote + 5,0 m. La figure 3.6 illustre une section type du rechargement en plage proposé pour le tronçon 5;
- Il n'y a pas de remblai prévu pour rehausser le niveau de la berge. Un franchissement des vagues est donc permis lors d'événement extrême.

Tout comme le tronçon 4, environ 20 % du volume initial devra être rechargé sur la plage 2 fois au cours de la vie utile du projet (20 ans). Le bordereau des quantités et prix pour la recharge en plage (incluant les recharges récurrentes) proposée pour le tronçon 5 se trouve à l'annexe 2. Les coûts sont les suivants :

- Recharge initiale de 3 300 m³ : 291 000 $;
- Deux recharges ponctuelles de 700 m³ : 83 000 $;
- Coût total (incluant la contingence) : 412 000 $.

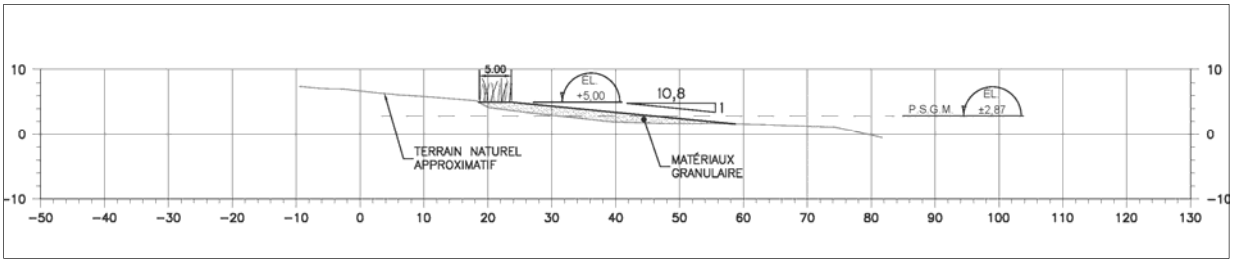



**Figure 3.6 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 5**

#### 3.5.5.2 Enrochement

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 110 m;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.7 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 5;
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 336 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).

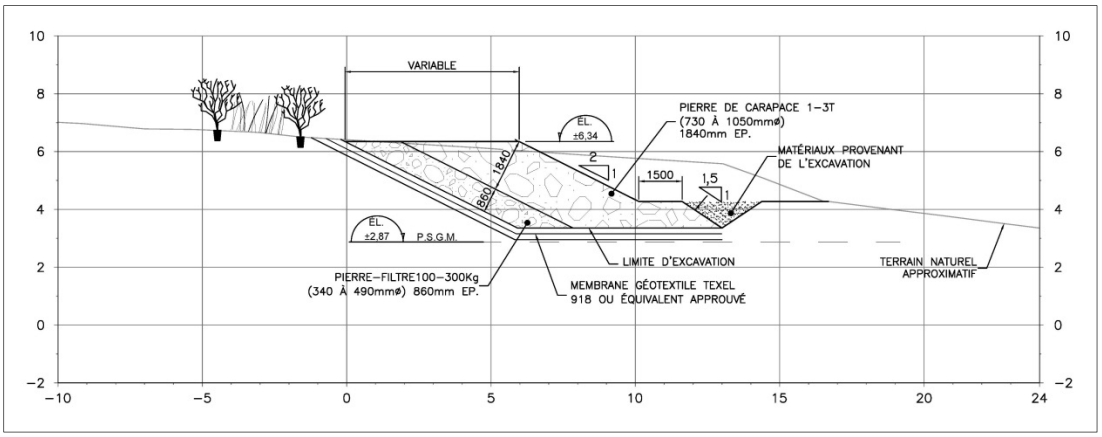



**Figure 3.7 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 5**

#### 3.5.5.3 Solution retenue

Le coût est moins élevé pour l'enrochement (76 000 $ de moins). De plus, comme le tronçon longe une pointe exposée aux effets des vagues, il est plus sécuritaire de choisir la solution en enrochement. Les pointes sont en effet des secteurs où les plages sont naturellement plus étroites.

### 3.5.6 Tronçon 6

#### 3.5.6.1 Recharge de plage

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon a une longueur totale de 150 m. Cependant, comme le talus est rocheux dans les 100 m à l'ouest, que les taux de recul historiques y sont très faibles et que l'élévation du haut de talus est de plus de 9 m, on n'y propose pas d'intervention. La zone à protéger s'étend plutôt sur une longueur de 50 m sur les deux tiers du tronçon (carte 3.1);
- Un rechargement en matériaux dont le diamètre médian est de 25 mm ($D_{90}$=38 mm) avec un talus de pente 1V : 10H (la pente naturelle se situe en moyenne autour de 1V : 15H selon les données d'arpentage) et une crête de 5 m de largeur arasée à la cote + 5,0 m. La figure 3.8 illustre une section type du rechargement à matériaux grossiers proposé pour le tronçon 6;
- Il n'y a pas de remblai prévu pour rehausser la hauteur de la berge. Un franchissement des vagues est donc permis lors d'événements extrêmes.

Le bordereau des quantités et prix pour la recharge en plage (incluant les recharges récurrentes) proposée pour le tronçon 6 se trouve à l'annexe 2. Les coûts sont les suivants :

- Recharge initiale de 1 500 m³ : 132 000 $;
- Deux recharges ponctuelles de 300 m³ : 36 000 $;
- Coût total (incluant la contingence) : 185 000 $.

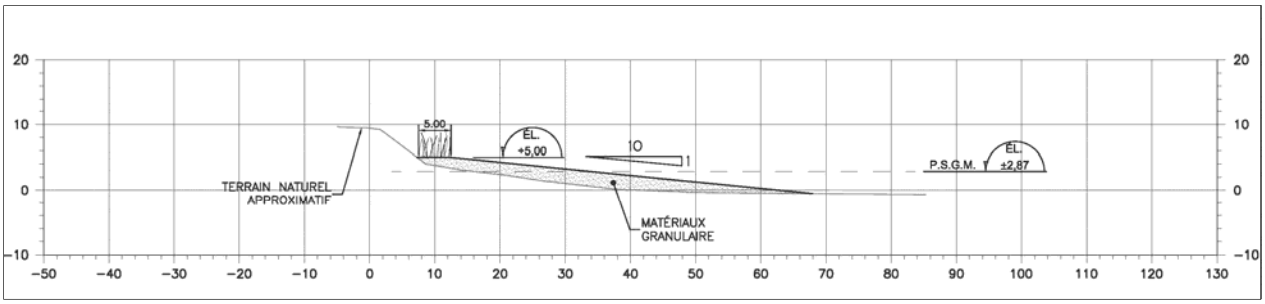



**Figure 3.8 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 6**

### 3.5.6.2 Enrochement

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- La zone à protéger s'étend plutôt sur une longueur de 50 m, tel que justifié à la section précédente;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.9 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 6.
- Le coût total des travaux, taxes en sus et incluant une contingence de 10 %, est estimé à 166 000 $ (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2).

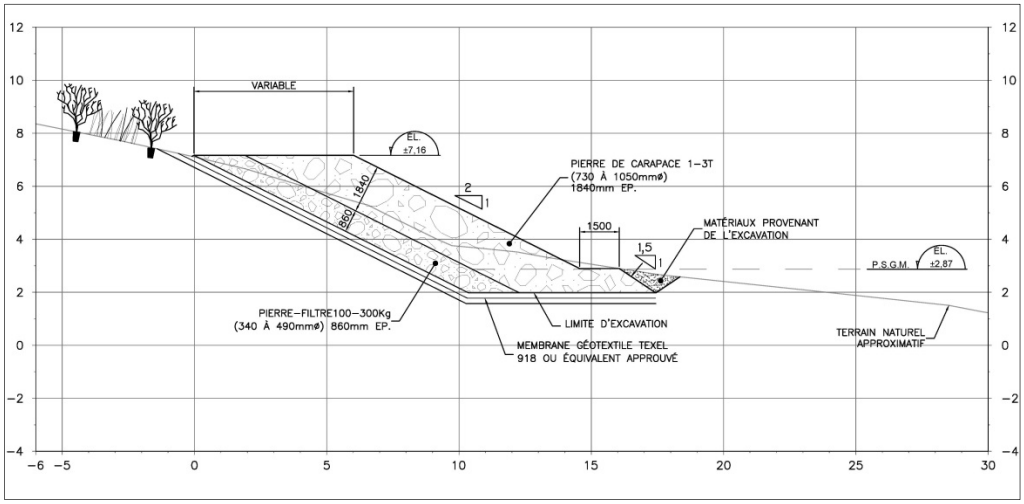



**Figure 3.9 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 6**

### 3.5.6.3 Solution retenue

Une recharge de plage a peu de chances de succès sur un aussi court tronçon de berge (50 m). Les matériaux pourraient aisément être déplacés ailleurs. De plus, le talus est assez haut et il serait plus sécuritaire de protéger ce tronçon par un enrochement.

### 3.5.7 Tronçon 7

#### 3.5.7.1 Recharge de plage

Suite à l'analyse des premiers résultats de modélisation présentés au tableau 3.1 (section 3.4.1), une recharge à matériaux grossiers de 60 mm de diamètre médian devrait être mise en place afin d'assurer sa stabilité. Cependant, ce calibre de recharge est nettement supérieur au diamètre des matériaux locaux. La mise en place d'une telle recharge compromettrait l'utilisation de la plage à des fins récréatives et modifierait potentiellement la qualité de l'habitat pour la faune.

Une seconde analyse plus poussée a été faite afin de diminuer le calibre des matériaux de recharge. À noter qu'une diminution du calibre de la recharge de plage engendre nécessairement un adoucissement de la pente pour en assurer sa stabilité, entraînant ainsi un volume supplémentaire de matériel à injecter et un empiètement déraisonnable sur l'estran. La figure 3.10 illustre le profil d'équilibre pour différents calibres de rechargement par rapport au terrain naturel (TN), c'est-à-dire, la plage existante.

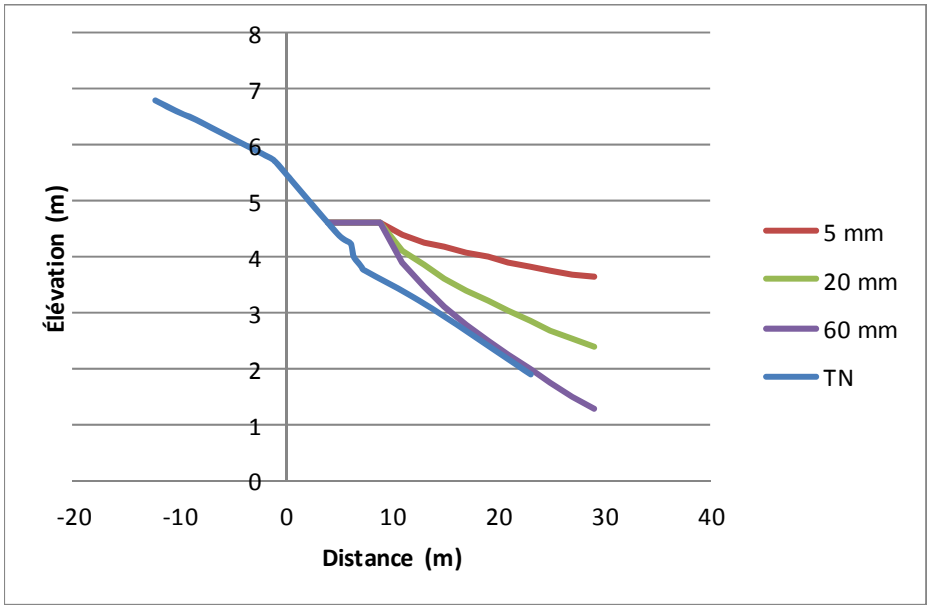



**Figure 3.10 Profils d'équilibre pour différents calibres de rechargement de plage au droit du tronçon**

La mise en place de matériaux locaux ($D_{50}$=5 mm) entraîne un volume supplémentaire très important, d'une épaisseur minimale de 2 m au-dessus de la plage actuelle, donc des coûts beaucoup plus élevés qu'avec une recharge de 60 mm, tel qu'initialement obtenu par modélisation.

La recharge de plage dont le calibre est de 20 mm représente un compromis raisonnable entre la ressemblance avec le substrat naturel, l'empiètement sur l'estran, le volume de matériaux à placer, la capacité de l'ouvrage à résister aux agents érosifs, le besoin en recharge ponctuelle et, évidemment, le coût des travaux. Pour ces raisons, un calibre de 20 mm sera retenu comme matériel de conception.

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon a une longueur totale de 320 m. Cependant, la recharge serait effectuée sur 255 m;
- Un rechargement avec des matériaux un diamètre moyen de 20 mm (D90=30 mm) avec un talus de 1V : 10H (la pente naturelle est également de 1V : 10H) et une crête de 5 m de largeur arasée à la cote + 5,0 m. La figure 3.11 illustre une section type du rechargement proposé pour le tronçon 7;
- Il n'y a pas de remblai prévu pour rehausser la berge naturelle. Un franchissement des vagues est donc permis lors d'événement extrême;
- Une végétalisation de la crête de la recharge (située au-dessus de la cote 2,87 m des PMSGM – équivalent de la cote de crue 2 ans) est proposée afin de fournir une transition entre la berge et la recharge qui paraisse le plus naturelle possible, et éventuellement, un certain système racinaire qui puisse contribuer à fixer le substrat. Des graminées sont illustrées à titre indicatif sur la figure 3.11.

Les coûts sont les suivants (voir bordereau des quantités et prix fourni à l'annexe 2) :

- Recharge initiale de 10 00 m³ : 880 000 $;
- Deux recharges ponctuelles de 2 000 m³ : 248 000 $.
- Coût total : 1 241 000 $.

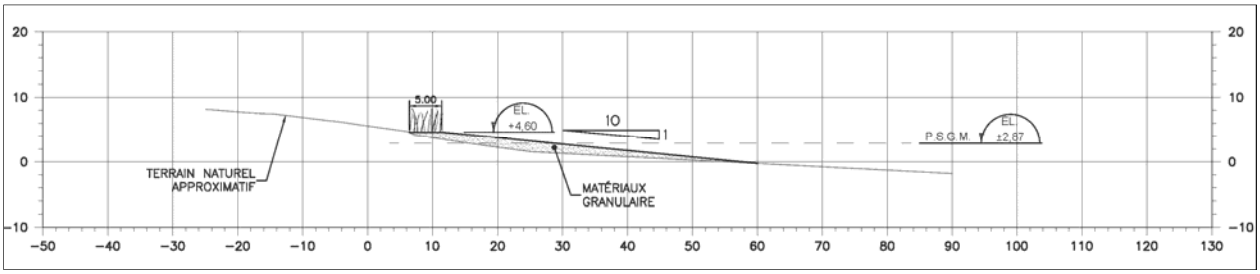



**Figure 3.11 Section-type de rechargement de plage pour le tronçon 7**

### 3.5.7.2 Enrochement

Le concept proposé comporte les particularités suivantes :

- Le tronçon à protéger s'étend sur une longueur de 65 m à partir de la limite ouest du tronçon;
- La carapace de l'enrochement est constituée de pierre 1-3 tonnes. La figure 3.12 illustre une section type de l'enrochement proposé pour le tronçon 7;
- Le coût est estimé des travaux d'enrochement s'élève à 218 000 $.

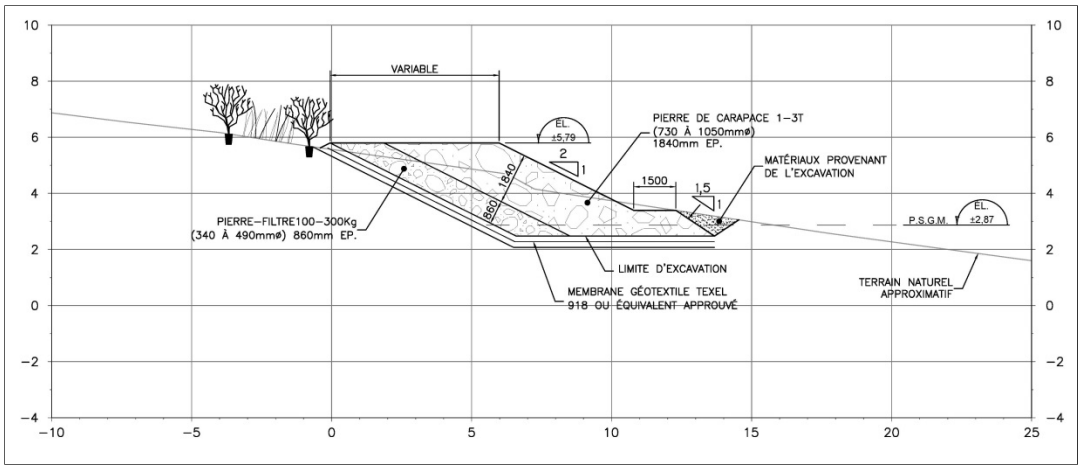



**Figure 3.12 Section-type de l'enrochement proposé pour le tronçon 7**

### 3.5.7.3 Solution retenue

Le tronçon 7 possède 320 m de longueur. Celui-ci correspond à la section du parc de la Plage-Jacques-Cartier probablement la plus fréquentée et la plus prisée par les citoyens. Le littoral jouit d'une plage d'environ 20 m de largeur constituée de matériaux généralement fins (diamètre médian d'environ 5 mm selon des estimations), bien que l'on y trouve également naturellement des graviers ou des galets pouvant attendre quelques centimètres de longueur. Les utilisateurs du parc y marchent parfois pieds nus et peuvent également s'asseoir, mettre les pieds à l'eau, etc. L'érosion y est généralement très faible, bien qu'une microfalaise d'érosion soit présente sur presque toute la longueur du tronçon de berge. Les photographies aériennes de 1953 à 2014 montrent qu'aussi peu qu'environ 6 m de berge ont été érodés en 61 ans, ce qui équivaut à un taux annuel inférieur à 0,3 m/an. La hauteur des berges est aussi relativement faible et des arbres matures sont à proximité de la berge, arbres qu'il convient de tenter de préserver le plus longtemps possible. La variante de recharge en plage apparaît, malgré ses coûts plus importants, comme une solution particulièrement adéquate pour ce site afin de préserver l'accès à la plage.

Cependant, les 65 premiers mètres du tronçon subissent une érosion plus sévère (ce qui est également confirmé par les taux historiques). Afin de protéger adéquatement le littoral, tout en assurant un environnement agréable pour les citoyens, une solution mixte est proposée pour ce tronçon. Un enrochement est proposé sur les premiers 65 m à l'ouest, pour aller rejoindre l'enrochement existant à l'ouest du secteur. Les 255 m restant seront protégés par une recharge de plage. Des matériaux seront également placés devant l'enrochement, par souci d'uniformisation au plan de la morphologie de la plage et au plan esthétique. Le coût total des travaux mixtes est évalué à 1 459 000 $. L'investissement apparaît plus raisonnable dans ce secteur étant donné la qualité du paysage actuel.

### 3.5.8 Synthèse des interventions proposées

La modélisation hydraulique, l'analyse des avantages et incontinents et l'estimation des coûts des solutions de recharge en plage et en enrochement ont permis d'arrêter, pour chaque site, le choix de la solution à préconiser (tableau 3.4).

**Tableau 3.4 Sommaire des interventions proposées et coûts**

| Tronçon | Longueur (m) | Solution retenue | Coût de la solution |
|---|---|---|---|
| 1 | 175 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus | 665 000 $ |
| 2 | 150 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus | 529 000 $ |
| 3 | 170 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus | 517 000 $ |
| 4 | 90 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus | 217 000 $ |
| 5 | 110 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus | 336 000 $ |
| 6 | 150 | Enrochement avec végétalisation de haut de talus (50 m) | 166 000 $ |
| 7 | 320 | Recharge de plage (255 m) + Enrochement avec végétalisation de haut de talus (65 m) | 1 459 000 $ |
| Total des travaux (tx en sus) | | | 3 889 000 $ |

En somme, les solutions retenues rencontrent les critères de sélection des variables. Le tableau 3.5 fait une synthèse du « niveau de performance » face aux critères établis dès l'élaboration des variantes.

**Tableau 3.5 Performance des critères de sélection de la solution retenue**

| | Enrochements | Recharge en plage |
|---|---|---|
| Empreinte minimale sur le milieu | Léger empiètement supplémentaire, mais faible comparé à la recharge en plage | Empiètement supplémentaire dans le milieu aquatique*, mais qui peut être considéré « bénéfique » au plan environnemental<br>**Estimé de façon préliminaire à 16 200 m² sous la cote de PMSGM pour le tronçon 7* |
| Prévention durable de la détérioration environnementale | Efficacité haute et peu d'entretien<br>Milieu déjà perturbé engendrant peu de détérioration supplémentaire (tronçons 1 à 3)<br>Permet d'éliminer le recul des berges | Franchissement possible (submersion) et recharges périodiques nécessaires<br>Ouvrage plus dynamiques aux résultats de protection des berges moins bien prévisibles |
| Faisabilité technique | Méthode bien connue | Méthode relativement nouvelle au Québec<br>Approvisionnement en matériaux naturels adéquats peut être ardu |
| Perte ou la modification déraisonnable de milieux à haute valeur pour la communauté | Les berges étant déjà enrochées (tronçons 1 à 3), l'impact visuel est faible<br>Ajout de végétation pour donner un aspect plus naturel | Impact visuel fort après les travaux, mais tend à être faible à moyen et long terme<br>Maintien de la plage et de l'aspect naturel des berges |
| Des coûts acceptables de l'aménagement | Plus faibles | Plus élevés |

# 4 CONCLUSION

Les berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier sont en érosion à certains endroits. La présente étude visait 7 tronçons de berges totalisant 1 215 m de longueur. L'analyse des photographies aériennes (1953, 1963, 1977, 1993 et 2014) montre que les berges ont subi diverses modifications humaines au fil du temps, principalement par la mise en place de remblai au droit des tronçons 1 à 4. Les taux moyens de reculs annuels sont faibles, généralement largement sous les 0,5 m/an.

En raison généralement de la trop forte exposition de la côte, de l'importance de l'érosion, de la hauteur des talus, de la situation existante (présence d'enrochement) et des coûts des travaux, la solution en enrochement apparaît la solution appropriée pour tous les tronçons, sauf le tronçon 7. La végétalisation du haut de talus des enrochements permettra de créer une atténuation de l'impact visuel des roches, une zone ombragée, tout en stabilisant le haut du talus derrière d'enrochement.

En raison de la qualité du paysage de la plage du tronçon 7 (plage du Pavillon) et des conditions hydrodynamiques plus favorables, la solution de la recharge est proposée. Malgré des coûts supérieurs, cette solution pourrait s'avérer plus avantageuse tant au plan de la protection de l'érosion qu'aux plans humain (récréatif) et environnemental.

# 5 RÉFÉRENCES


BPR, 2012. *Étude d'avant-projet. Contrôle de l'érosion des berges à la plage Jacques-Cartier*. Rapport présenté à la Ville de Québec – Révision 1, juillet 2012, 18 pages + annexes.

CERC (Coastal Engineering Research Center). 2006. *Coastal Engineering Manual*. Vicksburg, Mississippi, États-Unis.

Comité ZIP Québec et Chaudière-Appalaches. 2005. *Potentiel de baignage Plage Jacques-Cartier – Modélisation de la qualité des eaux.* Projet d'aménagement de la phase 3 de la promenade Samuel-de Champlain, entre la côte Sillery et la côte Gilmour à Québec. 27 pages. En ligne : [http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/promenade_champlain_phase3/documents/DC2.pdf]. Page consultée le 15-02-2016.

Dessau. 2012. *Protection des berges du fleuve Saint-Laurent entre les lots 1 315 062 et 1 315 094 du cadastre de la Ville de Québec*. Rapport présentée à la Ville de Québec. Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Rapport principal et annexes. 84 p. + annexes.

Dubois, J.-M. M., Bernatchez, P., Bouchard, J.-D., Daigneault, B., Cayer, D., Dugas, S. 2005. *Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003*. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 pages, annexes.

GIEC. 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques.* Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève, Suisse, …, 103 pages. En ligne : [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf]. Page consultée le 10-02-2016.

MDDEFP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs). 2013. *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet ou d'un programme de stabilisation de berges*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'évaluation environnementale, 27 pages. En ligne : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/documents/Berges.pdf]. Page consultée le 10-02-2016.

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques). sans date*. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec – Quels sont les impacts sur vous?* En ligne [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-rivesCotes-effets.htm]. Page consultée le 23-03-2016.

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques). 2015. *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, Direction des politiques de l'eau, 131 p.

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs). 2005. Chapitre 7 «Techniques de stabilisation des rives» in : *Guide des bonnes pratiques. Protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, Édition 2005, 13 p. En ligne : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/stabilisation_rives.pdf]. Page consultée le 10-02-2016.

MSP (Ministère de la Sécurité publique). 2012. *L'érosion des berges*. En ligne : [http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges.html]. Page consultée le 20-02-2016.

Ouranos. 2004. *S'adapter aux changements climatiques*. 83 pages. En ligne : [http://www.ouranos.ca/fr/pdf/ouranos_sadapterauxcc_fr.pdf]. Page consultée le 11-02-2016.

Paquette, Marie-Hélène, 2010. *La restauration des berges : l'utilisation d'indicateurs de performance comme outil d'aide à la décision*. Mémoire de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, 99 pages.

Provencher, Léo et Dubois, Jean-Marie M. 2006. «La photo-interprétation au Québec : historique et perspectives.» *Télédétection*, vol. 6, n° 1, p. 57-70.

US Army Corps of Engineers. 1977. *Shore Protection Manual*. Washington,159 pages.

US Army Corps of Engineers. 1984. *Shore Protection Manual*. Washington, 652 pages.

Verville, J.-F.2010. *Paleoenvironnements et fluctuations du niveau marin relatif holocènes dans le bassin versant de la rivière Cap-Rouge, Québec*. Mémoire de maîtrise, département de géographie, Université Laval, 72 pages.

Annexe 1

# Évolution historique de la côte par transect généré aux 20 m par le logiciel DSAS

| Distance du trait de côte par rapport au baseline (calculs DSAS) | | | | | | Évolution nette moyenne (m) | | | | | Taux d'évolution annuel (m/an) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Transects | 1953 | 1963 | 1977 | 1993 | 2014 | 1953-63 | 1963-77 | 1977-93 | 1993-2014 | 1953-2014 | 1953-63 | 1963-77 | 1977-93 | 1993-2014 | 1953-2014 | |
| 1 | 17,4 | 15,0 | | 23,2 | 20,8 | -2,4 | – | – | -2,3 | 3,4 | -0,24 | – | – | -0,11 | 0,16 | |
| 2 | 17,4 | 15,0 | 19,2 | 24,0 | 22,0 | -2,4 | 4,2 | 4,8 | -1,9 | 4,6 | -0,24 | 0,30 | 0,30 | -0,09 | 0,22 | |
| 3 | 17,5 | 16,2 | 19,8 | 25,4 | 23,8 | -1,3 | 3,6 | 5,6 | -1,5 | 6,3 | -0,13 | 0,25 | 0,35 | -0,07 | 0,30 | |
| 4 | 17,4 | 18,6 | 18,1 | 24,1 | 23,0 | 1,3 | -0,5 | 5,9 | -1,0 | 5,7 | 0,13 | -0,04 | 0,37 | -0,05 | 0,27 | |
| 5 | 17,3 | 21,9 | 17,3 | 22,1 | 19,2 | 4,6 | -4,6 | 4,8 | -2,9 | 1,9 | 0,46 | -0,33 | 0,30 | -0,14 | 0,09 | |
| 6 | 14,3 | 19,4 | 16,7 | 18,6 | 17,4 | 5,1 | -2,7 | 1,8 | -1,2 | 3,0 | 0,51 | -0,19 | 0,11 | -0,06 | 0,14 | |
| 7 | 14,3 | 17,7 | 20,2 | 20,0 | 18,2 | 3,4 | 2,5 | -0,2 | -1,8 | 3,9 | 0,34 | 0,18 | -0,01 | -0,09 | 0,19 | |
| 8 | 14,2 | 15,9 | 21,2 | 18,3 | 16,4 | 1,8 | 5,3 | -2,9 | -1,9 | 2,3 | 0,18 | 0,38 | -0,18 | -0,09 | 0,11 | |
| 9 | 13,7 | 15,3 | 23,4 | 18,8 | 17,8 | 1,6 | 8,1 | -4,6 | -1,0 | 4,1 | 0,16 | 0,58 | -0,29 | -0,05 | 0,20 | |
| 10 | 14,5 | 14,5 | 25,3 | 19,9 | 18,4 | 0,0 | 10,8 | -5,4 | -1,5 | 4,0 | 0,00 | 0,77 | -0,34 | -0,07 | 0,19 | |
| 11 | 15,4 | 12,5 | 25,8 | 21,3 | 20,8 | -2,9 | 13,3 | -4,5 | -0,6 | 5,3 | -0,29 | 0,95 | -0,28 | -0,03 | 0,25 | |
| 12 | 16,2 | 13,0 | 27,0 | 22,6 | 22,2 | -3,2 | 14,0 | -4,4 | -0,4 | 6,0 | -0,32 | 1,00 | -0,27 | -0,02 | 0,28 | |
| 13 | 17,0 | 13,0 | 27,3 | 23,1 | 21,7 | -4,0 | 14,3 | -4,2 | -1,4 | 4,7 | -0,40 | 1,02 | -0,26 | -0,07 | 0,22 | |
| 14 | 17,3 | 12,3 | 26,0 | 22,4 | 20,9 | -5,0 | 13,7 | -3,6 | -1,5 | 3,6 | -0,50 | 0,98 | -0,23 | -0,07 | 0,17 | |
| 15 | 16,9 | 12,7 | 26,7 | 22,9 | 21,6 | -4,2 | 13,9 | -3,8 | -1,3 | 4,7 | -0,42 | 1,00 | -0,24 | -0,06 | 0,22 | |
| 16 | 17,5 | 13,7 | 27,1 | 26,0 | 22,8 | -3,9 | 13,4 | -1,1 | -3,2 | 5,2 | -0,39 | 0,96 | -0,07 | -0,15 | 0,25 | |
| 17 | 17,5 | 12,3 | 24,9 | 24,6 | 22,0 | -5,2 | 12,5 | -0,3 | -2,6 | 4,5 | -0,52 | 0,90 | -0,02 | -0,12 | 0,21 | |
| 18 | 17,5 | 11,6 | 21,7 | 22,5 | 21,5 | -5,8 | 10,1 | 0,8 | -1,1 | 4,0 | -0,58 | 0,72 | 0,05 | -0,05 | 0,19 | |
| 19 | 17,4 | 11,5 | 18,8 | 20,7 | 19,6 | -5,9 | 7,3 | 1,9 | -1,1 | 2,2 | -0,59 | 0,52 | 0,12 | -0,05 | 0,11 | Tronçon 1 |
| 20 | 16,6 | 11,0 | 16,5 | 18,5 | 17,2 | -5,6 | 5,4 | 2,1 | -1,3 | 0,6 | -0,56 | 0,39 | 0,13 | -0,06 | 0,03 | |
| 21 | 16,4 | 14,1 | 15,9 | 18,6 | 15,9 | -2,3 | 1,8 | 2,7 | -2,6 | -0,5 | -0,23 | 0,13 | 0,17 | -0,13 | -0,02 | |
| 22 | 16,4 | 13,7 | 15,7 | 18,6 | 15,7 | -2,7 | 2,0 | 2,8 | -2,9 | -0,7 | -0,27 | 0,14 | 0,18 | -0,14 | -0,03 | |
| 23 | 16,4 | 13,3 | 15,1 | 18,2 | 16,4 | -3,1 | 1,8 | 3,1 | -1,8 | 0,0 | -0,31 | 0,13 | 0,19 | -0,08 | 0,00 | |
| 24 | 16,2 | 12,7 | 13,9 | 16,9 | 16,7 | -3,5 | 1,3 | 3,0 | -0,3 | 0,5 | -0,35 | 0,09 | 0,19 | -0,01 | 0,02 | |
| 25 | 14,2 | 10,7 | 12,9 | 13,9 | 14,6 | -3,5 | 2,2 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | -0,35 | 0,16 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | |
| 26 | 12,7 | 10,6 | 16,7 | 15,2 | 13,7 | -2,1 | 6,1 | -1,5 | -1,5 | 1,0 | -0,21 | 0,44 | -0,09 | -0,07 | 0,05 | |
| 27 | 12,9 | 12,9 | 22,9 | 18,6 | 15,7 | 0,0 | 10,1 | -4,4 | -2,9 | 2,9 | 0,00 | 0,72 | -0,27 | -0,14 | 0,14 | |
| 28 | 14,1 | 13,7 | 27,2 | 21,7 | 17,3 | -0,4 | 13,5 | -5,5 | -4,4 | 3,3 | -0,04 | 0,97 | -0,34 | -0,21 | 0,16 | |
| 29 | 14,8 | 14,5 | 29,2 | 23,2 | 19,2 | -0,3 | 14,7 | -5,9 | -4,1 | 4,4 | -0,03 | 1,05 | -0,37 | -0,19 | 0,21 | Tronçon 2 |
| 30 | 16,5 | 13,3 | 28,0 | 23,2 | 20,6 | -3,2 | 14,7 | -4,8 | -2,6 | 4,1 | -0,32 | 1,05 | -0,30 | -0,12 | 0,20 | |
| 31 | 16,4 | 10,9 | 26,9 | 22,2 | 21,3 | -5,5 | 15,9 | -4,7 | -0,9 | 4,9 | -0,55 | 1,14 | -0,29 | -0,04 | 0,23 | |
| 32 | 16,4 | 11,2 | 26,5 | 22,2 | 21,4 | -5,2 | 15,3 | -4,3 | -0,8 | 5,0 | -0,52 | 1,10 | -0,27 | -0,04 | 0,24 | |
| 33 | 16,4 | 12,8 | 26,4 | 23,2 | 22,5 | -3,5 | 13,6 | -3,3 | -0,7 | 6,1 | -0,35 | 0,97 | -0,20 | -0,03 | 0,29 | |
| 34 | 16,2 | 14,4 | 27,3 | 23,6 | 23,0 | -1,8 | 12,9 | -3,7 | -0,6 | 6,8 | -0,18 | 0,92 | -0,23 | -0,03 | 0,32 | |
| 35 | 16,2 | 15,7 | 28,6 | 23,8 | 23,5 | -0,5 | 12,8 | -4,8 | -0,3 | 7,3 | -0,05 | 0,92 | -0,30 | -0,01 | 0,35 | |
| 36 | 16,2 | 16,2 | 30,7 | 26,1 | 25,0 | 0,0 | 14,5 | -4,6 | -1,2 | 8,7 | 0,00 | 1,04 | -0,29 | -0,06 | 0,42 | |
| 37 | 14,8 | 15,5 | 35,0 | 28,9 | 29,3 | 0,7 | 19,4 | -6,0 | 0,4 | 14,5 | 0,07 | 1,39 | -0,38 | 0,02 | 0,69 | |
| 38 | 14,8 | 15,2 | 41,0 | 31,3 | 32,2 | 0,4 | 25,8 | -9,7 | 0,9 | 17,4 | 0,04 | 1,84 | -0,61 | 0,04 | 0,83 | |
| 39 | 14,1 | 12,2 | 47,3 | 35,7 | 35,0 | -1,9 | 35,1 | -11,6 | -0,7 | 20,9 | -0,19 | 2,51 | -0,73 | -0,03 | 1,00 | |
| 40 | 14,1 | 10,1 | 56,3 | 43,4 | 43,3 | -4,0 | 46,2 | -12,9 | -0,1 | 29,2 | -0,40 | 3,30 | -0,81 | 0,00 | 1,39 | |
| 41 | 12,4 | 6,4 | 69,3 | 58,6 | 58,0 | -6,0 | 62,9 | -10,7 | -0,6 | 45,7 | -0,60 | 4,49 | -0,67 | -0,03 | 2,17 | |
| 42 | 13,0 | 7,4 | 86,8 | 76,0 | 76,0 | -5,6 | 79,4 | -10,8 | 0,0 | 63,0 | -0,56 | 5,67 | -0,68 | 0,00 | 3,00 | |
| 43 | 14,5 | 9,7 | 90,5 | 80,6 | 78,5 | -4,7 | 80,8 | -9,9 | -2,1 | 64,0 | -0,47 | 5,77 | -0,62 | -0,10 | 3,05 | |
| 44 | 16,7 | 10,8 | 92,1 | 82,0 | 77,7 | -5,9 | 81,2 | -10,1 | -4,3 | 60,9 | -0,59 | 5,80 | -0,63 | -0,21 | 2,90 | |
| 45 | 17,4 | 12,1 | 93,3 | 80,7 | 73,4 | -5,3 | 81,2 | -12,7 | -7,3 | 56,0 | -0,53 | 5,80 | -0,79 | -0,35 | 2,67 | |
| 46 | 17,2 | 12,2 | 92,6 | 76,6 | 64,2 | -5,0 | 80,4 | -16,0 | -12,5 | 47,0 | -0,50 | 5,75 | -1,00 | -0,59 | 2,24 | |
| 47 | 17,4 | 13,9 | 69,7 | 65,5 | 53,9 | -3,5 | 55,8 | -4,3 | -11,6 | 36,5 | -0,35 | 3,99 | -0,27 | -0,55 | 1,74 | |
| 48 | 17,4 | 12,7 | 40,4 | 35,1 | 38,5 | -4,6 | 27,7 | -5,3 | 3,4 | 21,1 | -0,46 | 1,98 | -0,33 | 0,16 | 1,01 | Tronçon 4 |
| 49 | 17,3 | 12,4 | 33,8 | 25,2 | 22,8 | -4,9 | 21,4 | -8,7 | -2,4 | 5,5 | -0,49 | 1,53 | -0,54 | -0,11 | 0,26 | |
| 50 | 17,3 | 12,9 | 29,4 | 22,6 | 17,4 | -4,4 | 16,5 | -6,8 | -5,2 | 0,1 | -0,44 | 1,18 | -0,43 | -0,25 | 0,00 | |
| 51 | 17,4 | 13,2 | 28,0 | 19,3 | 16,8 | -4,2 | 14,9 | -8,8 | -2,5 | -0,6 | -0,42 | 1,06 | -0,55 | -0,12 | -0,03 | |
| 52 | 17,5 | 12,2 | 29,4 | 18,5 | 17,4 | -5,3 | 17,3 | -11,0 | -1,1 | -0,1 | -0,53 | 1,23 | -0,68 | -0,05 | -0,01 | |
| 53 | 17,5 | 13,7 | 29,8 | 17,5 | 16,4 | -3,8 | 16,1 | -12,4 | -1,1 | -1,2 | -0,38 | 1,15 | -0,77 | -0,05 | -0,05 | |
| 54 | 17,5 | 15,6 | 30,0 | 17,1 | 17,3 | -1,9 | 14,4 | -12,9 | 0,2 | -0,2 | -0,19 | 1,03 | -0,81 | 0,01 | -0,01 | |
| 55 | 17,3 | 17,9 | 29,6 | 17,1 | 15,9 | 0,6 | 11,7 | -12,4 | -1,2 | -1,4 | 0,06 | 0,83 | -0,78 | -0,06 | -0,07 | |
| 56 | 17,3 | 19,2 | 29,0 | 17,4 | 15,7 | 2,0 | 9,8 | -11,6 | -1,7 | -1,6 | 0,20 | 0,70 | -0,73 | -0,08 | -0,08 | |
| 57 | 17,3 | 20,6 | 28,5 | 18,3 | 16,8 | 3,3 | 8,0 | -10,2 | -1,5 | -0,5 | 0,33 | 0,57 | -0,64 | -0,07 | -0,02 | |
| 58 | 17,0 | 20,5 | 26,8 | 17,6 | 16,5 | 3,4 | 6,3 | -9,2 | -1,1 | -0,6 | 0,34 | 0,45 | -0,58 | -0,05 | -0,03 | |
| 59 | 17,2 | 23,5 | 25,8 | 19,1 | 18,6 | 6,3 | 2,3 | -6,7 | -0,5 | 1,4 | 0,63 | 0,16 | -0,42 | -0,02 | 0,07 | |
| 60 | 17,4 | 19,4 | 19,5 | 14,9 | 14,1 | 2,1 | 0,1 | -4,6 | -0,9 | -3,3 | 0,21 | 0,01 | -0,29 | -0,04 | -0,16 | |
| 61 | 15,1 | 20,7 | 13,6 | 15,1 | 13,7 | 5,5 | -7,0 | 1,5 | -1,4 | -1,4 | 0,55 | -0,50 | 0,09 | -0,07 | -0,07 | |
| 62 | 14,0 | 14,2 | 13,2 | 8,9 | 11,2 | 0,1 | -0,9 | -4,3 | 2,3 | -2,8 | 0,01 | -0,07 | -0,27 | 0,11 | -0,13 | |
| 63 | 12,8 | 11,3 | 14,6 | 10,4 | 11,4 | -1,5 | 3,3 | -4,2 | 1,0 | -1,4 | -0,15 | 0,24 | -0,26 | 0,05 | -0,07 | Tronçon 5 |
| 64 | 12,8 | 10,4 | 16,7 | 11,9 | 12,8 | -2,4 | 6,3 | -4,8 | 0,9 | 0,0 | -0,24 | 0,45 | -0,30 | 0,04 | 0,00 | |
| 65 | 12,1 | 9,6 | 17,0 | 11,9 | 12,1 | -2,5 | 7,4 | -5,1 | 0,2 | 0,0 | -0,25 | 0,53 | -0,32 | 0,01 | 0,00 | |
| 66 | 12,1 | 8,9 | 17,0 | 13,3 | 12,1 | -3,2 | 8,2 | -3,7 | -1,2 | 0,0 | -0,32 | 0,58 | -0,23 | -0,06 | 0,00 | |
| 67 | 10,6 | 4,7 | 15,8 | 12,0 | 10,8 | -5,8 | 11,1 | -3,8 | -1,2 | 0,2 | -0,58 | 0,79 | -0,24 | -0,06 | 0,01 | |
| 68 | 11,5 | 4,9 | 19,5 | 11,9 | 11,5 | -6,5 | 14,5 | -7,5 | -0,5 | 0,0 | -0,65 | 1,04 | -0,47 | -0,02 | 0,00 | |
| 69 | 14,3 | 8,0 | 26,5 | 14,6 | 12,7 | -6,3 | 18,5 | -11,9 | -1,9 | -1,6 | -0,63 | 1,32 | -0,74 | -0,09 | -0,08 | |
| 70 | 17,2 | 10,9 | 30,0 | 16,5 | 10,5 | -6,3 | 19,1 | -13,5 | -5,9 | -6,6 | -0,63 | 1,36 | -0,84 | -0,28 | -0,32 | |
| 71 | 17,5 | 9,3 | 30,0 | 13,7 | 6,0 | -8,3 | 20,8 | -16,3 | -7,7 | -11,5 | -0,83 | 1,48 | -1,02 | -0,37 | -0,55 | |
| 72 | 17,4 | 11,8 | 30,6 | 16,1 | 8,9 | -5,6 | 18,7 | -14,5 | -7,2 | -8,5 | -0,56 | 1,34 | -0,91 | -0,34 | -0,41 | |
| 73 | 16,7 | 14,8 | 30,9 | 19,8 | 13,6 | -2,0 | 16,1 | -11,1 | -6,2 | -3,1 | -0,20 | 1,15 | -0,69 | -0,29 | -0,15 | |
| 74 | 16,7 | 16,7 | 32,9 | 26,1 | 19,3 | 0,0 | 16,3 | -6,8 | -6,8 | 2,6 | 0,00 | 1,16 | -0,43 | -0,32 | 0,12 | Tronçon 6 |
| 75 | 17,3 | 17,0 | 32,7 | 27,3 | 23,8 | -0,4 | 15,7 | -5,4 | -3,5 | 6,5 | -0,04 | 1,12 | -0,34 | -0,16 | 0,31 | |
| 76 | 17,5 | 17,2 | 30,9 | 26,6 | 24,3 | -0,3 | 13,7 | -4,4 | -2,3 | 6,8 | -0,03 | 0,98 | -0,27 | -0,11 | 0,32 | |
| 77 | 17,2 | 15,8 | 27,2 | 23,4 | 20,5 | -1,4 | 11,4 | -3,8 | -2,9 | 3,3 | -0,14 | 0,82 | -0,24 | -0,14 | 0,16 | |
| 78 | 17,6 | 15,5 | 24,7 | 22,8 | 17,6 | -2,1 | 9,2 | -1,9 | -5,1 | 0,1 | -0,21 | 0,66 | -0,12 | -0,24 | 0,00 | |
| 79 | 17,5 | 19,6 | 26,5 | 23,1 | 20,6 | 2,0 | 6,9 | -3,4 | -2,6 | 3,0 | 0,20 | 0,49 | -0,21 | -0,12 | 0,14 | |
| 80 | 17,1 | 14,1 | 21,7 | 17,2 | 13,3 | -2,9 | 7,6 | -4,5 | -3,9 | -3,8 | -0,29 | 0,54 | -0,28 | -0,19 | -0,18 | |
| 81 | 17,3 | 13,0 | 18,0 | 18,0 | 11,0 | -4,3 | 5,0 | 0,0 | -7,0 | -6,3 | -0,43 | 0,35 | 0,00 | -0,33 | -0,30 | |
| 82 | 17,1 | 17,7 | 20,6 | 20,6 | 14,3 | 0,5 | 2,9 | 0,0 | -6,3 | -2,9 | 0,05 | 0,21 | 0,00 | -0,30 | -0,14 | |
| 83 | 17,5 | 19,0 | 21,2 | 25,0 | 22,3 | 1,5 | 2,2 | 3,7 | -2,7 | 4,7 | 0,15 | 0,16 | 0,23 | -0,13 | 0,23 | |
| 84 | 14,1 | 13,5 | 12,5 | 21,5 | 21,7 | -0,6 | -1,0 | 9,0 | 0,3 | 7,6 | -0,06 | -0,07 | 0,56 | 0,01 | 0,36 | |
| 85 | 12,3 | 13,3 | 14,3 | 22,2 | 24,6 | 0,9 | 1,0 | 7,9 | 2,4 | 12,2 | 0,09 | 0,07 | 0,49 | 0,11 | 0,58 | |
| 86 | 15,3 | 9,8 | 13,4 | 21,3 | 23,1 | -5,5 | 3,6 | 7,9 | 1,8 | 7,8 | -0,55 | 0,26 | 0,49 | 0,09 | 0,37 | |
| 87 | 9,2 | 7,8 | 12,3 | 17,8 | 21,3 | -1,5 | 4,6 | 5,4 | 3,5 | 12,1 | -0,15 | 0,33 | 0,34 | 0,17 | 0,58 | |
| 88 | 15,5 | 12,1 | 22,9 | 18,6 | 25,0 | -3,4 | 10,8 | -4,2 | 6,3 | 9,5 | -0,34 | 0,77 | -0,26 | 0,30 | 0,45 | |
| 89 | 17,4 | 13,0 | 25,0 | 17,6 | 21,0 | -4,3 | 12,0 | -7,5 | 3,4 | 3,6 | -0,43 | 0,86 | -0,47 | 0,16 | 0,17 | |
| 90 | 17,5 | 12,6 | 25,0 | 15,1 | 14,8 | -5,0 | 12,4 | -9,9 | -0,3 | -2,7 | -0,50 | 0,89 | -0,62 | -0,01 | -0,13 | |
| 91 | 17,5 | 14,9 | 24,1 | 13,5 | 11,5 | -2,6 | 9,2 | -10,6 | -1,9 | -6,0 | -0,26 | 0,66 | -0,66 | -0,09 | -0,29 | |
| 92 | 17,5 | 17,1 | 24,1 | 14,3 | 12,2 | -0,5 | 7,0 | -9,8 | -2,1 | -5,4 | -0,05 | 0,50 | -0,61 | -0,10 | -0,25 | |
| 93 | 17,3 | 17,8 | 22,6 | 13,7 | 11,8 | 0,5 | 4,8 | -8,9 | -2,0 | -5,6 | 0,05 | 0,34 | -0,56 | -0,09 | -0,26 | |
| 94 | 17,4 | 17,3 | 21,2 | 12,0 | 10,2 | -0,1 | 3,9 | -9,2 | -1,9 | -7,2 | -0,01 | 0,28 | -0,57 | -0,09 | -0,34 | |
| 95 | 17,9 | 20,7 | 24,0 | 13,5 | 12,8 | 2,8 | 3,4 | -10,5 | -0,7 | -5,0 | 0,28 | 0,24 | -0,66 | -0,03 | -0,24 | |
| 96 | 16,7 | 20,2 | 22,5 | 10,2 | 12,2 | 3,5 | 2,2 | -12,3 | 2,0 | -4,5 | 0,35 | 0,16 | -0,77 | 0,10 | -0,21 | |
| 97 | 16,6 | 20,8 | 19,8 | 10,3 | 10,6 | 4,2 | -1,0 | -9,5 | 0,3 | -6,0 | 0,42 | -0,07 | -0,59 | 0,02 | -0,29 | |
| 98 | 16,5 | 21,1 | 17,5 | 8,4 | 8,5 | 4,6 | -3,6 | -9,1 | 0,1 | -8,0 | 0,46 | -0,26 | -0,57 | 0,00 | -0,38 | |
| 99 | 16,5 | 21,2 | 15,5 | 6,4 | 9,1 | 4,7 | -5,6 | -9,2 | 2,8 | -7,4 | 0,47 | -0,40 | -0,57 | 0,13 | -0,35 | |
| 100 | 16,3 | 19,1 | 13,7 | 3,4 | 9,4 | 2,7 | -5,3 | -10,4 | 6,0 | -7,0 | 0,27 | -0,38 | -0,65 | 0,29 | -0,33 | |
| 101 | 16,2 | 17,5 | 12,1 | 5,5 | 9,4 | 1,3 | -5,5 | -6,5 | 3,8 | -6,8 | 0,13 | -0,39 | -0,41 | 0,18 | -0,33 | |
| 102 | 16,1 | 15,9 | 12,6 | 8,1 | 9,3 | – | – | -4,5 | 1,2 | -6,8 | – | – | -0,28 | 0,06 | -0,32 | |
| 103 | 15,9 | | 12,3 | 7,6 | 8,8 | – | – | -4,7 | 1,2 | -7,1 | – | – | -0,30 | 0,06 | -0,34 | |
| 104 | 16,3 | | 13,7 | 8,4 | 9,8 | – | – | -5,3 | 1,4 | -6,5 | – | – | -0,33 | 0,07 | -0,31 | |
| 105 | 16,3 | | 15,2 | 9,2 | 11,1 | – | – | -6,0 | 1,9 | -5,2 | – | – | -0,38 | 0,09 | -0,25 | |
| 106 | 15,3 | | 14,9 | 8,5 | 12,1 | – | – | -6,4 | 3,7 | -3,2 | – | – | -0,40 | 0,17 | -0,15 | |
| 107 | 13,7 | | 11,2 | 6,2 | 12,6 | – | – | -4,9 | 6,3 | -1,1 | – | – | -0,31 | 0,30 | -0,05 | |
| 108 | 18,1 | | 10,8 | 6,8 | 17,1 | – | – | -4,0 | 10,3 | -1,0 | – | – | -0,25 | 0,49 | -0,05 | Tronçon 7 |
| 109 | 19,2 | | | 16,9 | 23,8 | – | – | – | 7,0 | 4,7 | – | – | – | 0,33 | 0,22 | |
| 110 | 10,6 | | | 9,0 | 12,3 | – | – | – | 3,4 | 1,7 | – | – | – | 0,16 | 0,08 | |
| 111 | 24,4 | | | 13,4 | 18,4 | – | – | – | 5,0 | -6,0 | – | – | – | 0,24 | -0,29 | |

Annexe 2

# Bordereaux des coûts et quantités

## Tronçon 1

**Enrochement**

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 55 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | $m^3$ | 3 300 | 25 | 83 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | $m^3$ | 3 700 | 85 | 315 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | $m^3$ | 1 700 | 70 | 119 000 |
| 5 | Fondation granulaire | $m^3$ | 150 | 80 | 12 000 |
| 6 | Membrane géotextile | $m^2$ | 4 000 | 5 | 20 000 |
| | | | | **Contingences (10%)** | **61 000** |
| | | | | **Total (taxes en sus)** | **665 000** |

## Tronçon 2

**Enrochement**

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 44 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | $m^3$ | 3 200 | 25 | 80 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | $m^3$ | 2 800 | 85 | 238 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | $m^3$ | 1 300 | 70 | 91 000 |
| 5 | Fondation granulaire | $m^3$ | 130 | 80 | 11 000 |
| 6 | Membrane géotextile | $m^2$ | 3 300 | 5 | 17 000 |
| | | | | **Contingences (10%)** | **48 000** |
| | | | | **Total (taxes en sus)** | **529 000** |

## Tronçon 3

**Enrochement**

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 43 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | $m^3$ | 3 900 | 25 | 98 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | $m^3$ | 2 600 | 85 | 221 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | $m^3$ | 1 100 | 70 | 77 000 |
| 5 | Fondation granulaire | $m^3$ | 130 | 80 | 11 000 |
| 6 | Membrane géotextile | $m^2$ | 3 900 | 5 | 20 000 |
| | | | | **Contingences (10%)** | **47 000** |
| | | | | **Total (taxes en sus)** | **517 000** |

## Tronçon 4

### Recharge de plage

#### A- Intervention initiale

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 32 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 15 mm ($D_{90}$= 23 mm) | m³ | 4 000 | 80 | 320 000 |
| **Total de de la recharge initiale (Taxes en sus)** | | | | | **352 000** |

#### B- Rechargement périodique d'entretien (après 7 et 15 ans; total 20%)

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 32 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 15 mm ($D_{90}$= 23 mm) | m³ | 1 000 | 80 | 80 000 |
| **Total de l'ensemble des recharges récurrentes (Taxes en sus)** | | | | | **112 000** |
| **Contingences (10%)** | | | | | **47 000** |
| **Total du projet (Taxes en sus)** | | | | | **511 000** |

### Enrochement

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 18 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | m³ | 2 100 | 25 | 53 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | m³ | 1 000 | 85 | 85 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | m³ | 400 | 70 | 28 000 |
| 5 | Fondation granulaire | m³ | 30 | 80 | 2 400 |
| 6 | Membrane géotextile | m² | 1 900 | 5 | 10 000 |
| **Contingences (10%)** | | | | | **20 000** |
| **Total (taxes en sus)** | | | | | **217 000** |

## Tronçon 5

### Recharge de plage

#### A- Intervention initiale

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 27 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 25 mm ($D_{90}$= 38 mm) | m³ | 3 300 | 80 | 264 000 |
| **Total de de la recharge initiale (Taxes en sus)** | | | | | **291 000** |

#### B- Rechargement périodique d'entretien (après 7 et 15 ans; total 20%)

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 27 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 25 mm ($D_{90}$= 38 mm) | m³ | 700 | 80 | 56 000 |
| **Total de l'ensemble des recharges récurrentes (Taxes en sus)** | | | | | **83 000** |
| **Contingences (10%)** | | | | | **38 000** |
| **Total du projet (Taxes en sus)** | | | | | **412 000** |

### Enrochement

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 28 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | m³ | 3 200 | 25 | 80 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | m³ | 1 500 | 85 | 128 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | m³ | 700 | 70 | 49 000 |
| 5 | Fondation granulaire | m³ | 100 | 80 | 8 000 |
| 6 | Membrane géotextile | m² | 2 300 | 5 | 12 000 |
| **Contingences (10%)** | | | | | **31 000** |
| **Total (taxes en sus)** | | | | | **336 000** |

## Tronçon 6

### Recharge de plage

#### A- Intervention initiale

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 12 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 25 mm ($D_{90}$= 38 mm) | m³ | 1 500 | 80 | 120 000 |
| **Total de de la recharge initiale (Taxes en sus)** | | | | | **132 000** |

#### B- Rechargement périodique d'entretien (après 7 et 15 ans; total 20%)

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 12 000 |
| 2 | Pierre $D_{50}$= 25 mm ($D_{90}$= 38 mm) | m³ | 300 | 80 | 24 000 |
| **Total de l'ensemble des recharges récurrentes (Taxes en sus)** | | | | | **36 000** |
| **Contingences (10%)** | | | | | **17 000** |
| **Total du projet (Taxes en sus)** | | | | | **185 000** |

### Enrochement

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 14 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | m³ | 900 | 25 | 23 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | m³ | 900 | 85 | 77 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | m³ | 400 | 70 | 28 000 |
| 5 | Fondation granulaire | m³ | 30 | 80 | 2 400 |
| 6 | Membrane géotextile | m² | 1 100 | 5 | 6 000 |
| **Contingences (10%)** | | | | | **15 000** |
| **Total (taxes en sus)** | | | | | **166 000** |

## Tronçon 7

### Recharge de plage

#### A- Intervention initiale

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 80 000 |
| 2 | Pierre D50= 20 mm ($D_{90}$= 30 mm) | m³ | 10 000 | 80 | 800 000 |
| **Total de de la recharge initiale (Taxes en sus)** | | | | | **880 000** |

#### B- Rechargement périodique d'entretien (après 7 et 15 ans; total 20%)

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 88 000 |
| 2 | Pierre D50= 20 mm ($D_{90}$= 30 mm) | m³ | 2 000 | 80 | 160 000 |
| **Total de l'ensemble des recharges récurrentes (Taxes en sus)** | | | | | **248 000** |
| **Contingences (10%)** | | | | | **113 000** |
| **Total du projet (Taxes en sus)** | | | | | **1 241 000** |

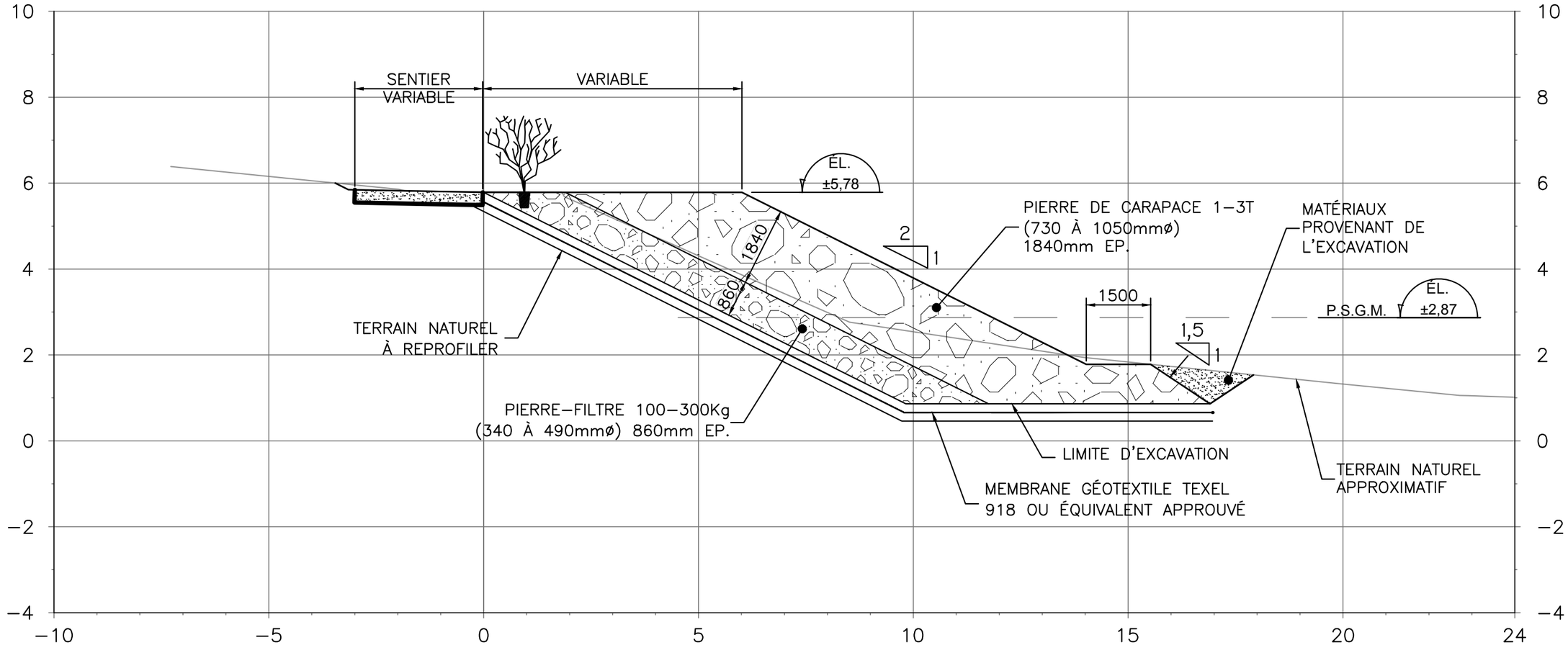
### Enrochement

| POSTE | DESCRIPTION | UNITÉ | QUANTITÉ | COÛT UNITAIRE ($) | COÛT TOTAL ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organisation de chantier | Global | | | 18 000 |
| 2 | Excavation / récupération ou disposition hors site | m³ | 1 300 | 25 | 33 000 |
| 3 | Pierres 1-3 tonnes | m³ | 1 200 | 85 | 102 000 |
| 4 | Pierres 100-300 kg | m³ | 500 | 70 | 35 000 |
| 5 | Fondation granulaire | m³ | 30 | 80 | 2 400 |
| 6 | Membrane géotextile | m² | 1 400 | 5 | 7 000 |
| **Contingences (10%)** | | | | | **20 000** |
| **Total – Enrochement (taxes en sus)** | | | | | **218 000** |
| **Total des interventions pour le tronçon** | | | | | **1 459 000** |

NORDA STELO

# Annexe 3

## Sections-types des ouvrages




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 1

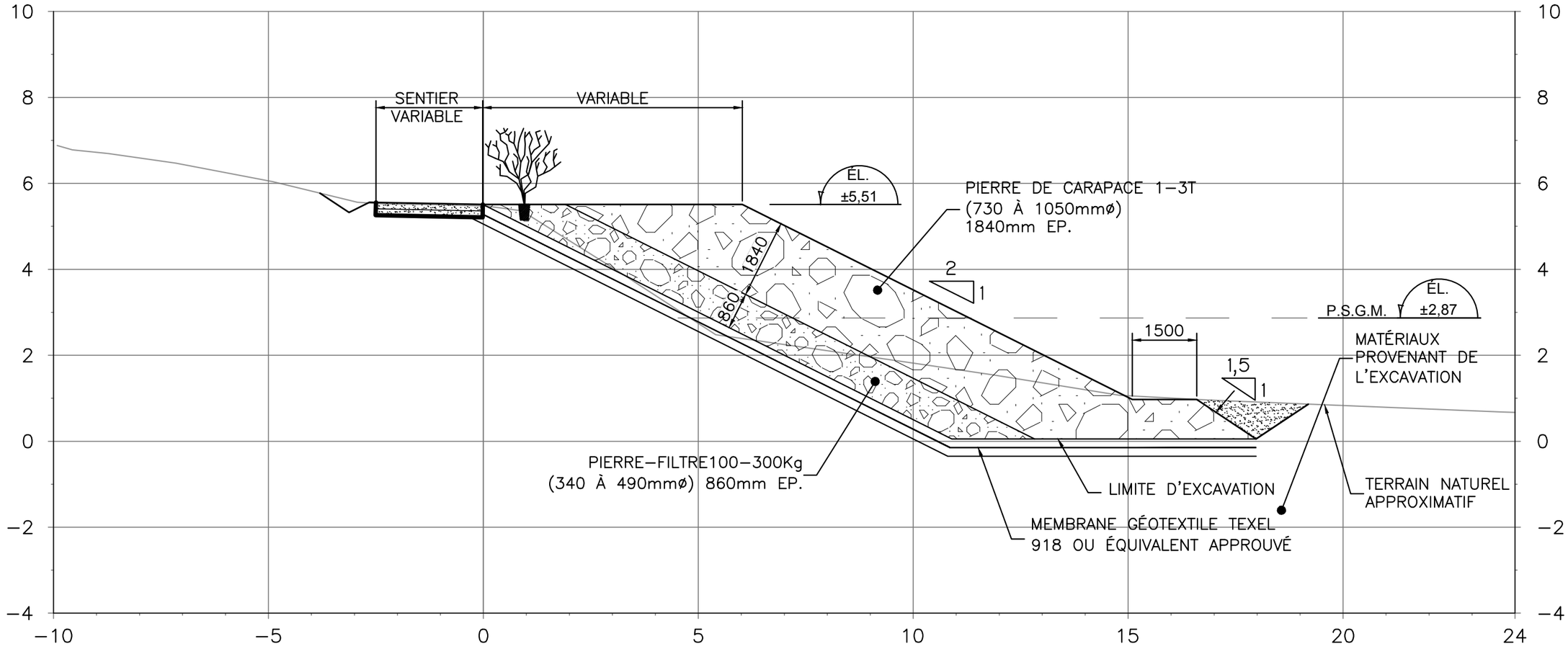
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

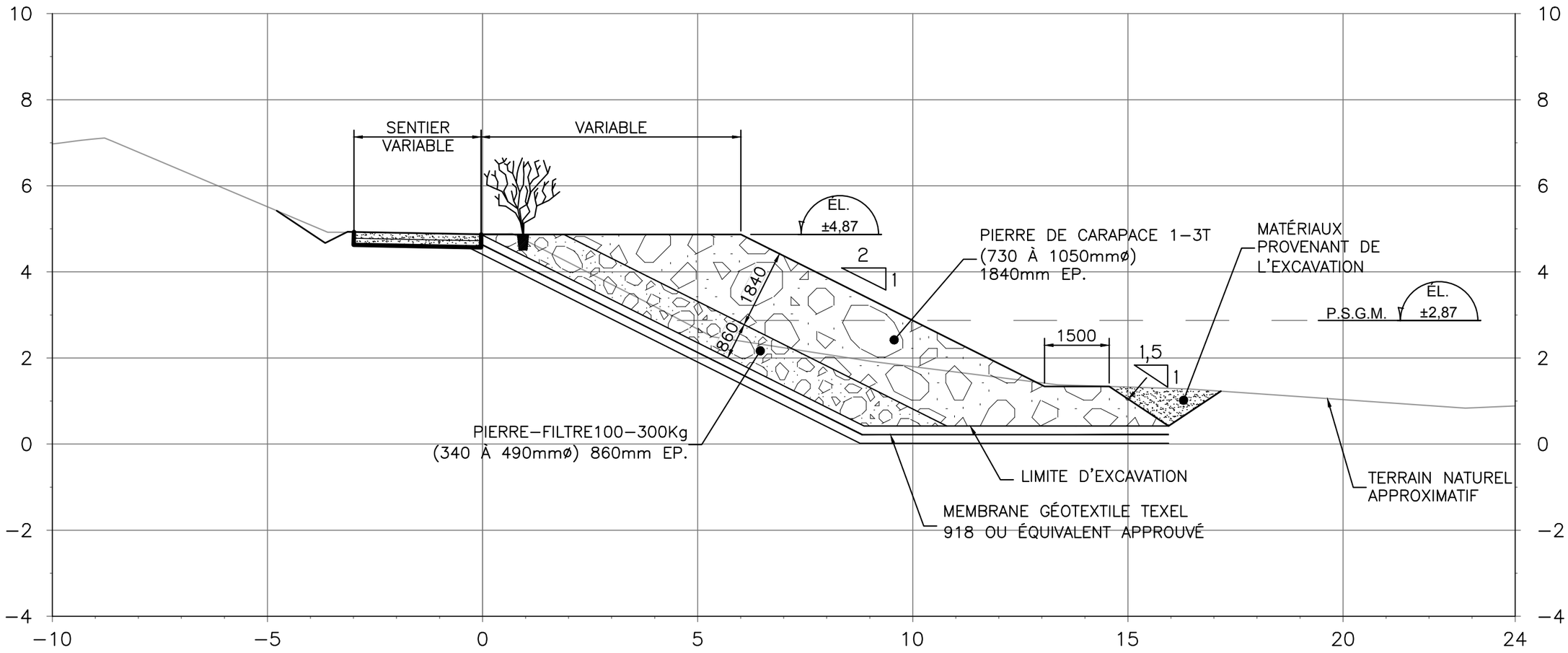
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS | Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| | | | Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 2

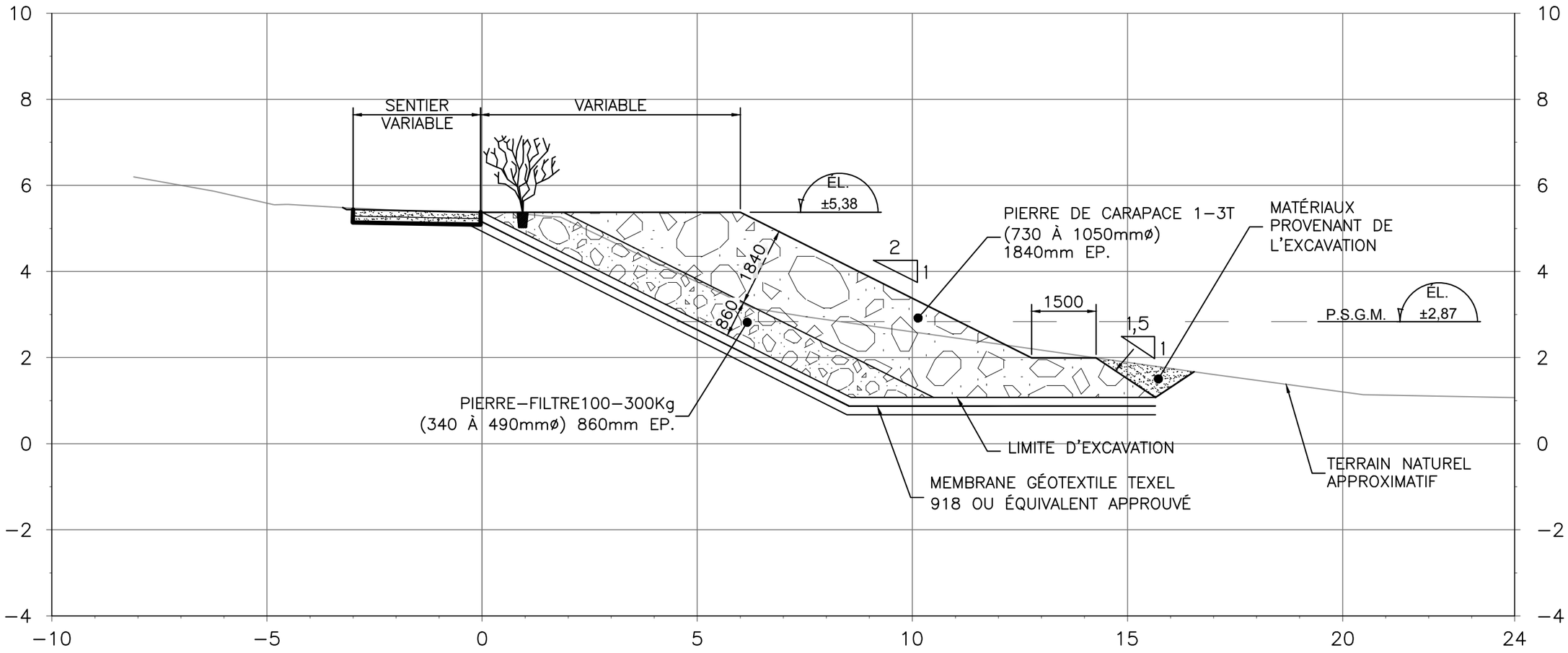
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 2

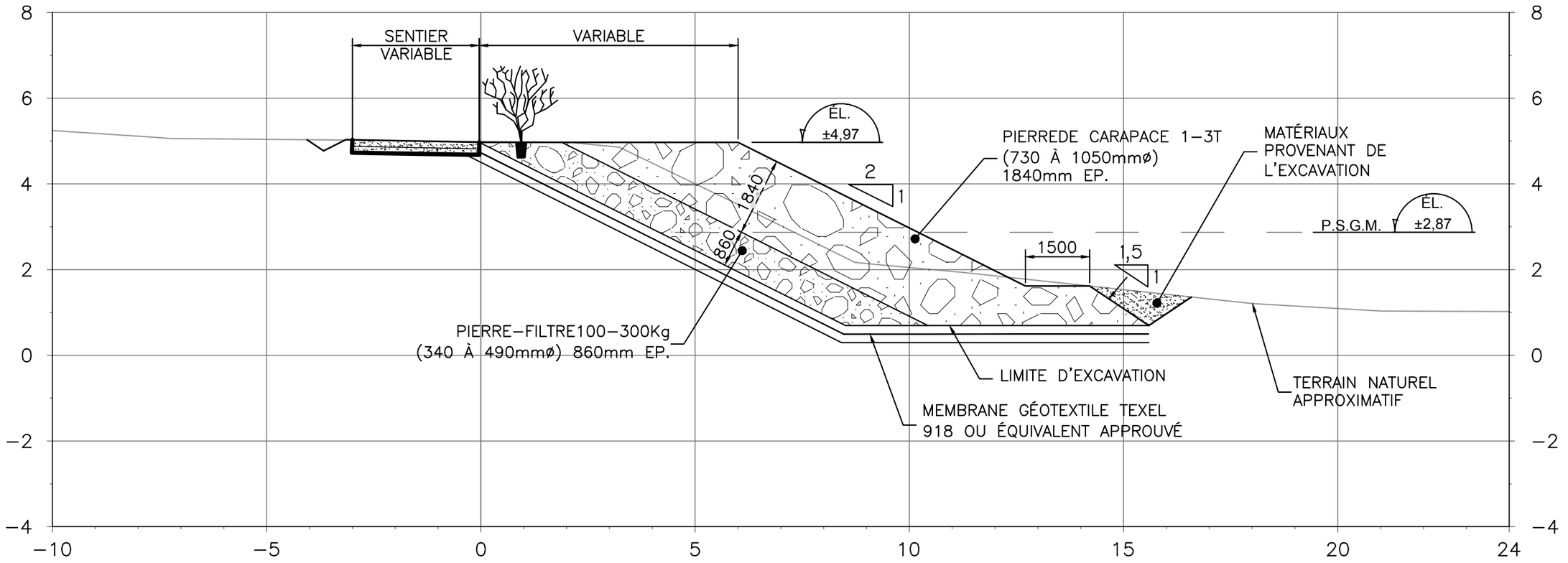
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




## DÉTAIL D'ENPIERREMENT
## TRONÇON 2

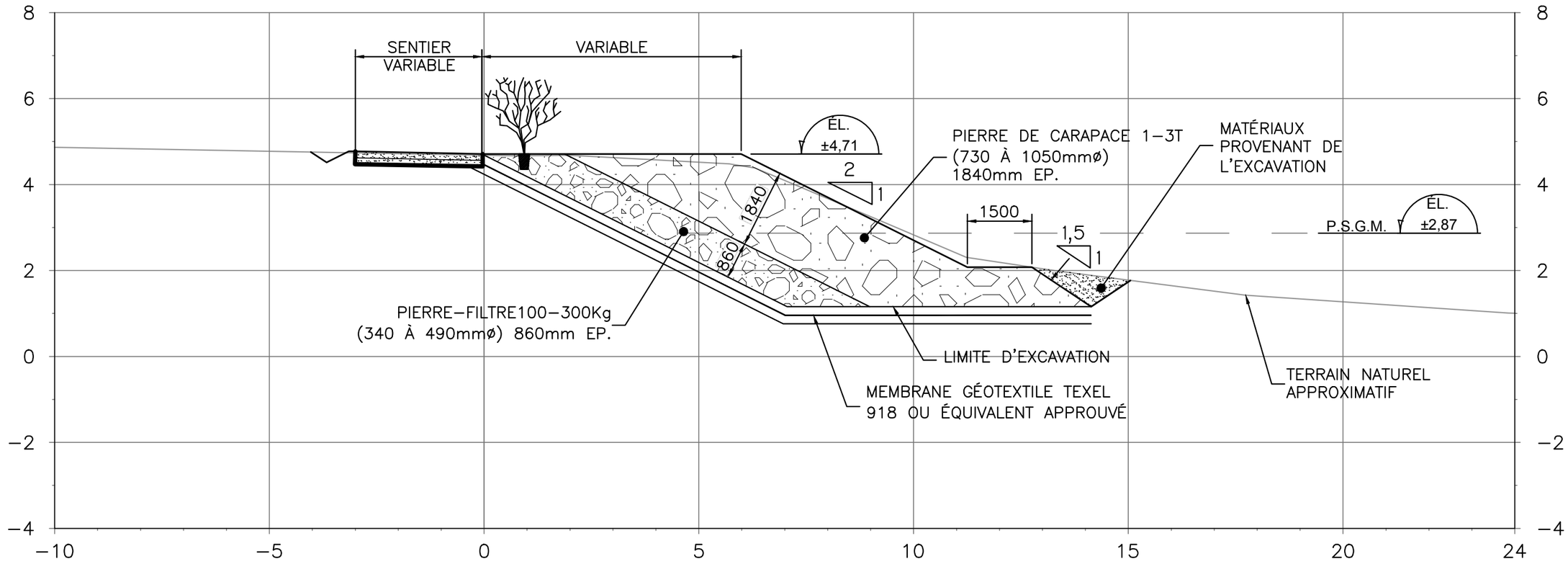
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 3

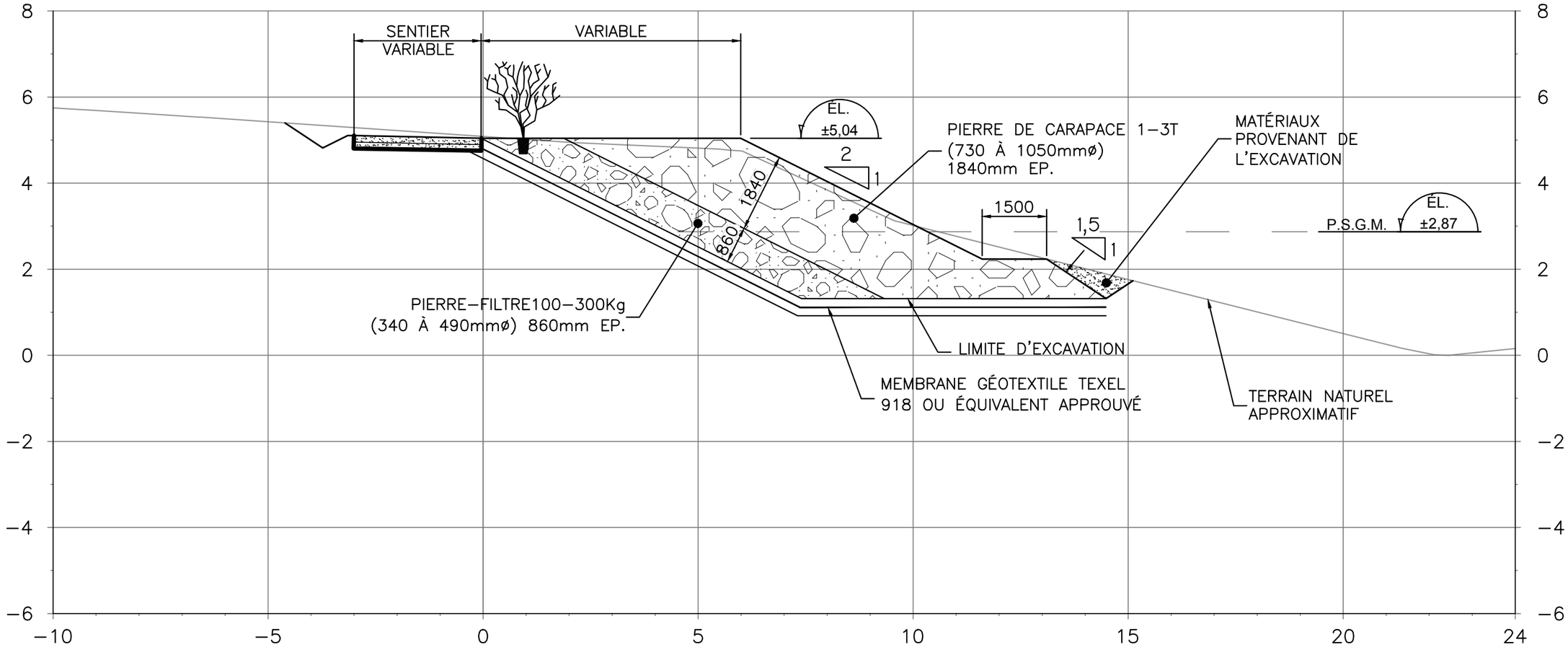
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 3

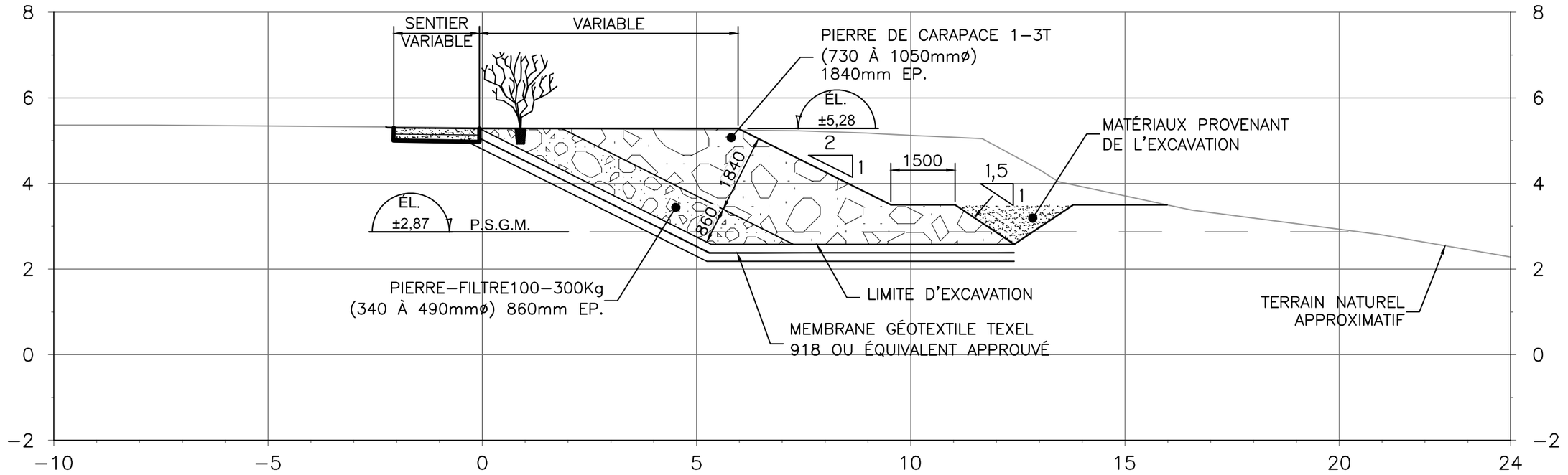
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 4

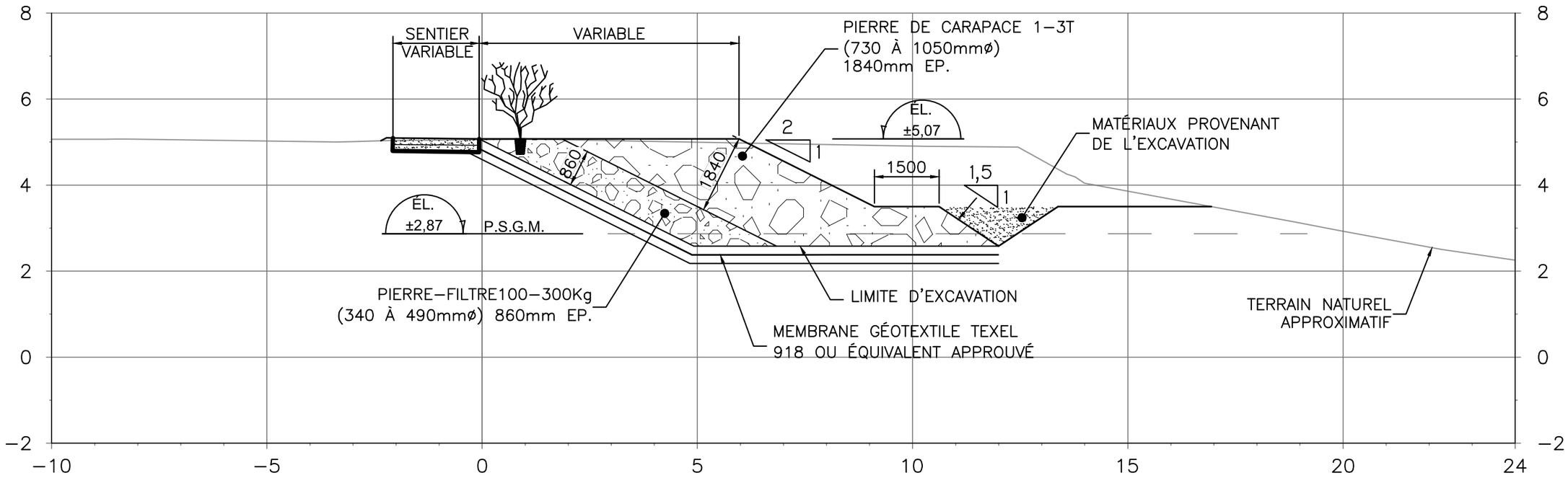
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 4

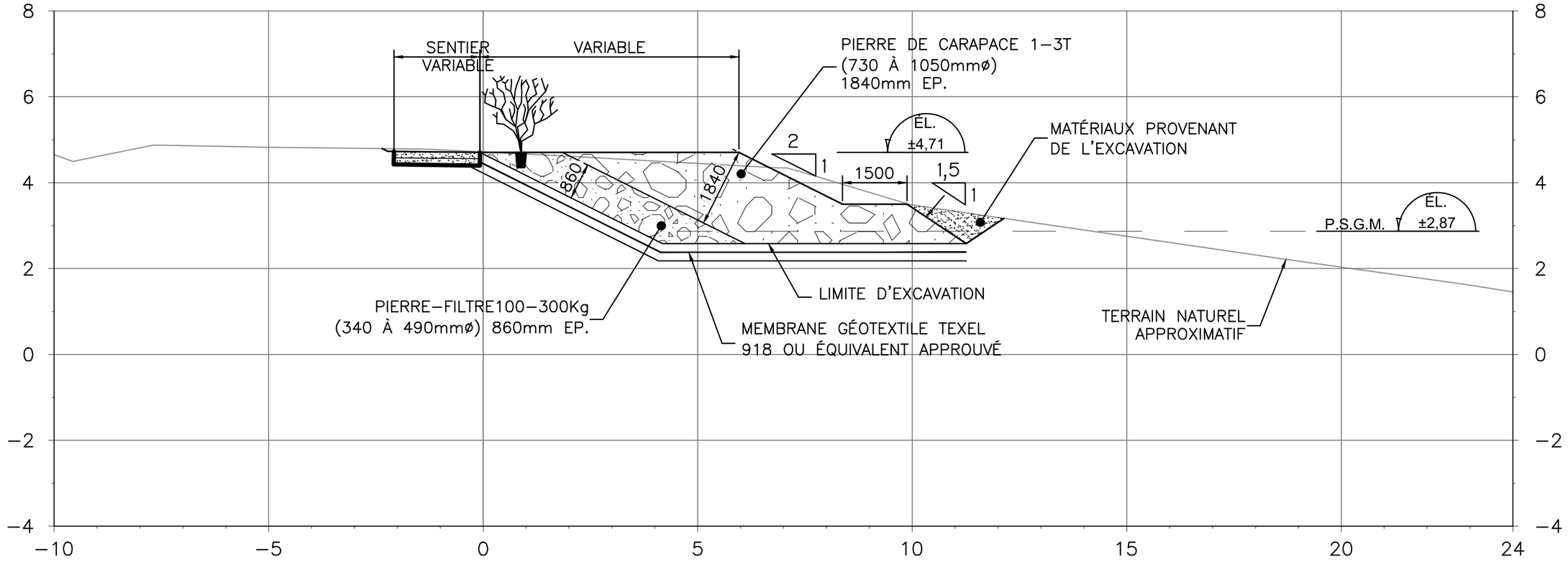
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 4

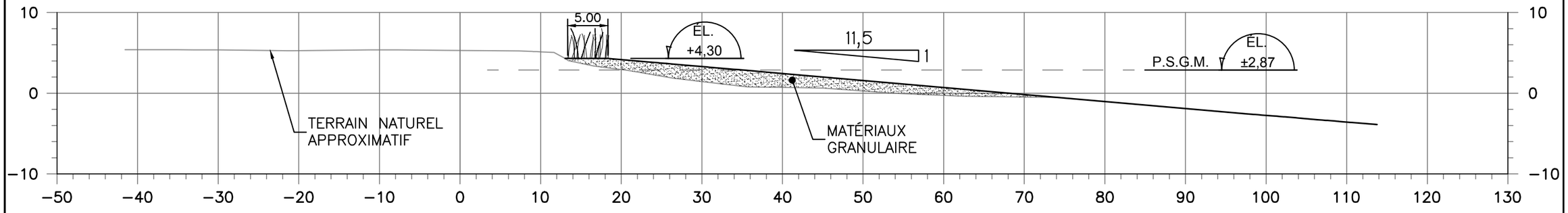
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 4

VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE
PLAGE JACQUES-CARTIER

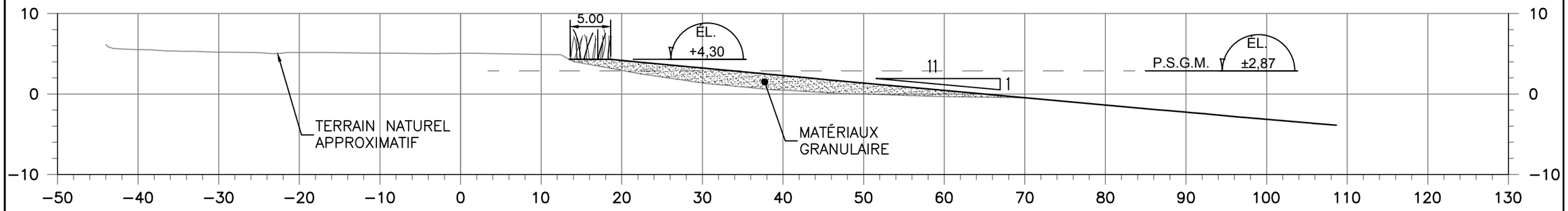
Projet: 110484.001

Date: 2016-03-18

Échelle:
HOR.: 1:500
VER.: 1:500

Préparé par: Éric Leclerc

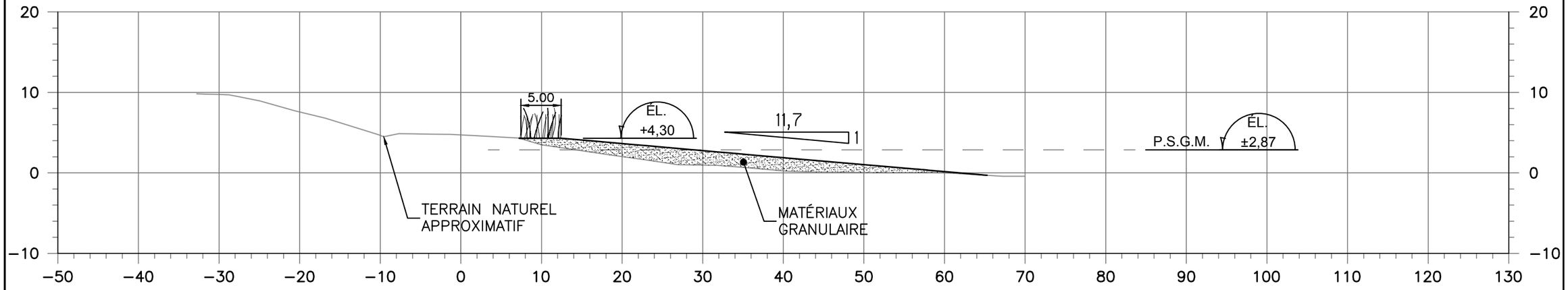
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 4

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES-CARTIER | Projet: 110484.001 | Date: 2016-03-18 |
| | | | Échelle: HOR.: 1:500 VER.: 1:500 | Préparé par: Éric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 4

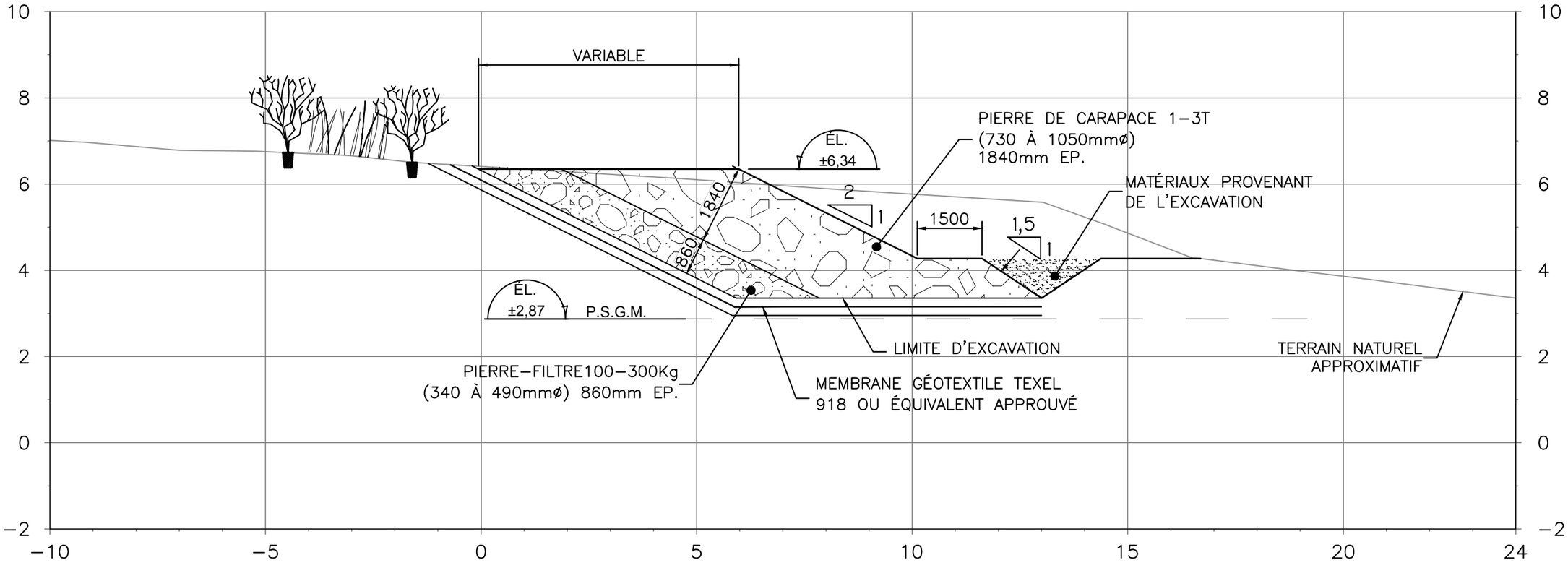
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE
PLAGE JACQUES−CARTIER

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016−03−18 |
| Échelle: HOR.: 1:500 VER.: 1:500 | Préparé par: Éric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 5

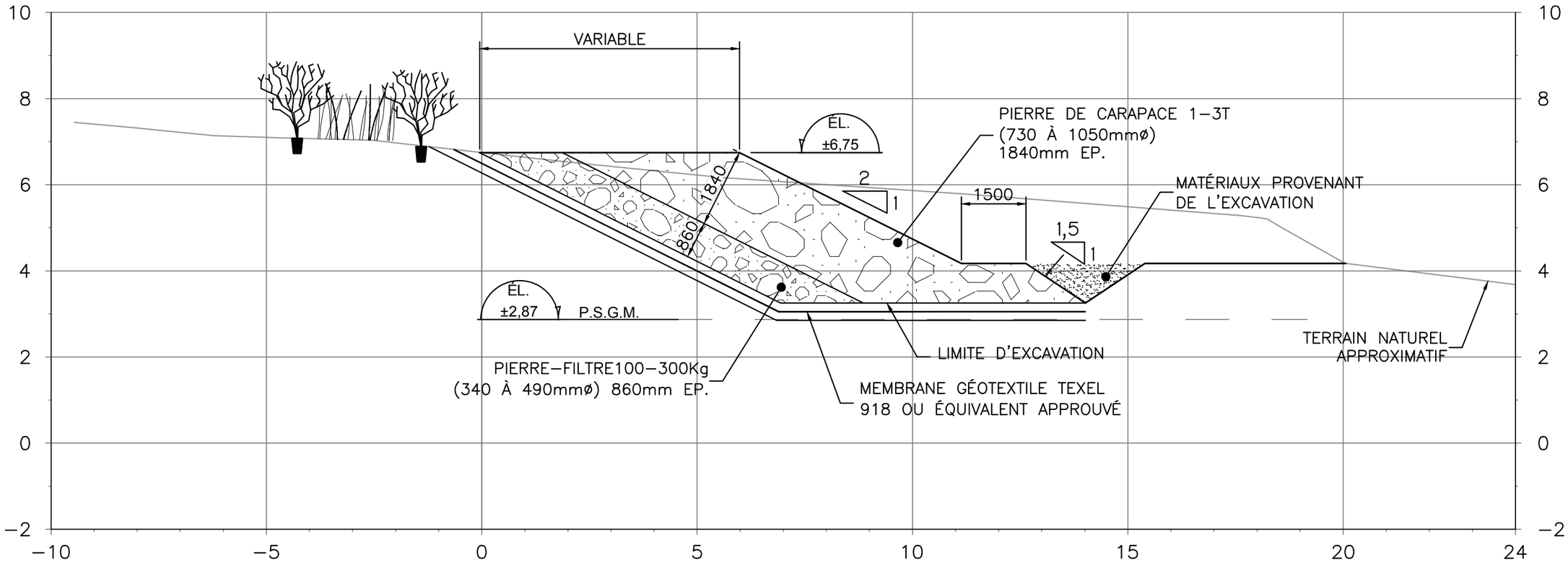
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 5

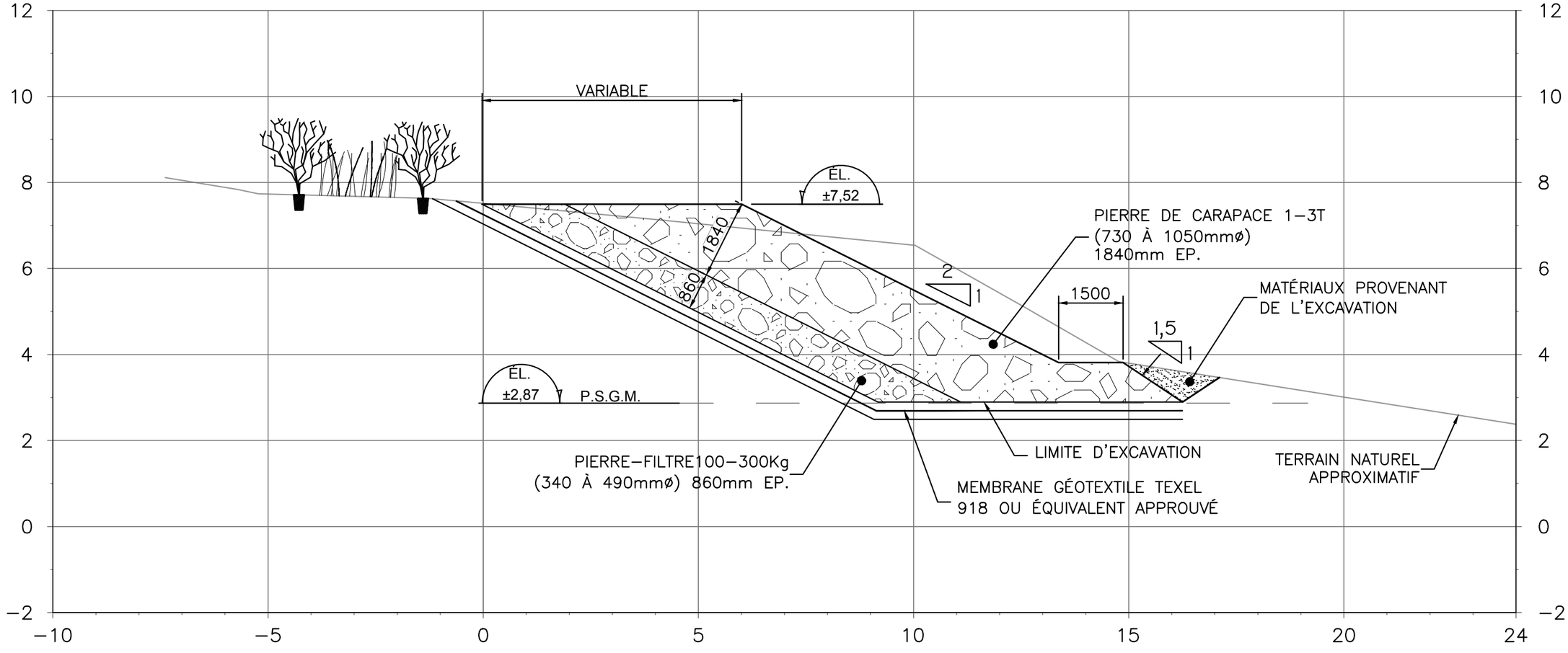
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 5

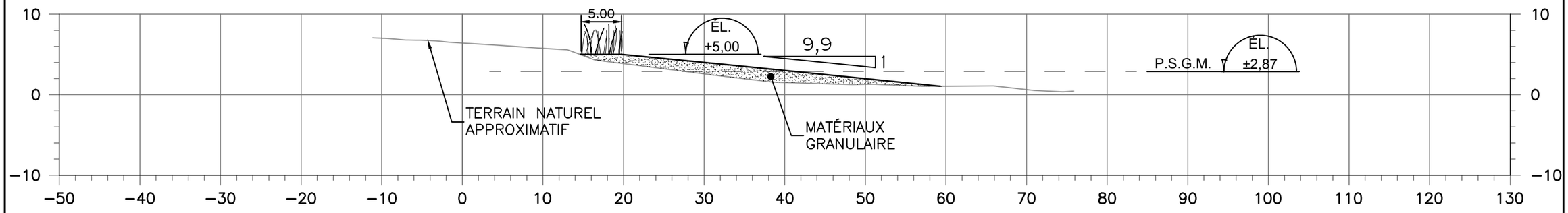
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

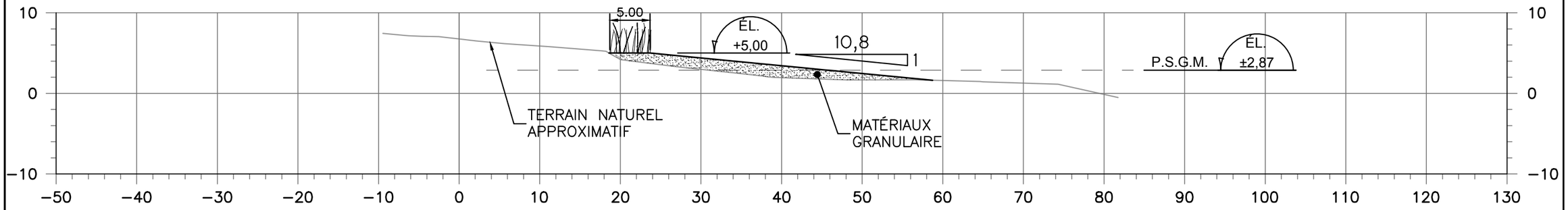
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 5

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES−CARTIER | Projet: 110484.001<br>Échelle: HOR.: 1:500 VER.: 1:500 | Date: 2016−03−18<br>Préparé par: Éric Leclerc |

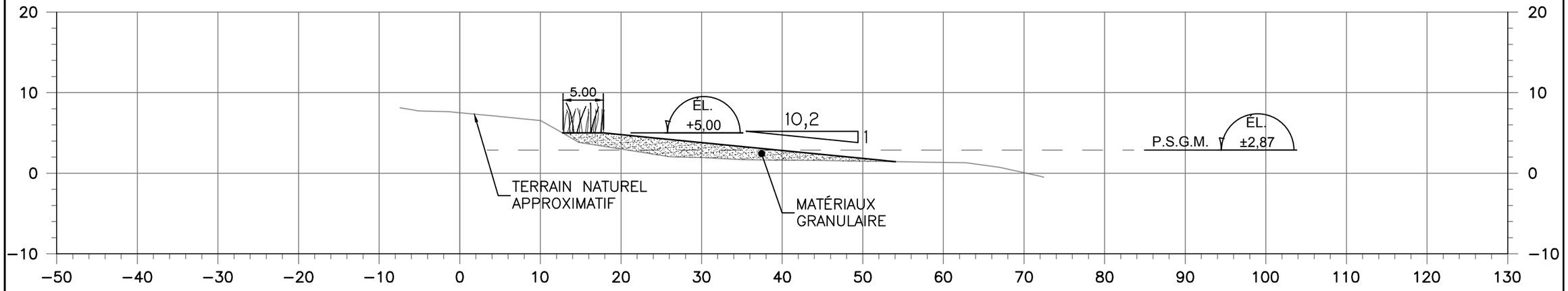
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 5

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES–CARTIER | Projet:<br>110484.001 | Date:<br>2016–03–18 |
| | | | Échelle:<br>HOR.: 1:500<br>VER.: 1:500 | Préparé par:<br>Éric Leclerc |

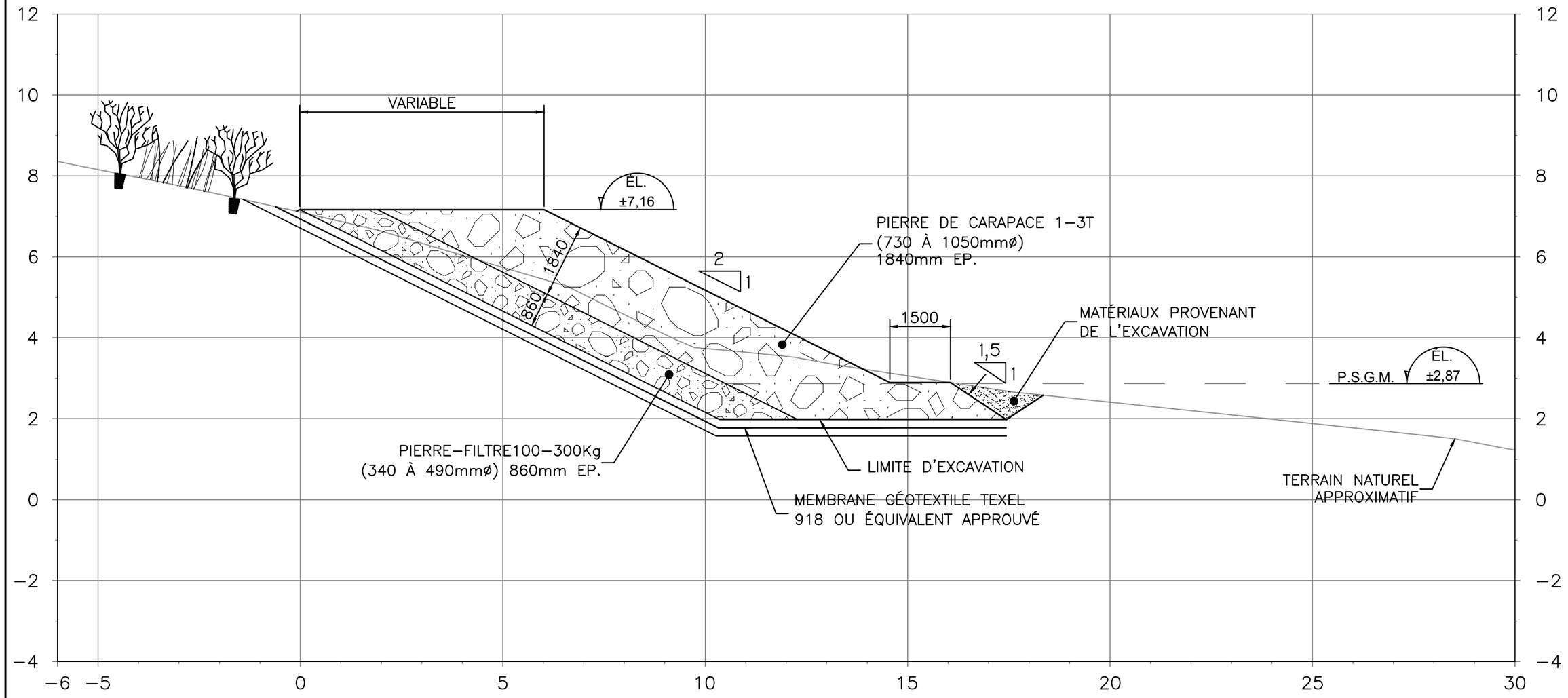
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 5

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES-CARTIER | Projet:<br>110484.001 | Date:<br>2016-03-18 |
| | | | Échelle:<br>HOR.: 1:500<br>VER.: 1:500 | Préparé par:<br>Éric Leclerc |

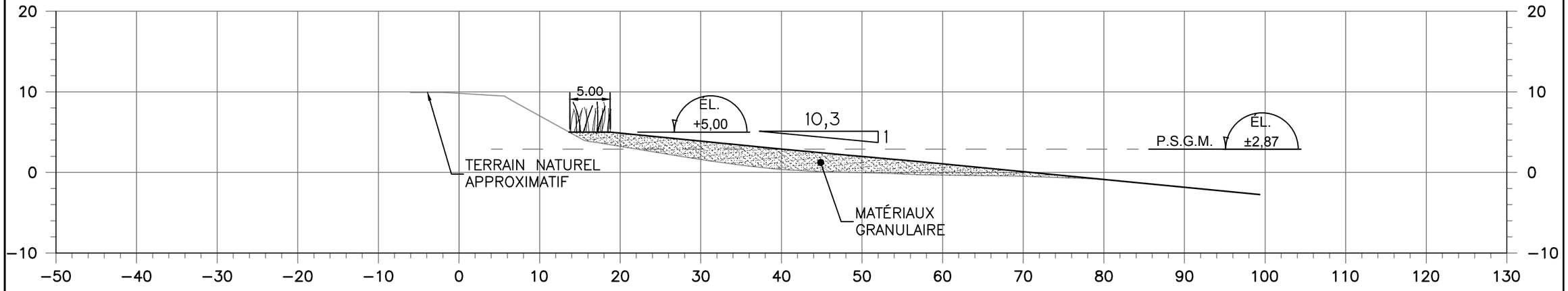
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 6

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION DE HAUT DE TALUS | Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| | | | Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 6

VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE
PLAGE JACQUES-CARTIER

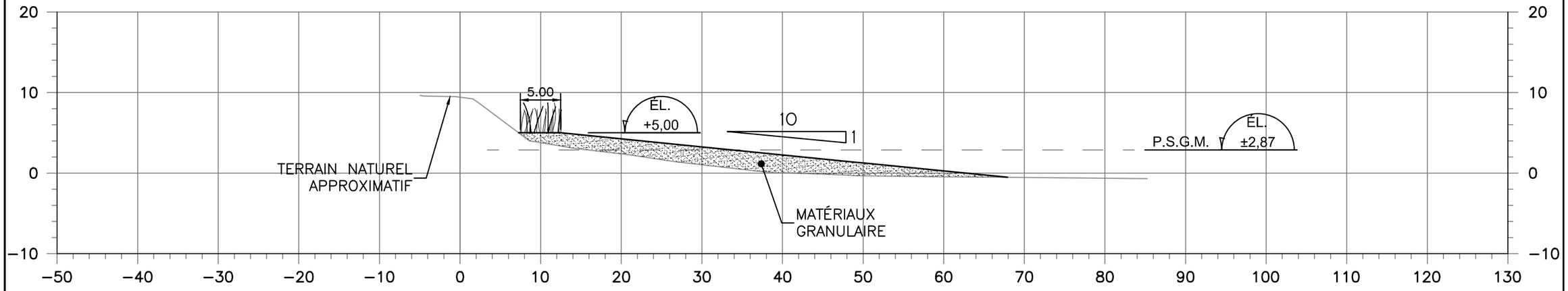
Projet: 110484.001

Date: 2016-03-18

Échelle:
HOR.: 1:500
VER.: 1:500

Préparé par: Éric Leclerc

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 6

VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE
PLAGE JACQUES−CARTIER

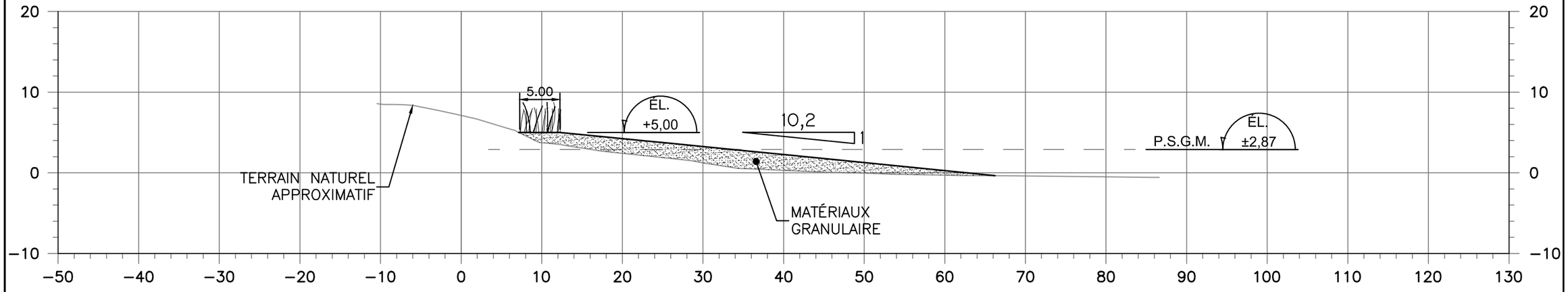
Projet: 110484.001

Date: 2016−03−18

Échelle:
HOR.: 1:500
VER.: 1:500

Préparé par: Éric Leclerc

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 6

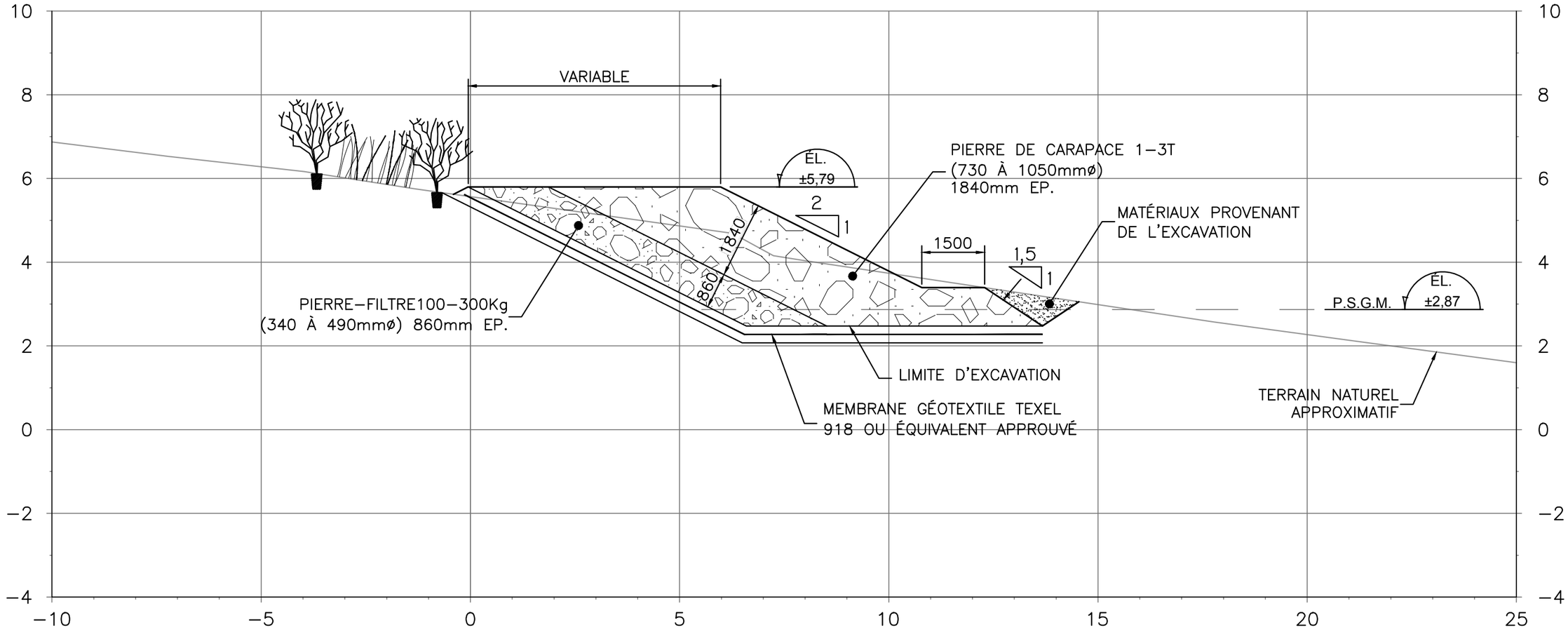
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE
PLAGE JACQUES-CARTIER

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016-03-18 |
| Échelle: HOR.: 1:500 VER.: 1:500 | Préparé par: Éric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL D'ENPIERREMENT
# TRONÇON 7

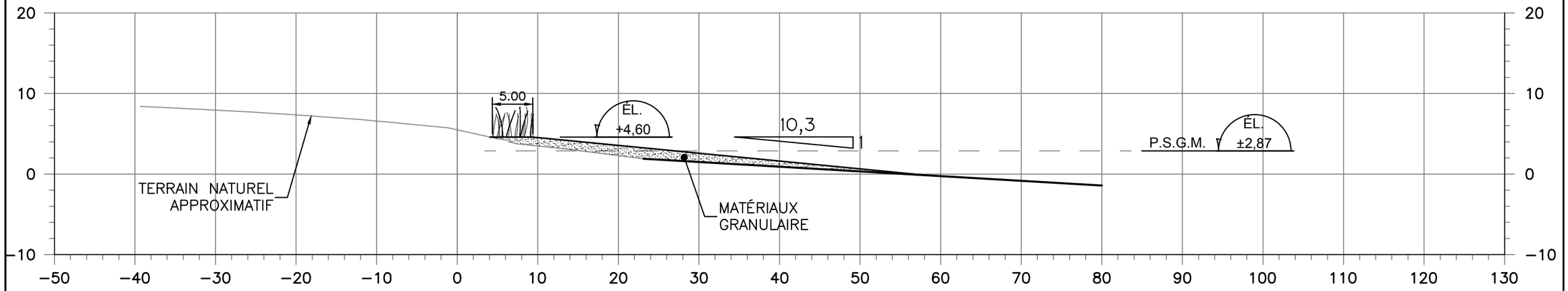
VILLE DE QUÉBEC

NORDA STELO

ENROCHEMENT AVEC VÉGÉTALISATION
DE HAUT DE TALUS

| | |
|---|---|
| Projet: 110484.001 | Date: 2016–03–18 |
| Échelle: HOR.: 1:100 VER.: 1:100 | Préparé par: Eric Leclerc |

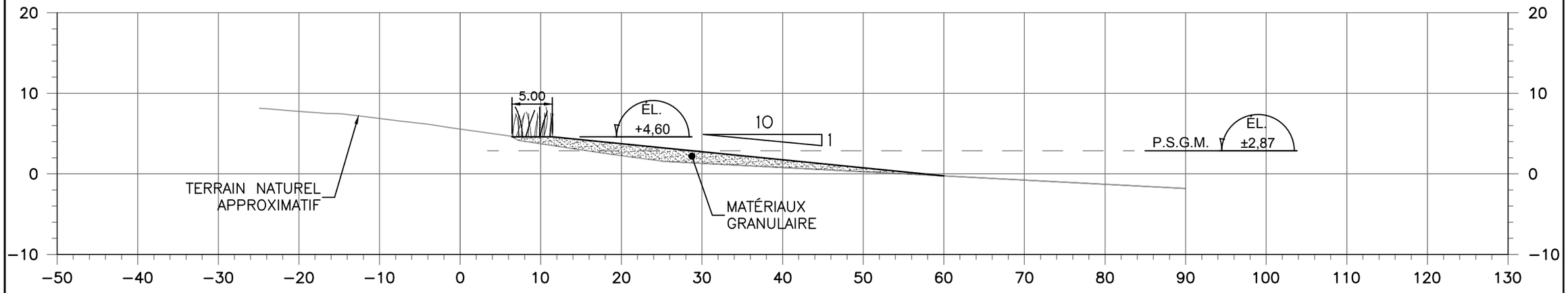
IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 7

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES-CARTIER | Projet: 110484.001<br>Échelle: HOR.: 1:500 VER.: 1:500 | Date: 2016-03-18<br>Préparé par: Éric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




# DÉTAIL DE RECHARGE DE PLAGE
# TRONÇON 7

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VILLE DE QUÉBEC | NORDA STELO | SECTIONS POUR RECHARGE DE PLAGE<br>PLAGE JACQUES-CARTIER | Projet:<br>110484.001 | Date:<br>2016-03-18 |
| | | | Échelle:<br>HOR.: 1:500<br>VER.: 1:500 | Préparé par:<br>Éric Leclerc |

IMPRESSION: $DATE$ $TIME$ FICHIER: $FILEL$




1 800 463-2839
info@norda.com
norda.com

**Questions et commentaires relativement à l'étude de variantes de Norda Stelo**

**Projet de stabilisation de berge au parc de la Plage Jacques-Cartier**

**Juin 2016**

* Veuillez noter que cette liste de questions est non officielle et n'empêche aucunement que des questions supplémentaires soient posées lors du dépôt officiel de l'étude d'impact. Cette série de questions a été élaborée par la Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels (DÉEPHI) en collaboration avec les experts concernés et a pour but d'aider l'initiateur de projet à bonifier son étude d'impact avant son dépôt officiel.

1- Le littoral de la ville de Québec est en grande partie artificialisé par des remblais protégés par des enrochements. Les seules plages naturelles restantes se situent au parc de la Plage Jacques-Cartier, qui représente une infime portion du territoire de la ville. Dans la justification du projet, l'initiateur précise d'ailleurs que le parc de la plage Jacques-Cartier est un des seuls parcs de la ville offrant des accès aux rares plages et berges encore naturelles du fleuve. Le projet est donc justifié, entre autres, par le maintien de l'accès à la plage. Or, un enrochement, sur une grande partie du secteur viendrait briser le lien entre la plage et le sentier, en plus de faire disparaître la plage à long terme. Ainsi, l'initiateur devra revoir les conclusions de l'étude de variantes en ayant comme objectifs la préservation, la stabilisation et la mise en valeur de la plage comme protection naturelle, plutôt que de se limiter à la protection d'un sentier pédestre en gravier et des espaces verts.

2- Pour les tronçons 1 à 3, il est proposé dans l'étude de variantes que l'enrochement actuel soit démantelé et qu'un nouvel enrochement soit mis en place. Dans l'étude de variantes, il est aussi envisagé de mettre en place des enrochements aux tronçons 4 à 6. Il va sans dire qu'un nouvel enrochement sera résistant à l'érosion et sera stable à long terme vu le calibre de la pierre choisi et une conception qui respecte les règles de l'art. Par contre, il est important de prendre en compte les impacts bien connus de la mise en place d'un enrochement. En effet, la réflexion des vagues sur l'enrochement crée graduellement un affouillement devant l'ouvrage, ce qui a pour conséquence de provoquer l'abaissement et le rétrécissement de la plage devant l'ouvrage, voir sa disparition. En plus de transporter les sédiments vers le large, la réflexion des vagues peut aussi contribuer à enfouir les herbiers.

   Aux tronçons 1 à 3, la mise en place d'un remblai et d'un enrochement a enfoui une partie de la plage, puis la réflexion des vagues sur l'ouvrage a fait disparaître graduellement l'autre partie. Les tronçons 1 à 3 sont maintenant plus vulnérables à l'érosion, car le restant de plage ne dissipe plus autant l'énergie des vagues qu'avant. Devant les enrochements, les conditions hydrodynamiques sont plus énergiques et les habitats, dont les herbiers, y sont moins abondants. Une situation similaire s'est produite le long du chemin de la Plage Saint-Laurent à Cap-Rouge, où la plage a presque complètement disparu en raison des enrochements mis en place.

L'étude de variantes devra faire état de ces impacts afin de justifier la méthode de stabilisation choisie.

3- Pour le design des enrochements, l'initiateur devra effectuer un comparatif avec les projets autorisés récemment, tels la stabilisation pour la Promenade Samuel-de-Champlain phase II et III et le projet de stabilisation des berges près du parc Notre-Dame-de-la-Garde. L'initiateur devra comparer les conditions hydrodynamiques de ces projets avec les conditions hydrodynamiques effectives à la Plage Jacques-Cartier.

Le calibre de pierre choisi (730-1050 mm) semble gros pour des conditions hydrodynamiques faibles. Par comparaison, le calibre de pierres utilisé pour des enrochements fait par le ministère des Transports (MTQ) à Sainte-Luce et à Sainte-Flavie dans l'estuaire du Saint-Laurent, soit en milieu maritime, ont une carapace de 800 à 1 000 mm pour une énergie de vagues et un fetch beaucoup plus grand. L'initiateur doit prendre en compte que s'il y a surdimensionnement du calibre de la pierre par rapport à l'énergie des vagues à la plage Jacques-Cartier, les coûts augmentent et l'empiétement dans le fleuve est plus grand.

4- Le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean par Alcan peut inspirer la Ville de Québec pour le choix des solutions (Alcan, 2007) (http://synapse.uqac.ca/wp-content/uploads/2014/03/Version-finale-R%C3%A9trospective1996-2006.pdf). Après 30 ans d'expérimentations sur l'efficacité de diverses méthodes de stabilisation, Alcan a identifié les interventions qui doivent être effectuées dans les secteurs de plage et ceux qui doivent être effectués dans les secteurs sans plage. Pour les secteurs de plage, 43 km de plage ont été stabilisés efficacement par un rechargement en sable et gravillon provenant de sablières, car Alcan s'était engagé à les maintenir par décret. Lorsque le rechargement seul n'était pas suffisant pour contrôler l'érosion, des épis ou des brise-lames en pierres ont été ajoutés. Il est à noter que les enrochements ne figurent pas dans le choix des types de protection pour les secteurs de plage, car ils contribueraient à les faire disparaître. Pour les secteurs sans plage, 56 km d'enrochement ont été effectués pour protéger directement la berge. L'utilisation des enrochements s'est donc avérée nécessaire à grande échelle au lac Saint Jean, mais seulement dans les secteurs sans plage.

Le parc de la plage Jacques-Cartier entre dans la catégorie des secteurs avec plage où la solution à préconiser devrait être la recharge de plage avec ou sans épis ou brise-lames et non des enrochements. Même si la DÉEPHI recommande de s'inspirer du programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean pour l'analyse de solutions au site, il est important de garder en tête que les conditions hydrodynamiques au parc de la plage Jacques-Cartier sont différentes de celles au lac Saint-Jean. En définitive, une recharge de plage est une solution plus efficace que les enrochements pour stabiliser une plage (et non seulement pour protéger une berge), moins coûteuse et surtout moins dommageable pour l'environnement.

5- Le 14 juin 2016, le consortium de recherche sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques OURANOS a dévoilé des études qui évaluent les coûts et les avantages des options d'adaptation en zone côtière sur une période de 50 ans (https://www.ouranos.ca/saint-laurent-maritime/). Ces études tiennent compte à la fois des impacts directs de l'érosion et de la submersion, mais aussi des conséquences économiques, environnementales et sociales des changements climatiques et de la mise en place des mesures d'adaptation. Selon M. Laurent Da Silva, économiste principal chez OURANOS : « ce n'est pas en rigidifiant systématiquement les côtes au moyen de structures fixes que nous protégerons le mieux notre littoral et que nous prendrons les meilleures décisions sur le plan économique, mais plutôt en préservant des écosystèmes côtiers en santé, plus résilients et capables de s'adapter d'eux-mêmes aux changements climatiques. »

   Ainsi, le choix de la solution au parc de la plage Jacques-Cartier ne doit pas seulement reposer sur le coût direct des travaux comme le propose Norda Stelo. Il faut aussi évaluer les avantages économiques des impacts appréhendés (socio-économiques et environnementaux) pour chacune des solutions proposées : modification de l'achalandage due à la perte de la plage ou à la reconstitution d'une plage perdue, perte de revenus commerciaux, modification du paysage, qualité de vie, modification d'habitats naturels, perturbation de frayères à poissons etc.). Pour les activités récréotouristiques comme la détente, la marche et la baignade, les plages étroites aux sédiments grossiers présentent un potentiel moins élevé que les plages larges et sableuses. Un résidu de plage avec un enrochement n'a pas la même qualité de paysage qu'une plage naturelle. Elle peut aussi avoir de l'influence sur l'offre touristique, la rétention et le nombre de nuits supplémentaires dans la région.

6- La Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables recommande de privilégier des techniques de stabilisation plus douces. Ainsi, l'initiateur devra privilégier la recharge de plage dans les tronçons 4 à 7 où il y a des plages naturelles. Pour augmenter la stabilité, des scénarios d'implantation d'épis en enrochement pourraient aussi être évalués.

   De plus, l'initiateur devra évaluer la variante de la recharge de plage dans les tronçons 1 à 3, comme cela s'est fait dans les tronçons 4 à 7. Dans ces secteurs, même si la mise aux normes d'un enrochement existant pourrait être acceptable, la Ville pourrait décider de renaturaliser le secteur en favorisant la recharge de plage.

7- Historiquement, un des principaux générateurs de matériaux de la plage Jacques-Cartier était l'effritement naturel de la falaise de schiste située derrière la plage. Depuis les aménagements entre la falaise et la plage, le transfert de sédiments vers la plage ne se fait plus. Les sédiments s'accumulent à la base des falaises sous la forme de talus d'éboulis et les vagues ne peuvent plus les remanier et les étaler sur la plage. La plage Jacques-Cartier est donc en déficit sédimentaire, ce qui contribue à son rétrécissement et au problème d'érosion faible qu'on voit apparaître sur les berges (tableau 2.2). Dans ce

contexte, la recharge de plage permettrait de combler cette lacune et de donner un petit coup de pouce à la nature pour recréer un écosystème en perdition. Outre son rôle de défense naturelle, il est important de mentionner la valeur écologique de la plage comme écotone, soit une zone de transition écologique entre deux écosystèmes (fluviale et terrestre). L'initiateur devra évaluer la possibilité de récupérer une partie de ce matériel en bas des falaises qui, avant la mise en place des infrastructures, engraissait naturellement la plage. Cette source de sédiments à proximité permettrait de limiter le volume de matériel de recharge provenant de dépôts externes, en plus de réduire les coûts.

8- L'empiétement dans le milieu hydrique, pour chacune des variantes, devra être présenté et ce, en fonction de la ligne des hautes eaux (LHE). Si l'information disponible ne permet pas déjà d'établir la limite des inondations de récurrence de 2 ans, cette limite doit être déterminée à l'aide de tout élément pertinent, en privilégiant l'usage de la méthode botanique prévue par la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI), pour établir la ligne naturelle des hautes eaux et expliqué dans le Guide d'interprétation de la PPRLPI.

   De plus, tel que discuté lors de la réunion, une superposition de la carte des herbiers avec les recharges envisagées permettrait de visualiser rapidement l'impact de recharges de plage sur les herbiers. En termes de pertes d'habitat du poisson, l'empiétement devra aussi être calculé à partir de ligne des pleines mers supérieures de marée moyenne.

9- Les marges de sécurité présentées à la section 2.4.2, permettent de comprendre la distance entre le talus et le sentier. La DÉEPHI comprend que pour les tronçons 1 à 3, le sentier est adjacent au talus d'érosion. Par ailleurs, pour les tronçons 4 à 7, certaines zones semblent propices à reculer le sentier, même si ce n'est que de quelques mètres. Cette option, couplée à la mise en place d'un enrochement ou d'une recharge de plage, doit être envisagée afin de minimiser l'empiétement dans le littoral, si ce n'est que de quelques mètres. La distance entre le sentier et la falaise devrait aussi être quantifiée, tout en précisant la distance sécuritaire à maintenir.

10- Les relevés topographiques par arpentage et la bathymétrie à partir des cartes marines ne semblent pas assez précis pour bien représenter les subtilités de l'estran pour la réfraction des vagues à l'approche de la côte. En effet, on retrouve un estran rocheux d'une largeur variable, des récifs (servant de brise-lames naturels) et des avancées rocheuses (servant d'épis naturels) qui sont capables de réduire efficacement la hauteur et l'énergie des vagues au déferlement au droit des ouvrages. L'initiateur devra présenter une bathymétrie permettant de caractériser la présence de haut-fond qui se situe devant la Plage Jacques-Cartier.

11- L'initiateur devra réaliser une étude d'hydrosédimentaire. Cette dernière permettra de bien comprendre la dynamique sédimentaire à la Plage Jacques-Cartier. Les résultats de cette étude permettront de mieux calibrer les solutions envisagées, de quantifier les

impacts que pourrait avoir un enrochement et/ou une recharge de plage sur le secteur et de proposer des alternatives pour limiter l'empiétement dans les herbiers pour la recharge de plage.

L'étude hydrosédimentaire devra comprendre une bathymétrie de la plate-forme rocheuse et une topographie précise de l'estran et de la plage. Il existe un LIDAR 2013 qui a été mandaté par la Ville ou la communauté métropolitaine de Québec. Des senseurs à pression pour mesurer la hauteur et le niveau d'eau avant et après la plate-forme rocheuse pourraient aussi être envisagés pour bien mesurer l'atténuation de la vague avec un modèle numérique performant (le logiciel Delft3D utilisé par Norda Stelo doit être aussi performant que MIKE 21 ou SWAN). Ces données permettront d'améliorer la modélisation de la vague à l'approche de la côte puis d'évaluer les processus de dépôt et le transport des sédiments.

12- La génération des vagues au large par modélisation devrait exclure la période hivernale (janvier à mars inclusivement) durant laquelle on retrouve un pied de glace d'année en année. Pendant cette période, le couvert de glace offre une protection naturelle contre l'érosion par les vagues.

13- La réflexion des vagues sur l'enrochement accentue aussi l'érosion à son extrémité (effet de bout), ce qui rend souvent nécessaire de nouvelles interventions sur le secteur adjacent. Au lac Saint-Jean, Alcan a mis en place des épis et/ou des brise-lames pour corriger des problèmes d'érosion localisés à l'extrémité des enrochements. L'initiateur devra envisager les options d'épis et de brise-lames dans le cadre de son projet.

14- Il a été mentionné à la réunion que la Ville pourrait effectuer les travaux de stabilisation en plusieurs étapes. La DÉEPHI suggère donc que le présent projet vise plutôt la mise en place d'un programme de stabilisation de la Plage Jacques-Cartier. Toutefois, dans le cadre d'un programme, il est important de préciser les éléments déclencheurs d'une intervention. Un programme de suivi doit aussi être mis en place pour suivre l'évolution du secteur et valider la nécessité des interventions.

La mise en place d'un programme a plusieurs avantages. Il permet notamment de répartir les sommes dédiées au projet sur plusieurs années et de l'inscrire sur plusieurs plan triennal d'immobilisation. Un programme de stabilisation permet aussi de proposer des techniques de stabilisation novatrices où des corrections peuvent être envisagées et prédédouanées par le MDDELCC, le cas échéant. Par exemple, pour diminuer l'impact sur les herbiers, la recharge pourrait se concentrer sur le haut de plage en mettant en place une banquette ou une dune de sable. De plus, les volumes initiaux pourraient être diminués en proposant une recharge d'entretien plus fréquente ou en proposant la mise en place d'épis pour maintenir le sable en place.

# Annexe D MODÉLISATION 2D ET SOLUTIONS TECHNIQUES STANTEC, 2017

Stantec

| | | | |
|---|---|---|---|
| Destinataire : | Ville de Québec<br>2000, boulevard Lebourgneuf<br>Québec (Québec) G2K 0B8 | Expéditeur : | Ammar Taha, ing., Ph. D.<br>375, boulevard Roland-Therrien<br>Longueuil (Québec) J4H 4A6 |
| Dossier/projet : | 167040090 | Date: | 1er mai 2018 |

**Objet : Modélisation 2D et solution technique pour les berges de la plage Jacques-Cartier (version 03)**

Dans le cadre du projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier, Stantec a été mandatée pour réaliser une étude de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier (Étude d'impact PSP150140). Le projet inclut une modélisation 2D du fleuve Saint-Laurent dans la zone à l'étude et propose une solution technique pour la stabilisation. La figure suivante, tirée de l'étude des variantes (Norda-Stelo, 2016) montre les différentes zones de l'étude et la présente note technique vise tous les tronçons 1 à 7.

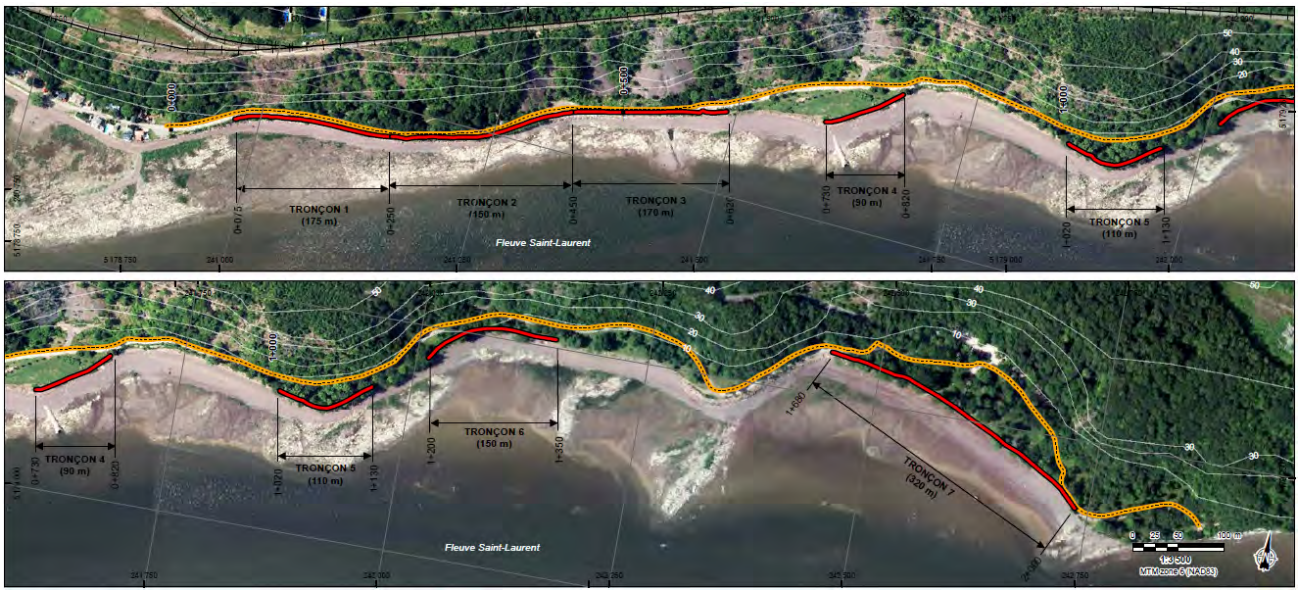



**Figure 1 : Zones à l'étude (Norda-Stelo, 2016)**

## 1. MISE À JOUR DES NIVEAUX D'EAU

Dans les études précédentes, les niveaux d'eau calculés aux berges de la plage Jacques-Cartier ont été tirés de l'étude des zones inondables réalisée en 1986 par le ministère de l'Environnement (actuellement MDDELCC). Cette étude a été obtenue et révisée afin de mettre à jour les niveaux d'eau. Les niveaux calculés en 1986 sont présentés dans la première colonne du tableau 1. Cette étude avait démontré que les niveaux d'eau à la station Neuville (3280) sont les mêmes que les niveaux à la plage Jacques-Cartier pour des récurrences de 20 ans et supérieures. À noter que la différence est minime pour la récurrence 2 ans, car le niveau d'eau à la plage est seulement 1 cm plus haut qu'à la station Neuville. Pour cette raison, le niveau à la station Neuville est considéré le même qu'à la plage Jacques-Cartier pour la suite de l'étude.

**Objet : Modélisation 2D et solution technique pour les berges de la plage Jacques-Cartier (version 03)**

Les données de la station Neuville ont été téléchargées à partir du Service hydrographique canadien pour les années 1962 à 2017. Les données disponibles ont été corrigées en valeur géodésique en soustrayant 1,375 m (correction obtenue auprès de Pêches et Océans Canada). La première étape réalisée a consisté à recréer les résultats de l'étude de 1986, soit en utilisant les données de 1962 à 1982. L'étude de 1986 avait exclue les années 1966 à 1968, 1978, 1979 et ces années ont également été retirées pour obtenir les mêmes résultats. La même loi Log-Pearson type 3 de l'étude de 1986 a été utilisée. Les résultats obtenus sont présentés dans la deuxième colonne du tableau 1. Les niveaux calculés par Stantec sont de 4 à 9 cm plus bas que ceux de l'étude réalisée en 1986. Il est possible qu'une correction ait été appliquée entre 1986 et 2017. Les données actuellement publiées par Pêches et Océans Canada sont considérées comme étant exactes et sont utilisées pour la suite.

La marée haute moyenne a été calculée en faisant la moyenne de la plus haute marée observée chaque jour (une valeur par jour de 1962 à 2017).

Pour la mise à jour, les données de 1962 à 2017 ont été utilisées pour mettre à jour les niveaux. Les années 1966 à 1968 ont été exclues de l'analyse statistique par manque de donnée. Bien que la station ait été hors fonction pendant quelques mois durant les années 1978 et 1979, elles ont tout de même enregistré des maximums annuels semblables aux autres années et il a été choisi de conserver ces deux années. Les résultats obtenus avec la mise à jour de 2017 sont présentés dans la troisième colonne du tableau 1. Il apparaît que la mise à jour de 2017 donne presque exactement les mêmes résultats qu'en 1986. Les niveaux minimaux statistiques ont également été calculés dans le cadre de cette mise à jour et sont présentés au tableau 2.

L'étude d'avant-projet (BPR, 2012) recommande de considérer la récurrence 20 ans étant donné que l'érosion des berges n'entraîne pas de risque important pour la population ni pour des infrastructures municipales ou privées. La récurrence 20 ans sera donc considérée dans la présente étude.

**Tableau 1 : Comparaison des niveaux maximaux à Neuville (niveaux géodésiques)**

| Récurrence (années) | Étude 1986 (1962-1982) (m) | Comparaison (1962-1982) (m) | Mise à jour Stantec (1962-2017) (m) |
|---|---|---|---|
| Marée haute moyenne | - | - | 3,09 |
| 2 | 4,54 | 4,45 | 4,51 |
| 5 | 4,79 | 4,71 | 4,74 |
| 10 | 4,91 | 4,84 | 4,86 |
| 20 | 5,01 | 4,95 | 4,96 |
| 50 | 5,11 | 5,06 | 5,06 |
| 100 | 5,18 | 5,14 | 5,13 |

**Tableau 2 : Niveaux minimaux à Neuville (géodésique)**

| Récurrence (années) | Mise à jour Stantec (1962-2017) (m) |
|---|---|
| 2 | -1,58 |
| 5 | -1,77 |
| 10 | -1,90 |
| 20 | -2,02 |
| 50 | -2,17 |
| 100 | -2,29 |

# 2. MODÉLISATION 2D

## 2.1 MODÈLE DE TERRAIN

Une modélisation hydraulique a été réalisée pour vérifier si l'écoulement du fleuve est une cause de l'érosion observée, puisque les études précédentes n'ont jamais étudié la potentielle érosion causée par l'écoulement du fleuve. La modélisation hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel HEC-RAS 5.0.3 rendu disponible par le US Army Corps of Engineer avec la fonction de modélisation 2D.

Un arpentage a été réalisé sur les berges et sur la plage. La zone arpentée ne couvre pas toute la largeur du fleuve. Ainsi, la carte marine V-1316 du Service hydrographique du Canada a été obtenue. Sur la terre ferme, en dehors des limites de la carte bathymétrique, les données topographiques 1 :50 000 disponibles sur Géoboutique ont été également obtenues. Les trois sources de données ont été jumelées en accordant leur ordre de priorité. Un coefficient de Manning de 0,035 a été appliqué.

La figure 2 illustre le terrain de la modélisation 2D et il apparaît qu'un canal profond est situé du côté sud du fleuve. On s'attend donc à ce que le débit et les vitesses soient concentrés dans ce canal, ce qui sera validé dans les simulations présentées dans les sections suivantes de cette étude.

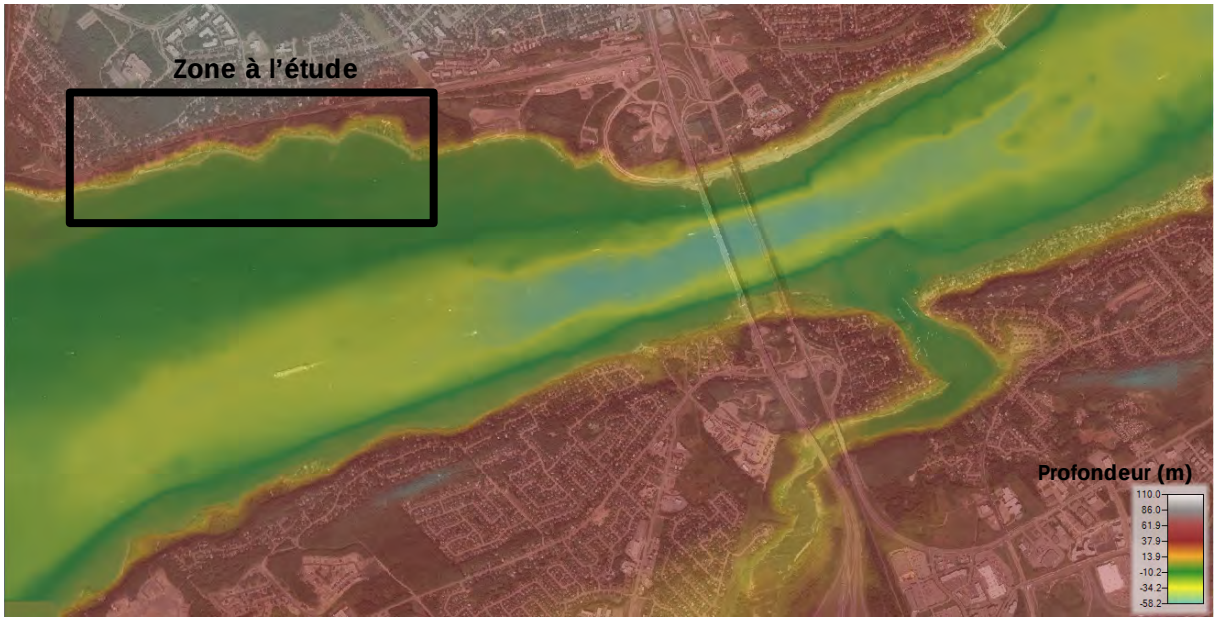



**Figure 2 : Bathymétrie du fleuve**

## 2.2 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

La condition frontière amont consiste à un débit constant. Des débits de 5 000, 10 000 et 15 000 $m^3/s$ ont été appliqués. La condition aval du modèle consiste aux niveaux d'eau dans le fleuve (section 1 de cette note technique).

Dans la zone à l'étude, un maillage plus fin de 3 m a été imposé. Dans le fleuve en dehors de la zone à l'étude, un maillage de 20 m a été imposé. Pour vérification, un autre maillage uniforme de 10 m a été réalisé. Lorsque les conditions permanentes sont atteintes, les résultats sont les mêmes. Étant donné que la carte marine a une précision au 30 m, il est inutile de raffiner le maillage dans le fleuve. Le maillage de 20 m, avec un niveau de détails plus grand dans la zone à l'étude, a été choisi.

Un pas de temps de 1 minute et de 10 secondes a été vérifié. Une différence est observée lorsque les conditions sont transitoires, c.-à-d. au début de la simulation lorsque le modèle est sec et se remplit d'eau. Le pas de temps de 1 minute entraîne des instabilités. Toutefois, lorsque les conditions permanentes sont atteintes, il n'y a aucune différence entre les deux simulations, ce qui justifie qu'un pas de temps de 10 secondes sera utilisé pour éviter de potentielles instabilités.

Le modèle 2D exige qu'une pente normale soit appliquée à la condition frontière amont. Une pente de 0,001 et une pente de 0,000 1 ont été testées. L'impact de cette pente est observé seulement sur les 200 premiers mètres du modèle, mais n'a pas d'impact au niveau de la zone à l'étude. Une pente de 0,000 1 a été appliquée.

La figure 3 montre que les vitesses sont largement concentrées dans le canal situé sur la rive sud du fleuve. Les lignes noires sont les courbes de niveau de la bathymétrie.

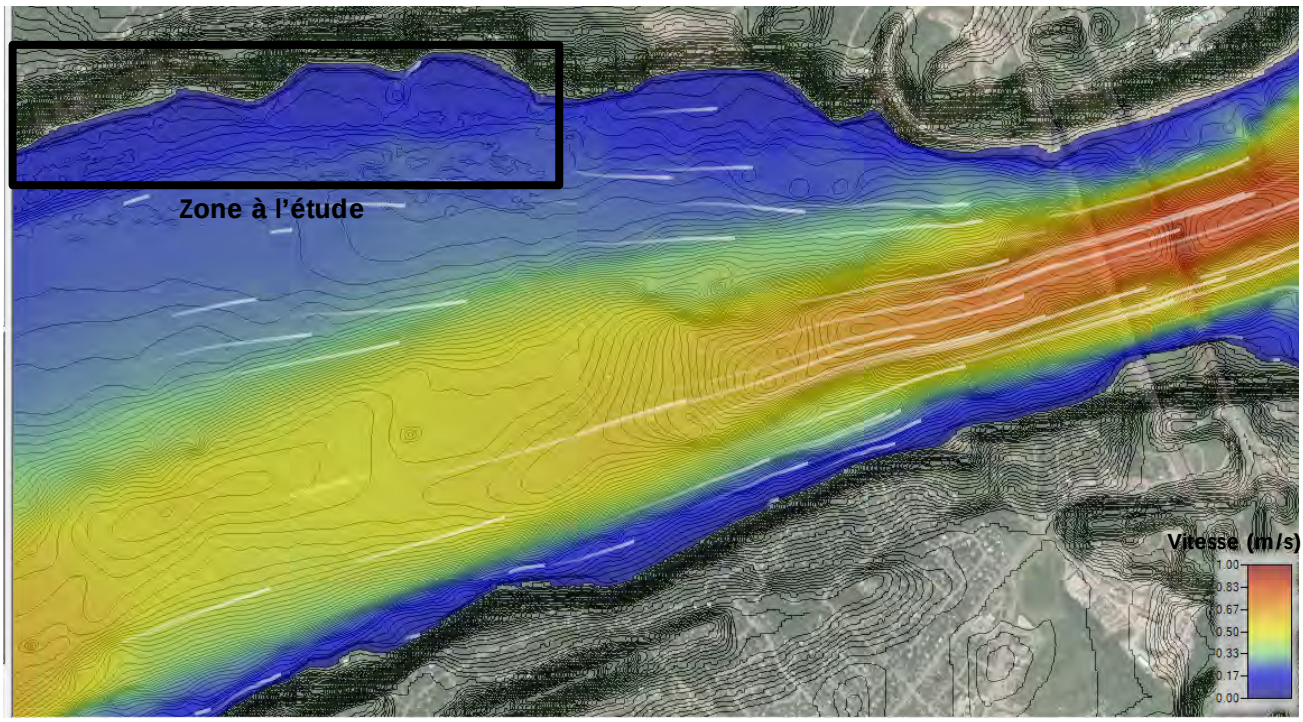



**Figure 3 : Vitesses simulées dans le fleuve (m/s)**

## 2.3 VITESSES D'ÉCOULEMENT DANS LA ZONE À L'ÉTUDE (ÉCOULEMENT)

Des différents débits modélisés, le débit de 15 000 $m^3/s$ entraîne toujours des vitesses plus grandes que les débits inférieurs, donc seuls les résultats avec ce débit sont présentés. Trois scénarios sont simulés, soit avec un niveau d'eau maximal de récurrence 20 ans (4,96 m), avec un niveau d'eau moyen (0,67 m), et un niveau d'eau minimal de récurrence 20 ans (-2,02 m). Les figures 4 à 6 présentent les vitesses modélisées en m/s.

Il apparaît que les vitesses maximales appréhendées au niveau des tronçons étudiées sont dans l'ordre de grandeur de 0,10 m/s.

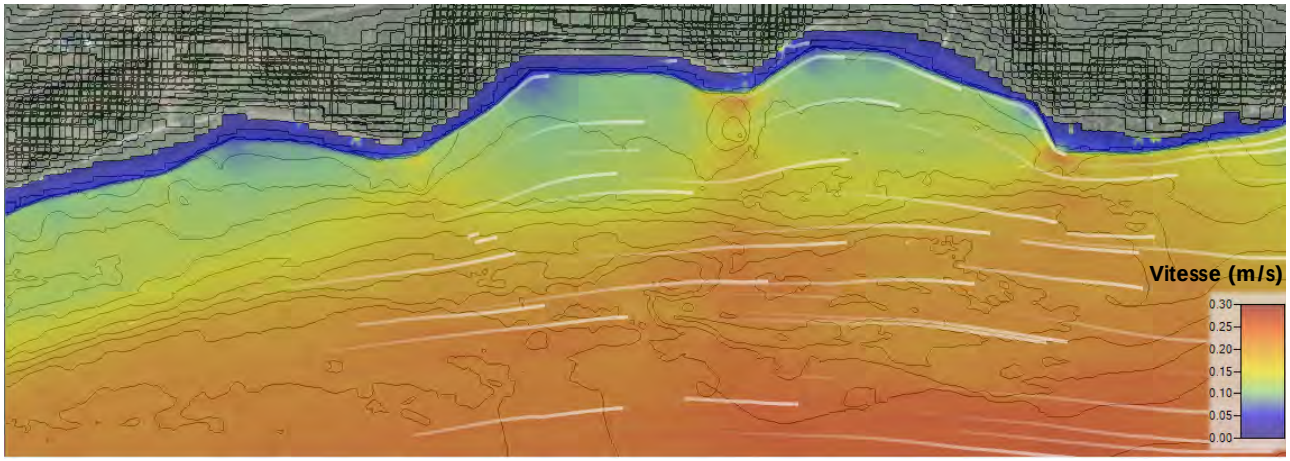



**Figure 4 : Vitesse avec un niveau d'eau de 4,96 m (vitesse moyenne de 0,10 m/s)**

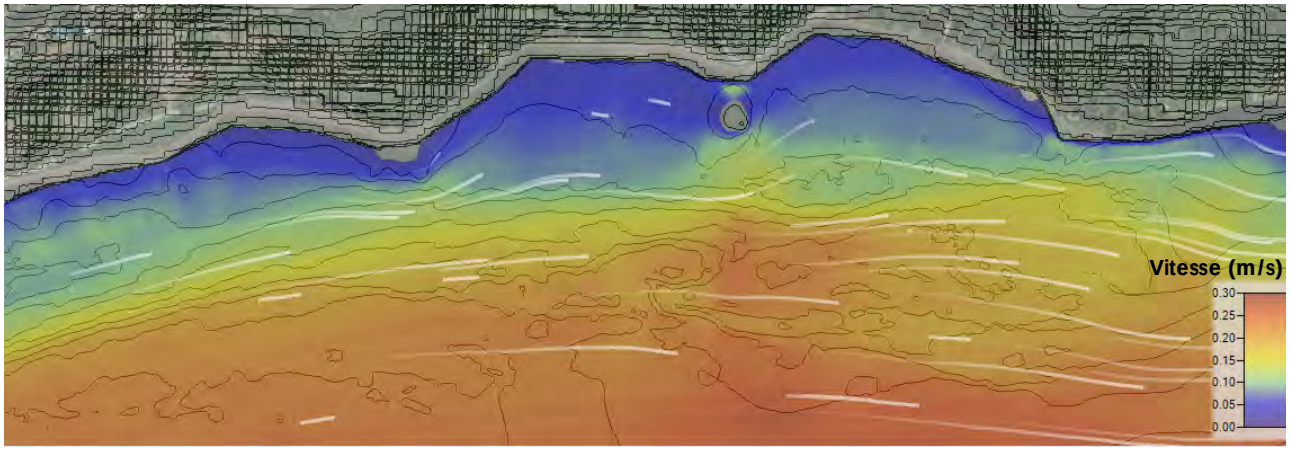



**Figure 5 : Niveau d'eau de 0,67 m (vitesse moyenne de 0,05 m/s)**

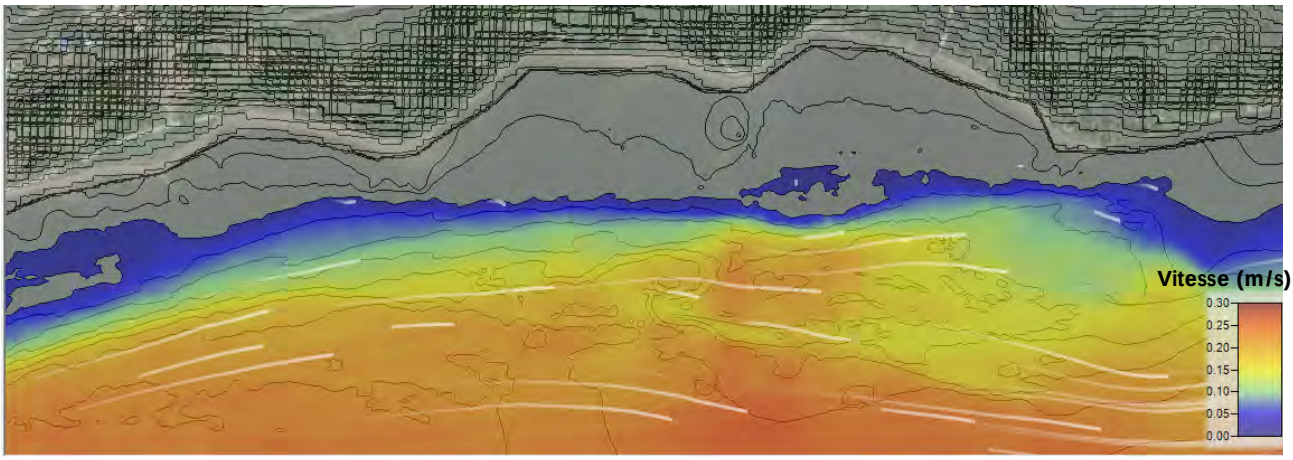



**Figure 6 : Niveau d'eau de -2,02 m (asséché)**

## 3. ANALYSE HYDROSÉDIMENTAIRE (ÉCOULEMENT DU FLEUVE)

Des échantillons de sol ont été prélevés dans la plage Jacques-Cartier. Une analyse granulométrique a été réalisée sur chaque échantillon et les résultats sont présentés à l'annexe B. Le tableau 3 présente les résultats pertinents de ces analyses granulométriques. En comparant l'analyse des échantillons relevés en surface (échantillons a) et en profondeur (échantillons b), on remarque qu'en profondeur la dimension des sédiments est plus grosse qu'en surface.




**Figure 7 : Localisation des échantillons**

**Tableau 3 : Calibres des échantillons**

| Échantillon | Profondeur | $D_{50}$ (mm) | Limites de dimension des sédiments (mm) | Tronçon |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Surface | 3,3 | 1 -10 | 7 |
| 2 | Surface | 2,1 | 0,2 - 15 | 7 |
| 3a | 0,1 m | 1,3 | 0,2 - 12 | 7 |
| 4 | Surface | 1,3 | 0,2 - 12 | N/D |
| 5a | 0,1 m | 1,5 | 0,2 - 8 | 6 |
| 6 | Surface | 1,5 | 0,2 - 10 | 5 |
| 7a | 0,1 m | 1,5 | 0,3 - 10 | 4 |
| 8 | Surface | 2,3 | 0,3 - 30 | 3 |
| 9a | 0,1 m | 1,5 | 0,2 - 10 | 2 |
| 3 b | 0,6 m | 1,7 | 0,2 - 20 | 7 |
| 5 b | 0,3 m | 1,9 | 0,1 - 20 | 6 |
| 7 b | 0,6 m | 2,3 | 0,3 - 15 | 4 |
| 9 b | 0,6 m | 9 | 0,3 - 60 | 2 |

Selon le diagramme d'Hjulstrom, les vitesses maximales de 0,1 m/s ne causent pas d'érosion, quel que soit le calibre des particules (l'érosion débute à des vitesses de 0,2 m/s). Pour une vitesse de 0,1 m/s, le phénomène de sédimentation se produit lorsque le diamètre des particules est supérieur à 1,2 mm. Pour tous

les échantillons recueillis, le D50 est supérieur à 1,2 mm, donc la sédimentation de ces particules se produit. Il est à noter que la vitesse de 0,1 m/s est une condition critique, et les vitesses réelles sont normalement plus faibles. Cette analyse démontre donc que l'érosion de la plage n'est pas causée par l'écoulement du fleuve, ce qui confirme que la problématique est causée par les vagues, et la solution doit être faite pour apporter une protection contre les vagues.

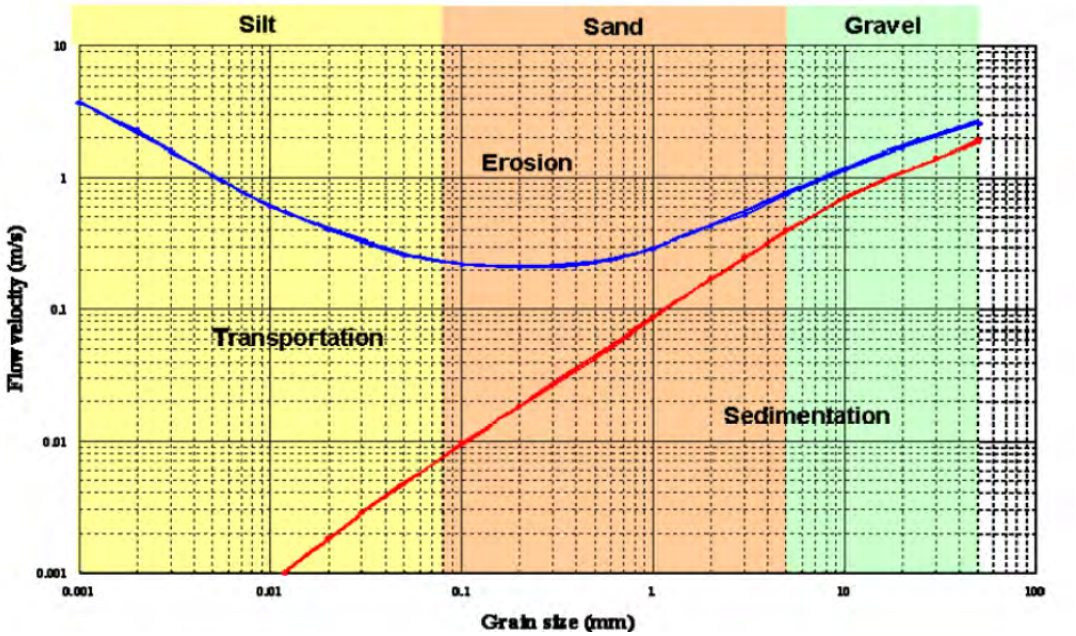



**Figure 8 : Diagramme d'Hjulstrom**

## 4. ÉTUDE DE VAGUE

L'étude de dynamique de l'érosion et des variantes (Norda Stelo, 2016) a présenté une étude de vagues. La hauteur de vague de conception qui avait été choisie correspond à 1,92 m (récurrence de 25 ans). Une transformation des vagues a été appliquée pour chacun des tronçons à l'étude. L'étude des vents a été réalisée avec les données de la station météorologique Lauzon, située sur la rive sud du fleuve à 15 km de la plage Jacques-Cartier. Les données précédemment utilisées couvrent 1991 à 2007. Lors de la révision réalisée par Stantec, il apparaît que la station Québec Intl A est située plus près de la plage (7 km au nord-ouest), sur la rive nord du fleuve. Cette station couvre une période beaucoup plus grande, incluant les années récentes (1er janvier 1953 à 10 décembre 2017). Pour cette raison, il a été décidé de mettre à jour l'étude de vague dans la présente étude.

### 4.1 VENTS

Une analyse fréquentielle a été réalisée sur les vents maximaux horaires enregistrés (vent soutenu sur une heure) de 1953 à 2017. Une analyse statistique a été effectuée avec les vents maximaux annuels afin de déterminer les vitesses de vents fréquentielles dans les quatre directions principales. Quatre lois statistiques ont été comparées (Gumbel, Normal, Log-Normal et Log-Pearson-III). La loi (Log-Pearson-III) s'est avérée la plus représentative et les vents retenus sont présentés au tableau 4. Cette analyse annuelle est présentée à des fins informatives, mais le dimensionnement est réalisé avec les données excluant l'hiver.

**Tableau 4 : Vitesses des vents considérées annuelles (km/h)**

| Période de retour (années) | Nord | Est | Sud | Ouest |
|---|---|---|---|---|
| **2** | 44,22 | 56,24 | 45,93 | 60,94 |
| **10** | 55,69 | 68,35 | 65,67 | 78,99 |
| **25** | 61,06 | 73,50 | 76,26 | 89,73 |
| **100** | 68,75 | 80,42 | 92,96 | 107,81 |

Une analyse de vent a également été réalisée en excluant les vents générés durant la période hivernale (excluant les mois de janvier à mars inclusivement) durant laquelle on retrouve un couvert de glace qui offre une protection naturelle contre l'érosion des vagues. Cette demande avait été faite en juin 2016 par la Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels (DÉEPHI). Ainsi, la conception sera réalisée seulement avec les vents excluant l'hiver (tableau 5).

**Tableau 5 : Vitesses des vents considérées excluant l'hiver (km/h)**

| Période de retour (années) | Nord | Est | Sud | Ouest |
|---|---|---|---|---|
| **2** | 42,52 | 51,10 | 43,58 | 57,30 |
| **10** | 53,95 | 64,69 | 59,77 | 70,93 |
| **25** | 59,52 | 71,61 | 67,89 | 76,68 |
| **100** | 67,73 | 82,10 | 80,09 | 84,35 |

## 4.2 VAGUES ET PROTECTION

Des foyers ont été considérés, qui représentent le point à partir duquel des distances de radiales ont été tracées sur une surface d'eau ininterrompue. La longueur et l'angle de chaque radiale sont utilisés pour calculer la hauteur des vagues. Le *Guide pratique de dimensionnement du Rip-Ra*p de la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ, 1997) est utilisé pour déterminer la hauteur des vagues. Les vents soufflant dans les quatre directions sont utilisés dans cette méthode. Les figures des radiales et fetchs sont présentés à l'annexe A.

**Tableau 6 : Hauteur de vagues et enrochements pour une récurrence de 25 ans (pente 2H :1V pour berge)**

| Numéro du tronçon | Radiale la plus longue (km) | Longueur du fetch (km) | Direction du fetch (°) | Hauteur de 95 % des vagues (m) | Calibre de l'enrochement (m) | Épaisseur min. de l'enrochement (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1, 2 et 3** | 9,3 | 2,61 | 212 | 1,13 | 0,54 – 0,92 | 1,45 |
| **4** | 4,8 | 1,54 | 139 | 0,85 | 0,40 – 0,69 | 1,10 |
| **5** | 20,9 | 3,05 | 224 | 1,21 | 0,57 – 0,98 | 1,56 |
| **6** | 4,6 | 1,5 | 152 | 0,87 | 0,41 – 0,70 | 1,11 |
| **7** | 22,5 | 3,1 | 228 | 1,22 | 0,58 – 0,98 | 1,56 |

### 4.3 LIMITES INFÉRIEURE ET SUPÉRIEURE

La limite inférieure de l'enrochement devrait correspondre à l'élévation **-2,02 m** (marée basse de récurrence 20 ans), et devra donc être enfoui de quelques mètres de profondeur dans la plage, au bas du talus. Aux endroits où l'intégrité du sentier est à risque, la limite supérieure de l'enrochement devrait correspondre à la somme de la marée haute de récurrence 20 ans, la hauteur des vagues, la remontée du plan d'eau (Wind Setup) et la remontée des vagues (Wave Runup). Pour le calcul de la remontée du plan d'eau, à partir de la bathymétrie utilisée pour la modélisation hydraulique, la profondeur moyenne du fleuve (transversalement au courant) devant la plage Jacques-Cartier a été calculée à 22,8 m. L'inclinaison de la berge consiste à une pente de 2H:1V selon les plans de réhabilitation de Norda Stelo, 2016. Aux endroits où le haut du talus est situé plus bas que l'élévation calculée de la limite supérieure, l'enrochement devra s'étendre jusqu'au haut du talus.

**Tableau 7 : Limite supérieure de l'enrochement (pente 2H :1V)**

| Numéro du tronçon | Hauteur de 95 % des vagues (m) | Remontée du plan d'eau (m) | Remontée des vagues (m) | Élévation marée haute (20 ans) (m) | Limite supérieure (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1, 2 et 3** | 1,13 | 0,05 | 0,86 | 4,96 | **7,00** |
| **4** | 0,85 | 0,03 | 0,63 | | **6,47** |
| **5** | 1,21 | 0,12 | 0,94 | | **7,23** |
| **6** | 0,87 | 0,02 | 0,64 | | **6,49** |
| **7** | 1,22 | 0,12 | 0,94 | | **7,24** |

## 5. OPTIONS D'AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

Le tableau 12 présenté à la dernière page de cette note présente toutes les options qui ont été étudiées, ainsi que les recommandations de Stantec pour chaque tronçon. Il est à noter que le dimensionnement des enrochements est présenté au tableau 12, alors que le dimensionnement des épis/brise-lames est présenté au tableau 8. La figure 9 résume les interventions recommandées pour tous les tronçons 1 à 7 et qui sont décrites en détail dans les paragraphes suivants.

Les solutions de stabilisation qui nécessitent l'implémentation d'un perré d'enrochement peuvent être végétalisées. Le type de plantation devra être déterminé par un biologiste et un architecte de paysage.

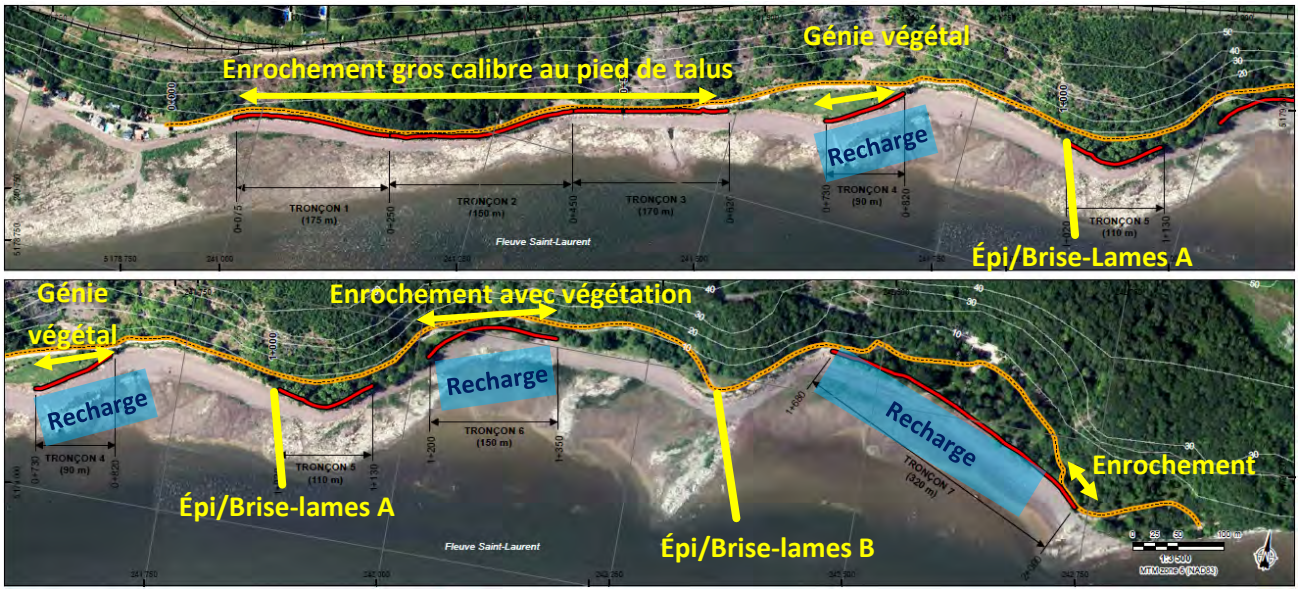



**Figure 9 : Interventions proposées**

## 5.1 TRONÇONS 1, 2 ET 3

À cet endroit le sentier longe le haut du talus, et l'intégrité du sentier est à risque. Ainsi, pour protéger l'intégrité du sentier, il est recommandé de protéger le talus avec de l'enrochement. Deux pentes de talus sont présentées dont 1H :1V et 1,5H :1V. Il a été observé lors de la visite de site en date de 19 mars 2018 que la protection en place pour ces tronçons est acceptable, cependant une validation et éventuellement une correction de la pente sont nécessaires. Deux options sont donc analysées :

- Option 1 (recommandé) : Enrochement de gros calibre à être placé en pied de talus, combiné à une correction du talus (ajout d'enrochement dans la pente pour obtenir une pente uniforme).
  *Recommandée en raison de la présence déjà sur place d'un enrochement et du fait que le milieu naturel du secteur est déjà adapté environnementalement à cet ouvrage. Même s'elle vise à consolider et augmenter la durabilité de l'ouvrage existant, cette intervention est plus légère que l'option 2. La végétalisation de cet ouvrage est difficile parce que les matériaux fins au travers des pierres sont trop compacts et hétéroclites. Si c'est possible à certains endroits en raison de l'ajout suffisant de matériaux neufs, une végétalisation pourra être effectuée. Cette possibilité sera examinée lors des relevés préalables à la production des plans et devis. Toutefois, il convient aussi de souligner que ces tronçons longent directement le sentier pédestre du parc et qu'ainsi une végétation trop dense et haute aurait pour effet d'affecter significativement la perception du paysage par ses usagers (ex. : adultes avec enfants). Cette situation irait évidemment à l'encontre de la mission de ce parc qui est de fournir à ses usagers un espace de loisirs extensifs dans un décor panoramique particulièrement attrayant. Il est donc souhaitable de bien choisir les endroits et les végétaux à utiliser dans les cas où cela pourrait être possible.*

- Option 2 : Remplacement de l'enrochement existant et mise en place d'un enrochement avec le calibre approprié.
  *L'avantage de cette option serait la possibilité de végétaliser l'ensemble de l'ouvrage. Cependant, elle*

*n'est pas retenue en raison de l'importance des travaux en termes de durée, d'empreinte dans le milieu et de coûts par rapport à l'option 1.*

### 5.2 TRONÇON 4

À cet endroit, le sentier ne longe pas le haut de talus et l'intégrité du sentier n'est pas à risque. Différentes options sont analysées :

- Option 1 (recommandé) : Un épi ou brise-lames (A) près du tronçon 5 combiné à une recharge de plage avec géogrille.
  *Les berges du tronçon 4 sont relativement exposées aux vagues des tempêtes provenant de l'Est. Aussi, afin d'en atténuer leur hauteur et leur énergie, l'implantation d'un épi/brise-lames est recommandée tout juste en aval de la pointe où se trouve le tronçon 5. Cet ouvrage protégerait ainsi également le tronçon 4. De plus, une recharge maintenue en place au moyen d'une géogrille est également recommandée pour atténuer davantage l'énergie résiduelle des vagues déjà réduite par l'épi/brise-lames. Pour des raisons esthétiques, les pierres utilisées pour l'épi/brise-lames seraient des blocs glaciels comme on en voit dans les dépôts morainiques naturels qui longent notamment les marais de la région (ex. : marais de Saint-Augustin-de-Desmaures). La hauteur de cet épi/brise-lames a aussi été limitée à la cote de la marée haute moyenne (3,09 m) afin de ne pas affecter les qualités esthétiques du paysage. La dimension des pierres et la configuration précise de cet ouvrage, tout comme la granulométrie, l'épaisseur, la superficie et le volume exact de matériaux requis pour la recharge, seront déterminés lors de la préparation des plans et devis.*

- Option 2 (recommandé) : Mise en place d'un enrochement approprié avec génie végétal.
  *Étant donné que l'énergie des vagues se trouvera passablement atténuée par l'application de l'épi/brise-lames (première option), les berges érodées pourront être directement protégées par une technique de génie végétale. La plus appropriée aux conditions physiques du fleuve dans ce secteur, qui pourra néanmoins demeurer assez dynamique lors des plus importantes tempêtes, est l'enrochement végétalisé. La technique des caissons de bois, performante dans les rivières et sur les rives des Grands Lacs, n'est pas applicable directement sur ces rives du fleuve. Le talus n'est pas suffisamment haut et la présence peu profonde de roc sous le substrat du haut de plage empêche la fixation suffisante de la base de telles structures pour pouvoir résister aux vagues et aux glaces. L'enrochement végétalisé est mieux adapté et plus durable dans ces conditions. De plus, les végétaux utilisés (saules, cornouillers, etc.), même s'ils devaient être régulièrement endommagés, sont très résilients. Même avec une bonne partie de leurs tiges arrachées, elles repoussent rapidement dès la prochaine saison de croissance. Il importe aussi de mentionner que la bande végétée formée par ce type d'ouvrage constitue un habitat d'intérêt pour la faune ripicole (micromammifères, amphibiens, etc.) et la faune ailée (diverses espèces de canards, dont le canard noir) ainsi que pour la faune ichtyenne sous la LNHE (ex. : perchaude, brochet, etc.). Il est à noter que comme l'intégrité du sentier n'est pas à risque, il n'est pas nécessaire de construire un enrochement plus haut que la marée haute moyenne. Aussi, l'enrochement végétalisé s'étendra jusqu'à la marée haute moyenne (3,09 m). Au-dessus de cette élévation, la technique de génie végétale sera adaptée en fonction des caractéristiques de la berge au moment des relevés préalables à la confection des plans et devis (fagots, fascines, matelas de branches, plantation, ensemencement, etc.).*

- Option 3 : Enrochement de gros calibre en pied de talus, combiné à une correction du talus (ajout d'enrochement dans la pente pour obtenir une pente uniforme).
  *Comme cette technique ne peut pas combiner l'implantation de génie végétal, celle-ci n'a pas été retenue.*

### 5.3 TRONÇON 5

À cet endroit, le sentier ne longe pas le haut de talus. Les options suivantes sont étudiées :

- Option 1 (recommandé) : Mise en place de l'épi ou brise-lames A (le même que celui discuté au tronçon 4).
  *Cette option est exactement la même que celle présentée pour le tronçon 4. En effet, en plus de réduire l'intensité des vagues provenant de l'est pour le tronçon 4, ce même épi/brise-lames atténuera également celle des vagues provenant de l'ouest et qui viennent affecter les berges de la pointe formant le tronçon 5. Demeurant tout de même trop exposé aux vagues provenant de l'est, il n'est pas recommandé d'y effectuer une recharge même avec une géogrille, celle-ci requérant trop d'entretien récurrent. La recharge fréquente est tout de même possible si la Ville le désire (à confirmer).*

- Option 2 (recommandé) : Mise en place d'un enrochement approprié avec plantation (Génie végétal)
  *Comme pour le tronçon 4, un enrochement végétalisé est recommandé pour le tronçon 5. Par contre, l'enrochement devra être de plus gros calibre que celui du tronçon 4, tel que présenté au tableau 12. Le calibre exact sera déterminé à l'étape des plans et devis. Ceux-ci incluront aussi un plan de plantation adapté aux conditions de cet endroit.*

### 5.4 TRONÇON 6

À cet endroit, le sentier longe le haut du talus, et l'intégrité du sentier est à risque. Comme le fetch est orienté sud-est par rapport au tronçon 6, la mise en place de l'épi B (recommandé pour le tronçon 7) aurait pour effet de réduire les vagues, et d'ainsi limité leurs impacts sur ce tronçon. Aussi, un enrochement approprié et végétalisé sera envisagé (tableau 12).

- Option 1 (recommandé) : Un épi ou brise-lames B entre les tronçons 6 et 7 combiné à une recharge de plage avec géogrille.
  *Pour les mêmes raisons mentionnées pour le tronçon 4, dont les vagues provenaient de l'aval (côté est), le tronçon 6 se trouvera protégé par cet ouvrage.*

- Option 2 (recommandé) : Mise en place d'un enrochement approprié avec plantation (Génie végétal).
  *Trois zones sont identifiées dans ce tronçon. Au centre, le sentier est situé très près du haut de talus. Aux deux extrémités, le sentier est un peu plus éloigné du haut de talus. Au centre, la pente proposée du talus sera plus abrupte sur une longueur d'environ 70 m, et moins abrupte aux deux extrémités.*

### 5.5 TRONÇON 7

Dans la zone la plus à l'est, le sentier longe le haut de talus et l'intégrité de cette zone est à risque.

- Option 1 (recommandé) : Un épi ou brise-lames B entre les tronçons 6 et 7 combiné à une recharge de plage avec géogrille.

*Ce tronçon est le plus exposé aux vagues provenant de l'ouest. Aussi, cet épi/brise-lames atténuera significativement l'énergie de ces vagues, d'autant plus qu'il sera combiné à une recharge comme pour les tronçons 4 et 6. Dans la zone la plus à l'est, une portion du tronçon 7 ne pourrait pas être protégée par l'épi/brise-lames. En effet, pour des raisons de constructibilité, il ne peut être envisagé d'étendre l'épi/brise-lames plus loin que 150 m vers le large. Cette section correspond à l'endroit où le sentier longe le haut de talus. Une autre option doit donc être proposée en complément.*

- Option 2 (recommandé) : Mise en place d'un enrochement approprié avec plantation (Génie végétal) de la zone à l'est qui longe le haut de talus.

  *Bien que l'épi/brise-lames et la recharge protégeront en grande partie ce tronçon, il y aura en effet une portion à l'extrémité est qui demeurera exposée. Ainsi, une section de 50 m de berges devra faire l'objet d'un enrochement végétalisé comme pour les tronçons 4, 5, et 6.*

- Option 3 : Mise en place d'un enrochement approprié avec plantation (Génie végétal) sans épi/brise-lames B.

  *Cette technique ne serait applicable que si l'épi/brise-lames B n'est pas mis en place, et consiste à une alternative, mais n'est pas recommandée.*

# 6. ÉPIS OU BRISE-LAMES

L'utilisation d'un épi versus un brise-lames n'a pas d'impact d'un point de vue hydraulique.

## 6.1 DIMENSIONNEMENT DES ÉPIS/BRISE-LAMES

**Épi/brise-lames A** : Cet épi/brise-lames sera balayé par les vagues des tronçons 4 et 5 et protégera ces deux tronçons. Il s'avère que les vagues du tronçon 5 sont plus critiques que les vagues du tronçon 4, donc l'épi/brise-lames est dimensionné avec les vagues du tronçon 5. Le tronçon 5 est directement exposé aux vagues provenant de la grande surface interrompue située au sud-ouest. Il serait possible d'implanter un épi/brise-lames en enrochement du côté ouest du tronçon 5, tel qu'illustré sur la figure 10. L'épi/brise-lames s'avancerait vers le fleuve sur la plage relativement plate, et se terminerait avant que la bathymétrie du fleuve descende rapidement. L'épi/brise-lames se terminerait lorsque le fond atteindrait l'élévation de -2 m. Ainsi, la longueur de l'épi/brise-lames serait d'approximativement 100 m. Le tableau 8 présente le dimensionnement de l'épi/brise-lames. L'épi/brise-lames serait légèrement incliné, tel qu'illustré, afin que les débris flottants ne soient pas accumulés du côté amont de l'épi/brise-lames.

**Épi/brise-lames B :** Cet épi/brise-lames serait balayé par les mêmes vagues que le tronçon 7, et protégera ce tronçon. Le tronçon 7 est directement exposé aux vagues provenant de la grande surface interrompue située au sud-ouest. Il serait possible d'implanter un épi/brise-lames en enrochement sur la pointe de terrain entre les tronçons 6 et 7, tel qu'illustré sur la figure 10. Cet épi/brise-lames protégerait partiellement le tronçon 7. Pour des besoins de constructibilité, l'épi/brise-lames s'avancerait vers le fleuve sur la plage relativement plate, et se terminerait avant que la bathymétrie ne descende rapidement. L'épi/brise-lames se terminerait lorsque le fond atteindrait l'élévation de -2 m. Ainsi, la longueur de l'épi/brise-lames serait d'approximativement 150 m. Le tableau 8 présente le dimensionnement de l'épi/brise-lames. L'épi/brise-lames serait légèrement incliné comme illustré afin que les débris flottants ne soient pas accumulés du côté amont de l'épi/brise-lames.

Si la solution d'un épi est choisie et afin de réduire l'empiétement, les pentes de part et d'autre seraient de 1H :1V. Afin de réduire la hauteur (limite supérieure) des épis ou des brise-lames, la limite supérieure sera à l'élévation de la marée haute moyenne (3,09 m). La limite inférieure de l'enrochement des épis ou des brise-lames devrait correspondre à l'élévation -2,02 m (marée basse de récurrence 20 ans). Le tableau suivant présente les caractéristiques des épis ou brise-lames.

**Tableau 8 : Dimensionnement des épis/brise-lames**

| | Pente | Calibre de l'enrochement (m) | Épaisseur min. de l'enrochement (m) | Limite inférieure de l'épi/brise-lames (m) | Limite supérieure de l'épi/brise-lames (Marée haute moyenne) (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Épi/brise-lames A** | 1H:1V | 0,72 - 1,24 | 1,96 | -2,02 | 3,09 |
| **Épi/brise-lames B** | 1H:1V | 0,73 – 1,24 | 1,97 | -2,02 | 3,09 |

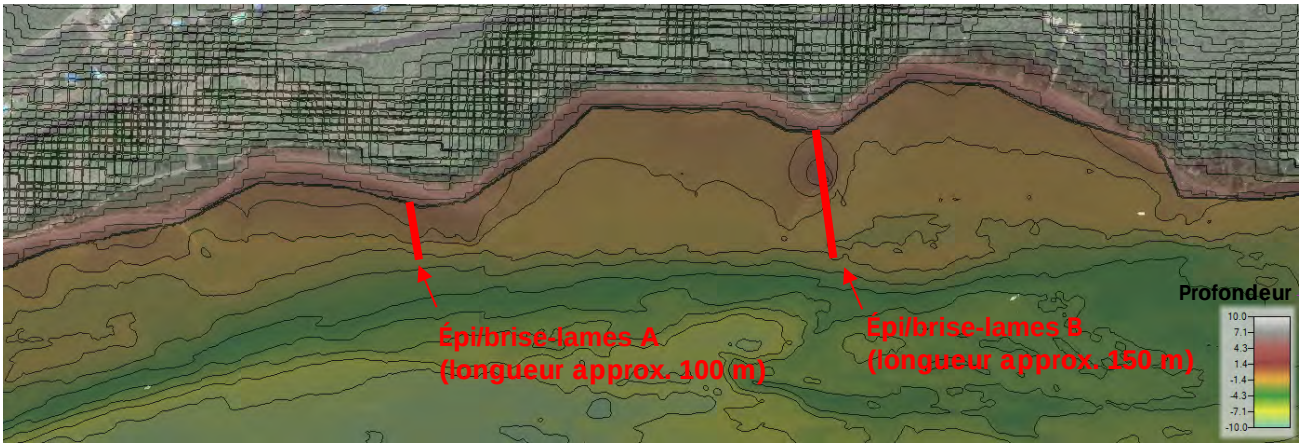



**Figure 10 : Épis/brise-lames proposés**

## 6.2 IMPACT DES ÉPIS/BRISE-LAMES ET RECHARGE DE PLAGE

### 6.2.1 Tronçon 4 (épi/brise-lames A)

**Impact de l'épi/brise-lames A :** Étant donné que les vitesses causées par le courant du fleuve sont très faibles dans le secteur de la plage, l'épi/brise-lames ne va pas modifier l'écoulement général du fleuve. Il va causer une diminution des vitesses près de la plage, ce qui n'entraînerait aucun risque d'érosion étant donné que les vitesses actuelles sont trop faibles pour déplacer les sédiments (voir section 3). Ces vitesses encore plus faibles favoriseront inévitablement la déposition de matériaux sablonneux et silteux derrière ce brise-lames. Le principal impact des épis/brise-lames serait observé sur les radiales et fetchs du tronçon 4. Les radiales ont été tracées au tronçon 4 après implantation d'un épi. Les figures des radiales et fetchs sont présentés à l'annexe A. Le tableau suivant montre les résultats à la suite de l'implantation de l'épi. La mise en place de l'épi entraînerait une diminution du fetch de 14 %.

**Tableau 9 : Comparaison avec et sans épi/brise-lames A**

| Numéro du tronçon | Radiale la plus longue (km) | Longueur du fetch (km) | Direction du fetch (°) | Hauteur de 95 % des vagues (m) |
|---|---|---|---|---|
| **4 sans épi/brise-lames** | 4,78 | 1,54 | 139 | 0,85 |
| **4 avec épi/brise-lames A** | 3.48 | 1,33 | 156 | 0,78 |

**Recharge de plage :** L'étude de variante (Norda-Stelo, 2016) présente un dimensionnement de la recharge de plage de l'ordre de $D_{50}$=14 mm. Comme démontré précédemment au tableau 9, la mise en place de l'épi/brise-lames entraînerait une diminution du fetch de 14 %, donc éventuellement, une diminution du même ordre. Donc en supposant une diminution de calibre jusqu'à 12 mm, ce diamètre est plus grand que le substrat en place ($D_{50}$=1,5 mm), et n'aurait plus les caractéristiques d'une plage. Il apparaît qu'un programme de stabilisation, consistant à une recharge d'entretien fréquente, serait une option à envisager. Du sable pourrait être déposé lorsqu'un seuil déclencheur (treshold) est atteint. Un exemple de seuil déclencheur pourrait être lorsqu'une épaisseur préétablie de sable est emportée. Ceci impliquerait un programme d'arpentage fréquent pour évaluer l'élévation du fond sableux, et calculer la perte de sable depuis le dernier arpentage. Ceci permettrait également de calculer les quantités nécessaires à chaque recharge d'entretien.

### 6.2.2 Tronçon 5 (épi/brise-lames A)

**Impact de l'épi/brise-lames A :** Étant donné que les vitesses causées par le courant du fleuve sont très faibles dans le secteur de la plage, l'épi/brise-lames ne va pas modifier l'écoulement général du fleuve. Il va causer une diminution des vitesses près de la plage, ce qui n'entraînerait aucun risque d'érosion étant donné que les vitesses actuelles sont trop faibles pour déplacer les sédiments (voir section 3). Le principal impact de l'épi/brise-lames serait observé sur les radiales et fetchs du tronçon 5. Les radiales ont été tracées au tronçon 5 après implantation d'un épi/brise-lames. Les figures des radiales et fetchs sont présentés à l'annexe A. Le tableau suivant montre les résultats à la suite de l'implantation de l'épi/brise-lames. La mise en place de l'épi/brise-lames entraînerait une diminution du fetch de 51 %.

**Tableau 10 : Comparaison avec et sans épi/brise-lames A**

| Numéro du tronçon | Radiale la plus longue (km) | Longueur du fetch (km) | Direction du fetch (°) | Hauteur de 95 % des vagues (m) |
|---|---|---|---|---|
| **5 sans épi/brise-lames** | 20,9 | 3,05 | 224 | 1,21 |
| **5 avec épi/brise-lames A** | 4,49 | 1,50 | 143 | 0,88 |

**Recharge de plage :** L'étude de variante (Norda-Stelo, 2016) présente un dimensionnement de la recharge de plage de l'ordre de $D_{50}$=22 mm. Comme démontré précédemment au tableau 10, la mise en place de l'épi/brise-lames entraînerait une diminution du fetch de 51 %, donc éventuellement, une diminution du même ordre. Donc en supposant une diminution de calibre jusqu'à 11 mm, ce diamètre est plus grand que le substrat en place ($D_{50}$=1,5 mm), et n'aurait plus les caractéristiques d'une plage. Il apparaît qu'un programme de stabilisation, consistant à une recharge d'entretien fréquente, serait une option à envisager. Du sable pourrait être déposé lorsqu'un seuil déclencheur (treshold) est atteint. Un exemple de seuil déclencheur pourrait être lorsqu'une épaisseur préétablie de sable est emportée. Ceci impliquerait un programme d'arpentage fréquent pour évaluer l'élévation du fond sableux, et calculer la perte de sable depuis le dernier arpentage. Ceci permettrait également de calculer les quantités nécessaires à chaque recharge d'entretien.

### 6.2.4 Tronçon 6

La mise en place de l'épi B (recommandé pour le tronçon 7) aurait potentiellement un impact pour réduire les vagues. Toutefois, l'impact n'a pas été évalué vu son faible potentiel d'impact.

**Recharge de plage :** L'étude de variante (Norda-Stelo, 2016) présente un dimensionnement de la recharge de plage de l'ordre de $D_{50}$=21 mm. Les matériaux proposés sont plus grands que le substrat en place ($D_{50}$=1,5 mm), et n'auraient plus les caractéristiques d'une plage. Au lieu de remplacer le type de substrat, il apparaît qu'un programme de stabilisation, consistant à une recharge d'entretien fréquente, serait une option acceptable par la DÉEPHI. Du sable pourrait être déposé lorsqu'un seuil déclencheur (treshold) est atteint. Un exemple de seuil déclencheur pourrait être lorsqu'une épaisseur préétablie de sable est emportée. Ceci impliquerait un programme d'arpentage fréquent pour évaluer l'élévation du fond sableux, et calculer la perte de sable depuis le dernier arpentage. Ceci permettrait également de calculer les quantités nécessaires à chaque recharge d'entretien.

### 6.2.5 Tronçon 7 (épi/brise-lames B)

Étant donné que les vitesses causées par le courant du fleuve sont très faibles dans le secteur de la plage, l'épi/brise-lames ne va pas modifier l'écoulement général du fleuve. Il va causer une diminution des vitesses près de la plage, ce qui n'entraînera aucun risque d'érosion étant donné que les vitesses actuelles sont trop faibles pour déplacer les sédiments (voir section 4). Le principal impact de l'épi/brise-lames sera observé sur les radiales et fetchs du tronçon 7. Les radiales ont été tracées au tronçon 7 après implantation d'un épi/brise-lames. Les figures des radiales et fetchs sont présentés à l'annexe A. Le tableau suivant présente les résultats à la suite de l'implantation de l'épi/brise-lames. La mise en place de l'épi/brise-lames entraîne une diminution du fetch de 38 %.

**Tableau 11 : Comparaison avec et sans épi/brise-lames B**

| Numéro du tronçon | Radiale la plus longue (km) | Longueur du fetch (km) | Direction du fetch (°) | Hauteur de 95 % des vagues (m) |
|---|---|---|---|---|
| **7 sans épi/brise-lames** | 22,5 | 3,1 | 228 | 1,22 |
| **7 avec épi/brise-lames B** | 9,14 | 1,9 | 210 | 0,96 |

**Recharge de plage :** L'étude de variante (Norda-Stelo, 2016) présente un dimensionnement de la recharge de plage de l'ordre de $D_{50}$=60 mm. Comme démontré précédemment au tableau 11, la mise en place de l'épi/brise-lames entraîne une diminution du fetch de 38 %, donc éventuellement, une diminution du même ordre. Même en supposant une diminution de calibre jusqu'à 43 mm, ce diamètre est plus grand que le substrat en place ($D_{50}$=1,5 mm), et n'aurait plus les caractéristiques d'une plage. Il apparaît qu'un programme de stabilisation, consistant à une recharge d'entretien fréquente, serait une option à envisager. Du sable pourrait être déposé lorsqu'un seuil déclencheur (treshold) est atteint. Un exemple de seuil déclencheur pourrait être lorsqu'une épaisseur préétablie de sable est emportée. Ceci impliquerait un programme d'arpentage fréquent pour évaluer l'élévation du fond sableux, et calculer la perte de sable depuis le dernier arpentage. Ceci permettrait également de calculer les quantités nécessaires à chaque recharge d'entretien.

### 6.3 GÉOGRILLE

Afin de permettre la stabilisation de la plage aux endroits où la recharge de plage est proposée et de limiter les interventions fréquentes de recharge, une géogrille pourrait être implantée sous la surface, et une recharge périodique pourrait être effectuée par-dessus cette géogrille. Il est recommandé d'utiliser une géogrille avec des mailles de 300 mm par 300 mm. L'épaisseur de la géogrille serait d'environ 100 mm et aurait une épaisseur de recouvrement d'environ 50 mm. Le seuil déclencheur pour la recharge serait lorsque la géogrille commence à être apparente (perte de 50 mm d'épaisseur de recouvrement).

## 7. SOMMAIRE

Le tableau 12 de la page suivante présente un sommaire de toutes les options et le dimensionnement de l'enrochement. Le dimensionnement des épis/brise-lames A et B sont présentées au tableau 8. Afin de valider la fiabilité des solutions proposées, le calibre enrochement proposé devra être vérifié sur place.

## 8. RÉFÉRENCES


- Norda Stelo, Dynamique de l'érosion et étude des variantes - Stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier, 2016.
- BPR, Étude d'avant-projet. Contrôle de l'érosion des berges à la plage Jacques-Cartier. 2012.
- MEQ. Zones inondables – Fleuve Saint-Laurent Tronçon Grondines – Sainte-Anne-des-Monts. Calcul des niveaux de récurrence 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Document de travail RA-86-02. Ministère de l'Environnement, Direction des relevés aquatiques. Mars 1986.
- Société d'énergie de la Baie James (SEBJ), Guide pratique de dimensionnement du Rip-Rap, 1997.


**Préparé par**

Pascal Morrissette-Paré, ing., M. Ing.
Hydrologie et ressources hydriques
Téléphone : (514) 281-1033 X1851
Pascal.Morrissette-Pare@stantec.com

**Préparé et vérifié par**

Ammar Taha, ing., Ph. D.
Directeur de secteur Hydrologie et Hydraulique
Téléphone : (514) 281-1033 X1406
Ammar.Taha@stantec.com

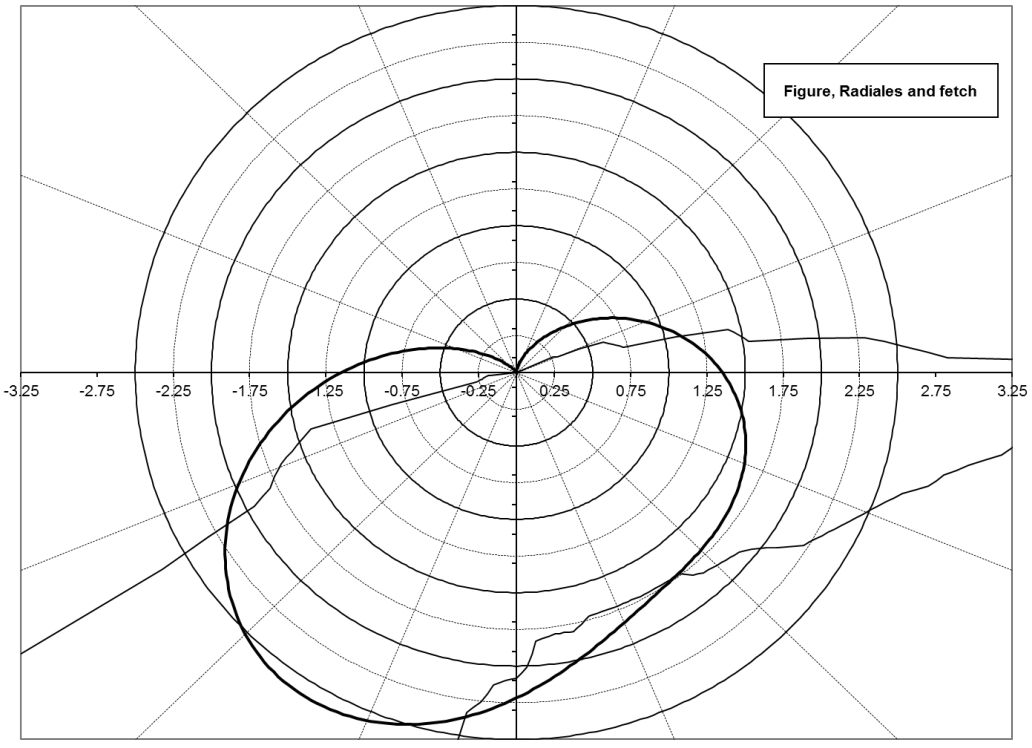
**Tableau 12 : Options et recommandations**

| | | | Enrochement | | | | Recharge de plage avec géogrille | Recommandation Stantec 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pente | Calibre (m) | Épaisseur (m) | Limite supérieure (m) | | |
| TRONÇONS 1, 2 et 3 | Option 1 : Enrochement de gros calibre en pied de talus, combiné à une correction du talus | | 1H :1V | 1.15 | Pied de talus | Pied de talus | - | x |
| | | | 1,5H :1V | 1.01 | Pied de talus | Pied de talus | - | |
| | Option 2: Remplacement de l'enrochement du talus | | 1H :1V | 0.67-1.15 | 1.83 | 7.34 | - | |
| | | | 1,5H :1V | 0.59-1.01 | 1.60 | 7.14 | - | |
| TRONÇON 4 | Option 1 : Enrochement approprié avec plantation | | 1H :1V | 0.51-0.87 | 1.38 | 3.09 | - | x |
| | | | 1,5H :1V | 0.45-0.76 | 1.21 | 3.09 | - | |
| | Option 2 :Épi / brise-lames A | | - | - | - | - | Oui | x |
| | Option 3 : Enrochement de gros calibre en pied de talus, combiné à une correction du talus | | 1H :1V | 0.87 | Pied de talus | Pied de talus | - | |
| | | | 1,5H :1V | 0.76 | Pied de talus | Pied de talus | - | |
| TRONÇON 5 | Option 1 : Épi / brise-lames A | | - | - | - | - | à confirmer | x |
| | Option 2 : Enrochement approprié avec plantation | | 2H :1V | 0.57-0.98 | 1.56 | 7.23 | - | x |
| | | | 3H :1V | 0.50-0.86 | 1.36 | 7.02 | - | x |
| TRONÇON 6 | Option 1 : Enrochement approprié avec plantation | Zone centrale | 1H :1V | 0.52-0.88 | 1.40 | 6.75 | Oui | x |
| | | | 1,5H :1V | 0.45-0.77 | 1.23 | 6.60 | Oui | |
| | | Zones aux deux extrémités | 2H :1V | 0.41-0.70 | 1.11 | 6.49 | Oui | x |
| | | | 3H :1V | 0.36-0.61 | 0.97 | 6.34 | Oui | |
| | Option 2 : Épi / brise-lames B | | - | - | - | - | Oui | x |
| TRONÇON 7 | Option 1: Épi/ brise-lames B | | - | - | - | - | Oui | x |
| | Option 2: Enrochement zone à l'Est qui longe le haut de talus | | 1H :1V | 0.73-1.24 | 1.97 | 7.61 | | |
| | Option 3 : Enrochement approprié avec plantation (sans épi) | | 2H :1V | 0.58-0.98 | 1.56 | 7.24 | - | |
| | | | 3H :1V | 0.50-0.86 | 1.36 | 7.04 | - | |

# ANNEXE A FIGURES RADIALES ET FETCHS




**Tronçons 1, 2 et 3**



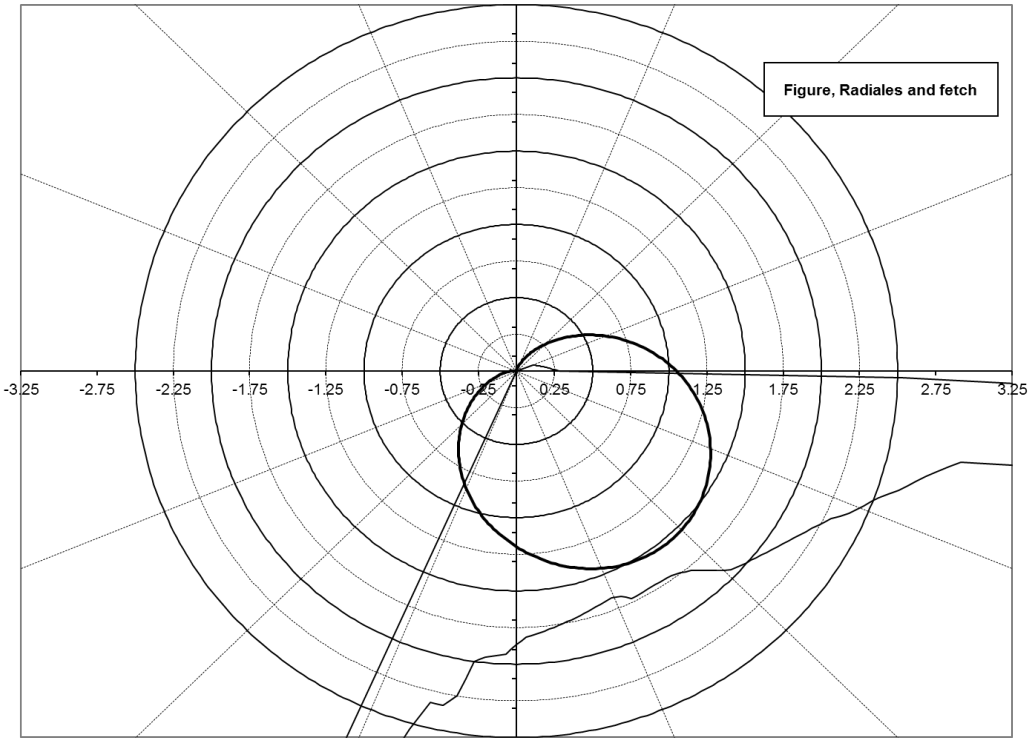

**Tronçons 1, 2 et 3**



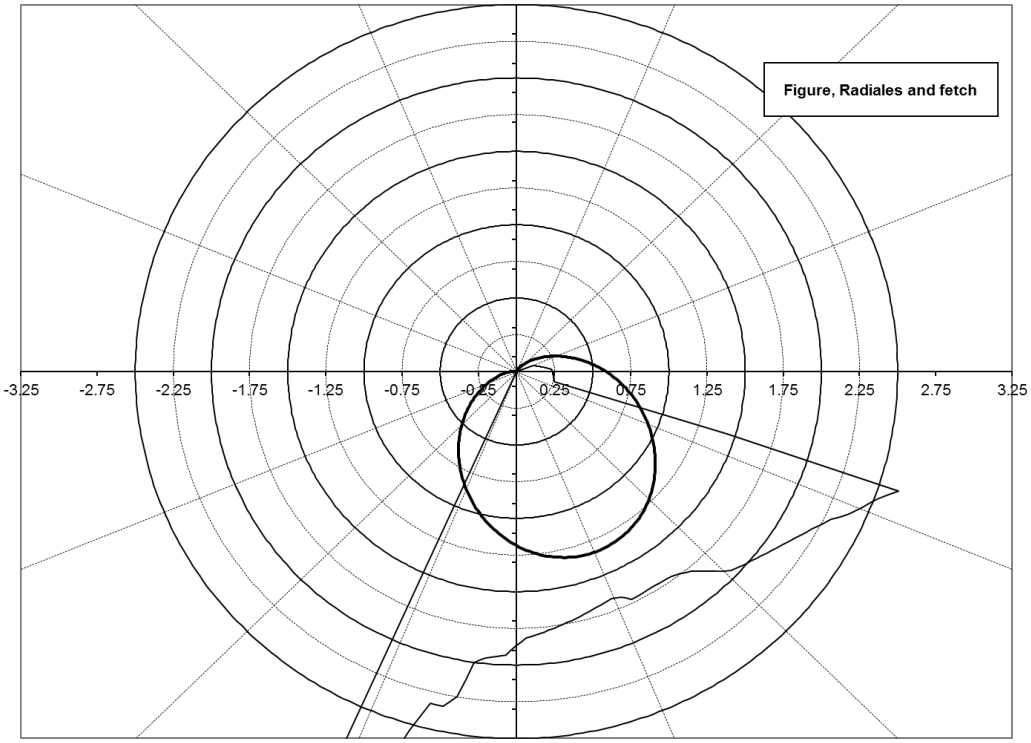

**Tronçon 4 sans épi/brise-lames**




**Tronçon 4 avec épi/brise-lames**




**Tronçon 4 sans épi/brise-lames**



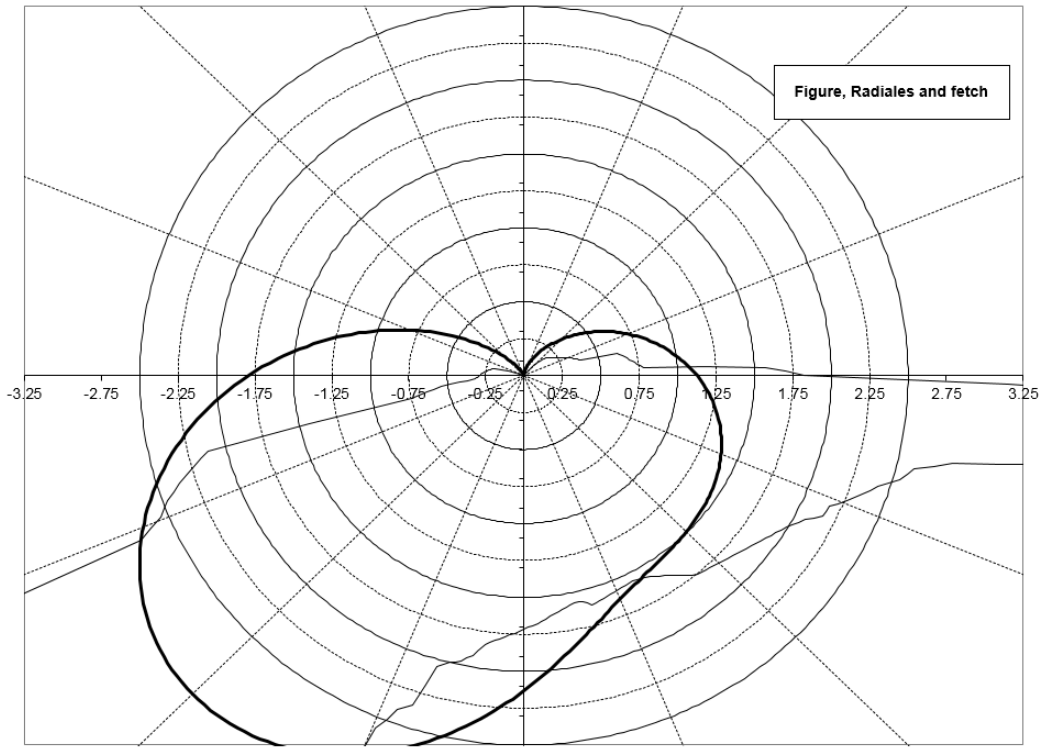

**Tronçon 4 avec épi/brise-lames**



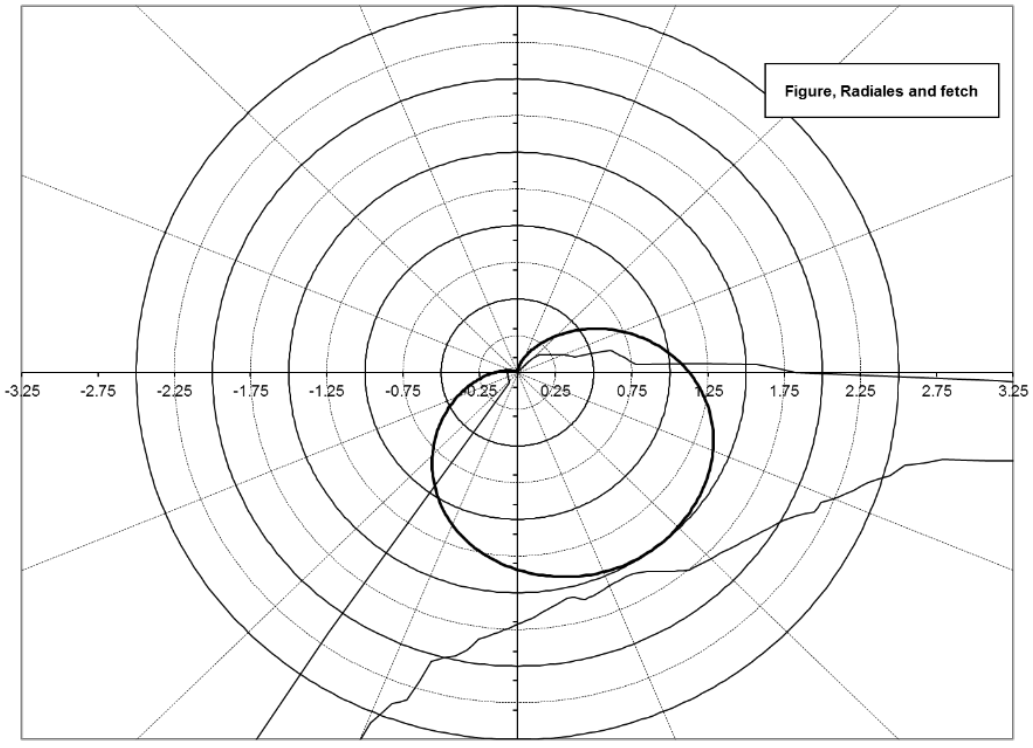

**Tronçon 5 sans épi/brise-lames**




**Tronçon 5 avec épi/brise-lames**



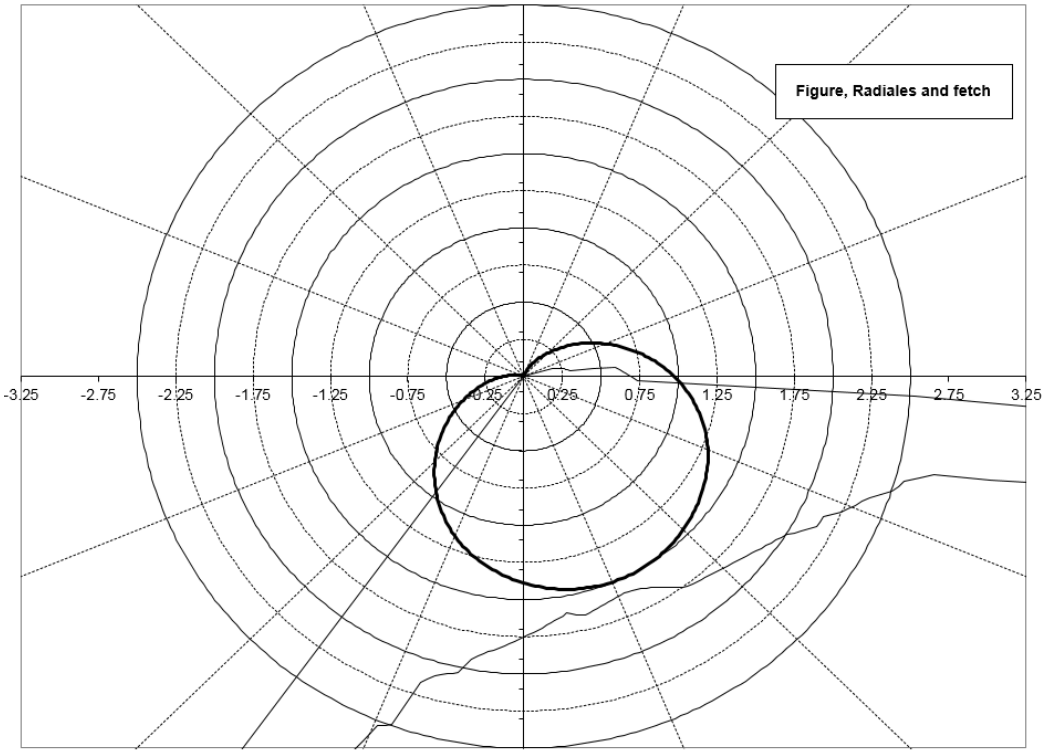

**Tronçon 5 sans épi**




**Tronçon 5 avec épi**




**Tronçon 6**



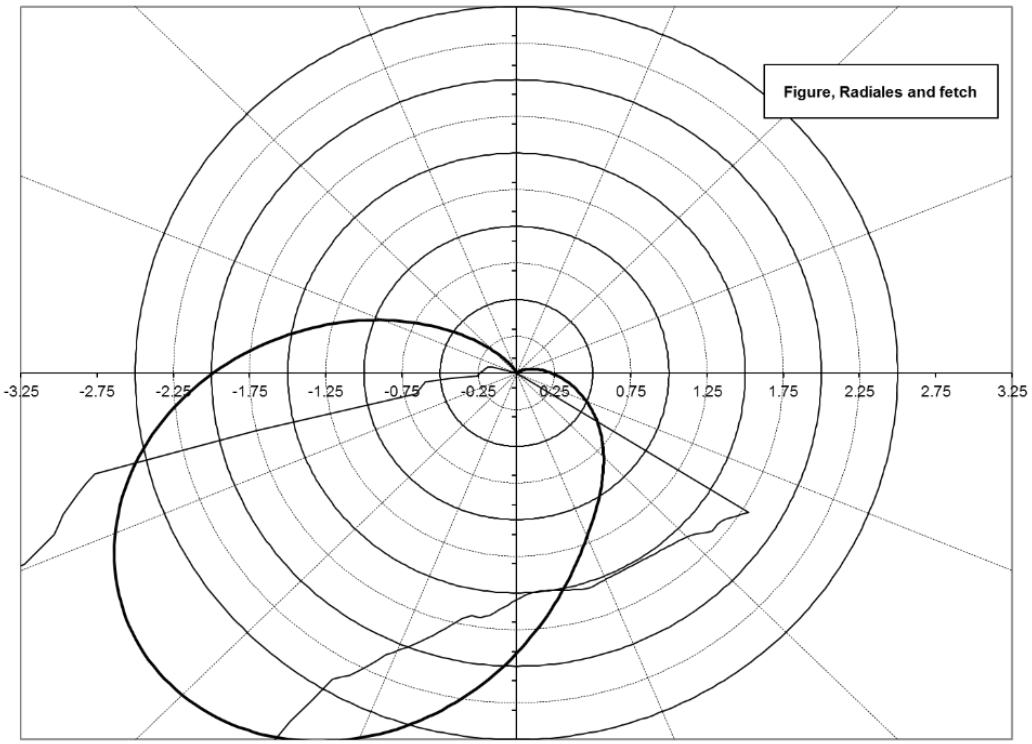

**Tronçon 6**



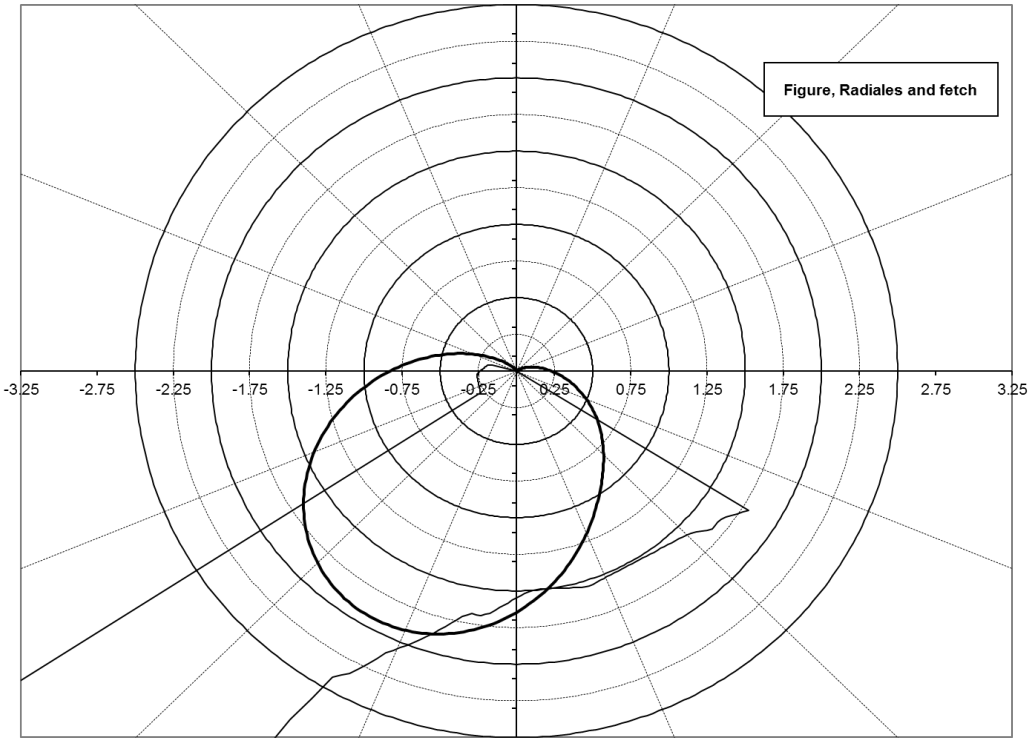

**Tronçon 7 sans épi/brise-lames**




**Tronçon 7 avec épi/brise-lames**




**Tronçons 7 sans épi/brise-lames**




**Tronçon 7 avec épi/brise-lames**

# ANNEXE B ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

Stantec

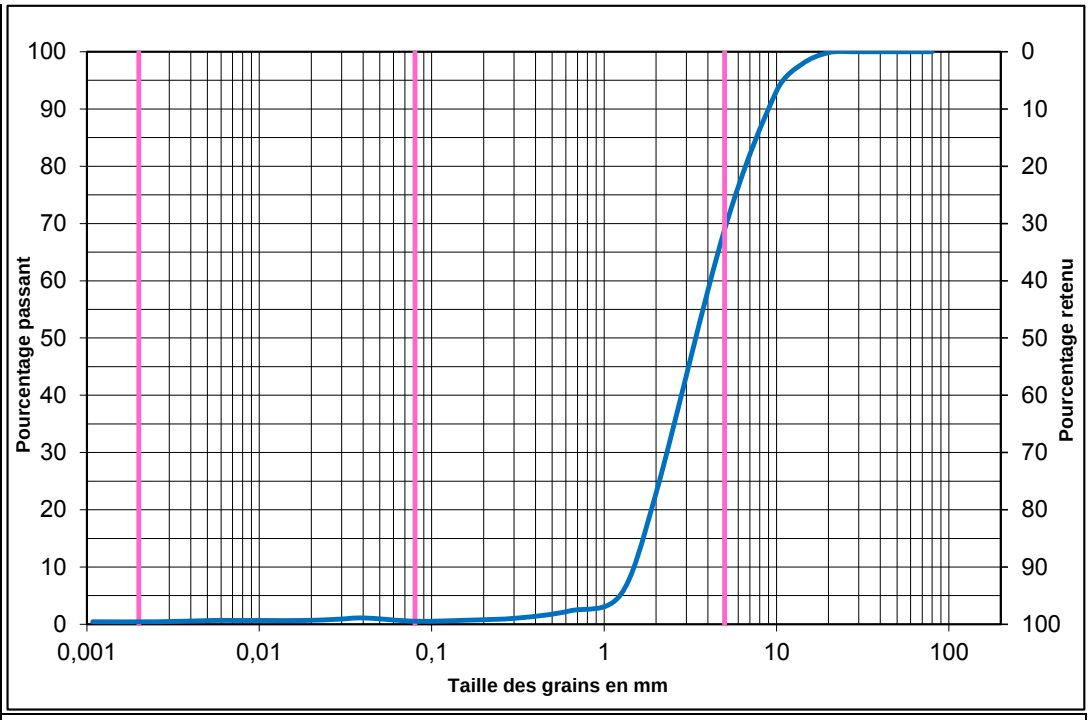
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 1 | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces d'argile, traces de silt |
| Profondeur : | surface | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

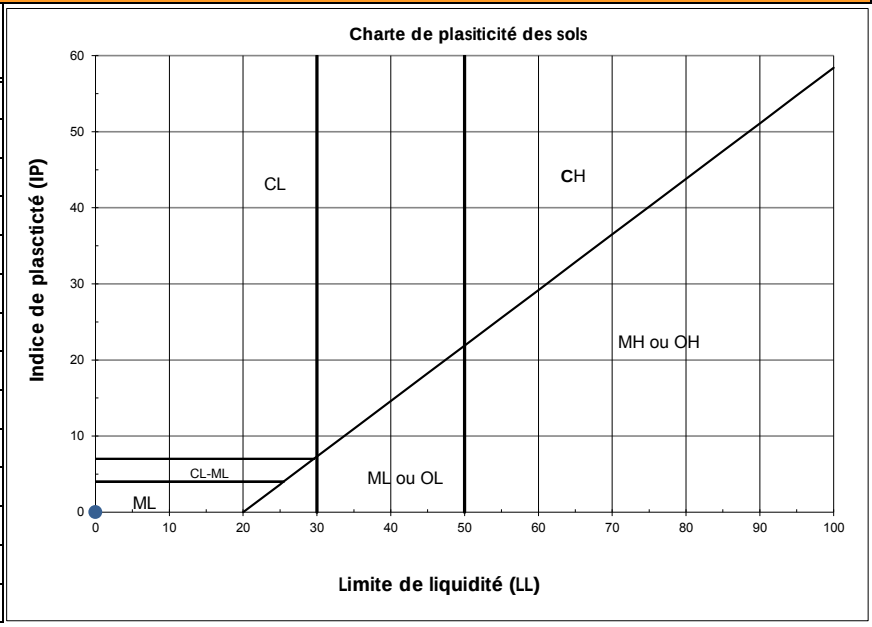
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 100 |
| 20,0 | 100 |
| 14,0 | 98 |
| 10,0 | 93 |
| 5,00 | 69 |
| 2,50 | 23 |
| 1,25 | 5 |
| 0,630 | 2 |
| 0,315 | 1 |
| 0,160 | 1 |
| 0,080 | 0,5 |




% Gravier: 31,1 % Sable : 68,4 % Silt: 0,1 % Argile: 0,4

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit [illegible], géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

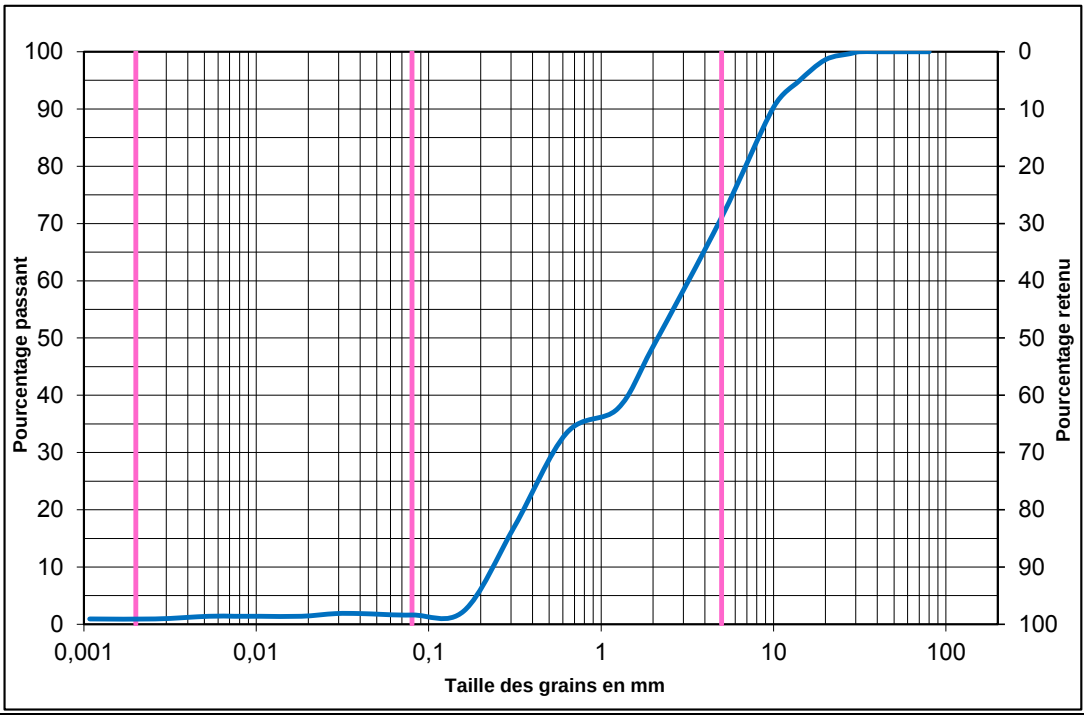
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 2 | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces d'argile, traces de silt |
| Profondeur : | surface | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

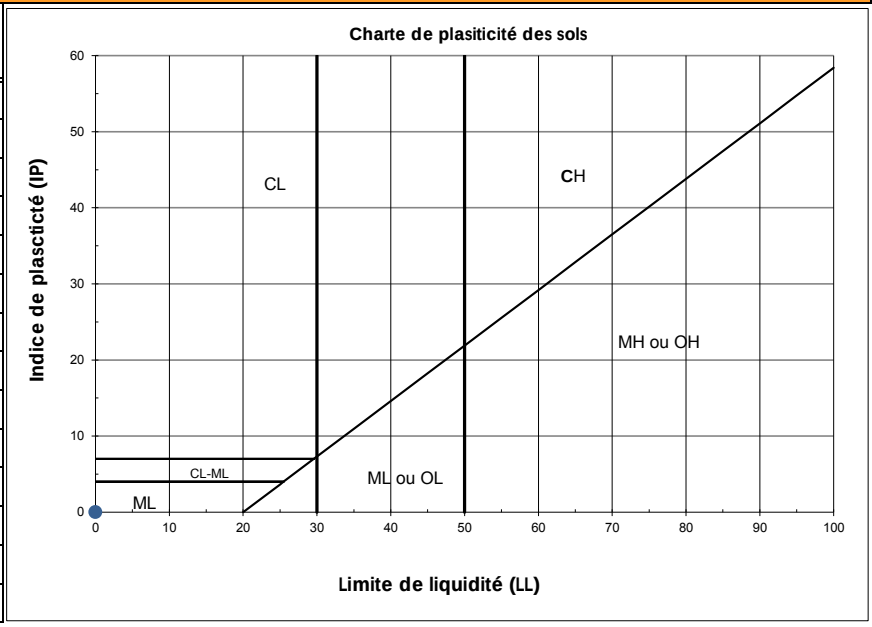
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 100 |
| 20,0 | 99 |
| 14,0 | 95 |
| 10,0 | 90 |
| 5,00 | 71 |
| 2,50 | 48 |
| 1,25 | 38 |
| 0,630 | 33 |
| 0,315 | 17 |
| 0,160 | 2 |
| 0,080 | 1,6 |




% Gravier: 28,9 % Sable : 69,5 % Silt: 0,7 % Argile: 0,9

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

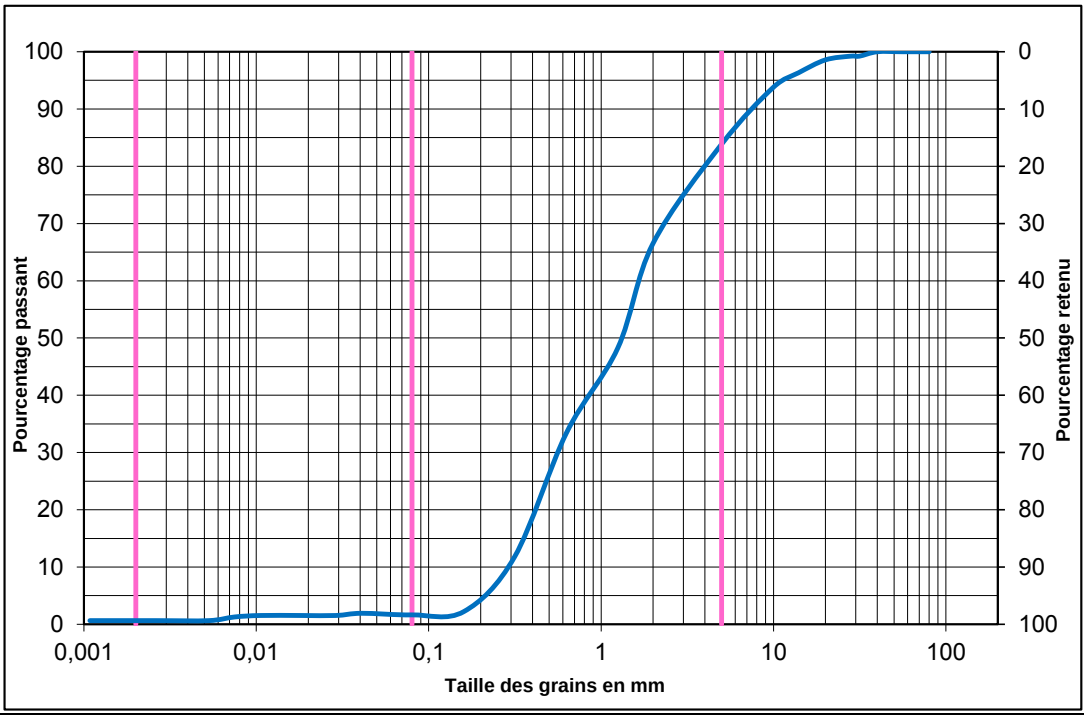
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 3A | Type de matériaux : | Sable, un peu de gravier, traces de silt, traces d'argile |
| Profondeur : | 0,1m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

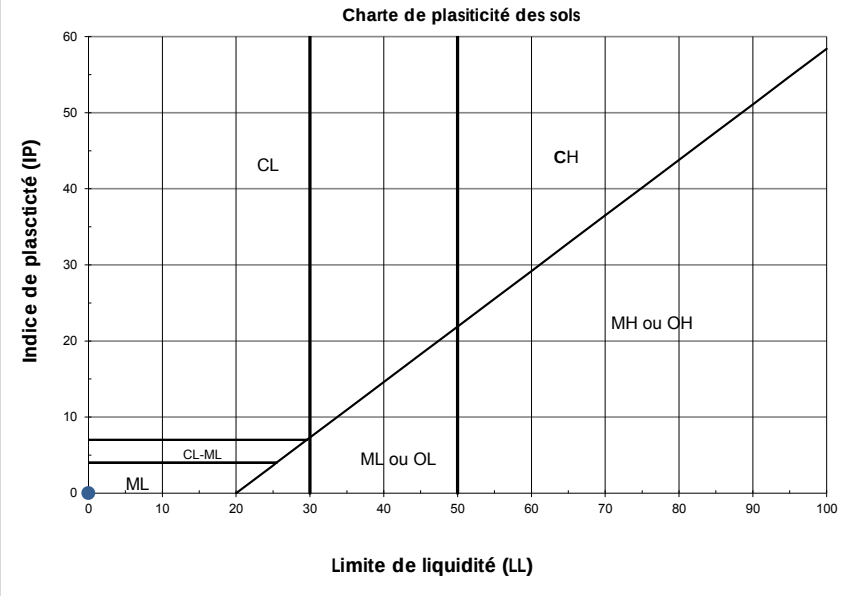
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 99 |
| 28,0 | 99 |
| 20,0 | 99 |
| 14,0 | 96 |
| 10,0 | 94 |
| 5,00 | 84 |
| 2,50 | 67 |
| 1,25 | 48 |
| 0,630 | 33 |
| 0,315 | 12 |
| 0,160 | 2 |
| 0,080 | 1,6 |




| % Gravier: | 16,1 | % Sable : | 82,2 | % Silt: | 1,0 | % Argile: | 0,6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

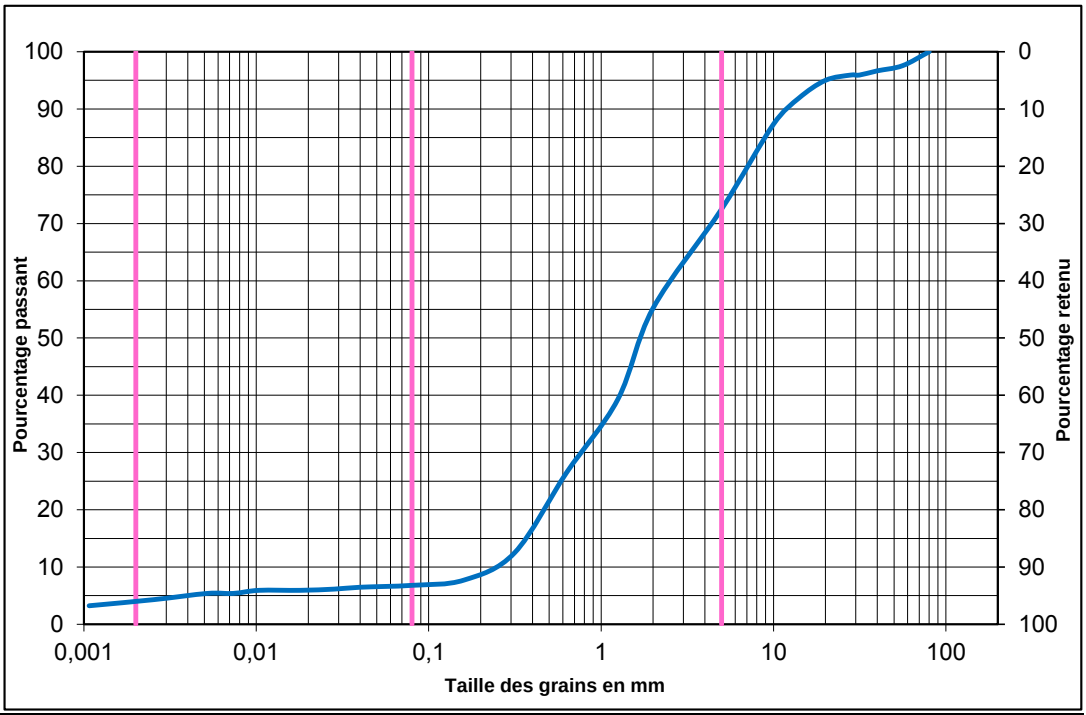
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 3B | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces d'argile, traces de silt |
| Profondeur : | 0,6m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

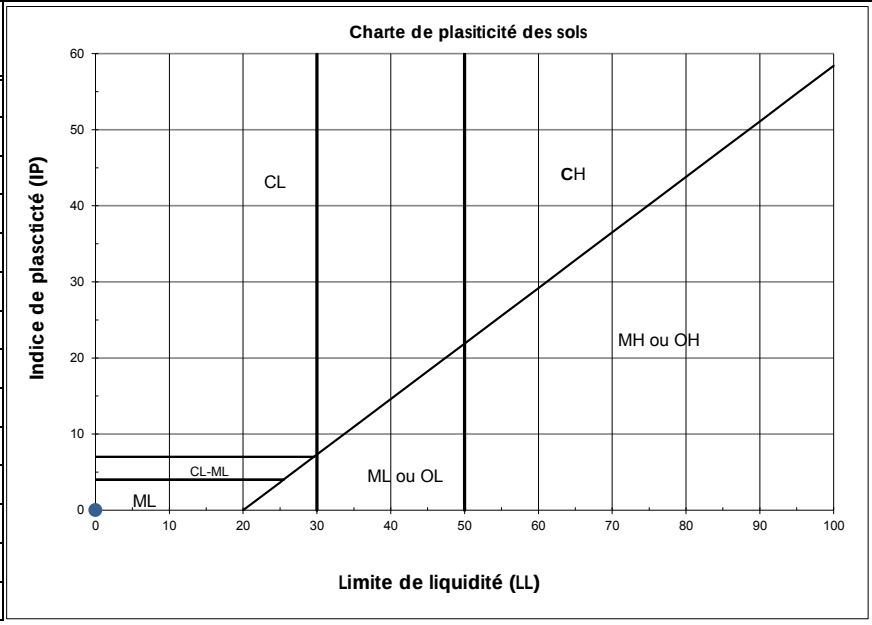
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 98 |
| 40,0 | 97 |
| 31,5 | 96 |
| 28,0 | 96 |
| 20,0 | 95 |
| 14,0 | 92 |
| 10,0 | 87 |
| 5,00 | 73 |
| 2,50 | 55 |
| 1,25 | 39 |
| 0,630 | 26 |
| 0,315 | 12 |
| 0,160 | 8 |
| 0,080 | 6,8 |




% Gravier: 27,5 % Sable : 65,7 % Silt: 2,9 % Argile: 3,9

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

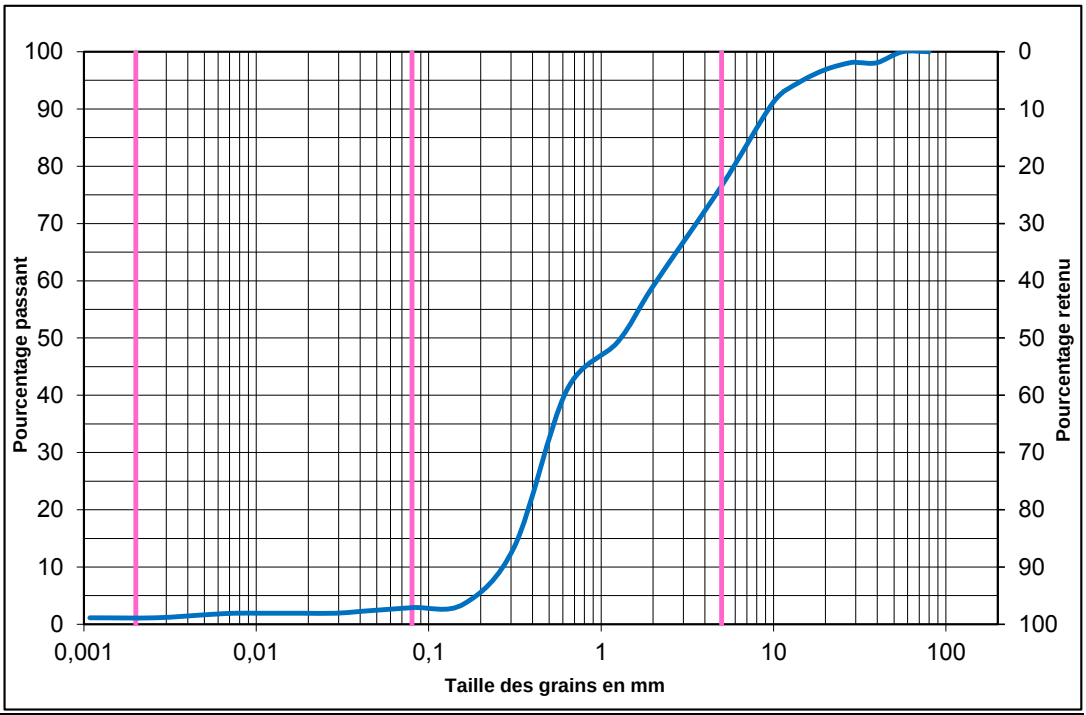
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 4 | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces de silt, traces d'argile |
| Profondeur : | Surface | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

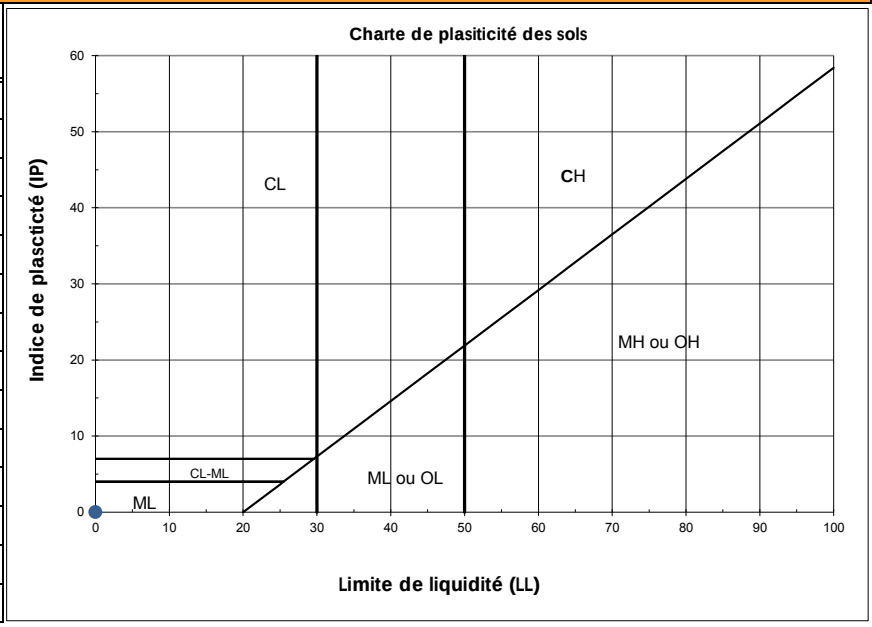
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 98 |
| 31,5 | 98 |
| 28,0 | 98 |
| 20,0 | 97 |
| 14,0 | 95 |
| 10,0 | 91 |
| 5,00 | 77 |
| 2,50 | 59 |
| 1,25 | 49 |
| 0,630 | 41 |
| 0,315 | 14 |
| 0,160 | 4 |
| 0,080 | 2,9 |




| % Gravier: | 23,4 | % Sable : | 73,7 | % Silt: | 1,8 | % Argile: | 1,1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

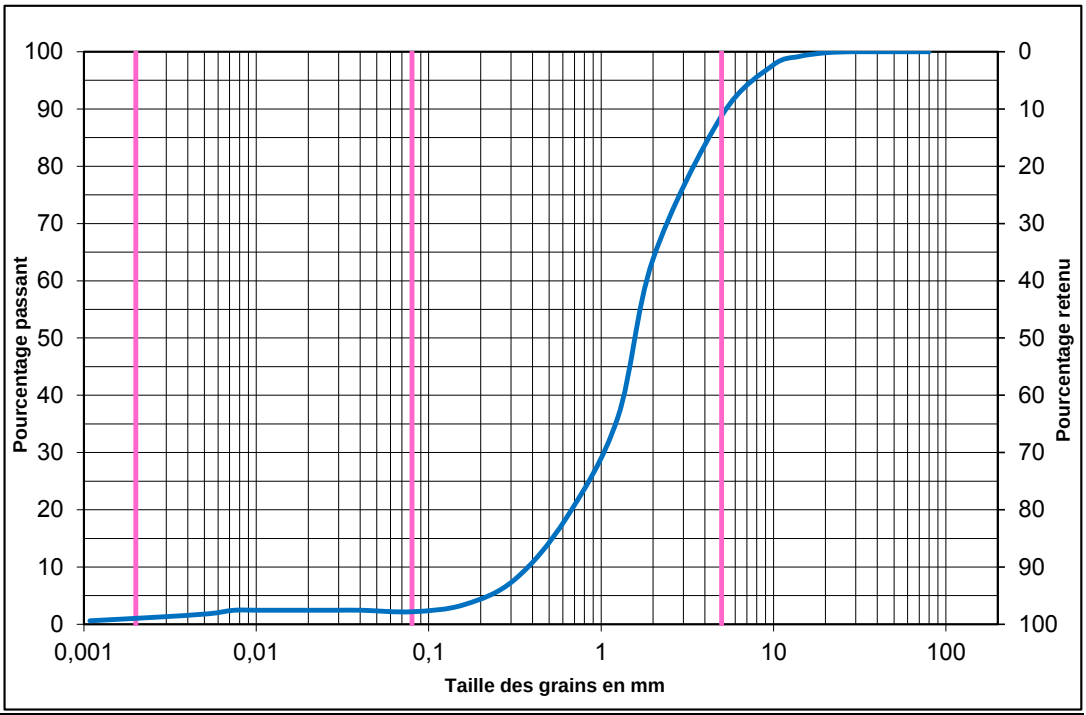
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 5A | Type de matériaux : | Sable, un peu de gravier, traces de silt, traces d'argile |
| Profondeur : | 0,1m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

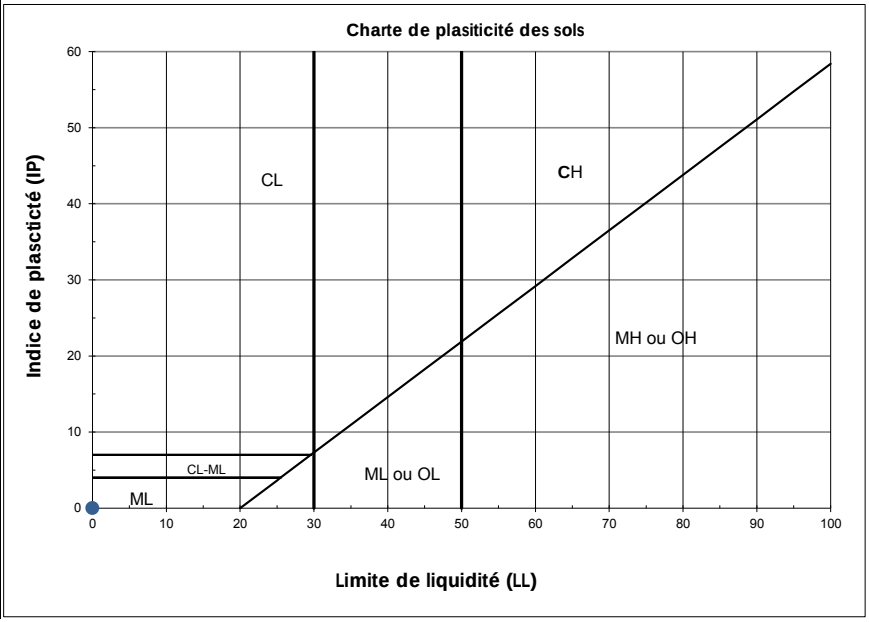
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 100 |
| 20,0 | 100 |
| 14,0 | 99 |
| 10,0 | 98 |
| 5,00 | 89 |
| 2,50 | 64 |
| 1,25 | 36 |
| 0,630 | 19 |
| 0,315 | 8 |
| 0,160 | 3 |
| 0,080 | 2,2 |




| % Gravier: | 11,2 | % Sable : | 86,6 | % Silt: | 1,2 | % Argile: | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

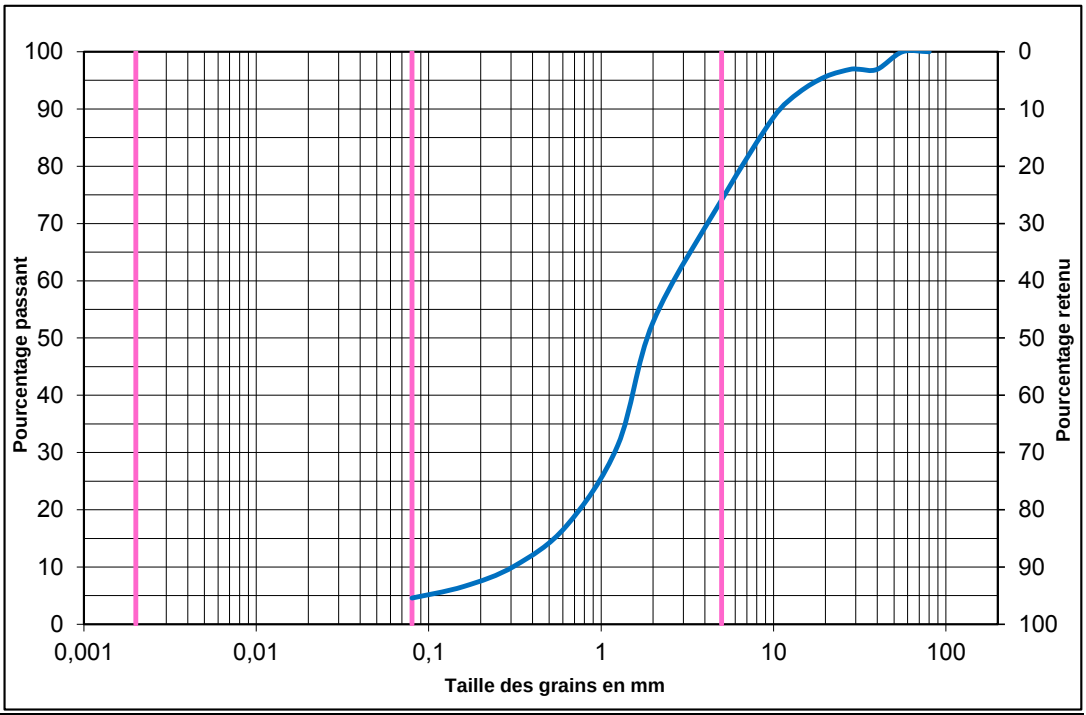
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 5B | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces de silt |
| Profondeur : | 0,3m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

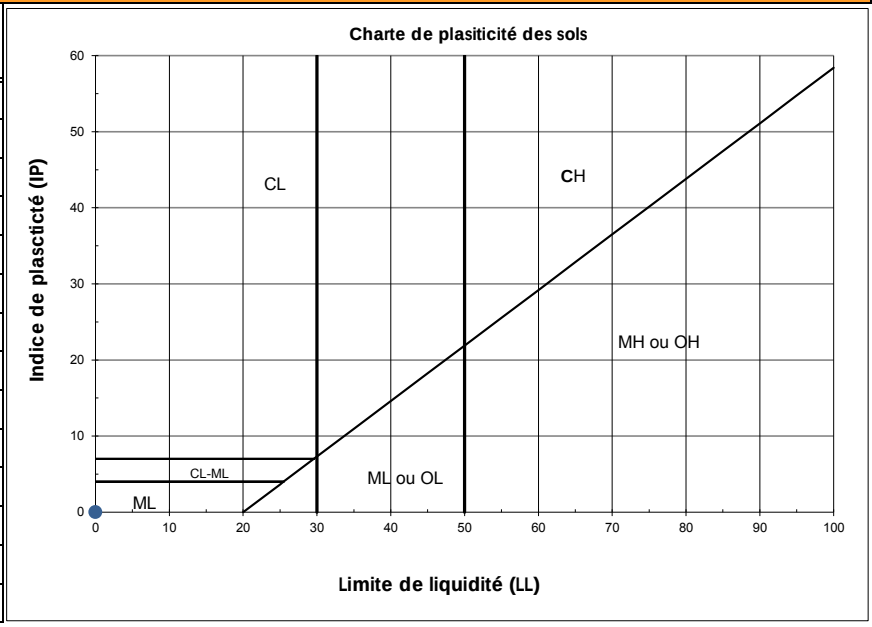
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 97 |
| 31,5 | 97 |
| 28,0 | 97 |
| 20,0 | 96 |
| 14,0 | 93 |
| 10,0 | 89 |
| 5,00 | 74 |
| 2,50 | 53 |
| 1,25 | 31 |
| 0,630 | 17 |
| 0,315 | 10 |
| 0,160 | 7 |
| 0,080 | 4,6 |




% Gravier: 25,9 % Sable : 69,5 % Silt: 4,6 % Argile:

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

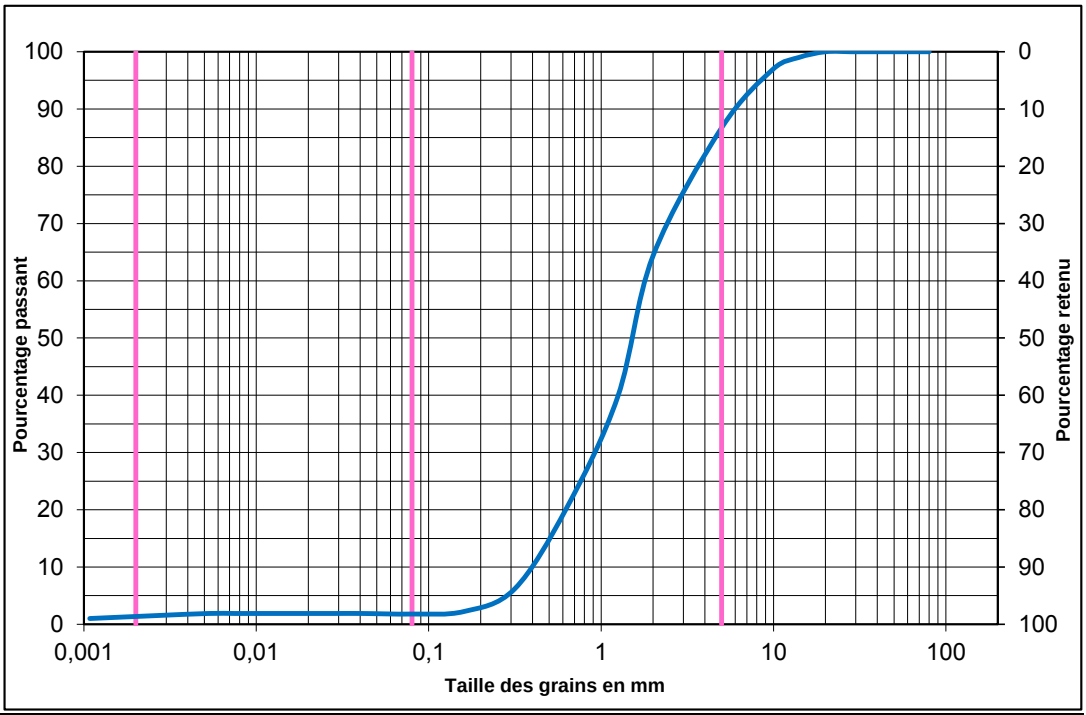
Stantec
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 6 | Type de matériaux : | Sable, un peu de gravier, traces d'argile, traces de silt |
| Profondeur : | Surface | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

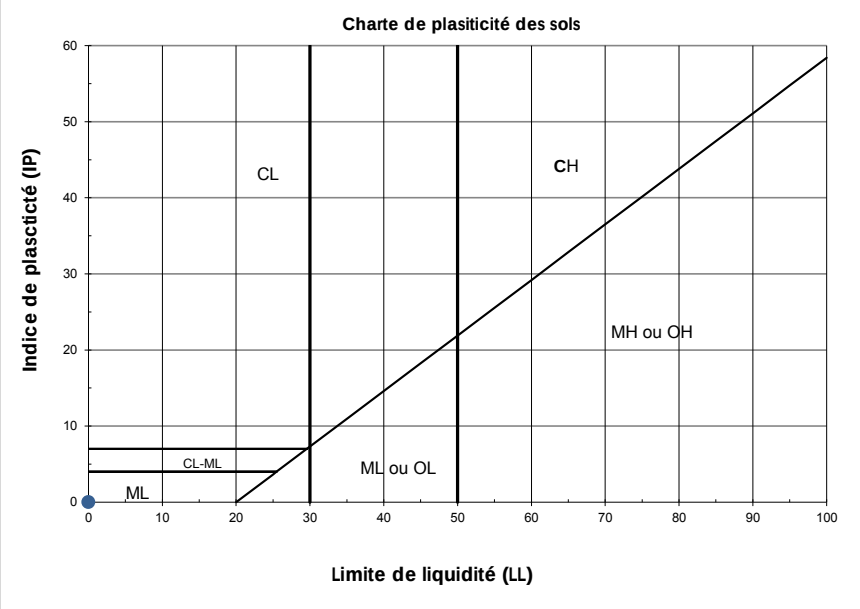
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 100 |
| 20,0 | 100 |
| 14,0 | 99 |
| 10,0 | 97 |
| 5,00 | 87 |
| 2,50 | 64 |
| 1,25 | 40 |
| 0,630 | 20 |
| 0,315 | 6 |
| 0,160 | 2 |
| 0,080 | 1,8 |




| % Gravier: | 13,3 | % Sable : | 84,9 | % Silt: | 0,5 | % Argile: | 1,3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit C.T, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

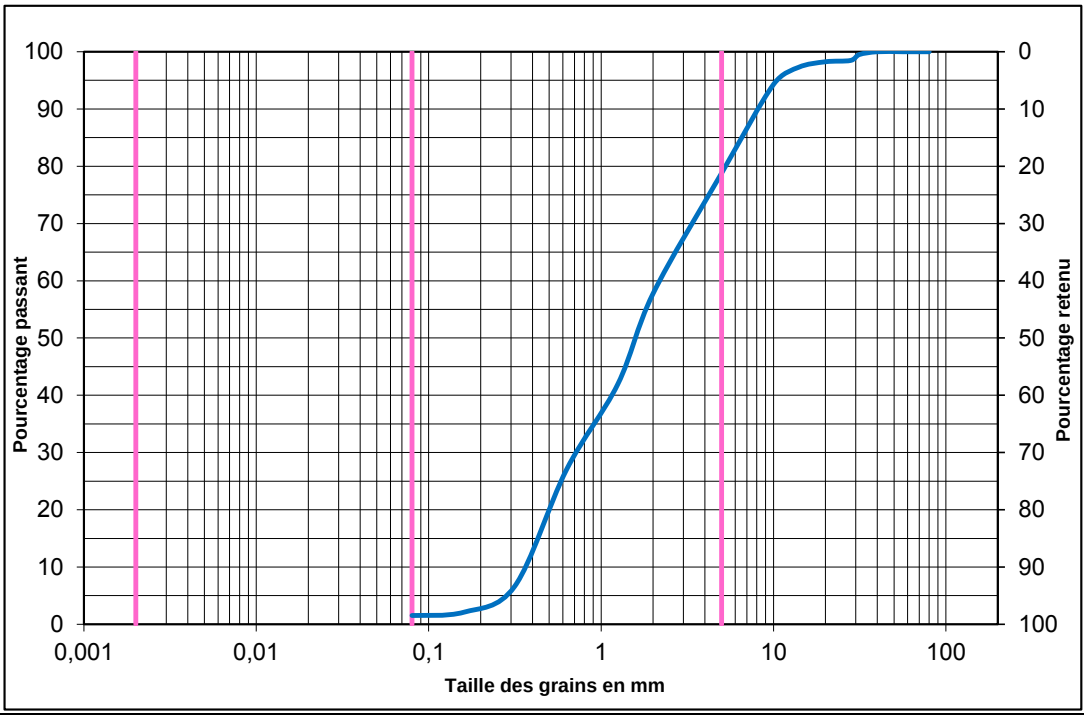
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 7A | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces de silt |
| Profondeur : | 0,1m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

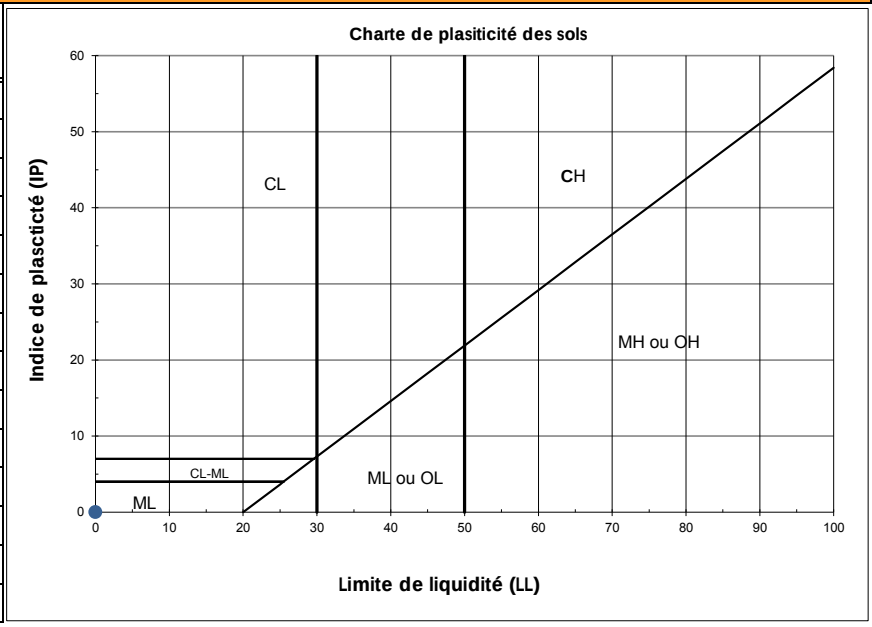
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 98 |
| 20,0 | 98 |
| 14,0 | 97 |
| 10,0 | 94 |
| 5,00 | 79 |
| 2,50 | 58 |
| 1,25 | 42 |
| 0,630 | 27 |
| 0,315 | 7 |
| 0,160 | 2 |
| 0,080 | 1,5 |




% Gravier: 21,2 % Sable : 77,3 % Silt: 1,5 % Argile:

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

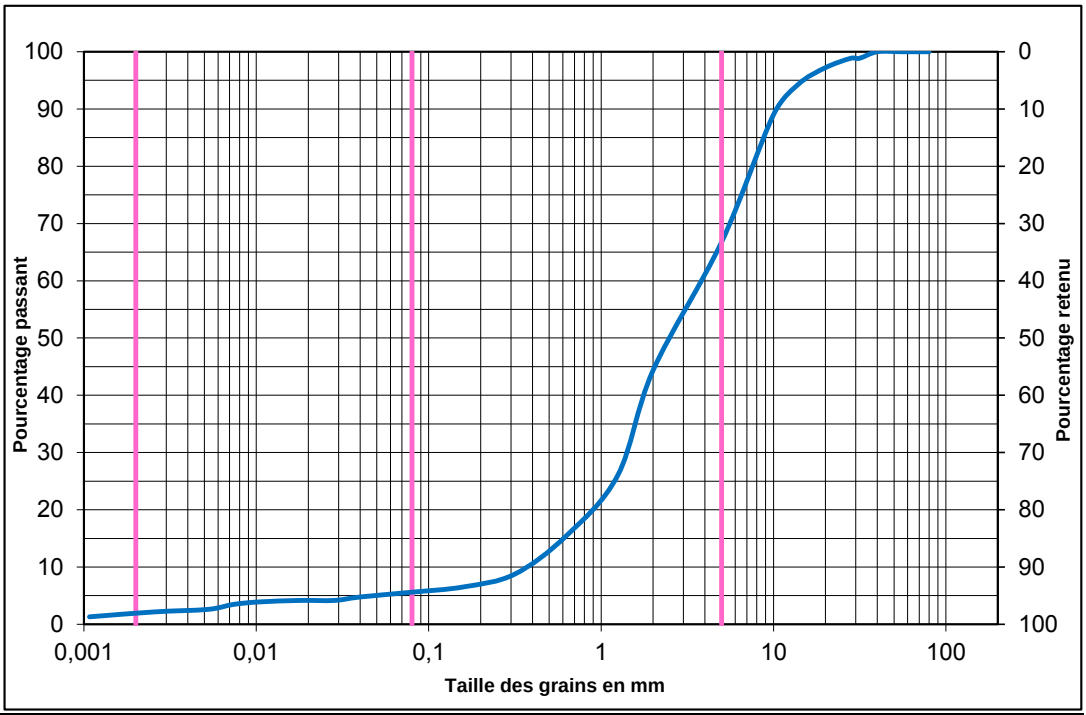
Stantec
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 7B | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces de silt, traces d'argile |
| Profondeur : | 0,6m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

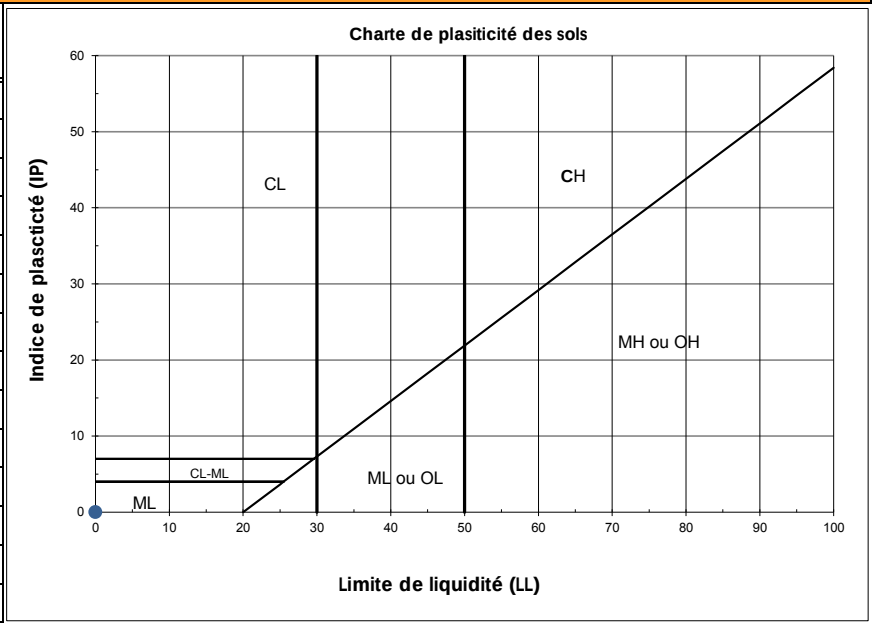
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 99 |
| 28,0 | 99 |
| 20,0 | 97 |
| 14,0 | 94 |
| 10,0 | 89 |
| 5,00 | 67 |
| 2,50 | 44 |
| 1,25 | 26 |
| 0,630 | 15 |
| 0,315 | 9 |
| 0,160 | 7 |
| 0,080 | 5,6 |




| % Gravier: | 33,2 | % Sable : | 61,2 | % Silt: | 3,8 | % Argile: | 1,8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

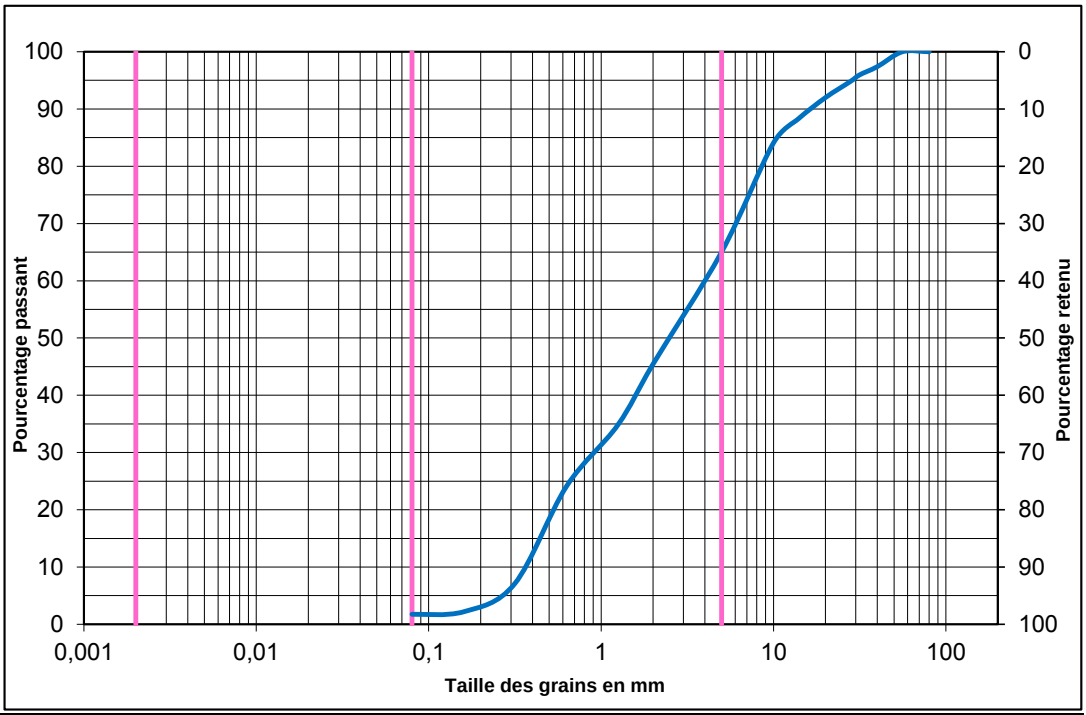
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 8 | Type de matériaux : | Sable graveleux, traces de silt |
| Profondeur : | Surface | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

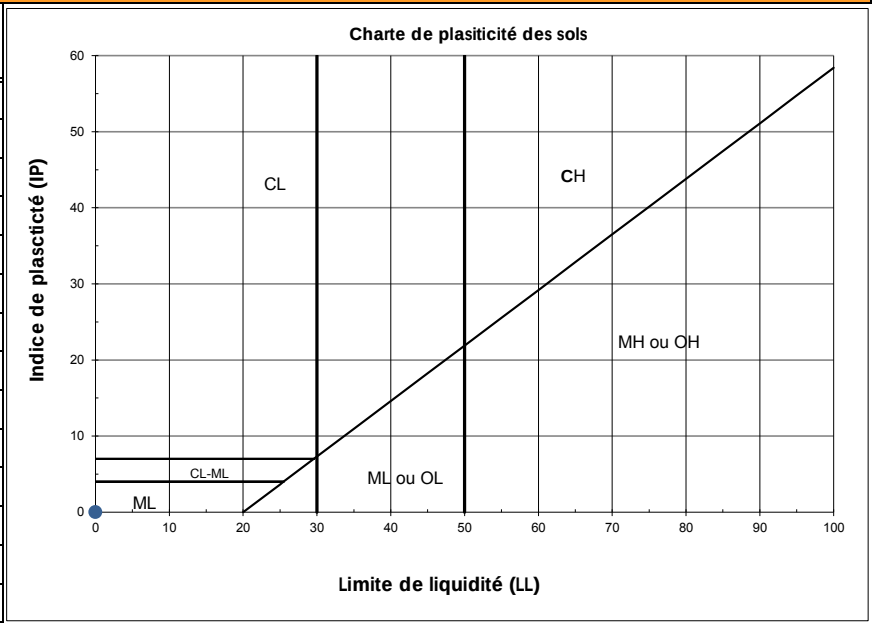
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 97 |
| 31,5 | 96 |
| 28,0 | 95 |
| 20,0 | 92 |
| 14,0 | 88 |
| 10,0 | 84 |
| 5,00 | 65 |
| 2,50 | 45 |
| 1,25 | 35 |
| 0,630 | 24 |
| 0,315 | 7 |
| 0,160 | 2 |
| 0,080 | 1,8 |




% Gravier: 35,0 % Sable : 63,3 % Silt: 1,8 % Argile:

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

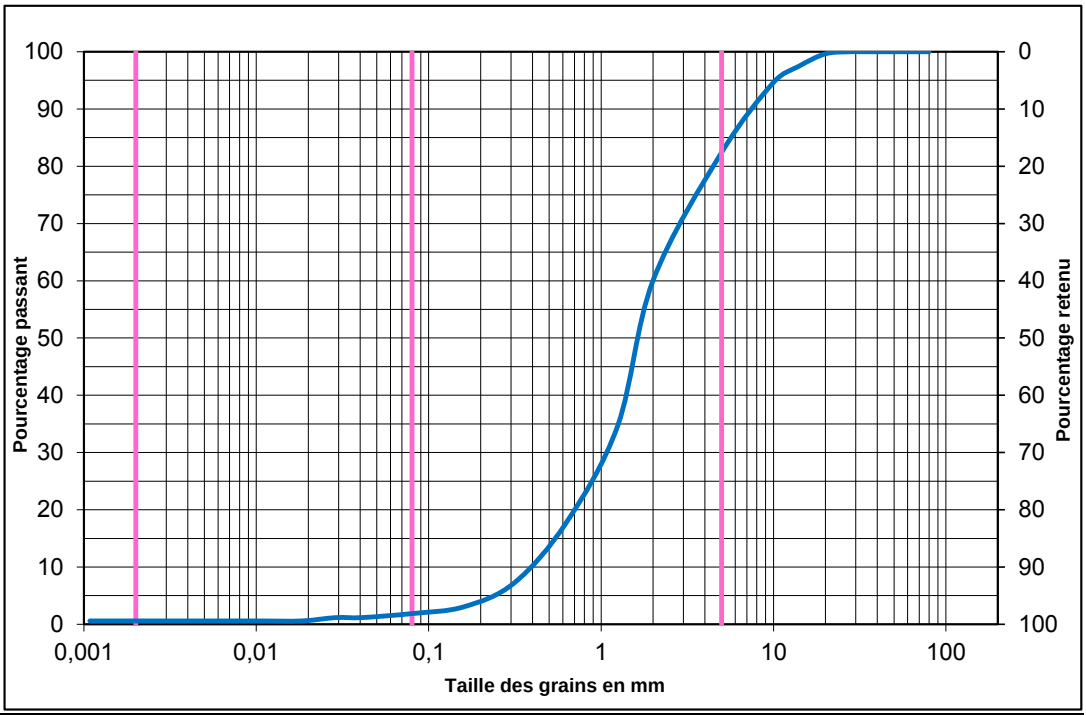
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 9A | Type de matériaux : | Sable, un peu de gravier, traces de silt, traces d'argile |
| Profondeur : | 0,1m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

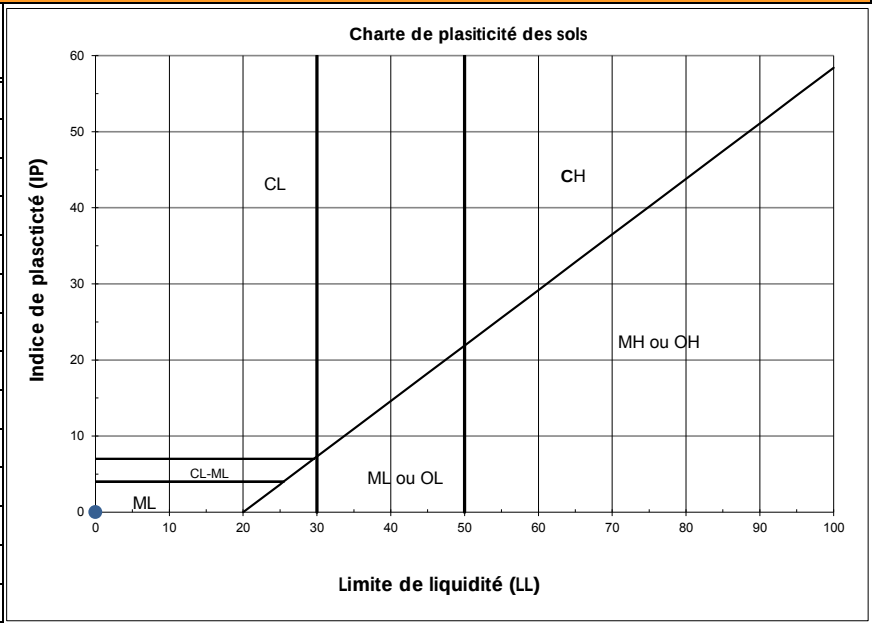
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 100 |
| 40,0 | 100 |
| 31,5 | 100 |
| 28,0 | 100 |
| 20,0 | 100 |
| 14,0 | 97 |
| 10,0 | 95 |
| 5,00 | 82 |
| 2,50 | 60 |
| 1,25 | 35 |
| 0,630 | 18 |
| 0,315 | 7 |
| 0,160 | 3 |
| 0,080 | 1,9 |




% Gravier: 17,6 % Sable : 80,5 % Silt: 1,3 % Argile: 0,6

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit [illegible], géo. **Date :** 25 octobre, 2017

Stantec

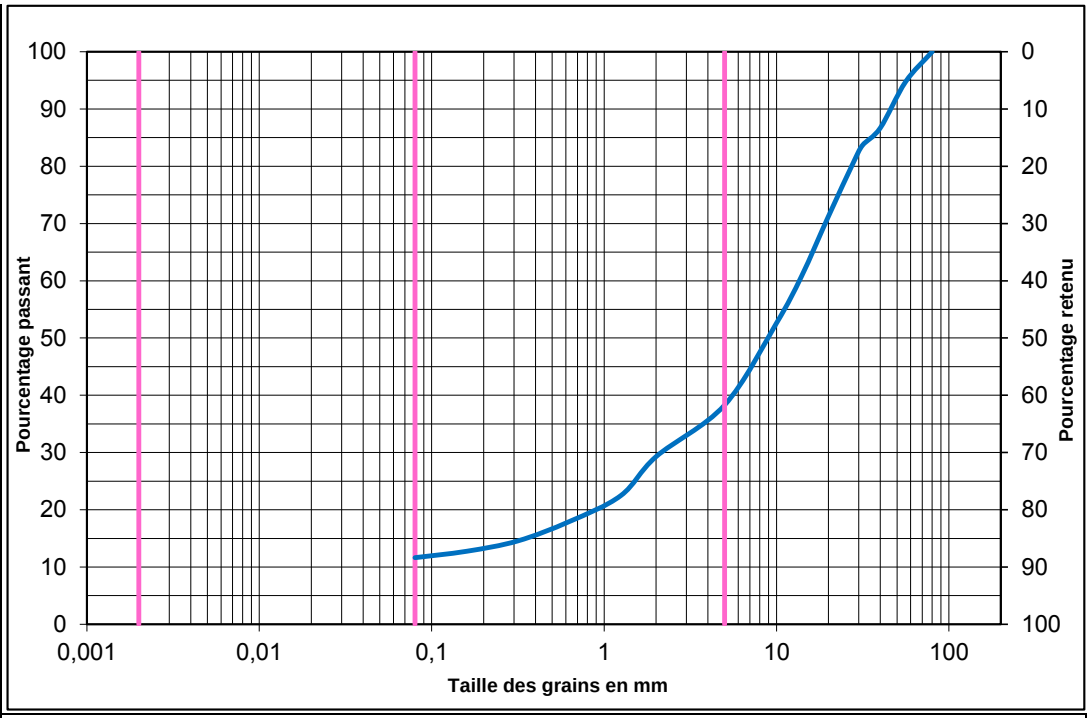
2273 Rue Michelin,
Laval QC, H7L 5B8

# RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Client : | Ville de Québec | Échantillonné par : | |
| Projet : | Projet de stabilisation des berges de la Plage Jacques-Cartier | Date du prélèvement : | 13 octobre, 2017 |
| No de projet : | 167040090 | | |
| No d'échantillon : | no. 9B | Type de matériaux : | Gravier sableux, un peu de silt |
| Profondeur : | 0,6m | | |

## Analyse granulométrique ( BNQ 2501-025 )

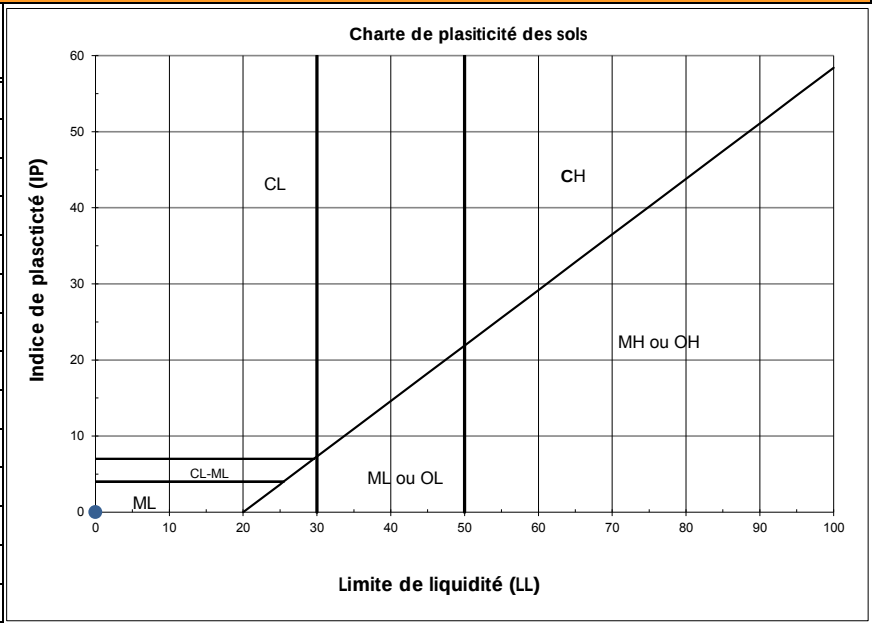
| Dimensions des ouvertures | Passant cumulatifs |
|---|---|
| mm | % |
| 112 | 100 |
| 80,0 | 100 |
| 56,0 | 95 |
| 40,0 | 87 |
| 31,5 | 84 |
| 28,0 | 81 |
| 20,0 | 71 |
| 14,0 | 61 |
| 10,0 | 53 |
| 5,00 | 38 |
| 2,50 | 29 |
| 1,25 | 22 |
| 0,630 | 18 |
| 0,315 | 15 |
| 0,160 | 13 |
| 0,080 | 11,6 |




% Gravier: 61,7 % Sable : 26,6 % Silt: 11,6 % Argile:

## Autres essais

| Nom de l'essai / Norme utilisée | Résultats |
|---|---|
| Teneur en eau (NQ 2560-200) (%) | |
| Limite de liquidité (BNQ 2501-092) | |
| Limite de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| Indice de plasticité (BNQ 2501-092) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**Remarques :**

**Préparé par :** Sylvio Alexis **Date :** 25 octobre, 2017

**Approuvé par :** Benoit Cyr, géo. **Date :** 25 octobre, 2017

# Annexe E ÉVALUATIONS ENVIRONNEMENTALES DE SITES PHASES I ET II




GROUPE ABS

# RAPPORT FINAL

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I

STABILISATION DES BERGES – PLAGE JACQUES-CARTIER
ARRONDISSEMENT DE SAINTE-FOY-SILLERY-CAP-ROUGE
QUÉBEC, QUÉBEC

CODE CLIENT : **QUEBEC103**
N/D : **E7-14-1933-06**
V/PROJET : **PSP 140 255**

Juin 2015

Ville de Québec

**RAPPORT FINAL**

# ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I

STABILISATION DES BERGES – PLAGE JACQUES-CARTIER
ARRONDISSEMENT DE SAINTE-FOY-SILLERY-CAP-ROUGE
QUÉBEC, QUÉBEC

CODE CLIENT : **QUEBEC103**
N/D : **E7-14-1933-06**
V/PROJET : **PSP 140 255**

Juin 2015


_____ORIGINAL SIGNÉ_____
*Préparé par*
**Chantal Desjardins, géo., M. Sc.**
Chargée de projets senior
OGQ n° 314

_____ORIGINAL SIGNÉ_____
*Approuvé par*
**Daniel Charette, ing., P.Eng.**
Chargé de projets senior | Division Environnement
OIQ n° 124021 et PEO n° 100133485


**CONFIDENTIEL**
Rapport présenté à

Monsieur Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A
Ville de Québec
65, rue Sainte-Anne, édifice Price
Bureau 610
Québec (Québec) G1R 3X5

Ville de Québec

**CONFIDENTIEL** **CONFIDENTIEL** **CONFIDENTIEL**

Ce document est présenté et destiné à l'attention exclusive de la **Ville de Québec** et n'a été distribué ni transmis à aucun autre organisme, ministère, gouvernement ou individu. Ce rapport contient des informations qui sont légalement privilégiées et de nature confidentielle.

Toute diffusion, partielle ou complète, de quelque manière que ce soit, est strictement interdite sans l'obtention préalable du consentement écrit de la **Ville de Québec** et de **Groupe ABS inc.**

## TABLE DES MATIÈRES

**Page**

**Note au lecteur** ..... **i**
**1.0 INTRODUCTION** ..... **1**
**2.0 DESCRIPTION ET OCCUPATION DU SITE** ..... **1**
2.1 ZONAGE ACTUEL DU TERRAIN ET DES VOISINS IMMÉDIATS ..... 2
2.2 USAGE PROJETÉ DU TERRAIN ..... 2
**3.0 MÉTHODOLOGIE** ..... **2**
**4.0 REVUE DES DOCUMENTS HISTORIQUES** ..... **3**
4.1 CHAÎNE DES TITRES ..... 3
4.2 EXAMEN DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES ET DES IMAGES SATELLITES ..... 5
4.3 PLANS ET RAPPORTS D'ASSURANCE INCENDIE ..... 7
4.4 DOCUMENTATION DU MDDELCC ..... 7
*4.4.1 Demande d'accès à l'information* ..... *7*
*4.4.2 Consultation des répertoires et registres du MDDELCC* ..... *8*
4.5 DOCUMENTATION DE LA RBQ ..... 8
*4.5.1 Demande d'accès à l'information* ..... *8*
*4.5.2 Consultation des registres de la RBQ* ..... *9*
4.6 DOCUMENTATION DE LA VILLE DE QUÉBEC ..... 9
4.7 CONSULTATION DE L'INVENTAIRE DES SITES CONTAMINÉS FÉDÉRAUX ..... 9
4.8 ÉTUDE ANTÉRIEURE OU AUTRE DOCUMENTATION DISPONIBLE ..... 9
**5.0 ENTREVUE** ..... **10**
**6.0 RÉSUMÉ DE LA VISITE DU SECTEUR À L'ÉTUDE** ..... **10**
6.1 VISITE DES LIEUX ..... 10
*6.1.1 Bâtiment à l'étude* ..... *10*
*6.1.2 Particularités du site à l'étude* ..... *10*
6.2 VOISINS IMMÉDIATS ..... 11
**7.0 CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET HYDRIQUES** ..... **12**
**8.0 CONTEXTE LÉGISLATIF** ..... **13**
**9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS** ..... **14**
**10.0 PORTÉE, UTILISATION DU RAPPORT ET LIMITATION DE RESPONSABILITÉ** ..... **15**
**11.0 TITRES ET QUALITÉS DES CONSULTANTS** ..... **16**

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description sommaire du site à l'étude ..... 1
Tableau 2 : Liste des transactions sur les lots à l'étude ..... 3
Tableau 3 : Liste des photographies aériennes et images satellites consultées ..... 5
Tableau 4 : Observations et problématiques environnementales potentielles ..... 10
Tableau 5 : Liste des puits répertoriés au SIH dans un rayon de 250 m ..... 13

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE
FIGURE 2 : SITES ET OUVRAGES RÉPERTORIÉS DANS UN RAYON DE 250 MÈTRES
FIGURE 3 : LOCALISATION DES ZONES À RISQUE

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PLANS CADASTRAUX
ANNEXE 2 : DOCUMENTATION DE LA VILLE DE QUÉBEC
ANNEXE 3 : RÉPONSE D'OPTA
ANNEXE 4 : RÉPONSE DU MDDELCC
ANNEXE 5 : DOCUMENTATION PHOTOGRAPHIQUE
ANNEXE 6 : SPÉCIFICATIONS DES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES

---

**Note :** Dans le présent rapport, toute mention de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, ainsi que des divers règlements, guides ou lignes directrices, renvoie à la documentation la plus récente publiée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

## 1.0 INTRODUCTION

Le 9 mars 2015, **Groupe ABS inc. (ABS)** a été mandaté par la **Ville de Québec**, représentée par monsieur Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A., afin de réaliser l'évaluation environnementale de site (ÉES) – Phase I de la plage Jacques-Cartier située dans l'arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge à Québec. Ce mandat s'inscrit dans le cadre du projet de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier. Le but de cette ÉES – Phase I est de déterminer si ladite propriété a ou n'a pas de passif environnemental et, s'il y a lieu, de faire des recommandations.

Ce mandat a été réalisé en conformité avec l'offre de services professionnels du 23 février 2015 préparée par ABS (N/d : E7-14-193306-rév01). Aucun échantillon n'a été prélevé dans le cadre de la présente étude. Il est à noter que cette étude n'a pas été réalisée en application des dispositions de la section IV.2.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE).

## 2.0 DESCRIPTION ET OCCUPATION DU SITE

La propriété, qui appartient à la Ville de Québec, est actuellement occupée par le parc de la plage Jacques-Cartier. Le site est situé en bordure du fleuve Saint-Laurent, à environ 1,2 km à l'ouest du pont de Québec. Une voie ferrée est présente du côté nord suivie d'un secteur résidentiel. Le terrain est composé des lots rénovés 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742 et 2 011 082 du cadastre du Québec, tel que décrit au Bureau de la publicité des droits.

**Tableau 1 : Description sommaire du site à l'étude**

| | |
|---|---|
| Nombre de bâtiment | Un bâtiment utilisé comme chalet de parc (toilettes) |
| Forme du site \| Superficie | Irrégulière \| Superficie de 292 674,2 $m^2$ |
| Topographie | Falaise abrupte (partie nord) et pente faible (partie sud en bordure du fleuve) |
| Recouvrement du terrain | Asphalte (sentier longeant les berges et le stationnement), pierre concassée (sentier), gazon, arbres et arbustes (terrains autour du sentier) ainsi que des affleurements rocheux (falaise) |
| Autres | Rocaille en bordure du fleuve |

Les plans cadastraux des lots à l'étude sont disponibles en annexe 1.

Coordonnées géographiques centrales du site à l'étude : Latitude nord : 46,749443°
Longitude ouest : - 71,323639°

La localisation générale du site à l'étude est présentée à la figure 1. À des fins d'interprétation du présent rapport, la plage Jacques-Cartier a été considérée comme un axe est-ouest.

### 2.1 Zonage actuel du terrain et des voisins immédiats

Selon la Ville de Québec, le terrain à l'étude est inclus dans les zones (d'ouest en est) 37234Rb, 37040Rb, 35517Rb et 35520Rb. Les usages autorisés sont : récréation extérieure (parc, équipement récréatif extérieur de proximité et régional et espace de conservation naturelle) et public (équipement culturel et patrimonial et établissement d'éducation et de formation).

Les terrains adjacents situés au nord de la voie ferrée sont inclus dans les zones 37235Ha, 35523Ha, 35522Ha et 35521Ha, lesquelles permettent un usage résidentiel. De plus, le terrain adjacent situé à l'est du site est inclus dans la zone 35518Up, laquelle permet un usage pour un parc ainsi qu'un usage spécifiquement autorisé pour un dépôt à neige. Les terrains situés du côté ouest sont inclus dans la zone 37234Rb laquelle permet des usages de type récréation extérieure (équipement récréatif extérieur, parc et espace de conservation naturelle).

Un extrait de la carte de zonage de même que la grille des usages et normes de la zone à l'étude sont présentés en annexe 2.

### 2.2 Usage projeté du terrain

Selon les informations obtenues, aucun changement d'usage n'est prévu pour le site à l'étude. Toutefois, des travaux de stabilisation des berges sont prévus.

## 3.0 MÉTHODOLOGIE

Afin de bien cerner l'état environnemental actuel de la propriété, les démarches suivantes ont été entreprises :

- Recherche des titres;
- Consultation des plans et rapports d'assurance incendie disponibles;
- Examen des photographies aériennes et images satellites anciennes et récentes;
- Consultation de rapports antérieurs touchant de près ou de loin les conditions environnementales du site;
- Visite et examen exhaustif des activités actuelles du site;
- Consultation des cartes géologiques disponibles (géologie et épaisseur des dépôts meubles);
- Consultation des cartes topographiques disponibles;
- Examen de la surface du sol et relevé des irrégularités;
- Vérification de la disposition et de l'entreposage de produits dangereux (huile usée, peinture, etc.);

- Détermination des activités des voisins immédiats et identification d'activités à risque (si accessible);
- Entrevues avec des personnes-clés connaissant bien le site à l'étude;
- Recherche auprès du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) et auprès des autorités municipales pour vérifier l'existence d'un dossier pour la propriété concernée.

Cette ÉES – Phase I a été réalisée selon les critères de la norme CSA Z768-01 publiée par l'Association Canadienne de normalisation (ACNOR).

## 4.0 REVUE DES DOCUMENTS HISTORIQUES

### 4.1 Chaîne des titres

La propriété à l'étude est constituée des lots rénovés 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742 et 2 011 082 du cadastre du Québec, tel que décrit au Bureau de la publicité des droits.

La recherche de titres permet d'identifier les propriétaires et les locataires ayant transité sur la propriété à l'étude et de cibler ceux qui, par leur activité, auraient pu la contaminer. La recherche a été effectuée sur le site Internet du Registre foncier du Québec en ligne.

Le tableau suivant décrit les différentes transactions qui ont eu lieu sur les lots à l'étude.

**Tableau 2 : Liste des transactions sur les lots à l'étude**

| PROPRIÉTAIRE DU SITE | | VILLE DE QUÉBEC | | |
|---|---|---|---|---|
| LOT N° 1 411 292 (LOT CRÉÉ EN1999 À PARTIR DES LOTS 359-2 ET 359-3) PAROISSE DE SAINT-FÉLIX-DE-CAP-ROUGE | | | | |
| DATE | N° D'ACTE - TYPE | DE | À | COMMENTAIRE |
| Aucune inscription pour ce lot | | | | |
| LOT N° 359-2 (ÉTABLI EN 1994) | | | | |
| 1997-06-25 | 1 647 004 Vente | Société du port de Québec | Ville de Cap-Rouge | |
| 1995-04-12 | 1 577 280 Jugement | Les héritiers de Dame M.E.G. Heudebourck | Société du port de Québec | |
| LOT N° 359-3 (ÉTABLI EN 1994) | | | | |
| 1997-06-25 | 1 647 004 Vente | Société du port de Québec | Ville de Cap-Rouge | |
| 1995-04-12 | 1 577 280 Jugement | Les héritiers de Dame M.E.G. Heudebourck | Société du port de Québec | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **LOT NO 1 411 293 (LOT CRÉÉ EN 1999 À PARTIR DES LOTS 161A-16, 161A-17, 161-1 ET 1421) PAROISSE DE SAINT-FÉLIX-DE-CAP-ROUGE** | | | | |
| **AUCUNE INSCRIPTION POUR CE LOT** | | | | |
| **LOT N$^{O}$ 161-1 (LOT CRÉÉ EN 1987)** | | | | |
| 1995-11-02 | 1 595 555 Expropriation | Marc Giguère | Ville de Cap-Rouge | |
| 1994-05-12 | Avis | Marc Giguère | Ville de Cap-Rouge | Avis d'expropriation de la Ville |
| **LOT N$^{O}$ 161A-16 (LOT CRÉÉ EN 1987)** | | | | |
| 1995-06-26 | 1 585 144 | Juliette Laprise-Grenier | Ville de Cap-Rouge | Avis d'expropriation de la Ville |
| **LOT N$^{O}$ 161A-17 (LOT CRÉÉ EN 1991)** | | | | |
| 1995-056-24 | 1 569 199 Vente | Marcel Verreault | Ville de Cap-Rouge | |
| **LOT N$^{O}$ 1421 (LOT CRÉÉ EN 1995)** | | | | |
| 1995-11-15 | 1 596 402 Avis de transfert | Juliette Laprise-Grenier | Ville de Cap-Rouge | |
| **LOT N$^{O}$ 1 411 348 (LOT CRÉÉ EN 1999 À PARTIR DES LOTS 161A-1 À 161A-15) PAROISSE DE SAINT-FÉLIX-DE-CAP-ROUGE** | | | | |
| Tous les anciens lots appartenaient à des particuliers | | | | |
| **LOT N$^{O}$ 1 411 741 (LOT CRÉÉ EN 1999 À PARTIR DU LOT 368-1) PAROISSE DE SAINT-FÉLIX-DE-CAP-ROUGE** | | | | |
| 1995-04-12 | 1 577 280 Jugement | Les héritiers de Dame M.E.G. Heudebourck | Société du port de Québec | |
| **LOT N$^{O}$ 1 411 742 (LOT CRÉÉ EN 1999 À PARTIR DU LOT 368-2) PAROISSE DE SAINT-FÉLIX-DE-CAP-ROUGE** | | | | |
| 1997-06-25 | 1 647 004 Vente | Société du port de Québec | Ville de Cap-Rouge | |
| **LOT N$^{O}$ 2 011 082 (LOT CRÉÉ EN 2001 À PARTIR DU LOT 376 PTIE) PAROISSE DE SAINTE-FOY** | | | | |
| Aucune inscription pour ce lot | | | | |
| **LOT N$^{O}$ 376 PTIE (LOT CRÉÉ EN 1915)** | | | | |
| Plusieurs entreprises à connotation industrielle ou commerciale sur cet ancien lot (voir ci-dessous) | | | | |

L'examen de la liste des titres ne montre aucun nom à connotation industrielle ou commerciale reconnu par le MDDELCC comme ayant des activités potentiellement à risque (exemples : station-service, industrie lourde, etc.) sur les lots 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741 et 1 411 742 à l'étude. Selon les titres disponibles, ces lots ont appartenu à des particuliers ou à la Ville.

Toutefois, la liste des titres pour l'ancien lot 376 Ptie, dont est issu le lot rénové 2 011 082, indique que ce lot a autrefois été occupé par des entreprises à connotation industrielle et commerciale telles que Nutrite, Hydro Agra, La Poulette Grise, Meunerie Kilo plus, Auto Giguère, Delta Équipements, Les Bétons Soufflés, Sogomines, Entrepôts Ste-Foy, Fiberglass, Pré-FAb, Québec Structures métal et Maple Leaf. En

raison de l'importante étendue de l'ancien lot 376 Ptie, il n'a pas été possible de déterminer l'emplacement de ces entreprises sur ce lot.

### 4.2 Examen des photographies aériennes et des images satellites

Huit photographies aériennes couvrant le secteur à l'étude entre 1948 et 1998, ainsi que les images satellites de Google Earth de 2003 à 2015, sont décrites ci-après. Il est à noter les photographies aériennes de 1948, 1963, 1965 et 1985 ont été transmises par le Ville de Québec et couvrent la partie ouest du site à l'étude.

**Tableau 3 : Liste des photographies aériennes et images satellites consultées**

| ANNÉE | ÉCHELLE | NUMÉRO |
|---|---|---|
| 1948 | 1 : 2 500 | ORTHO 1948 |
| 1963 | 1 : 15 840 | Q63300-77 |
| 1965 | 1 : 2 500 | ORTHO 1965 |
| 1970 | 1 : 20 000 | Q70846-002 |
| 1977 | 1 : 10 000 | Q77865-196 |
| 1985 | 1 : 2 500 | ORTHO 1985 |
| 1985 | 1 : 15 000 | Q85831-247 |
| 1998 | 1 : 15 000 | HMQ98-100-127 |
| 2003, 2007, 2014 et 2015 | - | Google Earth |

La photographie de **1948** montre la partie ouest du secteur à l'étude. Quelques bâtiments (résidences) sont présents sur le site à l'étude et sur le terrain situé à l'ouest, le long du chemin de la plage Jacques-Cartier qui est construit. La falaise présente à l'arrière des bâtiments (côté nord) ainsi que tout le long du chemin de la plage Jacques-Cartier, est en partie boisée. Sur le terrain adjacent au nord du site, en haut de la falaise, une voie ferrée est présente ainsi que le chemin Saint-Louis un peu plus au nord. Le reste des terrains à proximité du chemin Saint-Louis sont boisés.

La photographie de **1963** montre que, sur le site à l'étude, d'autres bâtiments ont été construits sur les terrains du côté nord du chemin de la plage Jacques-Cartier. La falaise à l'arrière des bâtiments, le long du chemin de la plage Jacques-Cartier, est boisée ou recouverte de végétation. Une ligne de poteaux en bois servant à la distribution des services publics d'électricité est présente en bordure de ce chemin. De plus, un chemin en forme de « S » est présent à l'extrémité est du site. Des résidences sont présentes le long de ce chemin. Des résidences ont également été construites sur les terrains adjacents situés en bordure du chemin Saint-Louis. Une cour de triage est présente sur le terrain adjacent à environ 150 m au nord-est du site à l'étude, au sud du tracé de la voie ferrée. Aucun changement n'a été observé sur le terrain du côté ouest.

La photographie de **1965** ne montre aucun changement significatif sur le site à l'étude et sur les terrains adjacents depuis 1963.

La photographie de **1970** ne montre aucun changement significatif sur le site à l'étude depuis 1965. Toutefois, une ligne de pylônes servant au transport d'électricité à haut voltage est présente sur le terrain adjacent situé à environ 300 m à l'est du site à l'étude.

La photographie de **1977** montre que des bâtiments possiblement de type industriel et de l'entreposage sont présents sur un bout de terrain de moins de 200 m de long, au sud du chemin de la plage Jacques-Cartier. De plus, une conduite d'eau est présente en bordure du fleuve à cet endroit. Le développement du secteur résidentiel situé sur les terrains adjacents au nord de la voie ferrée se poursuit. Aucun changement n'a été noté sur les autres terrains adjacents.

Les photographies de **1985** montrent que, sur le site à l'étude, les bâtiments non résidentiels ou industriels présents en 1977 ont été démolis ainsi que plusieurs des résidences longeant le chemin de la plage Jacques-Cartier. Toutefois, la conduite d'eau en bordure du fleuve semble toujours présente. On observe, sur le terrain adjacent situé à environ 300 m à l'est du site, occupé entre autres, par une ligne de pylônes servant au transport d'électricité à haut voltage, ce qui semble être une roulotte, de la machinerie lourde, des tuyaux entreposés et des travaux de remblayage. Le développement du secteur résidentiel situé sur les terrains adjacents au nord de la voie ferrée se poursuit. Aucun changement n'a été noté sur les autres terrains adjacents.

La photographie de **1998** montre que toutes les résidences présentes sur le site à l'étude, en bordure du chemin de la plage Jacques-Cartier, ainsi que celles présentes le long du chemin en forme de « S », ont été démolies. De plus, les activités sur le terrain adjacent situé à environ 300 m à l'est du site semblent continuer et la surface de ce terrain est remaniée. Le développement du secteur résidentiel situé sur les terrains adjacents au nord de la voie ferrée se poursuit. Aucun changement n'a été noté sur les autres terrains adjacents.

L'image satellite de Google Earth de **2003** montre la présence d'un stationnement près de l'extrémité sud-est du chemin en forme de « S ». Une autre conduite d'eau a été construite en bordure du fleuve sur le site à l'étude, un peu à l'ouest de celle déjà présente. Des tas de sols ou un mélange de sols et de neiges usées sont présents sur le terrain adjacent situé à environ 300 m à l'est du site à l'étude. Le développement du secteur résidentiel situé sur les terrains adjacents au nord de la voie ferrée se poursuit. Aucun changement n'a été noté sur les autres terrains adjacents.

Les images satellites de Google Earth de **2007**, **2014** et **2015** ne montrent aucun changement majeur sur le site à l'étude et sur les terrains adjacents.

L'examen des photographies aériennes et des images satellites a démontré qu'à la fin des années 1950 le chemin de la plage Jacques-Cartier était construit et que des résidences étaient présentes en bordure de ce chemin, sur le côté nord. La voie ferrée sur le terrain adjacent au nord était également construite. Une falaise est présente entre la voie ferrée et les résidences présentes sur le site à l'étude, le long du chemin de la plage Jacques-Cartier. Entre 1977 et 1985, des bâtiments possiblement industriels ainsi que de l'entreposage étaient présents sur le site à l'étude et sur l'un des terrains situés en bordure du chemin de la plage Jacques-Cartier. Les résidences ont été démolies à la fin des années 1990, et depuis, le site à l'étude est utilisé comme aire de villégiature. Des tas de sols ou un mélange de sols et de neiges usées sont présents sur le terrain adjacent situé à environ 300 m à l'est du site à l'étude.

## 4.3 Plans et rapports d'assurance incendie

Opta Intelligence informationnelle (Opta), anciennement RMS – Gestion des Risques, est un groupe-conseil qui regroupe toutes les informations colligées au fil des années par différentes compagnies d'assurance sur leurs assurés. Ces informations proviennent des plans qui sont établis par l'Association canadienne des assureurs, et qui sont disponibles pour la plupart des villes du Canada, et des rapports d'inspection des incendies établis par les compagnies d'assurance. Les rapports peuvent décrire, entre autres, les modes d'utilisation des lieux, la nature des produits chimiques utilisés ou entreposés sur le site ainsi que la description des chambres électriques.

Afin d'obtenir plus de renseignements concernant l'occupation du site à l'étude, une demande de services en environnement a été envoyée à Opta. La réponse obtenue indique qu'aucun plan d'assurance incendie n'était disponible.

De plus, aucun plan d'assurance incendie n'était disponible à la Bibliothèque et Archives nationales du Québec (BAnQ) pour le secteur à l'étude.

La réponse obtenue d'Opta est disponible en annexe 3.

## 4.4 Documentation du MDDELCC

### *4.4.1 Demande d'accès à l'information*

Une demande d'accès à l'information a été transmise au MDDELCC, direction régionale de la Montérégie. Selon l'information obtenue, le MDDELCC possède un nombre important de dossiers concernant différentes activités ayant eu lieu sur l'ancien lot 376 Ptie (à partir duquel a été établi le lot rénové 2 011 082) de la propriété à l'étude. En raison de l'étendue de cet ancien lot, lequel inclut également le terrain adjacent situé à l'est du site (jusqu'au pont de Québec, à environ 1,2 km à l'est), la localisation de ces différentes activités sur ce lot demeure impossible à déterminer.

Ainsi, plusieurs des documents que possède le MDDELCC concerneraient des activités ayant eu lieu sur le terrain adjacent situé à l'est, principalement à proximité du pont de Québec à environ 1,2 km du site. Les photographies aériennes anciennes et actuelles montrent d'ailleurs la présence d'activités sur cette partie du lot 376, tandis que la partie de ce lot qui est localisée sur le site à l'étude a toujours été boisée.

Il est également à noter que les dossiers du MDDELCC concerneraient principalement des projets d'aménagement divers et que, selon le représentant de la Ville de Québec, aucune activité industrielle n'aurait eu lieu sur la partie de l'ancien lot 376 située sur le site à l'étude. Ainsi, la consultation de ces dossiers n'a pas été effectuée étant donné que les informations auraient été peu concluantes.

La réponse obtenue du MDDELCC est incluse en annexe 4.

### *4.4.2 Consultation des répertoires et registres du MDDELCC*

Le MDDELCC tient un inventaire des sites d'entreposage et d'enfouissement des déchets dangereux qui ont été identifiés comme ayant un impact potentiel sur l'environnement, ainsi qu'un inventaire des terrains contaminés. Ces inventaires ont été consultés sur le site Internet du MDDELCC.

Un examen de ces inventaires, en date du 8 avril 2015, a permis de constater qu'aucun site contaminé n'est répertorié pour la Ville de Québec dans un rayon de 250 mètres autour du site à l'étude.

De plus, aucun dépôt de sols et de résidus industriels dans un rayon de 250 m autour du site à l'étude n'a été identifié.

Le MDDELCC tient également un registre des interventions de son service d'Urgence-Environnement concernant toute situation qui menace, altère ou est sur le point de détériorer la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou de l'environnement dans lequel évolue l'être humain et qui nécessite une intervention immédiate. Ce registre a été consulté sur le site Internet du MDDELCC et a permis de constater qu'aucune urgence environnementale n'est enregistrée pour le secteur dans un rayon de 250 m autour du site à l'étude depuis la création du registre le 1er avril 2008.

## 4.5 Documentation de la RBQ

### *4.5.1 Demande d'accès à l'information*

La RBQ est responsable de la gestion des équipements pétroliers. Auparavant, cette supervision était effectuée par le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN). Ainsi, un site Internet a été mis en place où sont inventoriées toutes les propriétés qui possèdent des dossiers auprès de la RBQ concernant des installations d'équipements pétroliers. Il est important de mentionner que cet inventaire compile les dossiers des cinq dernières années seulement. Ainsi, tout dossier datant de cinq ans et plus ne sera ni disponible ni inventorié. Un examen de cet inventaire a permis de constater que la RBQ ne possède aucun dossier environnemental concernant la propriété à l'étude.

### *4.5.2 Consultation des registres de la RBQ*

Une recherche a été réalisée dans la Liste des titulaires d'un permis d'utilisation pour des équipements pétroliers à risque élevé et dans le Registre des sites d'équipements pétroliers, publiés par la RBQ, Direction territoriale de l'Est-du-Québec, Services des équipements pétroliers et des appareils sous pression.

Cette recherche a permis de constater qu'aucun terrain, situé dans un rayon de 250 m autour du site à l'étude, n'est répertorié dans ces listes pour la ville de Québec.

## 4.6 Documentation de la Ville de Québec

Une demande d'accès à l'information a été déposée auprès de la Ville de Québec. Suite à la revue des photographies aériennes fournies pour le site à l'étude et le secteur environnant, des bâtiments possiblement industriels ou commerciaux ont été observés en 1977, dans la partie est du site à l'étude, sur une partie de terrain située le long de la plage Jacques-Cartier. La Ville n'a retrouvé aucun autre document ni aucune information concernant les activités sur ce terrain. De plus, la Ville ne possède aucun document à caractère environnemental concernant le site à l'étude.

D'après le rôle foncier de la Ville de Québec, cette dernière est propriétaire du site à l'étude, lequel est utilisé comme parc récréatif et ornemental. Le bâtiment présent sur la propriété a été construit en 1994, possède une superficie d'environ 274,4 $m^2$ et est utilisé comme chalet de parc (toilettes publiques).

La documentation fournie par la Ville de Québec est incluse en annexe 2.

## 4.7 Consultation de l'Inventaire des sites contaminés fédéraux

Une recherche a été réalisée dans l'Inventaire des sites contaminés fédéraux (ISCF). La politique du Conseil du Trésor sur les inventaires des sites contaminés fédéraux et des décharges de déchets solides fédéraux (2000) exige que les ministères et organismes établissent et entretiennent une base de données sur les sites contaminés sous leur responsabilité. Cette information est inscrite, au moins une fois par année, à l'ISCF. Cet inventaire est disponible au public depuis juillet 2002 et est maintenu à jour par la Direction des biens immobiliers et de l'intégration des services du Secrétariat du Conseil du Trésor. Cette investigation a permis de constater qu'aucun site contaminé fédéral ne se trouve dans un rayon de 250 m autour du site à l'étude.

## 4.8 Étude antérieure ou autre documentation disponible

Outre les plans cadastraux, aucune étude antérieure n'était disponible concernant la propriété à l'étude.

## 5.0 ENTREVUE

**Monsieur Simon Paradis**, ingénieur – Réseau périphérie à la Ville de Québec, indique que le site à l'étude n'est pas répertorié dans l'Inventaire des propriétés municipales contaminées de la Ville de Québec. Aucune information n'a été retracée concernant la présence, sur le site à l'étude vers 1977, de bâtiments non résidentiels et d'entreposage sur un bout de terrain de moins de 200 m de long, au sud du chemin de la plage Jacques-Cartier. La conduite d'égout pluviale présente à cet endroit a été construite en 1968. Le bâtiment de 272,4 $m^2$, construit en 1994 et mentionné sur le rôle d'évaluation foncière pour le lot 2 011 082, est utilisé comme chalet de parc pour des toilettes publiques et ne contient ni entreposage ni réservoir ou contenant d'hydrocarbures.

## 6.0 RÉSUMÉ DE LA VISITE DU SECTEUR À L'ÉTUDE

### 6.1 Visite des lieux

La visite des lieux a été effectuée le 7 avril 2015 par monsieur Martin Doré-Beaupré, technicien spécialisé en environnement chez ABS. Il est à noter que la présence d'une couche de neige a limité l'inspection du site. Une documentation photographique présentant les différents éléments observés lors de la visite est disponible en annexe 5.

#### *6.1.1 Bâtiment à l'étude*

À l'exception d'un chalet de parc de 272,4 $m^2$ construit en 1994 et utilisé pour des toilettes publiques (localisé au chaînage 1+700 environ), aucun bâtiment n'a été observé sur le site à l'étude.

#### *6.1.2 Particularités du site à l'étude*

**Tableau 4 : Observations et problématiques environnementales potentielles**

| ÉLÉMENTS | OBSERVATIONS | | | | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|
| | N | O | S | N/A | |
| Réservoir de stockage et autres équipements pétroliers | ✓ | | | | Aucun réservoir de stockage ou autre équipement pétrolier n'a été observé sur le site à l'étude. |
| Matières dangereuses | ✓ | | | | Aucune matière dangereuse n'a été notée lors de la visite des lieux. |
| Matières résiduelles | ✓ | | | | Aucune matière résiduelle n'a été notée à la surface du sol. |
| Rejet des eaux usées et/ou de procédé | | ✓ | | | Les eaux usées du chalet de parc sont éliminées vers le réseau d'égout municipal. |
| Amiante | | | | ✓ | Voir informations additionnelles en annexe 6. |
| Radon | | | | ✓ | Voir informations additionnelles en annexe 6. |
| Biphényles polychlorés (BPC) | ✓ | | | | L'inspection de l'extérieur du chalet de parc n'a pas permis d'identifier la présence d'équipements contenant des BPC. Il est à noter que l'intérieur du chalet n'a pas pu être visité. Voir informations additionnelles en annexe 6. |

| ÉLÉMENTS | OBSERVATIONS | | | | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|
| | N | O | S | N/A | |
| Substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) | | | | ✓ | Voir informations additionnelles en annexe 6. |
| Mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF) | | | | ✓ | Voir informations additionnelles en annexe 6. |
| Peinture à base de plomb | | | | ✓ | Voir informations additionnelles en annexe 6. |
| Tache / Fissure | | | | ✓ | |
| Drain et puisard / Fossé de drainage | | ✓ | | | Un puisard a été observé le long du chemin de la plage Jacques-Cartier (0+550). |
| Installation septique et puits d'eau potable | ✓ | | | | Aucune installation septique n'est installée sur le site à l'étude. Aucun des puits répertorié dans le SIH du MDDELCC n'a été observé sur le site à l'étude lors de la vite du site. |
| Présence d'un milieu humide | ✓ | | | | À l'exception du fleuve Saint-Laurent situé au sud-est, aucune zone humide n'a été remarquée sur le site à l'étude. Il est à noter que seul un biologiste spécialisé pourrait définir la présence ou l'absence d'un milieu humide sur le site à l'étude par la réalisation d'un inventaire faunique et floristique (IFF) effectué préalablement. |
| Vérin hydraulique | | | | ✓ | |
| Séparateur eau/huile | | | | ✓ | |
| Émissions atmosphériques | | | | ✓ | |
| Matériaux de remblai | ✓ | | | | Des matériaux de remblai semblent avoir été utilisés pour des murs de soutènement présents à plusieurs endroits le long des berges. |
| Odeurs | ✓ | | | | Aucune odeur incommodante n'était perceptible sur le site lors de la visite. |
| Autres | | | | | |

N : non - O : oui - S : suspecté - N/A : non applicable

## 6.2 Voisins immédiats

En prenant comme axe est-ouest la plage Jacques-Cartier, les propriétés voisines sont les suivantes :

| ORIENTATION | TYPE DE SITE | DESCRIPTION | RISQUE POTENTIEL |
|---|---|---|---|
| Nord | Voie ferrée, cour de triage et secteur résidentiel | Une voie ferrée est présente du côté nord du site et une cour de triage ferroviaire est présente au nord-est du site. De plus, un secteur résidentiel est présent au nord de la voie ferrée | Présence d'un réservoir hors-sol de propane. Un réservoir de produits pétroliers était possiblement utilisé auparavant. Ce réservoir de propane sert au dégel des aiguilleurs de la cour de triage ferroviaire |
| Sud | Fleuve Saint-Laurent | Berges | Aucun |
| Est | Terrain boisé | Terrain boisé situé entre la voie ferrée et le fleuve (dépôt de neiges usées) | Aucun |
| Ouest | Secteur résidentiel | Chemin de la plage Jacques-Cartier dont les terrains adjacents sont occupés par des résidences. | Aucun |

## 7.0 CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET HYDRIQUES

L'examen de la carte de la géologie des formations en surface, publiée par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (DV 84-10, 1985), révèle que la propriété repose directement sur le roc.

Selon la carte interactive du *Système d'information géominière du Québec* (SIGEOM – Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec), le site à l'étude fait partie du Groupe de Sillery et plus particulièrement des formations suivantes :

- Formation de Sainte-Foy-1 (parties ouest et centrale du site) constituée de mudslate rouge avec quelques interlits de shale et de mudstone vert et gris;
- Formation de Sainte-Foy-2 (partie centrale) constituée d'une alternance de shale vert, gris et rouge;
- Formation de Saint-Nicolas-4 (partie est du site) laquelle est constituée d'une alternance de grès feldspathique et de shale rouge avec un peu de grès quartzeux;
- Formation de Saint-Nicolas-5 (partie est du site) laquelle est constituée de mudstone et de shale rouge avec quelques interlits de siltstone et de grès quartzeux;

L'interprétation de la carte topographique du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada (1985, 21L11 – Charny, Québec) montre que la direction générale de l'écoulement des eaux de surface s'effectue vers le sud-est, soit en direction du fleuve Saint-Laurent. À cet effet, l'écoulement de l'eau souterraine s'effectuerait vraisemblablement dans la même direction. Il est cependant impossible de définir le sens exact de l'écoulement de l'eau souterraine sans une étude hydrogéologique effectuée au préalable.

La consultation de la base de données du Système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDELCC a fait ressortir sept puits de captage de l'eau souterraine (généralement aux fins de consommation) potentiellement existants dans un rayon de 250 m autour du site à l'étude. Selon les informations obtenues, ces puits d'eau potable sont présents sur le site à l'étude. Les puits répertoriés dans un rayon de 250 m sont présentés au tableau suivant et indiqués sur la figure 2.

**Tableau 5 : Liste des puits répertoriés au SIH dans un rayon de 250 m**

| # | COORDONNÉES (X DEGRÉS) | COORDONNÉES (Y DEGRÉS) | IDENTIFIANT DU PUITS | PROPRIÉTAIRE INITIAL | POSITION HYDRAULIQUE DU PUITS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - 71,32599 | 46,75010 | 1982-100-18401368 | MILLER CHABOT | Sur le site à l'étude |
| 2 | - 71,32596 | 46,74920 | 1982-100-18401497 | MILLER W. | Sur le site à l'étude |
| 3 | - 71,32334 | 46,74925 | 1982-100-18401496 | PLANTE PAUL-EMILE | Sur le site à l'étude |
| 4 | - 71,32203 | 46,74928 | 1982-100-14201822 | POITRAS GUY | Sur le site à l'étude |
| 5 | - 71,32131 | 46,74965 | 1982-100-18401495 | MECTEAU MAURICE | Sur le site à l'étude |
| 6 | - 71,32001 | 46,74968 | 1982-100-18401823 | GAUMOND CLAIRE | Sur le site à l'étude |
| 7 | - 71,31291 | 46,75036 | 1982-100-18401826 | GOBEIL LEOPOLD | Sur le site à l'étude |

Aucune autre étude hydrogéologique antérieure relative au lot visé n'est disponible.

## 8.0 CONTEXTE LÉGISLATIF

Sur la base des informations recueillies dans le cadre du présent mandat, il n'a pas été possible d'identifier la présence sur le site à l'étude d'activités commerciales et/ou industrielles potentiellement polluantes listées en annexe III du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT).

## 9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le 9 mars 2015, **Groupe ABS inc. (ABS)** a été mandaté par la **Ville de Québec**, représentée par monsieur Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A., afin de réaliser l'évaluation environnementale de site (ÉES) – Phase I de la plage Jacques-Cartier située dans l'arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge à Québec. Le but de cette ÉES – Phase I était de déterminer si ladite propriété a ou n'a pas de passif environnemental et, s'il y a lieu, de faire des recommandations.

Les informations recueillies ont permis de mettre en évidence les indices de contamination potentielle et/ou réelle suivants :

1. Présence d'une voie ferrée au nord du site et d'une cour de triage au nord-est ainsi que d'un réservoir de propane, lequel pourrait avoir remplacé un ancien réservoir d'hydrocarbures. Ainsi, les activités ferroviaires, les dormants en bois traité de la voie ferrée, la présence du remblai sous la voie ferrée ainsi que la présence possible d'un ancien réservoir d'hydrocarbures pourraient constituer un risque de contamination pour le site à l'étude. Il est à noter qu'en raison de la pente abrupte de la falaise, il demeure presque impossible de réaliser des sondages sur le site à l'étude, à proximité de la voie ferrée. Ainsi, dans le cas où des travaux seraient effectués sur le site, à proximité de la voie ferrée, une caractérisation environnementale des sols devrait être effectuée.
2. Présence de matériaux de remblai de nature inconnue et pouvant contenir des débris de démolition ainsi que des hydrocarbures issus d'anciens réservoirs d'huile à chauffage résidentiels sur les terrains le long du chemin de la plage Jacques-Cartier. Ces matériaux seraient issus de la présence antérieure de résidences. Des matériaux de remblai semblent également être présents le long des murs de soutènement observés le long du chemin.
3. Présence sur le site à l'étude vers 1977, de bâtiments non résidentiels et d'entreposage sur un bout de terrain de moins de 200 m de long, au sud du chemin de la plage Jacques-Cartier. Aucune information n'a été obtenue concernant les activités sur cette partie du site à l'étude.

**En conséquence, Groupe ABS inc. recommande donc de procéder à une étude de caractérisation environnementale des sols – Phase II. Ces travaux sont recommandés sur la partie du site où ont été observés les anciens bâtiments non résidentiels. Pour ce qui est des autres secteurs, soit en bordure de la voie ferrée et du réservoir de propane ainsi que le long du chemin de la plage Jacques-Cartier et le long des berges, une caractérisation environnementale des sols devra être réalisée au cours des travaux de réaménagement, le cas échéant.**

## 10.0 PORTÉE, UTILISATION DU RAPPORT ET LIMITATION DE RESPONSABILITÉ

Le présent rapport d'évaluation environnementale de site (ÉES) – Phase I a été préparé par **Groupe ABS inc.** à la demande et au bénéfice unique du client et est, de ce fait, destiné à son usage exclusif.

Les conclusions du présent rapport d'ÉES – Phase I sont basées sur la documentation disponible, les entrevues et l'interprétation d'observations ponctuelles (à un moment précis, à des endroits déterminés). **Groupe ABS inc.** considère que les informations qui ont été fournies par les différents intervenants sont exactes et bien fondées. Cependant, **Groupe ABS inc.** n'assume aucune responsabilité quant à leur justesse ou à leur fiabilité.

Le lecteur doit être conscient qu'une ÉES – Phase I ne peut confirmer avec une certitude absolue que certains passifs environnementaux, telle une contamination possible au niveau des sols et/ou des eaux souterraines, sont totalement absents. À ce titre, **Groupe ABS inc.** est tenu à une obligation de moyens et ne peut être tenu responsable desdits passifs qui sont dissimulés ou qui n'ont pu être vérifiés lors de la visite du site.

De plus, il est à noter que les conclusions ne sont valables que pour la période à laquelle ledit rapport fut émis. Ces dernières pourraient varier, entres autres, selon le changement d'activités sur le site ou sur les terrains adjacents, ainsi que selon toutes modifications apportées aux lois, aux règlements ou aux politiques environnementales.

**Groupe ABS inc.** n'est pas responsable des dommages résultant de décisions prises en se basant sur ledit rapport.

En aucun temps, ledit rapport, ses conclusions et ses recommandations ne peuvent être utilisés par un tiers sans l'obtention préalable de l'autorisation de **Groupe ABS inc.** et du client.

Finalement, il est important de noter que le contenu dudit rapport ne constitue pas une opinion légale.

## 11.0 TITRES ET QUALITÉS DES CONSULTANTS

**Monsieur Daniel Charette,** ingénieur licencié au Québec et en Ontario, détient un baccalauréat en génie civil de l'Université d'Ottawa depuis 1999. Il cumule plus de 15 années d'expérience dans le domaine de l'environnement, plus spécifiquement en évaluations environnementales de site (Phases I, II, III), réhabilitations environnementales de site et suivis environnementaux dans le cadre de l'enlèvement de réservoirs de produits pétroliers. Son champ d'expertise l'a mené à réaliser des travaux environnementaux dans plusieurs projets d'envergure, dont des propriétés fédérales, résidentielles, commerciales et industrielles, tant au Québec qu'en Ontario.

**Madame Chantal Desjardins** est géologue. Elle détient une maîtrise en géologie de l'Université Laval obtenue en 1994. Après avoir participé, à titre de géologue, à divers projets de cartographie géologique ainsi qu'à des campagnes de prospection minière au Québec, madame Desjardins œuvre depuis 2002, à titre de chargée de projets en géoenvironnement. Elle réalise divers mandats de caractérisation environnementale (phases I, II et III), d'étude hydrogéologique et de surveillance de travaux de réhabilitation environnementale de terrains. Elle a dirigé ou participé à plus d'une centaine de projets pour des clients dans les secteurs industriels, commerciaux et institutionnels, dont des projets de grande envergure.

# LISTE DES FIGURES

**FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE**
**FIGURE 2 : SITES ET OUVRAGES RÉPERTORIÉS DANS UN RAYON DE 250 MÈTRES**
**FIGURE 3 : LOCALISATION DES ZONES À RISQUE**







Source : Minist¯re des Ressources Naturelles/Topo QC v4/TrakMaps 1:20000 | Image É 2014 Google / É 2014 DigitalGlobe

Groupe ABS
44, rue John-A.-Scott, local 200
¨ L®vis, Qu®bec, G6Z 8K7
418-210-0243 | courriel : quebec@groupeabs.com
T®lec. : 418-988-0724

Dessin® par : D. Lapierre, dessinateur
V®rifi® par : C. Desjardins, g®o., M. Sc.
Approuv® par : D. Charette, ing., P.Eng.

Date : juin 2015

Client : Ville de Québec

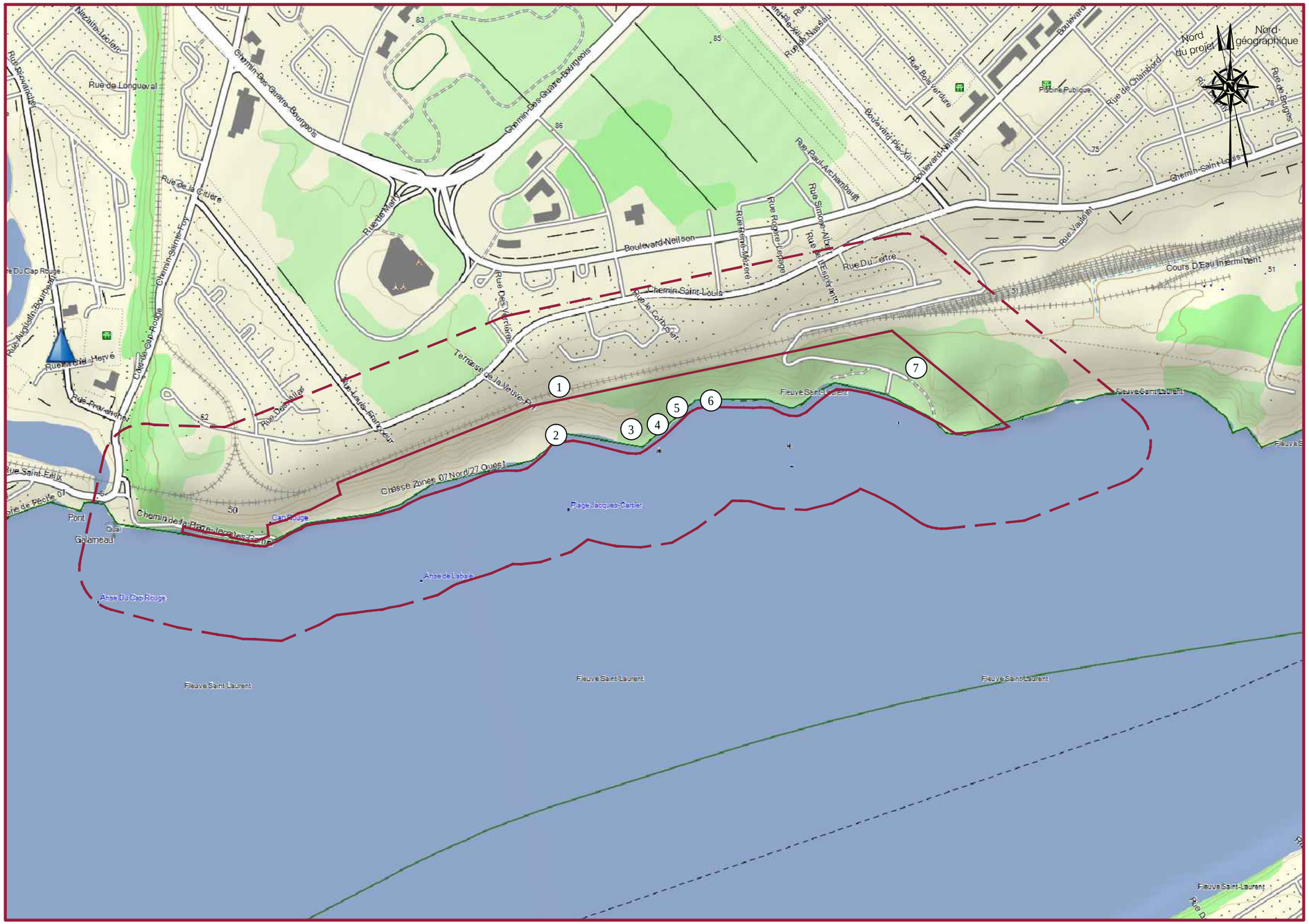
Titre : Localisation du site

Projet : £valuation environnementale de site - Phase I

Emplacement : Plage Jacques-Cartier, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge ¨ Qu®bec, Qu®bec

No. Client : QUEBEC103
No Projet : E7-14-1933-06
No Figure : FIG-01

Derni¯re sauvegarde: 6/8/2015 3:08 | Format : ANSI full bleed A (8.50 x 11.00 Inches)
Chemin: P:\8. Clients\2014\QUEBEC103 - Ville de Qu®bec\14-1933 - VQ-47017\E7-14-193306 Plage Jacques Cartier\3. R®daction du rapport\Plans et dessins\6 - Dessin ma¯tre AutocadE714193306.dwg




Source : Minist¯re des Ressources Naturelles/Topo QC v4/TrakMaps 1:20000

L£GENDE :

- Limite du site ¨ l'®tude
- Rayon de 250 m autour des limites de propri®t®
- (1) MDDELCC - Puits r®pertori®s dans le SIH

Date d'®mission : juin 2015

Client : VILLE DE QUÉBEC

Groupe ABS
44, rue John-A.-Scott, local 200
¨ Lévis, Qu®bec, G6Z 8K7
418-210-0243 | courriel : quebec@groupeabs.com
T®lec. : 418-988-0724

Dessin® par : D. Lapierre, dessinateur
V®rifi® par : C. Desjardins, g®o., M. Sc.
Approuv® par : D. Charette, ing., P.Eng.

Titre : Sites et ouvrages r®pertori®s dans un rayon de 250 m¯tres autour des limites de propri®t®

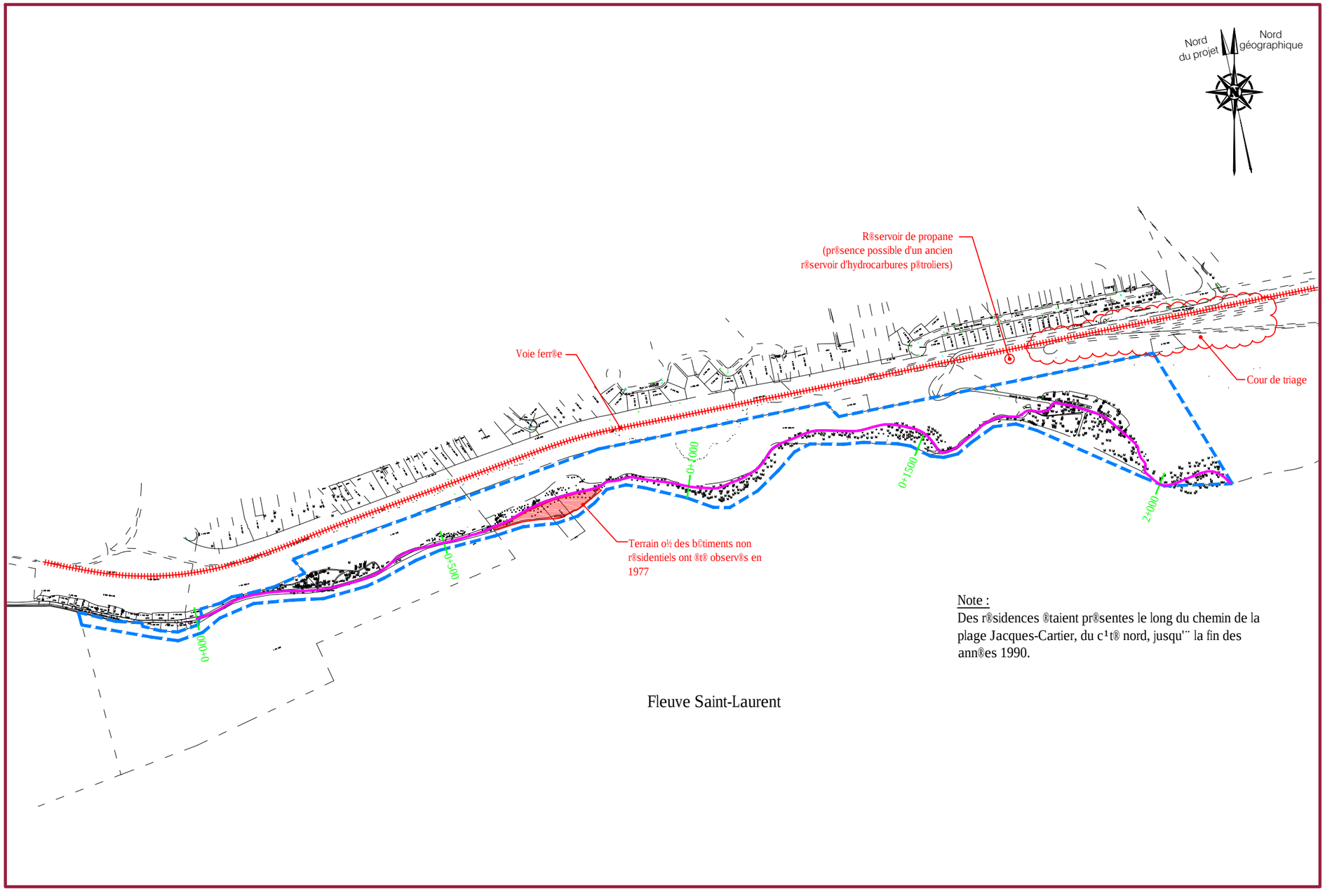
Projet : £valuation environnementale de site - Phase I

Emplacement : Plage Jacques-Cartier, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge ¨ Qu®bec, Qu®bec

| | | |
|---|---|---|
| £chelle : Aucune | No. Client : QUEBEC103 | |
| No Projet : E7-14-1933-06 | No Figure : FIG-02 | 1 / 1 |
| No projet du client : | | |

Derni¯re sauvegarde: 6/8/2015 3:08 | Format : ANSI full bleed B (11.00 x 17.00 Inches)
Chemin: P:\8. Clients\2014\QUEBEC103 - Ville de Québec\14-1933 - VQ-4701\7\E7-14-1933\06 Plage Jacques Cartier\3. Rédaction du rapport\Plans et dessins\6 - Dessins\6 - Dessin ma¯tre Autocad\E7141933\06.dwg

Derni¯re sauvegarde: 6/8/2015 3:08 | Format : ANSI full bleed B (11.00 x 17.00 inches)
Chemin: P:\8. Clients\2014\QUEBEC103 - Ville de Qu®bec\14-1933 - VQ-470\17\E7-14-193306 Plage Jacques Cartier\3. R®daction du rapport\Plans et dessins\6 - Dessin ma¯tre Autocad\E7141933306.dwg




Note :
Des r®sidences ®taient pr®sentes le long du chemin de la plage Jacques-Cartier, du c¹t® nord, jusqu'¯ la fin des ann®es 1990.

## LOCALISATION DES ZONES ê RISQUE

£CHELLE : 1:8000

0 100m 200m 300m 400m 500m

Source : Matrice fourni par la ville de Qu®bec

## L£GENDE :

- Limite de la zone ¨ l'®tude
- Limite de lot
- Zone ¨ risque
- Voie ferr®e
- Trac® du chemin de la plage-Jacques-Cartier

Date d'®mission : juin 2015

Client : Ville de Québec

Groupe ABS
44, rue John-A.-Scott, local 200
¨ L®vis, Qu®bec, G6Z 8K7
418-210-0243 | courriel : quebec@groupeabs.com
T®lec. : 418-988-0724

Dessin® par : D. Lapierre, dessinateur
V®rifi® par : C. Desjardins, g®o., M. Sc.
Approuv® par : D. Charette, ing., P.Eng.

Titre :
Localisation des zones ¨ risque

Projet :
£valuation environnementale de site - Phase I

Emplacement :
Plage Jacques-Cartier, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge ¨ Qu®bec, Qu®bec

£chelle : 1:8000 | No. Client : QUEBEC103
No Projet : E7-14-1933-06 | No Figure : FIG-03 | 1/1
No projet du client :

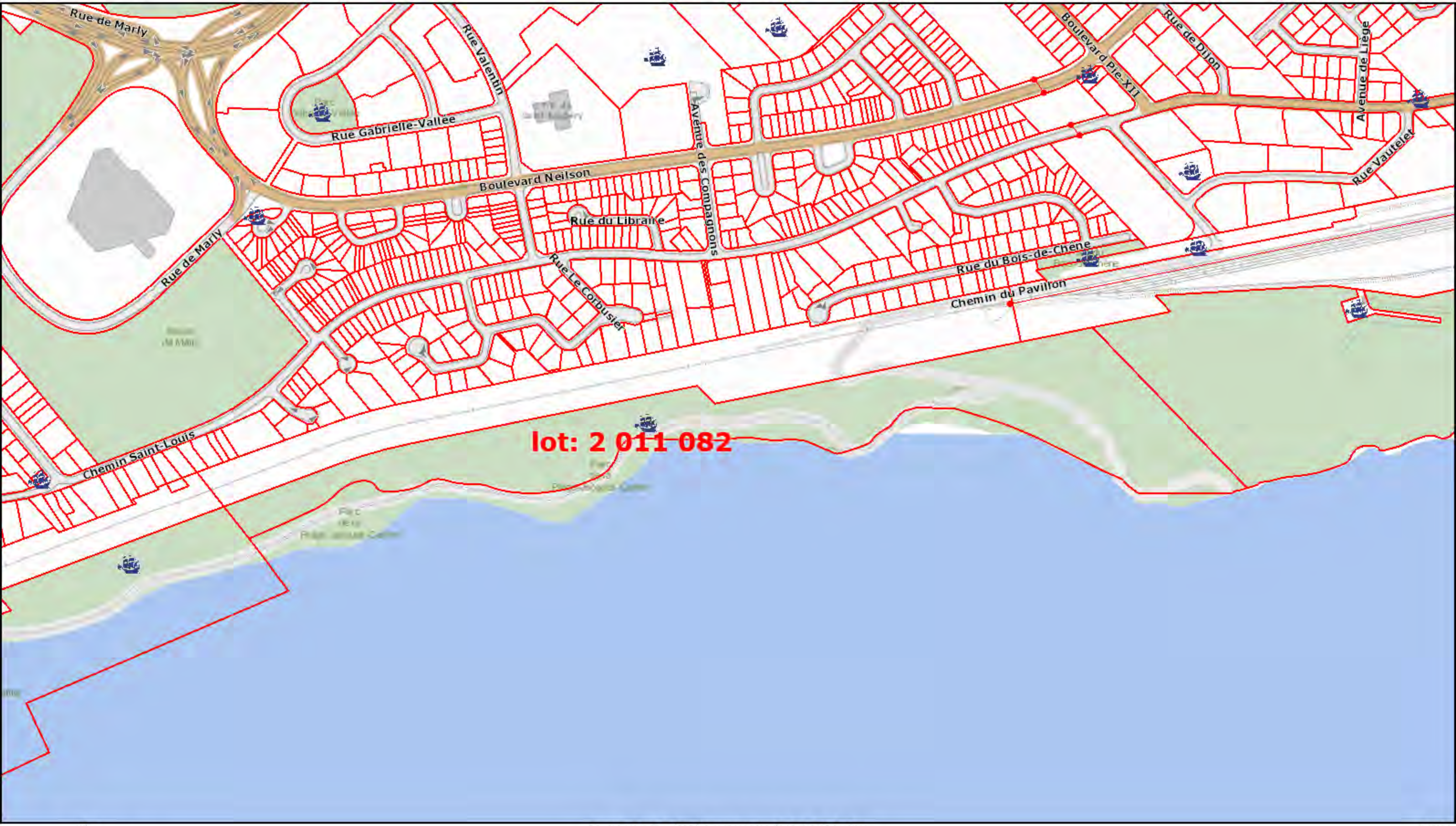
# ANNEXE 1

## PLANS CADASTRAUX

Date: 2015-03-31

# Stabilisation des berges plage Jacques-Cartier

lot: 2 011 082




100 m
600 pi

Source : Base de données corporatives de la ville de Québec

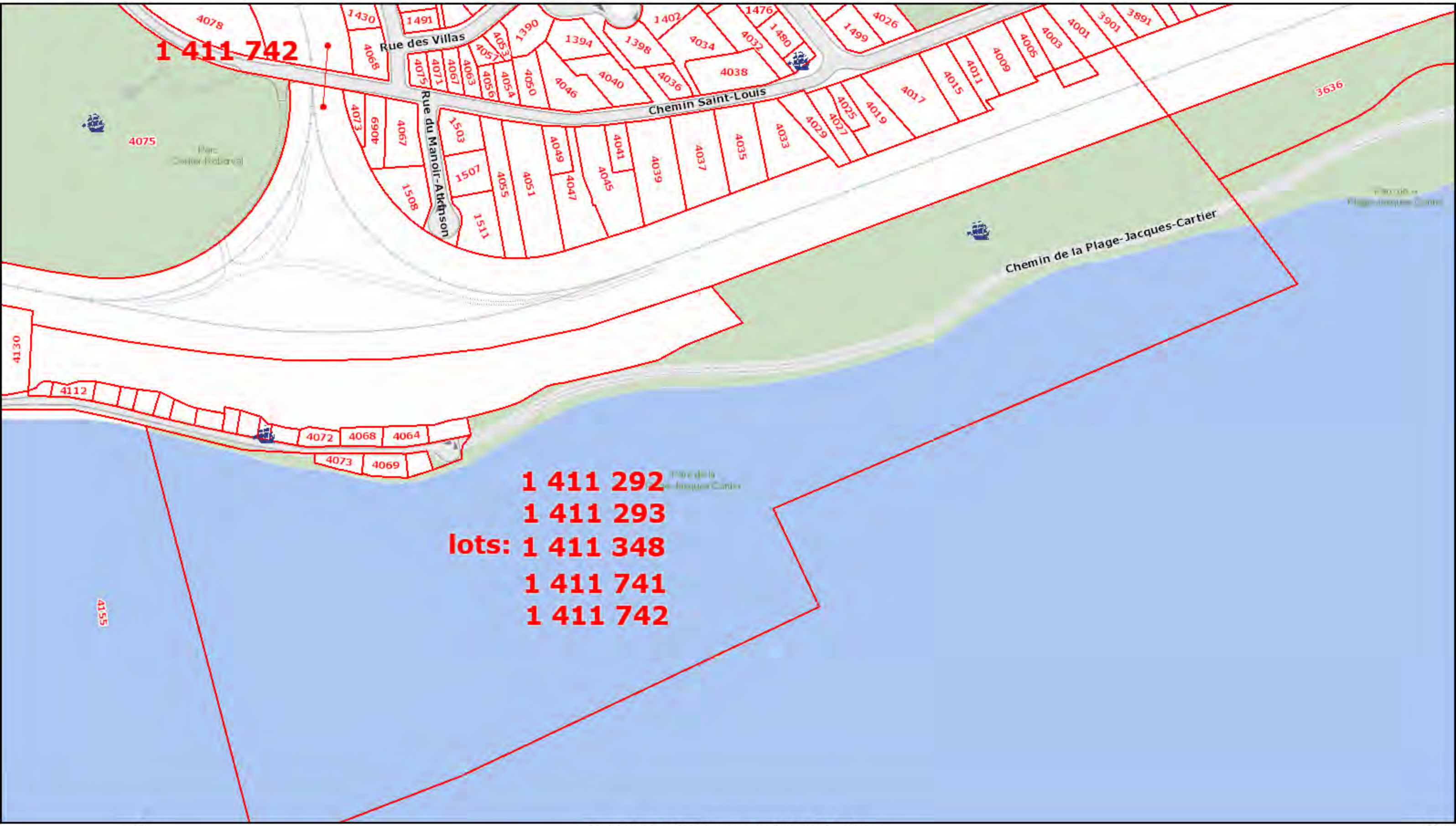
Ces informations vous sont fournies à titre informatif seulement.
Une validation terrain peut s'avérer nécessaire.

1:5000

Date: 2015-03-31

# Stabilisation des berges plage Jacques-Cartier

lot: 1 411 292, 1 411 293, 1 411 741, 1 411 742 et 1 411 348




95 m
300 pi

Source : Base de données corporatives de la ville de Québec

Ces informations vous sont fournies à titre informatif seulement.
Une validation terrain peut s'avérer nécessaire.

1:2500

# ANNEXE 2

## DOCUMENTATION DE LA VILLE DE QUÉBEC

## Geraldine Garnier

**De:** Simon.Paradis@ville.quebec.qc.ca
**Envoyé:** 24 avril 2015 07:59
**À:** cdesjardins@groupeabs.com
**Cc:** Stephane.Levesque@ville.quebec.qc.ca
**Objet:** RE: Phase I - Plage Jacques-Cartier

**Catégories:** Enregistré

Bonjour,

Je viens de jeter un coup d'œil dans notre inventaire des propriétés municipales contaminées et il n'y a rien dans ce secteur.

Salutations,

Simon Paradis
**Ingénieur**
Réseaux Périphérie

**Ville de Québec**
Service de l'ingénierie
65, rue Sainte-Anne, 5e étage
Québec (Québec)  G1R 3X5
**Téléphone : 418 641-6411, poste 5243**
Télécopieur : 418 641-6548
simon.paradis@ville.quebec.qc.ca

---

**De :** Chantal Desjardins [mailto:cdesjardins@groupeabs.com]
**Envoyé :** 23 avril 2015 18:23
**À :** Paradis, Simon (ING-RP)
**Cc :** Lévesque, Stéphane (ING-RP); Gama Coelho, Marcilio (ING-RP)
**Objet :** RE: Phase I - Plage Jacques-Cartier

Bonjour,

Je finalise le rapport de phase I et je voulais vérifier avec vous que la Ville de Québec ne possède bel et bien aucun dossier à caractère environnemental pour le site à l'étude.

Salutations,

**Chantal Desjardins, géo., M.Sc.**
Chargée de projets – Division Environnement | Groupe ABS
Groupe ABS
514.493.9344 | 3111

514.493.6228 | Télécopieur
514.444-5922 | Cellulaire

7950, rue Vauban | Montréal | Qc | H1J 2X5
**www.groupeabs.com**

**Avant d'imprimer, pensez à l'environnement !**
Le présent message et les documents qui y sont joints sont destinés exclusivement au destinataire indiqué et leur teneur peut être confidentielle. Si vous recevez le présent message par erreur, veuillez nous en aviser immédiatement et le détruire, ainsi que les documents qui y sont joints. Merci.

---

**De :** Simon.Paradis@ville.quebec.qc.ca [mailto:Simon.Paradis@ville.quebec.qc.ca]
**Envoyé :** 9 avril 2015 10:16
**À :** cdesjardins@groupeabs.com
**Cc :** Stephane.Levesque@ville.quebec.qc.ca; Marcilio.GamaCoelho@ville.quebec.qc.ca
**Objet :** RE: Phase I - Plage Jacques-Cartier

Bonjour,

J'ai vérifié et les travaux de la conduite date de 1968.

Salutations,

Simon Paradis

**Ingénieur**
Réseaux Périphérie

**Ville de Québec**
Service de l'ingénierie
65, rue Sainte-Anne, 5e étage
Québec (Québec)  G1R 3X5
**Téléphone : 418 641-6411, poste 5243**
Télécopieur : 418 641-6548
simon.paradis@ville.quebec.qc.ca

---

**De :** Chantal Desjardins [mailto:cdesjardins@groupeabs.com]
**Envoyé :** 9 avril 2015 10:06
**À :** Paradis, Simon (ING-RP)
**Cc :** Lévesque, Stéphane (ING-RP); Gama Coelho, Marcilio (ING-RP)
**Objet :** RE: Phase I - Plage Jacques-Cartier

Bonjour,

Voici la photographie aérienne de 1977 en haute résolution.

Merci,

**Chantal Desjardins, géo., M.Sc.**
Chargée de projets – Division Environnement | Groupe ABS

514.493.9344 | 3111
514.493.6228 | Télécopieur
514.444-5922 | Cellulaire

7950, rue Vauban | Montréal | Qc | H1J 2X5
**www.groupeabs.com**

**Avant d'imprimer, pensez à l'environnement !**
Le présent message et les documents qui y sont joints sont destinés exclusivement au destinataire indiqué et leur teneur peut être confidentielle. Si vous recevez le présent message par erreur, veuillez nous en aviser immédiatement et le détruire, ainsi que les documents qui y sont joints. Merci.

---

**De :** Simon.Paradis@ville.quebec.qc.ca [mailto:Simon.Paradis@ville.quebec.qc.ca]
**Envoyé :** 9 avril 2015 08:27
**À :** cdesjardins@groupeabs.com
**Cc :** Stephane.Levesque@ville.quebec.qc.ca; Marcilio.GamaCoelho@ville.quebec.qc.ca
**Objet :** RE: Phase I - Plage Jacques-Cartier

Bonjour madame Desjardins,

Voici les photos aériennes 1945, 1965,1985. Je ne vois riens en bordure du fleuve.

Salutations,

Simon Paradis
**Ingénieur**
Réseaux Périphérie

**Ville de Québec**
Service de l'ingénierie
65, rue Sainte-Anne, 5e étage
Québec (Québec)  G1R 3X5
**Téléphone : 418 641-6411, poste 5243**
Télécopieur : 418 641-6548
simon.paradis@ville.quebec.qc.ca

---

**De :** Chantal Desjardins [mailto:cdesjardins@groupeabs.com]
**Envoyé :** 8 avril 2015 15:45
**À :** Paradis, Simon (ING-RP)
**Cc :** Gama Coelho, Marcilio (ING-RP)
**Objet :** Phase I - Plage Jacques-Cartier

Bonjour,

Un bâtiment industriel est visible près du bord du fleuve sur la photographie aérienne de 1977.

Je n'ai trouvé aucune information concernant ce terrain. Serait-il possible de vérifier de votre côté dans les dossiers de la ville.

Merci,

**Chantal Desjardins, géo., M.Sc.**
Chargée de projets – Division Environnement | Groupe ABS
514.493.9344 | 3111
514.493.6228 | Télécopieur
514.444-5922 | Cellulaire

7950, rue Vauban | Montréal | Qc | H1J 2X5
**www.groupeabs.com**

**Avant d'imprimer, pensez à l'environnement !**
Le présent message et les documents qui y sont joints sont destinés exclusivement au destinataire indiqué et leur teneur peut être confidentielle. Si vous recevez le présent message par erreur, veuillez nous en aviser immédiatement et le détruire, ainsi que les documents qui y sont joints. Merci.

**Rôle d'évaluation foncière**
**Municipalité de Québec**
**En vigueur pour les exercices financiers 2013,2014 et 2015**

Date du marché : 1er juillet 2011
Consultez la facture de taxes de cette propriété (site Taxation, facturation et perception).

## 1. Identification de l'unité d'évaluation

| | |
|---|---|
| **Adresse** | chemin de la Plage-Jacques-Cartier |
| **Arrondissement** | Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge |
| **Numéro de lot** | 1411741, 1411292, 1411348, 1411293, 1411742 |
| **Numéro matricule** | 4179-20-8071-1-000-0000 |
| **Utilisation prédominante** | Parc pour la récréation en général |
| **Numéro d'unité voisinage** | 8599 |
| **Dossier no** | F151809 |

## 2. Propriétaire

| | |
|---|---|
| **Nom** | VILLE DE QUÉBEC |
| **Adresse postale** | 750 rue du Prince-Edouard App. 101<br>Québec<br>G1K 0A1 |

| | |
|---|---|
| **Date d'inscription au rôle** | 1980-01-01 |
| **Condition particulière d'inscription** | Propriétaire du terrain |

## 3. Caractéristiques de l'unité d'évaluation

### Caractéristiques du terrain

| | |
|---|---|
| **Mesure frontale** | |
| **Superficie** | 162975.60 m2 |
| **Zonage agricole** | Non zoné |

### Caractéristiques du bâtiment principal

| | |
|---|---|
| **Nombre d'étage** | |
| **Année de construction** | |
| **Aire d'étages** | |
| **Genre de construction** | |
| **Lien physique** | |
| **Nombre de logements** | |
| **Nombre de locaux non-résidentiels** | |
| **Nombre de chambres locatives** | |

## 4.Valeurs au rôle d'évaluation

| | |
|---|---|
| **Date de référence du marché** | 2011-07-01 |
| **Valeur du terrain** | 498 000 $ |
| **Valeur du bâtiment** | |
| **Valeur de l'immeuble** | 498 000 $ |
| **Valeur de l'immeuble au rôle antérieur** | 498 000 $ |

## 5. Répartitions fiscales

| | |
|---|---|
| **Catégorie et classe d'immeuble à des fins d'application des taux variés de taxation** | Résiduelle |
| **Valeur imposable de l'immeuble** | $ |
| **Valeur non imposable de l'immeuble** | 498 000 $ |

### Répartition des valeurs

| Imposabilité | Montant |
|---|---|
| Terrain non imposable | 498 000 $ |
| Immeuble non imposable | 498 000 $ |

### Source législative

| Nom de la loi | Article | Alinéa |
|---|---|---|
| Loi sur la fiscalité municipale | 204 | 3 |

**Rôle d'évaluation foncière**

**Municipalité de Québec**

**En vigueur pour les exercices financiers 2013,2014 et 2015**

Date du marché : 1er juillet 2011

Consultez la facture de taxes de cette propriété (site Taxation, facturation et perception).

## 1. Identification de l'unité d'évaluation

| | |
|---|---|
| **Adresse** | 3636 chemin du Pavillon |
| **Arrondissement** | Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge |
| **Numéro de lot** | 2011082-P1 |
| **Numéro matricule** | 4279-02-3076-1-000-0000 |
| **Utilisation prédominante** | Parc à caractère récréatif et ornemental |
| **Numéro d'unité voisinage** | 3068 |
| **Dossier no** | F153659 |

## 2. Propriétaire

| | |
|---|---|
| **Nom** | VILLE DE QUÉBEC |
| **Adresse postale** | 750 rue du Prince-Edouard App. 101<br>Québec<br>G1K 0A1 |

| | |
|---|---|
| **Date d'inscription au rôle** | 1984-03-28 |
| **Condition particulière d'inscription** | Propriétaire du terrain |

## 3. Caractéristiques de l'unité d'évaluation

### Caractéristiques du terrain

| | |
|---|---|
| **Mesure frontale** | |
| **Superficie** | 129698.60 $m^2$ |
| **Zonage agricole** | Non zoné |

### Caractéristiques du bâtiment principal

| | |
|---|---|
| **Nombre d'étage** | 1 |
| **Année de construction** | 1994 |
| **Aire d'étages** | 272.4 $m^2$ |
| **Genre de construction** | |
| **Lien physique** | |
| **Nombre de logements** | |
| **Nombre de locaux non-résidentiels** | 1 |
| **Nombre de chambres locatives** | |

## 4.Valeurs au rôle d'évaluation

| | |
|---|---|
| **Date de référence du marché** | 2011-07-01 |
| **Valeur du terrain** | 920 000 $ |
| **Valeur du bâtiment** | 900 000 $ |
| **Valeur de l'immeuble** | 1 820 000 $ |
| **Valeur de l'immeuble au rôle antérieur** | 1 912 000 $ |

## 5. Répartitions fiscales

| | |
|---|---|
| **Catégorie et classe d'immeuble à des fins d'application des taux variés de taxation** | Résiduelle |
| **Valeur imposable de l'immeuble** | $ |
| **Valeur non imposable de l'immeuble** | 1 820 000 $ |

### Répartition des valeurs

### Source législative

| Imposabilité | Montant | Nom de la loi | Article | Alinéa |
|---|---|---|---|---|
| Terrain non imposable | 920 000 $ | Loi sur la fiscalité municipale | 204 | 3 |
| Bâtiment non imposable | 900 000 $ | Loi sur la fiscalité municipale | 204 | 3 |
| Immeuble non imposable | 1 820 000 $ | | | |

# ANNEXE 3

## RÉPONSE D'OPTA

1824667

**SOUMISSION - CONFIRMATION**
**SERVICES RELATIFS À L'ENVIRONNEMENT**
**inspections-quebec@scm.ca**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **No de demande :** 8188 S | | **DATE : 2015-04-03** | |
| **Client :** | **Groupe ABS** | **Demandé par :** | **Chantal Desjardins** |
| **Adresse :** | **7950 rue Vauban, H1J 2X5, Montréal** | **No de Projet :** | **E7-14-0030** |
| **No de téléphone :** | **514-444-5922** | **Bon de commande :** | **04-7053** |
| **No de télécopieur :** | **514-493-6228** | **Référence RMS :** | |

**Suite à votre demande, nous avons procédé à une recherche d'information pour l'établissement situé à l'adresse mentionnée ci-dessous :**

Adresse : **Plage Jacques-Cartier (terrain situé du côté sud de la voie ferrée, entre les rues perpendiculaires, Pie-XII à l'est et Côte de Cap-Rouge à l'ouest)**
Localité : **Québec**
Code postal : G1Y 1W3

Comme suite à cette recherche, nous vous informons que :

- ☑ nous n'avons pas d'information pour l'établissement susmentionné (frais minimum s'applique)
- ☑ nous n'avons pas de plans d'assurance incendie pour l'établissement susmentionné
- ☐ nous avons un dossier contenant ce qui suit :

**Rapport(s) d'inspection:**
Nombre : 0 Date (s) _____
Mode de chauffage : Année de construction :
Rajouts (années) :

**Plan(s)**

- ☐ Plan 8 ½ x 11 (inclus avec le(s) rapport(s) d'inspection)
- ☐ Grand plan **Date :** _____
- ☐ Plan d'assurance incendie (Underwriters' Survey Bureau) **Date :** _____

**COÛT TOTAL (taxes en sus) :** 50,00$

***NB : les frais d'expédition et de reproduction de grand plan seront ajoutés au coût total sur la facture officielle.***

**Demande traitée par :** Suzanne Carrière 07 AVR. 2015

***Veuillez noter que ce document n'est pas une facture. Voir Conditions de Services sur la page 2.***

## CONFIRMATION DE SERVICES :

**Retourner à OPTA par : Fax : (514) 844-0777 OU COURRIEL À environmental@optaintel.ca**

***Le demandeur a lu et accepté les conditions de services énumérées à la page 2 de ce document.***

☐ Veuillez me faire parvenir les documents ☐ Je ne désire aucun document

**Suite à une recherche avec, le cas échéant, des documents disponibles, j'accepte que des frais minimum de 50,00$ soient facturés après 30 jours d'attente.**
Adresse d'expédition pour les documents : ☐ Même que susmentionnée
Autre : Adresse :
Municipalité : Code postal :

**Signature du demandeur :** **Date :**

*Révision: novembre 2012*



www.scm-rms.ca • Téléphone : (514) 735-3561 ou 1-800-263-5361 • Télécopieur : (514) 844-0777

# ANNEXE 4

## RÉPONSE DU MDDELCC

## Geraldine Garnier

**De:** dr03.accesinfo@mddelcc.gouv.qc.ca
**Envoyé:** 9 juin 2015 09:55
**À:** cdesjardins@groupeabs.com
**Objet:** RE : Demande d'accès à l'information concernant le Parc de la plage Jacques-Cartier - Lots 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742, 2 011 082

Bonjour Mme Desjardins,

En réponse à votre courriel, voici un sommaire des dossiers et documents présents :

Certificat d'autorisation, Stabilisation et restauration végétale de la rive du St-Laurent, Ville de Cap-Rouge, 10 juillet 2001, dossier 7430-03-01-2306507
30 photographies de 1988 à 1992, dossier 7430-03-01-2306000
Certificat d'autorisation, Aménagement de la Plage J-Cartier et consolidation de l'îlot du Parc nautique à Cap-Rouge, 11 mai 1994, dossier 7430-03-01-2035001
2 rapports d'inspection, 1995, 1996 - dossier 7430-03-01-2040002
Certificat d'autorisation, Nettoyage du talus de la rive du Fleuve St-Laurent dans la ville de Ste-Foy, 24 septembre 1998, dossier 7430-03-01-2306002
Certificat d'autorisation, Aménagements riverains dans un secteur de la Plage J-Cartier, 25 mai 2006, dossier 7430-03-23027-01-3
Autorisation du ministre, Parc nautique de Cap-Rouge et chemin de la Plage J.-Cartier, divers travaux d'aménagement, 30 mai 1995, dossier 7430-03-01-2306501
Certificat d'autorisation, Aménagement et stabilisation de la rive à la Plage J-Cartier, 12 juin 1995, dossier 7430-03-01-2306501
Certificat d'autorisation, Travaux consistant à compléter l'aménagement du site de la Plage J.-Cartier, 12 juin 1995, dossier 7430-03-01-2306000
Certificat d'autorisation, Réparation de la rampe de mise à l'eau du Parc nautique de Cap-Rouge, 6 janvier 2000, dossier 7430-03-01-23065-05

Prenez note qu'il s'agit d'un sommaire non exhaustif. Chaque dossier contenant les rapports d'analyse, les documents cités (feuillets, cartes, études, correspondance, etc.) Il existe également d'autres dossiers à caractère juridique. Dans la plupart des cas, comme le ministère n'est pas l'auteur de ces ouvrages, la disponibilité de ceux-ci est visée par un avis au tiers (article 25 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics). Dans le cas où certains documents relèvent d'un autre organisme public, (ex. Ville de Québec), nous devons vous référer à cet organisme.

N'hésitez pas à communiquer avec moi pour toute question complémentaire.

Sincères salutations,

M. Jeannot Villeneuve
Répondant régional de l'accès aux documents
Direction régionale de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
1175, boul. Lebourgneuf, bureau 100, Québec, (Québec) G2K 0B7
Tél. : 418-644-8844 poste 297 / Téléc. : 418-646-1214
dr03.accesinfo@mddelcc.gouv.qc.ca

Avis relatif à la confidentialité

Le présent message peut contenir des renseignements personnels et confidentiels, et cela à l'usage exclusif du destinataire ci-dessus mentionné. Si vous n'êtes pas le destinataire concerné ou une personne autorisée, vous êtes par la présente avisé qu'il est strictement interdit de diffuser, d'utiliser, de reproduire ou de dévoiler le contenu du présent message. Si le message vous a été transmis par erreur, veuillez le détruire sans garder de copie et nous en aviser immédiatement par courriel. Votre collaboration à cet égard sera vivement appréciée.

-----Message d'origine-----
**De :** Chantal Desjardins [mailto:cdesjardins@groupeabs.com]
**Envoyé :** 8 juin 2015 13:46
**À :** DR03 - Accès à l'information
**Objet :** RE: Demande d'accès à l'information concernant le Parc de la plage Jacques-Cartier - Lots 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742, 2 011 082

Bonjour,

Suite à notre demande, vous nous informiez que des documents étaient disponibles pour les lots à l'étude. Est-il possible d'obtenir seulement une liste sommaire de ces dossiers.

Merci et bonne journée,

**Chantal Desjardins, géo., M.Sc.**
Chargée de projets – Division Environnement | Groupe ABS
514.493.9344 | 3111
514.493.6228 | Télécopieur
514.444-5922 | Cellulaire

7950, rue Vauban | Montréal | Qc | H1J 2X5
**www.groupeabs.com**

**Avant d'imprimer, pensez à l'environnement !**
Le présent message et les documents qui y sont joints sont destinés exclusivement au destinataire indiqué et leur teneur peut être confidentielle. Si vous recevez le présent message par erreur, veuillez nous en aviser immédiatement et le détruire, ainsi que les documents qui y sont joints. Merci.

---

**De :** dr03.accesinfo@mddelcc.gouv.qc.ca [mailto:dr03.accesinfo@mddelcc.gouv.qc.ca]
**Envoyé :** 23 avril 2015 14:51
**À :** cdesjardins@groupeabs.com
**Objet :** Demande d'accès à l'information concernant le Parc de la plage Jacques-Cartier - Lots 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742, 2 011 082

Madame,

Nous avons bien reçu votre demande du 23 avril 2015 concernant l'objet précité. Des recherches ont été entreprises afin d'y donner suite.

Par ailleurs, en vertu de l'article 46 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (L.R.Q., c. A-2.1), nous vous signalons que si le délai de vingt jours imparti par la loi […] pour vous répondre n'est pas respecté, vous aurez droit de recours devant la Commission d'accès à l'information. Vous trouverez ci-annexée une note explicative concernant l'exercice de ce recours.

Si vous désirez plus de renseignements, vous pouvez vous adresser au soussigné, au numéro 418 644-8844, poste 297.

Veuillez agréer, madame, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

M. Jeannot Villeneuve

Répondant régional de l'accès aux documents
Direction régionale de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
1175, boul. Lebourgneuf, bureau 100, Québec, (Québec) G2K 0B7
Tél. : 418-644-8844 poste 297 / Téléc. : 418-646-1214
dr03.accesinfo@mddelcc.gouv.qc.ca

Avis relatif à la confidentialité

Le présent message peut contenir des renseignements personnels et confidentiels, et cela à l'usage exclusif du destinataire ci-dessus mentionné. Si vous n'êtes pas le destinataire concerné ou une personne autorisée, vous êtes par la présente avisé qu'il est strictement interdit de diffuser, d'utiliser, de reproduire ou de dévoiler le contenu du présent message. Si le message vous a été transmis par erreur, veuillez le détruire sans garder de copie et nous en aviser immédiatement par courriel. Votre collaboration à cet égard sera vivement appréciée.

# ANNEXE 5

## DOCUMENTATION PHOTOGRAPHIQUE

**PHOTOGRAPHIE 1 :**



Vue en direction est, à proximité de l'extrémité ouest du site à l'étude.

**PHOTOGRAPHIE 2 :**



Vue en direction est (à partir de l'extrémité ouest du site).

**PHOTOGRAPHIE 3 :**



Vue en direction ouest, à proximité de l'extrémité est du site.

**PHOTOGRAPHIE 4 :**



Sols sur la falaise du côté nord du site, à environ 850 m à partir de l'extrémité ouest du site.

**PHOTOGRAPHIE 5 :**



Vue en direction ouest : présence possible de remblais au sud du chemin en bordure du fleuve.

**PHOTOGRAPHIE 6 :**



Vue en direction ouest d'une partie du chemin de la plage Jacques-Cartier.

**PHOTOGRAPHIE 7 :**



Vue en direction nord de la falaise rocheuse à partir de l'extrémité ouest du chemin de la plage Jacques-Cartier.

**PHOTOGRAPHIE 8 :**



Vue en direction est (à partir du centre du site).

**PHOTOGRAPHIE 9 :**



Vue en direction ouest : terrains adjacents résidentiels situés du côté ouest du site.

**PHOTOGRAPHIE 10 :**



Vue en direction nord-est de la voie ferrée et des résidences situées en haut de la falaise.

**PHOTOGRAPHIE 11 :**



Vue en direction sud-ouest de la voie ferrée du haut de la falaise (côté nord du site).

**PHOTOGRAPHIE 12 :**



Vue vers le sud du réservoir de gaz propane situé du côté nord-est du site, sur le terrain de la voie ferrée.

# ANNEXE 6

## SPÉCIFICATIONS DES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES

**Amiante**

L'utilisation de ce matériau a été interdite en 1980 (*Loi sur les produits dangereux* de Santé Canada). Avant cette date, il est possible de trouver des fibres d'amiante dans les bâtiments. Il est à noter que la visite de la propriété ne comprenait pas une inspection complète (notamment à l'intérieur des murs ou intrusive) de la présence d'amiante dans les bâtiments (le cas échéant).

**Radon**

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle qui provient de la désintégration de l'uranium présent dans la croûte terrestre. En fonction de sa profondeur et de divers facteurs, dont la perméabilité du sol, le radon peut trouver son chemin jusqu'à la surface et s'accumuler avec le temps dans les endroits peu ventilés, comme le sous-sol d'une maison. Dans ce cas, ce gaz peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine. Les secteurs géographiques problématiques pour la concentration en radon identifiés par les études de la Commission géologique du Canada réalisées entre 1992 et 1993 sont les suivants : Oka, Saint-André-d'Argenteuil, Mont-Saint-Hilaire et Baie-Johan-Beetz.

**Biphényles polychlorés (BPC)**

L'utilisation de biphényles polychlorés (BPC) comme fluide dans les équipements électriques était commune, et ce, jusqu'en 1980. À partir du 1er juillet 1980, le *Règlement sur les biphényles polychlorés* a interdit la fabrication d'équipements électriques contenant des BPC, comme les condensateurs de ballasts des néons. Le cas échéant, dans un cas de remplacement, les ballasts doivent être entreposés puis disposés selon les lois fédérales et provinciales sur l'environnement, notamment selon le *Règlement sur le stockage des matériels contenant des BPC* (DORS/92-507). Toutefois, la disposition des ballasts n'est pas obligatoire tant qu'ils continueront de fonctionner.

**Substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) et halocarbures de remplacement**

La production de SACO a commencé dans les années trente à des fins de réfrigération. Toutefois, leur utilisation est de moins en moins fréquente, en raison de leur contribution à la destruction de la couche d'ozone ainsi qu'à l'augmentation de l'effet de serre. Depuis 1992, le Canada a adopté un règlement pour contrôler l'importation, la fabrication, l'utilisation dans certains cas, la vente et l'exportation des SACO et a mis à jour la liste des substances toxiques de l'annexe 1 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). Les SACO suivantes ne sont plus consommées (produites, importées, exportées) au Canada : les chlorofluorocarbures (CFC), les halons, le tétrachlorure de carbone, le 1,1,1-trichloroéthane, les hydrobromofluorocarbures (HBFC) et, depuis le 1er janvier 2005, le bromure de méthyle.

Les équipements et les produits qui pourraient contenir des SACO sont les réfrigérateurs, les congélateurs, les climatiseurs, les systèmes d'extinction d'incendie (halons), les inhalateurs doseurs, la réfrigération et climatisation (CFC et HCFC), le dégraissage aux solvants, les mousses plastiques et les pesticides (bromure de méthyle).

**Mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF)**

La MIUF a été introduite dans le domaine de la construction dans les années soixante afin de combler les cavités inaccessibles des murs des bâtiments. L'utilisation de la MIUF a été interdite par le gouvernement fédéral en 1980 en raison des effets néfastes soupçonnés à long terme sur la santé humaine. Il est à noter que dans le cadre du présent mandat, aucune investigation n'a été effectuée dans les cloisons et les plafonds des bâtiments (le cas échéant).

**Peinture à base de plomb**

Selon le *Règlement sur les revêtements* (DORS/2005-109), qui abroge le *Règlement sur les produits dangereux* (revêtements liquides), adopté en 1976 en vertu de la *Loi sur les produits dangereux*, la teneur en plomb des peintures est limitée à une valeur de 90 mg/kg (0,009 p. 100 poids/poids). Avant 1976, la peinture est susceptible de contenir des teneurs en plomb jugées néfastes pour la santé humaine. Il est à noter que la peinture à base de plomb ne présente aucun risque pour la santé tant qu'elle ne s'écaille ou ne se détache pas. Il est à noter que seul un prélèvement pourrait statuer sur la présence de peintures à base de plomb.




GROUPE ABS

# RAPPORT FINAL

CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE
DES SOLS – PHASE II

PLAGE JACQUES-CARTIER,
ARRONDISSEMENT DE SAINTE-FOY-
SILLERY-CAP-ROUGE
QUÉBEC, QUÉBEC

CODE CLIENT : **QUEBEC103**
N/D : **E7-14-1933-13**
V/D : **PSP 140 255/VQ-47017**

Juillet 2015

Ville de Québec

# RAPPORT FINAL

CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE
DES SOLS – PHASE II

PLAGE JACQUES-CARTIER,
ARRONDISSEMENT DE SAINTE-FOY-
SILLERY-CAP-ROUGE
QUÉBEC, QUÉBEC

CODE CLIENT : **QUEBEC103**
N/D : **E7-14-1933-13**
V/D : **PSP 140 255/VQ-47017**

Juillet 2015


*Préparé par*
**Guillaume Rogel, géo., M. Sc.**
Chargé de projets
OGQ n° 1245

*Approuvé par*
**Robert Marier, géo.**
Directeur | Division Environnement
OGQ n° 775


**CONFIDENTIEL**
Rapport présenté à

M. Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A
Ville de Québec
65, rue Sainte-Anne, édifice Price
Bureau 610
Québec (Québec)  G1R 3X5

Ville de Québec

**CONFIDENTIEL** **CONFIDENTIEL** **CONFIDENTIEL**

Ce document est présenté et destiné à l'attention exclusive de la **Ville de Québec** et n'a été distribué ni transmis à aucun autre organisme, ministère, gouvernement ou individu. Ce rapport contient des informations qui sont légalement privilégiées et de nature confidentielle.

Toute diffusion, partielle ou complète, de quelque manière que ce soit, est strictement interdite sans l'obtention préalable du consentement écrit de la **Ville de Québec** et de **Groupe ABS inc.**

## TABLE DES MATIÈRES

**Page**

**Note au lecteur** ..... **i**

**1.0 INTRODUCTION** ..... **1**

**2.0 OBJECTIF** ..... **1**

**3.0 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SITE** ..... **2**

3.1 LOCALISATION DU SITE ..... 2

3.2 GÉOLOGIE ..... 2

**4.0 CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES SOLS** ..... **2**

4.1 MÉTHODOLOGIE ..... 3

4.2 LOCALISATION DES SONDAGES ..... 3

4.3 PROCÉDURES DE PRÉLÈVEMENT, DE TRANSPORT ET DE CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS DE SOLS ..... 4

**5.0 ANALYSES CHIMIQUES** ..... **4**

5.1 SÉLECTION DES PARAMÈTRES ANALYTIQUES ..... 4

5.2 CRITÈRES D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES DES SOLS ..... 5

5.3 PROGRAMME DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ ..... 5

**6.0 RÉSULTATS** ..... **5**

6.1 STRATIGRAPHIE ..... 5

6.2 INDICES ORGANOLEPTIQUES DE CONTAMINATION ET MATIÈRES RÉSIDUELLES ..... 6

6.3 RÉSULTATS ANALYTIQUES ..... 6

6.4 VALIDITÉ DES RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOLS ..... 7

**7.0 ESTIMATION DES VOLUMES DE SOLS POUR FINS DE GESTION** ..... **8**

**8.0 GESTION DES DÉBLAIS D'EXCAVATION** ..... **10**

8.1 SOLS INFÉRIEURS AU NIVEAU « A » ..... 10

8.2 SOLS DANS LA PLAGE « A-B » ..... 10

**9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS** ..... **11**

**10.0 PORTÉE, UTILISATION DU RAPPORT ET LIMITATION DE RESPONSABILITÉ** ..... **14**

**11.0 TITRES ET QUALITÉS DES CONSULTANTS** ..... **15**

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : LOCALISATION DU SITE

ANNEXE 2 : DOCUMENTATION PHOTOGRAPHIQUE

ANNEXE 3 : LOCALISATION DES TRAVAUX

ANNEXE 4 : RAPPORTS DE SONDAGES

ANNEXE 5 : CRITÈRES GÉNÉRIQUES DE LA POLITIQUE DU MDDELCC ET CADRE DE GESTION DES TENEURS NATURELLES EN MANGANÈSE DANS LE SOL

ANNEXE 6 : TABLEAU DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

ANNEXE 7 : CERTIFICAT D'ANALYSES CHIMIQUES

---

**Note** : Dans le présent rapport, toute mention de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, ainsi que des divers règlements, guides ou lignes directrices, renvoie à la documentation la plus récente publiée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

## 1.0 INTRODUCTION

Le 6 mai 2015, **Groupe ABS inc. (ABS)** a été mandaté par **Ville de Québec**, représentée par monsieur Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A., afin de réaliser une caractérisation environnementale des sols – Phase II de la plage Jacques-Cartier dans l'arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge à Québec. Il est à noter que le présent mandat s'inscrit dans le cadre de travaux projetés de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier.

Les conclusions du mandat d'évaluation environnementale de site (ÉES) – Phase I réalisée par ABS en juin 2015 (N/d : E7-14-1933-06) ont révélé des sources de contamination potentielle, en l'occurrence la présence de bâtiments non résidentiels ou industriels sur un bout de terrain de moins de 200 m de long du côté sud du chemin de la plage Jacques-Cartier (photographie aérienne de 1977).

De plus, suite à des discussions avec des intervenants de la Ville et de la firme Roche, les sondages suivants ont été demandés aux fins de reconnaissance des sols :

- Sondages aux 50 ou 75 mètres aux chaînages des travaux dans la partie de la rive et non sur le chemin piétonnier, entre les chaînages 0+075 à 0+250, 0+450 à 0+620, 0+730 à 0+820 et 1+020 à 1+130;
- Qualification (identification sommaire) du roc si présent à moins de 1,2 m de profondeur.

Le présent mandat a été réalisé en conformité avec les spécifications de l'appel d'offres de services professionnels, contrat VQ-47017, Études géotechniques et environnementales relatives à des projets spéciaux (PSP 140 255), conclu entre la Ville de Québec et ABS pour les années 2014 et 2015.

## 2.0 OBJECTIF

L'objectif des travaux de caractérisation est de réduire les incertitudes relatives à la qualité environnementale des sols du site à l'étude, notamment dans les secteurs sensibles identifiés dans les conclusions de l'ÉES – Phase I.

Les résultats obtenus permettront également d'apporter des recommandations sur la gestion des déblais d'excavation dans le cadre des travaux projetés de stabilisation des berges pour le site à l'étude ainsi que sur la gestion des sols contaminés, le cas échéant.

## 3.0 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SITE

### 3.1 Localisation du site

La propriété, qui appartient à la Ville de Québec, est actuellement occupée par le parc de la plage Jacques-Cartier en bordure du fleuve Saint-Laurent, à environ 1,2 km à l'ouest du pont de Québec. Une voie ferrée est présente du côté nord suivie d'un secteur résidentiel. Le terrain est composé des lots rénovés 1 411 292, 1 411 293, 1 411 348, 1 411 741, 1 411 742 et 2 011 082 du cadastre du Québec, tel que décrit au Bureau de la publicité des droits.

Coordonnées géographiques centrales du site à l'étude : Latitude nord : 46,749443°
Longitude ouest : - 71,323639°

La localisation générale du site à l'étude est présentée en annexe 1.

### 3.2 Géologie

L'examen de la carte de la géologie des formations en surface, publiée par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (DV 84-10, 1985), révèle que la propriété repose directement sur le roc.

Selon la carte interactive du *Système d'information géominière du Québec* (SIGEOM – Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec), le site à l'étude fait partie du Groupe de Sillery et plus particulièrement des formations suivantes :

- Formation de Sainte-Foy-1 (parties ouest et centrale du site) constituée de mudslate rouge avec quelques interlits de shale et de mudstone vert et gris;
- Formation de Sainte-Foy-2 (partie centrale) constituée d'une alternance de shale vert, gris et rouge;
- Formation de Saint-Nicolas-4 (partie est du site) laquelle est constituée d'une alternance de grès feldspathique et de shale rouge avec un peu de grès quartzeux;
- Formation de Saint-Nicolas-5 (partie est du site) laquelle est constituée de mudstone et de shale rouge avec quelques interlits de siltstone et de grès quartzeux.

## 4.0 CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES SOLS

La présente section traite de la description des travaux de terrain et de la procédure de prélèvement des échantillons de sols.

### 4.1 Méthodologie

12 tranchées d'exploration, identifiées 15TE1 à 15TE12, ont été réalisées les 3 et 10 juin 2015 sous la supervision du personnel technique d'ABS. Il est à noter que le nombre et le positionnement des sondages ont été réalisés en accord avec la Ville de Québec et la firme Roche. Les sondages ont été réalisés à l'aide d'une mini-excavatrice de la compagnie Maxi-Paysage inc.

Une documentation photographique des travaux est présentée en annexe 2.

### 4.2 Localisation des sondages

L'implantation des tranchées d'exploration a été réalisée par ABS et leur position a été confirmée suite à la localisation des infrastructures souterraines des différentes entreprises de services publiques et privées. Il est à noter que la Ville de Québec a préalablement approuvé la localisation des sondages proposée par ABS. La localisation des tranchées d'exploration est montrée à la figure ENV-01 incluse en annexe 3.

Un relevé de nivellement des points de sondage, et leur localisation en coordonnées géodésiques NAD83 (SCOPQ) x, y, z, a été réalisé avec un appareil GPS de marque *Trimble R8GNSS/5800, Carnet TSC2.* Une précision de plus ou moins 10 mm a été obtenue pour les coordonnées **x** et **y** et une précision de plus ou moins 20 mm a été obtenue pour les élévations, soit les coordonnées **z**. Le tableau 1 résume les coordonnées des sondages réalisés.

**Tableau 1 : Coordonnées des sondages réalisés**

| FORAGE | COORDONNÉE Y | COORDONNÉE X | ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (EN MÈTRES) |
|---|---|---|---|
| 15TE1 | 241 938,32 | 5 179 143,75 | 2,62 |
| 15TE2 | 241 870,55 | 5 179 129,87 | 2,02 |
| 15TE3 | 241 686,55 | 5 179 145,61 | 0,95 |
| 15TE4 | 241 638,93 | 5 179 110,13 | 1,06 |
| 15TE5 | 241 606,48 | 5 179 160,42 | 5,33 |
| 15TE6 | 241 591,78 | 5 179 135,88 | 5,30 |
| 15TE7 | 241 484,39 | 5 179 070,43 | 2,05 |
| 15TE8 | 241 358,16 | 5 179 042,51 | 1,22 |
| 15TE9 | 241 417,29 | 5 179 064,01 | 2,55 |
| 15TE10 | 241 123,75 | 5 178 956,02 | 1,67 |
| 15TE11 | 241 050,79 | 5 178 950,56 | 1,48 |
| 15TE12 | 240 988,61 | 5 178 940,07 | 1,37 |

### 4.3 Procédures de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons de sols

Un total de 38 échantillons de sols, incluant 12 duplicata, a été prélevé à partir des 12 sondages. Le prélèvement et la manipulation des échantillons de sols ont été réalisés selon les procédures recommandées par le MDDELCC dans le cahier 5 (Échantillonnage des sols) du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* publié par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Des mesures de composés organiques volatils (COV) ont été effectuées sur tous les échantillons de sols prélevés, à l'aide d'un détecteur portable modèle Eagle de la marque RKI Instruments inc.

Des échantillons composés ont été prélevés pour tous les paramètres d'analyses. Les sols échantillonnés, qui ont été placés dans des contenants de verre de 250 ml et de 60 ml pour les analyses de COV, ont été maintenus à une température inférieure ou égale à 6 °C jusqu'à leur prise en charge par le laboratoire analytique. Les intervalles de profondeur de chaque prélèvement sont inscrits aux rapports de sondages présentés en annexe 4.

## 5.0 ANALYSES CHIMIQUES

Les analyses chimiques des échantillons de sols prélevés par ABS ont été réalisées au laboratoire d'analyses Maxxam Analytique inc. (Maxxam) situé à Québec. Ce laboratoire est certifié ISO 17025 et possède les accréditations requises du CEAEQ pour les paramètres analysés dans le cadre du présent projet.

Les échantillons de sols sélectionnés pour les analyses chimiques en laboratoire ont été déterminés sur la base des observations de terrain, des conclusions de l'ÉES – Phase I et des demandes formulées par la firme Roche en vue des travaux de stabilisation des rives.

### 5.1 Sélection des paramètres analytiques

Les analyses effectuées sur les échantillons de sols visaient à déterminer leurs concentrations pour l'un et/ou l'autre des paramètres suivants : hydrocarbures pétroliers $C_{10}$ à $C_{50}$ (HP $C_{10}$-$C_{50}$), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), métaux (14 éléments) et hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM).

Au total, 13 échantillons de sols ont été soumis à des analyses chimiques en laboratoire. De ce nombre, un duplicata (15TE5-2 DUP) a été soumis à des analyses chimiques en laboratoire pour les paramètres suivants : HP $C_{10}$-$C_{50}$, HAP et métaux (14 éléments).

### 5.2 Critères d'interprétation des résultats analytiques des sols

Les sondages ont été effectués au droit d'un parc avec une plage. Ainsi, les concentrations des différents paramètres analysés ont été comparées au niveau « B » des critères de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Politique) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) relatif à un usage récréatif (parc). Il est à noter que, dans le cadre de la présente étude, le niveau « A » des critères de la Politique pour les métaux correspond à la teneur de fond pour le secteur Appalaches. De plus, le niveau « A » appliqué pour le manganèse dans le cadre de la présente étude correspond à la teneur de fond naturelle obtenue pour le secteur géologique du site à l'étude provenant du rapport de Génivar inc. (réf. : Rapport 091-50992-00, 2011) produit pour la Commission de la capitale nationale du Québec, soit 3 483 mg/kg. Cette valeur est appliquée étant donné le type de sols relevé sur le site à l'étude.

Dans l'optique d'une gestion des sols excavés lors des travaux projetés de stabilisation des berges, les résultats ont également été comparés aux niveaux « A » et « C » des critères de la Politique, ainsi qu'aux valeurs limites de l'annexe I du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC), le cas échéant.

La description des critères génériques de la Politique du MDDELCC peut être consultée en annexe 5.

### 5.3 Programme de contrôle de la qualité

Un programme de contrôle de la qualité a été appliqué afin de vérifier les résultats analytiques obtenus. Ce programme comprend l'analyse d'échantillons de contrôle constitués sur le terrain par le personnel d'ABS, ainsi que la vérification des résultats de contrôle de qualité interne du laboratoire Maxxam.

Le contrôle de qualité de terrain comprend le prélèvement et l'analyse d'échantillons en duplicata. Ces derniers sont prélevés simultanément aux échantillons originaux et soumis à des analyses chimiques en laboratoire pour un ratio minimal de 10 %.

Le laboratoire a aussi procédé à un programme interne de qualité en analysant des blancs de laboratoire, des étalons de référence certifiés et des duplicata internes.

## 6.0 RÉSULTATS

### 6.1 Stratigraphie

La nature et quelques caractéristiques des sols ont été déterminées à partir des travaux sur le terrain. Les rapports de sondages en annexe 4 présentent une description détaillée des horizons de sols observés alors que les paragraphes suivants présentent un sommaire des observations de terrain.

La description des sols présentée dans ce rapport a été préparée avec l'intention de fournir une information générale sur les conditions souterraines du site. Elle ne se prête donc pas à une interprétation géotechnique. Il est à noter que le terme « profondeur » utilisé dans ce rapport fait toujours référence à la surface du sol au moment des travaux.

En général, les sols rencontrés se composent d'un gravier sableux ou d'un sable graveleux de couleur rouge avec une portion variable de cailloux sur toute la profondeur des tranchées.

Le roc a été intercepté dans sept sondages. Il est composé d'une argilite (mudstone) rouge friable qui peut aisément être excavée avec une mini-pelle mécanique sur une profondeur d'environ 0,3 m. Par ailleurs, un roc un peu friable a été rencontré directement sous l'horizon de sol naturel au droit des sondages 15TE9, 15TE11 et 15TE12 à des profondeurs respectives de 0,65 m, 1,00 m et de 0,70 m.

### 6.2 Indices organoleptiques de contamination et matières résiduelles

Aucun indice organoleptique de contamination par des hydrocarbures pétroliers n'a été détecté lors de la réalisation des sondages. La présence d'environ 5 % de matières résiduelles (métal ou béton) a été relevée dans les sondages 15TE3, 15TE4 et 15TE5 (entre 0,15 m et 1,15 m de profondeur). Il est à noter qu'en surface, dans les sondages 15TE3 et 15TE4, le technicien a relevé une présence importante de morceaux de béton de 0,5 m à 1,0 m de diamètre.

### 6.3 Résultats analytiques

Les résultats d'analyses chimiques des échantillons de sols prélevés lors des travaux de caractérisation sont présentés au tableau de l'annexe 6, alors que la figure ENV-01 de l'annexe 3 illustre, à l'aide d'un code de couleurs et de symboles, les concentrations mesurées dans les sols. Le certificat d'analyses chimiques est présent en annexe 7.

Tous les résultats analytiques des échantillons de sols récupérés à l'intérieur des sondages 15TE1 à 15TE12 ont présenté des concentrations inférieures au niveau « B » des critères de la Politique, à l'exception des concentrations en manganèse, pour les échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1.

Il est à noter que la concentration en manganèse des échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1, située dans la plage « C-RESC » des critères de la Politique, est considérée comme étant d'origine naturelle. Ainsi, les sols associés à ces échantillons pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Cependant, il est à noter la présence de concentrations en métaux dans la plage « A-B » des critères de la Politique, autres que le manganèse, pour les échantillons 15TE10-1 et 15TE12-1.

Par ailleurs, il est à noter que malgré la présence de débris de béton dans les sondages 15TE3 et 15TE4 ou de métal dans le sondage 15TE5, les teneurs en manganèse mesurées pour ces sondages ont été jugées comme étant d'origine naturelle puisqu'il s'agit de sols identiques aux sols présents sur l'ensemble du site à l'étude et exempts de toute contamination.

Le tableau 2 suivant présente une synthèse des résultats analytiques obtenus.

**Tableau 2 : Résultats analytiques pour chacun des échantillons sélectionnés**

| SONDAGE | ÉCHANTILLON | PROFONDEUR (M) | PARAMÈTRES CHIMIQUES | | | | NIVEAU DE CONTAMINATION INTERPRÉTÉ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | HP $C_{10}$-$C_{50}$ | HAP | MÉTAUX | HAM | |
| **15TE1** | **15TE1-1** | 0,00-0,15 | **A-B** | < A | < A | < A | **A-B** |
| **15TE2** | **15TE2-1** | 0,00-0,40 | **A-B** | < A | < A | na | **A-B** |
| **15TE3** | **15TE3-1** | 0,00-0,60 | < A | < A | < A | < A | < A |
| **15TE4** | **15TE4-1** | 0,00-0,60 | < A | < A | < A | na | < A |
| **15TE5** | **15TE5-2** | 0,50-1,00 | < A | < A | < A | na | < A |
| | **15TE5-2 DUP** | 0,50-1,00 | < A | < A | **A-B** | na | **A-B** |
| **15TE6** | **15TE6-4** | 1,50-2,00 | < A | < A | < A | na | < A |
| **15TE7** | **15TE7-1** | 0,00-0,60 | < A | < A | < A | < A | < A |
| **15TE8** | **15TE8-1** | 0,00-0,50 | < A | < A | **A-B** | na | **A-B** |
| **15TE9** | **15TE9-1** | 0,00-0,65 | < A | < A | **C-RESC*** | na | **C-RESC*** |
| **15TE10** | **15TE10-1** | 0,00-0,50 | < A | < A | **C-RESC*** | na | **C-RESC*** |
| **15TE11** | **15TE11-1** | 0,00-0,50 | < A | < A | < A | < A | < A |
| **15TE12** | **15TE12-1** | 0,00-0,70 | < A | < A | **C-RESC*** | na | **C-RESC*** |

na : non analysé

* : Les sols associés à cet échantillon pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC et pourront notamment être réutilisés sur le site. Il est à noter que le niveau « A » appliqué pour le manganèse dans le cadre de la présente étude correspond à la teneur de fond naturelle obtenue pour le secteur géologique du site à l'étude provenant du rapport de Génivar inc. (réf. : Rapport 091-50992-00, 2011) produit pour la Commission de la capitale nationale du Québec, soit 3 483 mg/kg.

## 6.4 Validité des résultats analytiques pour les échantillons de sols

Les résultats relatifs au duplicata de terrain sont intégrés au tableau présenté en annexe 6. Selon le CEAEQ, les résultats sont considérés valides lorsque les concentrations de l'échantillon et de son duplicata sont inférieures à 10 fois la limite de quantification. Si les résultats sont supérieurs à la limite de quantification, l'écart relatif[1] entre l'échantillon et son duplicata devra être inférieur à 30 %.

[1] *Écart relatif (%) = [(concentration)* $_{\text{échantillon original}}$ *- (concentration)* $_{\text{échantillon en duplicata}}$*] X 100*
*[((concentration)* $_{\text{échantillon original}}$ *+ (concentration)* $_{\text{échantillon en duplicata}}$*)/2]*

Les concentrations mesurées pour les HP $C_{10}$-$C_{50}$ et les HAP pour l'échantillon 15F3-CF3B et son duplicata 15F3-CF3B-DUP sont inférieures à 10 fois la limite de quantification. Ces résultats sont donc considérés comme acceptables.

Les concentrations mesurées pour les métaux pour l'échantillon 15F3-CF3B et son duplicata 15F3-CF3B-DUP sont inférieures à 10 fois la limite de quantification ou présentent des écarts relatifs inférieurs à 30 %, à l'exception du plomb. Étant donné l'ensemble des résultats obtenus dans le cadre du contrôle de la qualité de la présente étude, ceux-ci sont considérés comme acceptables.

Le programme interne de qualité du laboratoire ne présente aucune anomalie pouvant mettre en doute la validité des résultats obtenus. Les limites de détection atteintes par Maxxam pour l'ensemble des paramètres analysés pour les échantillons de sols sont inférieures ou égales aux critères de comparaison les plus contraignants utilisés lors du présent mandat.

Les résultats du programme interne de contrôle de la qualité en laboratoire appliqué par Maxxam sont présentés au certificat d'analyses chimiques en annexe 7.

## 7.0 ESTIMATION DES VOLUMES DE SOLS POUR FINS DE GESTION

Aucun volume de sol n'a été calculé dans le cadre du présent mandat, étant donné l'absence d'information concernant les dimensions des excavations projetées. Cependant, pour les sondages situés dans l'emprise des travaux prévus de stabilisation des berges, la longueur de chaque segment associée à chaque sondage a été calculée selon la mi-distance entre les sondages ou la limite des segments des travaux projetés. L'emplacement des sondages et les longueurs de segments associés ont été mesurés par rapport au chaînage du sentier piétonnier du dessin A1-07994-C-003 (Annexe D Interventions proposées) produit par BPR le 17 août 2012.

La profondeur de contamination a été établie à partir des résultats analytiques des échantillons de sols prélevés et des observations de terrain notées aux rapports de sondages (voir annexe 4). Toute la couche stratigraphique est considérée comme contaminée au même titre que l'échantillon analysé de cette même couche.

Par ailleurs, il est à noter que la méthode utilisée pour l'estimation des sols contaminés peut mener, le cas échéant, à une différence entre les conditions environnementales réelles du site et celles estimées. Les principaux éléments qui sont susceptibles de mener à cette différence sont les suivants :

- Les niveaux de contamination des sols ont été déterminés à partir des résultats d'analyses chimiques effectuées sur un nombre limité d'échantillons;
- La nature et le degré de contamination entre les stations d'échantillonnage peuvent varier des conditions rencontrées à l'endroit précis où ont été prélevés les échantillons analysés.

Le tableau 3 ci-dessous présente le détail de l'estimation des profondeurs et des longueurs de segments de sols contaminés en fonction des critères génériques de la Politique du MDDELCC. Ces segments estimés sont illustrés sur la figure ENV-01 présentée en annexe 3.

Il est à noter que la concentration en manganèse des échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1, située dans la plage « C-RESC » des critères de la Politique, est considérée comme étant d'origine naturelle. Ainsi, les sols associés à ces échantillons pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Cependant, étant donné la présence de concentrations dans la plage « A-B » des critères de la Politique en métaux, autres que le manganèse, pour les échantillons 15TE10-1 et 15TE12-1, les sols associés à ces deux échantillons devront également être gérés en fonction de la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* de la Politique.

Par ailleurs, il est à noter que malgré la présence de débris de béton dans les sondages 15TE3 et 15TE4 ou de métal dans le sondage 15TE5, les teneurs en manganèse mesurées pour ces sondages ont été jugées comme étant d'origine naturelle puisqu'il s'agit de sols identiques aux sols présents sur l'ensemble du site à l'étude et exempts de toute contamination. Ainsi, les sols associés à ces échantillons pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Cependant, dans l'éventualité de la gestion de ces sols, les débris de béton devront être enlevés et disposés selon la réglementation en vigueur.

Enfin, aucun volume de sol n'a été estimé pour les sols associés à l'échantillon 15TE5-2-DUP, puisque le sondage 15TE5 ne ciblait pas les travaux projetés de stabilisation des berges.

**Tableau 3 : Profondeurs et longueurs linéaires des sols à gérer excédant le niveau « A »**

| SONDAGE | ÉCHANTILLON | PROFONDEUR DE L'ÉCHANTILLON (M) | INTERVALLE DE CONTAMINATION CONSIDÉRÉ (M) | DÉBUT SEGMENT (M) | FIN SEGMENT (M) | LONGUEUR ESTIMÉE (M) | PLAGE DE CONTAMINATION |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15TE1** | **15TE1-1** | 0,00-0,15 | 0,00-0,15 (0,15 m) | 1+069 | 1+130 | 61 | **A-B** |
| **15TE2** | **15TE2-1** | 0,00-0,40 | 0,00-0,40 (0,40 m) | 1+020 | 1+069 | 49 | **A-B** |
| **15TE8** | **15TE8-1** | 0,00-0,50 | 0,00-0,90 (0,90 m) | 0+510 | 0+576,5 | 66,5 | **A-B** |
| **15TE9** | **15TE9-1** | 0,00-0,65 | 0,00-0,65 (0,65 m) | 0+450 | 0+510 | 60 | **C-RESC*** |
| **15TE10** | **15TE10-1** | 0,00-0,50 | 0,00-1,00 (1,00 m) | 0+192,5 | 0+250 | 57,5 | **C-RESC* / A-B** |
| **15TE12** | **15TE12-1** | 0,00-0,70 | 0,00-0,70 (0,70 m) | 0+075 | 0+123,5 | 48,5 | **C-RESC* / A-B** |

*Note : Les intervalles de profondeur ont été établis sur la base des observations de terrain lors de la réalisation des sondages. Ces intervalles ne représentent qu'une moyenne et ne sont, par conséquent, pas nécessairement représentatifs de l'ensemble des zones estimées. À cet égard, les quantités réelles qui seront excavées lors des travaux projetés pourraient, le cas échéant, différer des quantités estimées dans le présent rapport.*

* : Les sols associés à cet échantillon pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC et pourront notamment être réutilisés sur le site.

## 8.0 GESTION DES DÉBLAIS D'EXCAVATION

Dans l'optique d'une gestion des sols excavés dans le cadre des travaux projetés, une quantité de déblais d'excavation sera générée. Il est à noter que la réutilisation de ces sols pourra se faire si ces derniers sont aussi acceptables d'un point de vue géotechnique.

Il sera recommandé de gérer les sols excavés selon les spécifications de la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* de la Politique et le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* (voir annexe 5), tout en respectant les exigences règlementaires en vigueur. Il est important de noter que la qualité environnementale des sols obtenue s'applique uniquement pour le tronçon à l'étude de la plage Jacques-Cartier.

### 8.1 Sols inférieurs au niveau « A »

L'utilisation de déblais d'excavation inférieurs au niveau « A » des critères de la Politique est sans restriction, à condition que ces derniers soient exempts de matières résiduelles (MR) et qu'ils ne présentent aucune évidence de contamination (évidence visuelle ou odeur perceptible) par des produits pétroliers.

### 8.2 Sols dans la plage « A-B »

En vertu de l'article 4 du *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés* (RSCTSC), stipulant qu'il est toléré de réutiliser des déblais d'excavation dont les concentrations des contaminants sont inférieures au niveau « B » des critères de la Politique comme matériel de remblai sur leur terrain d'origine ou sur le terrain à partir duquel a eu lieu l'activité à l'origine de leur contamination, les déblais présentant des résultats analytiques dans la plage « A-B » des critères de la Politique pourront être réutilisés comme matériel de remblai lors des travaux projetés, à condition que ces derniers soient exempts de MR et qu'ils ne présentent aucune évidence de contamination (évidence visuelle ou odeur perceptible) par des produits pétroliers.

Advenant le cas où ces sols ne pourraient être réutilisés comme matériel de remblai, il est recommandé de gérer ces sols selon la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* présentée dans la Politique du MDDELCC, tout en respectant les exigences règlementaires en vigueur.

Il est à noter que la concentration en manganèse des échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1, située dans la plage « C-RESC » des critères de la Politique, est considérée comme étant d'origine naturelle. Ainsi, les sols associés à ces échantillons pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Cependant, étant donné la présence de concentrations dans la plage « A-B » des critères de la Politique en métaux, autres que le manganèse, pour les échantillons 15TE10-1 et 15TE12-1, les sols associés à ces deux échantillons devront également être gérés en fonction de la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire* de la Politique.

ABS est d'avis que, dans le cas d'une plage, l'utilisation d'un sol dans la plage « A-B » des critères de la Politique comme matériel de remblai est acceptable étant donné la sensibilité du milieu. Toutefois, les déblais d'excavation dans la plage « A-B » des critères de la Politique qui ne seront pas réutilisés devront être acheminés vers un centre d'élimination ou de traitement autorisé par le MDDELCC.

Enfin, advenant la présence non préalablement identifiée de sols présentant des évidences de contamination par des produits pétroliers (évidences visuelles ou odeurs perceptibles) lors des travaux d'excavation, ces derniers devront être séparés des sols non affectés, entreposés conformément et caractérisés à des fins d'élimination hors site.

## 9.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le 6 mai 2015, **Groupe ABS inc. (ABS)** a été mandaté par **Ville de Québec**, représentée par monsieur Marcilio Gama Coelho, ing., M. Sc. A., afin de réaliser une caractérisation environnementale des sols – Phase II de la plage Jacques-Cartier dans l'arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge à Québec. Il est à noter que le présent mandat s'inscrit dans le cadre de travaux projetés de stabilisation des berges de la plage Jacques-Cartier.

Les conclusions du mandat d'évaluation environnementale de site (ÉES) – Phase I réalisée par ABS en juin 2015 (N/d : E7-14-1933-06) ont révélé des sources de contamination potentielle, en l'occurrence la présence de bâtiments non résidentiels ou industriels sur un bout de terrain de moins de 200 m de long du côté sud du chemin de la plage Jacques-Cartier (photographie aérienne de 1977).

De plus, suite à des discussions avec des intervenants de la Ville et de la firme Roche, les sondages suivants ont été demandés aux fins de reconnaissance des sols :

- Sondages aux 50 ou 75 mètres aux chaînages des travaux dans la partie de la rive et non sur le chemin piétonnier, entre les chaînages 0+075 à 0+250, 0+450 à 0+620, 0+730 à 0+820 et 1+020 à 1+130;
- Qualification (identification sommaire) du roc si présent à moins de 1,2 m de profondeur.

Les résultats analytiques des sols ont été comparés au niveau « B » des critères de la Politique du MDDELCC, soit la limite maximale acceptable pour un terrain à vocation récréative (parc avec plage). Il est à noter que le niveau « A » des critères de la Politique pour les métaux correspond à la teneur de fond pour le secteur Appalaches. De plus, le niveau « A » appliqué pour le manganèse dans le cadre de cette étude correspond à la teneur de fond naturelle obtenue pour le secteur géologique du site à l'étude dans le rapport de Génivar inc. (réf. : Rapport 091-50992-00, 2011).

Les informations recueillies et les résultats obtenus se résument comme suit :

1. Les travaux de caractérisation ont consisté en la réalisation de 12 tranchées d'exploration identifiées 15TE1 à 15TE12, lesquelles ont atteint des profondeurs variant entre 0,15 M et 3,0 m.
2. En général, les sols rencontrés se composent d'un gravier sableux ou d'un sable graveleux de couleur rouge avec une portion variable de cailloux sur toute la profondeur des tranchées.
3. Le roc a été intercepté dans sept sondages. Il est composé d'une argilite (mudstone) rouge friable qui peut aisément être excavée avec une mini-pelle mécanique sur une profondeur d'environ 0,3 m. Par ailleurs, un roc un peu friable a été rencontré directement sous l'horizon de sol naturel au droit des sondages 15TE9, 15TE11 et 15TE12 à des profondeurs respectives de 0,65 m, 1,00 m et de 0,70 m.
4. Aucun indice organoleptique de contamination par des hydrocarbures pétroliers n'a été détecté lors de la réalisation des sondages. La présence d'environ 5 % de matières résiduelles (métal ou béton) a été relevée dans les sondages 15TE3, 15TE4 et 15TE5 (entre 0,15 m et 1,15 m de profondeur). Il est à noter qu'en surface, dans les sondages 15TE3 et 15TE4, le technicien a relevé une présence importante de morceaux de béton de 0,5 m à 1,0 m de diamètre.
5. Un total de 13 échantillons prélevés, dont un duplicata, a été soumis à des analyses chimiques pour les paramètres des HP $C_{10}$ à $C_{50}$, des HAP, des HAM et/ou des métaux (14 éléments).
6. Tous les résultats analytiques des échantillons de sols récupérés à l'intérieur des sondages 15TE1 à 15TE12 ont présenté des concentrations inférieures au niveau « B » des critères de la Politique à l'exception des concentrations en manganèse pour les échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1.
7. La concentration en manganèse des échantillons 15TE9-1, 15TE10-1 et 15TE12-1, située dans la plage « C-RESC » des critères de la Politique, est considérée comme étant d'origine naturelle. Ainsi, les sols associés à ces échantillons pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Cependant, il est à noter la présence de concentrations en métaux dans la plage « A-B » des critères de la Politique, autres que le manganèse, pour les échantillons 15TE10-1 et 15TE12-1.
8. Malgré la présence de débris de béton dans les sondages 15TE3 et 15TE4 ou de métal dans le sondage 15TE5, les teneurs en manganèse mesurées pour ces sondages ont été jugées comme étant d'origine naturelle puisqu'il s'agit de sols identiques aux sols présents sur l'ensemble du site à l'étude et exempts de toute contamination. Dans l'éventualité de la gestion de ces sols, les débris de béton devront être enlevés et disposés selon la réglementation en vigueur.

9. Aucun volume de sol n'a été calculé dans le cadre du présent mandat étant donné l'absence d'information concernant les dimensions des excavations projetées. Cependant, pour les sondages situés dans l'emprise des travaux prévus de stabilisation des berges, la longueur de chaque segment associée à chaque sondage a été calculée selon la mi-distance entre les sondages ou la limite des segments des travaux projetés. L'emplacement des sondages et les longueurs de segments associées ont été mesurés par rapport au chaînage du sentier piétonnier du dessin A1-07994-C-003 (Annexe D Interventions proposées) produit par BPR le 17 août 2012.

**Sur la base des résultats obtenus et en considérant que l'objectif était de réduire les incertitudes relatives à la qualité environnementale des sols de la plage Jacques-Cartier dans les secteurs à risque identifiés lors de l'ÉES – Phase I, Groupe ABS inc. ne recommande aucune étude environnementale supplémentaire dans le secteur investigué.**

**Dans le cadre des travaux projetés de stabilisation des berges, les sols, les matières résiduelles et le roc excavés dans l'emprise du site à l'étude devront être gérés selon la *Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire*, selon 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* du MDDELCC et/ou selon les exigences règlementaires en vigueur.**

## 10.0 PORTÉE, UTILISATION DU RAPPORT ET LIMITATION DE RESPONSABILITÉ

Le présent rapport de caractérisation environnementale des sols – Phase II a été préparé par **Groupe ABS inc.** à la demande et au bénéfice unique du client et est, de ce fait, destiné à son usage exclusif.

Les conclusions et les recommandations reflètent notre opinion professionnelle et sont basées sur les travaux décrits dans ledit rapport ainsi que sur toutes limitations mentionnées ci-après et dans l'offre de services professionnels.

Les résultats, ainsi que les interprétations qui découlent de la présente étude, sont basés sur les conditions environnementales du site à l'étude (aux endroits des points de prélèvement pour les paramètres analysés) au moment de l'exécution du mandat. À moins d'indications contraires, ces résultats ne peuvent être extrapolés aux conditions passées ou futures dudit site, à des portions non investiguées ou à des types d'analyses non réalisées. Par conséquent, **Groupe ABS inc.** ne peut être tenu responsable de la présence de substances ou de matériaux de nature différente ou de même nature, mais en concentrations différentes de celles exprimées dans le présent rapport, et ce, dans une ou des portions dudit site non incluses au présent rapport.

**Groupe ABS inc.** n'est pas responsable des dommages résultant de décisions prises en se basant sur ledit rapport.

En aucun temps, ledit rapport, ses conclusions et ses recommandations ne peuvent être utilisés par un tiers sans l'obtention préalable de l'autorisation de **Groupe ABS inc.** et du client.

Finalement, il est important de noter que le contenu dudit rapport ne constitue pas une opinion légale.

## 11.0 TITRES ET QUALITÉS DES CONSULTANTS

**Monsieur Robert Marier** est géologue. Il a obtenu son diplôme à l'Université de Montréal en 1984. Après quelques années en exploration minière, monsieur Marier œuvre depuis plus de 22 ans dans le domaine de l'environnement. Il est spécialiste en évaluations environnementales – Phase I, caractérisations des sols et de l'eau souterraine et réhabilitations de terrains contaminés. Il a géré divers projets d'envergure qui lui ont été confiés étant donné son expérience dans le domaine et sa maîtrise de la coordination d'équipes de projets. Par ailleurs, depuis 2004, monsieur Marier est expert auprès du MDDELCC et habilité à fournir les attestations prescrites à la section IV.2.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (portant sur la protection et la réhabilitation des terrains).

**Monsieur Guillaume Rogel** est géologue. Il détient un baccalauréat en géologie, concentration environnement, et une maîtrise en Sciences de l'eau, spécialisation hydrologie de l'INRS-ÉTÉ depuis 2007. M. Rogel est à l'emploi de Groupe ABS inc. depuis 2014. M. Rogel compte 8 années d'expérience et œuvre principalement dans le domaine de l'environnement, plus spécifiquement en évaluations environnementales de site (Phases I, II et III), réhabilitations environnementales, suivis environnementaux.

# ANNEXE 1

## LOCALISATION DU SITE







Source : Minist¨re des Ressources Naturelles/Topo QC v4/TrakMaps 1:20000 | Image É 2014 Google / É 2014 DigitalGlobe

Groupe ABS
44, rue John-A.-Scott, local 200
¨ L®vis, Qu®bec, G6Z 8K7
418-210-0243 | courriel : quebec@groupeabs.com
T®lec. : 418-988-0724

Dessin® par : D. Lapierre, dessinateur
V®rifi® par : G. Rogel, g®o., M. Sc.
Approuv® par : R. Marier, g®o.
Date : juillet 2015
Client : Ville de Québec

Titre : Localisation du site
Projet : Caract®risation environnementale des sols - Phase II
Emplacement : Plage Jacques-Cartier, arrondissement de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge ¨ Qu®bec, Qu®bec

No. Client : QUEBEC103
No Projet : E7-14-1933-13
No Figure : FIG-01

Derni¨re sauvegarde: 7/10/2015 11:01 | Format : ANSI full bleed A (8.50 x 11.00 Inches)
Chemin: P:\8. Clients\2014\QUEBEC103 - Ville de Qu®bec\14-1933 - VQ-47017\E7-14-193313 - Ph II Plage Jacques Cartier\3. R®daction du rapport\Plans et dessins\6 - Dessin ma¨tre Autocad\E714193313 FIG-01.dwg

# ANNEXE 2

## DOCUMENTATION PHOTOGRAPHIQUE

**PHOTOGRAPHIE 1 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE1.

**PHOTOGRAPHIE 2 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE2.

**PHOTOGRAPHIE 3 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE3.

**PHOTOGRAPHIE 4 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE4.

**PHOTOGRAPHIE 5 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE5.

**PHOTOGRAPHIE 6 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE6.

**PHOTOGRAPHIE 7 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE7.

**PHOTOGRAPHIE 8 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE8.

**PHOTOGRAPHIE 9 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE9.

**PHOTOGRAPHIE 10 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE10.

**PHOTOGRAPHIE 11 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE11.

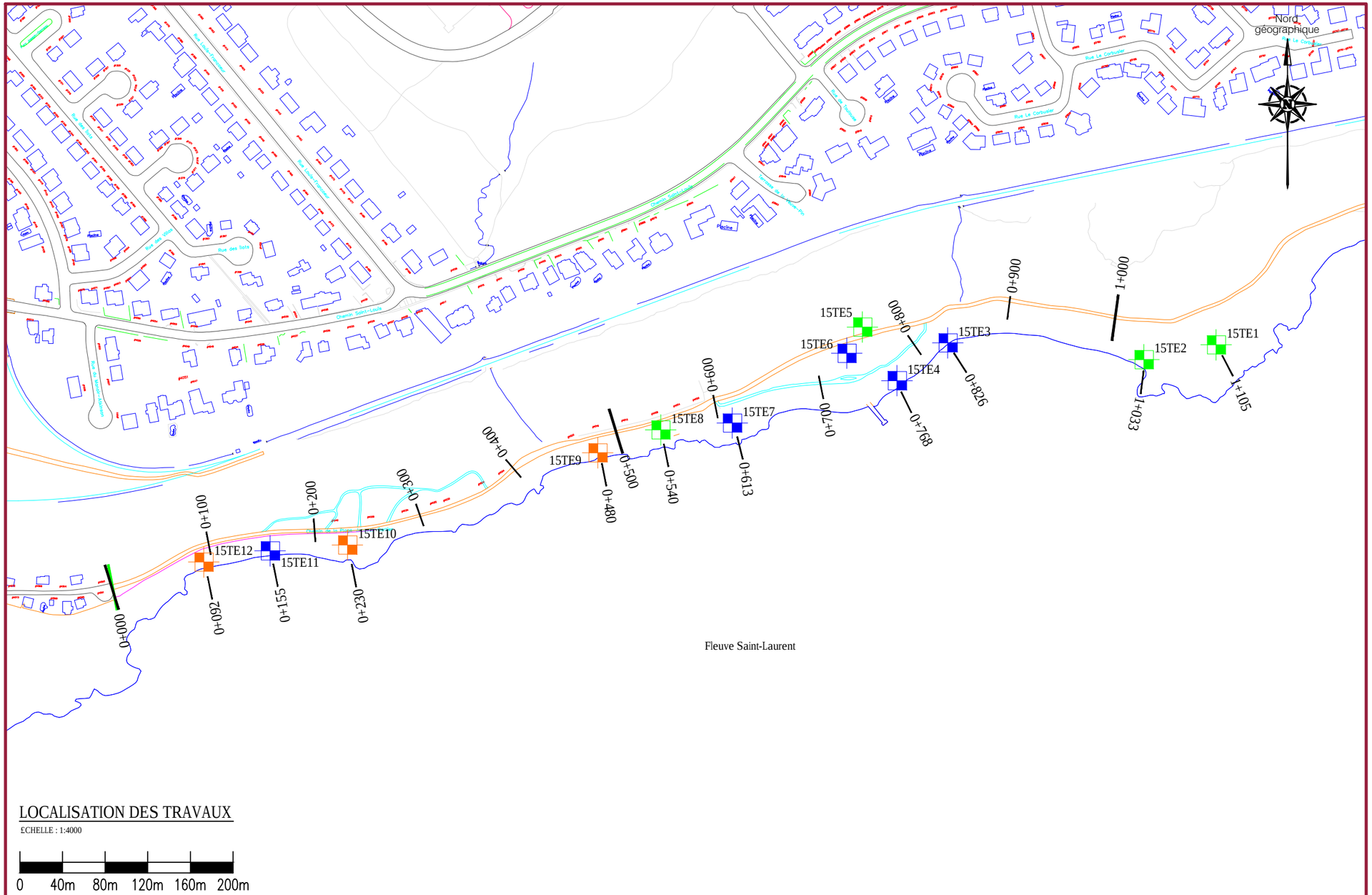
**PHOTOGRAPHIE 12 :**



Réalisation de la tranchée d'exploration 15TE12.

# ANNEXE 3

## LOCALISATION DES TRAVAUX




## LOCALISATION DES TRAVAUX

£CHELLE : 1:4000

0 40m 80m 120m 160m 200m

* Les sols associés à cet échantillon pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC. Ils pourront notamment être réutilisés sur le site.

| 14TE1-1 (0,00 ¨ 0,15 m) | |
|---|---|
| HAP | ● |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |
| HAM | ⬢ |

| 14TE3-1 (0,00 ¨ 0,60 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |
| HAM | ⬢ |

| 14TE5-2 (0,50 ¨ 1,00 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |

| 14TE5-2-DUP (0,50 ¨ 1,00 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |

| 14TE6-4 (1,50 ¨ 2,00 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |

| 14TE8-1 (0,00 ¨ 0,50 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ● |

| 14TE10-1 (0,00 ¨ 0,50 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux * | ▲ |

| 14TE12-1 (0,00 ¨ 0,70 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux * | ▲ |

| 14TE2-1 (0,00 ¨ 0,40 m) | |
|---|---|
| HAP | ● |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |

| 14TE4-1 (0,00 ¨ 0,60 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |

| 14TE7-1 (0,00 ¨ 0,60 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |
| HAM | ⬢ |

| 14TE9-1 (0,00 ¨ 0,65 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux * | ▲ |

| 14TE11-1 (0,00 ¨ 0,50 m) | |
|---|---|
| HAP | ⬢ |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | ⬢ |
| Métaux | ⬢ |
| HAM | ⬢ |

Source : Matrice de la ville de Québec, chaînage du sentier piétonnier : BPR, 17 août 2012, dessin no A1-07994-C-003 : Annexe D Interventions proposées

## LÉGENDE :

Tranchée d'exploration réalisée par Groupe ABS inc. les 3 et 10 juin 2015

NIVEAU DE CONTAMINATION
(se référer aux couleurs des symboles du tableau présent à la section "Résultats d'analyses chimiques")

## RÉSULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES

Les codes de couleurs utilisés pour les symboles sur le présent plan font référence au niveau de contamination basé sur les critères génériques de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* du MDDELCC.

Pour le détail des résultats d'analyses chimiques, se référer au tableau des résultats analytiques présenté dans le rapport.

| Échantillon (prof.) | |
|---|---|
| Inférieur au niveau A | ⬢ |
| Plage A-B | ● |
| Plage B-C | ■ |
| Plage C-RESC | ▲ |
| Supérieur annexe I RESC | ◆ |

Date d'émission : juillet 2015

Client : VILLE DE QUÉBEC

Groupe ABS
44, rue John-A.-Scott, local 200
Lévis, Québec, G6Z 8K7
418-210-0243 | courriel : quebec@groupeabs.com
Télec. : 418-988-0724

Dessiné par : D. Lapierre, dessinateur
Vérifié par : G. Rogel, géo., M. Sc.
Approuvé par : R. Marier, géo.

Titre :
Localisation des travaux d'échantillonnage des sols et sommaire des résultats analytiques

Projet :
Caractérisation environnementale des sols - Phase II

Emplacement :
Plage Jacques-Cartier, arrondissement de Saint-Foy-Sillery-Cap-Rouge ¨ Québec, Québec

Échelle : 1:4000 | No. Client : QUEBEC103
No Projet : E7-14-1933-13 | No Figure : ENV-01 | 1/1
No projet du client :

Dernière sauvegarde: 7/10/2015 10:59 | Format : ANSI full bleed B (11.00 x 17.00 Inches)
Chemin: P:\8. Clients\2014\QUEBEC103 - Ville de Québec\14-1933 - VQ-47017\E7-14-193313 - Ph II Plage Jacques Cartier\3. Rédaction du rapport\Plans et dessins\6 - Dessin maître Autocad\E7141933313-proje.dwg

# ANNEXE 4

## RAPPORTS DE SONDAGES

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE1

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **1**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241938**
Y : **5179144**
Z : **2.62**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **0.30**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2.62 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | 2.47 | | | | | | | | | |
| | | 0.15 | Roc friable. | | 2 | 0 | | | | | |
| | | 2.32 | | | | | | | | | |
| | | 0.30 | FIN DE LA TRANCHÉE, roc peu friable. | | | | | | | | |

ESSAIS
AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE2

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **2**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gravier**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241871**
Y : **5179130**
Z : **2.02**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **0.55**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2.02 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : gravier sableux, traces de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | 1.62 | | | | | | | | | |
| | | 0.40 | Roc friable. | | 2 | 0 | | | | | |
| | | 1.47 | | | | | | | | | |
| | | 0.55 | FIN DE LA TRANCHÉE, roc peu friable. | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE3

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **2.5** x **1**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gravier**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241687**
Y : **5179146**
Z : **0.95**

Date du sondage : **2015-06-10**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.95 | Niveau | | | | | | | | |
| 1 | | 0.00 | Remblai : gravier sableux, un peu de cailloux, rouge. Présence de matières résiduelles : blocs de béton, ± 5 %. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| | | -0.25 | | | | | | | | | |
| | | 1.20 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |
| 2 | 5 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

ESSAIS
AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE4

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **1.5**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gravier**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241639**
Y : **5179110**
Z : **1.06**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

▽ Venue d'eau
▼ Niveau stabilisé de la nappe phréatique

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP : éch. duplicata analysé

**STRATIGRAPHIE**

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.06 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Remblai : gravier, un peu de sable, traces de cailloux, rouge. Présence de matières résiduelles : blocs de béton, < 1 %. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| 1 | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| | | -0.14 | | | | | | | | | |
| | | 1.20 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE5

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **3** x **3**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gazon**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241606**
Y : **5179160**
Z : **5.33**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **3.00**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau

Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5.33 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Terre végétale. | | | | | | | | |
| | | 5.18 | | | | | | | | | |
| | | 0.15 | Remblai : gravier sableux, un peu de cailloux, rouge. Présence de matières résiduelles : débris de fer, < 5 %. | | 1 | 0 | | | | | |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | AC DUP |
| | | 4.33 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1.00 | Sol naturel : gravier sableux, un peu de cailloux, rouge, humide. | | 3 | 0 | | | | | |
| | 5 | | | | 4 | 0 | | | | | |
| 2 | | | | | 5 | 0 | | | | | |
| | | | | | 6 | 0 | | | | | |
| | | 2.33 | | | | | | | | | |
| 3 | | 3.00 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE6

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **2**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gazon**

Parois : **Instables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241592**
Y : **5179136**
Z : **5.3**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **2.00**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau

Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5.30 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Terre végétale. | | | | | | | | |
| | | 5.15 | | | | | | | | | |
| | | 0.15 | Sol naturel : gravier sableux, un peu de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | |
| | | 4.80 | | | | | | | | | |
| | | 0.50 | Gravier sableux, un peu de cailloux, rouge. | | 2 | 0 | | | | | |
| 1 | | | | | 3 | 0 | | | | | |
| | 5 | | | | 4 | 0 | | | | | AC |
| | | 3.30 | | | | | | | | | |
| 2 | | 2.00 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

ESSAIS
AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE7

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **1.5**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241484**

Y : **5179070**

Z : **2.05**

Date du sondage : **2015-06-10**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :

Date : 2015-06-10
Prof.(m) :

Venue d'eau

Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | STRATIGRAPHIE – DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2.05 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, traces de cailloux. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| 1 | | 0.95 | | | | | | | | | |
| | | 1.10 | Roc friable. | | | | | | | | |
| | | 0.85 | | | | | | | | | |
| | | 1.20 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

ESSAIS

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE8

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **1.5**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241358**
Y : **5179043**
Z : **1.22**

Date du sondage : **2015-06-10**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.22 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, traces de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| | | 0.32 | | | | | | | | | |
| 1 | | 0.90 | Roc friable. | | | | | | | | |
| | | 0.02 | | | | | | | | | |
| | | 1.20 | FIN DE LA TRANCHÉE. | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE9

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **2** x **2**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241417**
Y : **5179064**
Z : **2.55**

Date du sondage : **2015-06-10**

Profondeur du sondage (m) : **0.65**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2.55 | Niveau | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, un peu de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | |
| | | 1.90 | | | | | | | | |
| | | 0.65 | FIN DE LA TRANCHÉE, roc peu friable. | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

AC

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE10

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **2**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Gravier**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241124**
Y : **5178956**
Z : **1.67**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.67 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : gravier caillouteux, un peu de sable, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| | | 0.67 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1.00 | Roc peu friable. | | | | | | | | |
| | | 0.47 | | | | | | | | | |
| | | 1.20 | FIN DE LA TRANCHÉE, refus sur roc. | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

ESSAIS
AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE11

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **1.5**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **241051**
Y : **5178951**
Z : **1.48**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **1.20**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau
Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.48 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, traces de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | | | | 2 | 0 | | | | | |
| | | 0.48 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1.00 | FIN DE LA TRANCHÉE, roc peu friable. | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

Groupe ABS

# RAPPORT DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

## Tranchée d'exploration N° 15TE12

Nom du projet : **Caractérisation environnementale des sols - Phase II**

Client : **Ville de Québec**

Localisation : **Plage Jacques-Cartier à Québec, Québec**

Entrepreneur :

Équipement : **Rétrocaveuse**

Ouverture (m) : **1** x **2**

Technicien de chantier : **E. Côté, tech.**

Surface du sol : **Sable**

Parois : **Stables**

Réalisé par : **D. Lapierre, dessinateur**

Client : QUEBEC103 N/D : **E7-14-1933-13**

V/d.:

Coordonnées géodésiques (NAD83 SCOPQ SCRS) Zone : 7

X : **240989**

Y : **5178940**

Z : **1.37**

Date du sondage : **2015-06-03**

Profondeur du sondage (m) : **0.70**

**CLASSIFICATION**

| | |
|---|---|
| Argile | < 0,002 mm |
| Silt | 0,002 à 0,08 mm |
| Sable | 0,08 à 5 mm |
| Gravier | 5 à 80 mm |
| Cailloux | 80 à 300 mm |
| Blocs | > 300 mm |

**TERMINOLOGIE**

| | |
|---|---|
| "traces" | 1-10 % |
| "un peu" | 10-20 % |
| adjectif (...eux) | 20-35 % |
| "et" | 35-50 % |

**CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)**

I : Inexistante
D : Disséminée
IM : Imbibée

**NIVEAU D'EAU**

Date :
Prof.(m) :
Date :
Prof.(m) :

Venue d'eau

Niveau stabilisé de la nappe phréatique

| PROFONDEUR (m) | PROF - pi | ÉLÉVATION (m) | DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE | SYMBOLES | NO ÉCH. | COV | CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures) I | D | IM | NIVEAUX D'EAU | ESSAIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.37 | Niveau | | | | | | | | |
| | | 0.00 | Sol naturel : sable graveleux, un peu de cailloux, rouge. | | 1 | 0 | | | | | AC |
| | | 0.67 | | | | | | | | | |
| | | 0.70 | FIN DE LA TRANCHÉE, roc peu friable. | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

**ESSAIS**

AG : analyse granulométrique
AC : analyse chimique
Wl : limite liquide
Wp : limite plastique
Wn : teneur en eau
Rco : compression du roc
Cur : cisaillement remanié
Cu : cisaillement non drainé
Cc : coeff. de consolidation
k : perméabilité
DUP: éch. duplicata analysé

Remarque(s) :

Vérifié par : **G. Rogel, géo., M. Sc.**

Approuvé par : **R. Marier, géo.**

Date de publication 2015-07-10

\\mirabeldc01\Public\Dessinateurs\5 - GÉOTEC\MONTRÉAL\FICHIERS DE STYLES\Danny\FR_LOG_TE_ABS-SCOPQ-02-2014.sty

# ANNEXE 5

## CRITÈRES GÉNÉRIQUES DE LA POLITIQUE DU MDDELCC ET CADRE DE GESTION DES TENEURS NATURELLES EN MANGANÈSE DANS LE SOL

# Extrait de la *« Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés »* [1]

## 2. Les critères génériques

Les critères génériques servent à évaluer l'ampleur d'une contamination ; ils servent également comme objectifs de décontamination pour un usage donné. Ils sont aussi utilisés comme outil de gestion des sols contaminés excavés (voir tableau 2 du document principal) et ont été établis de façon à assurer la protection de la santé des futurs utilisateurs et pour sauvegarder l'environnement. Ces critères constituent le mode d'intervention le plus facile à appliquer sur un terrain, et celui qui demande le moins de suivi et d'engagement pour l'avenir. Leur utilisation doit être le mode de gestion du risque considéré en priorité, et être conséquemment le plus couramment utilisé.

### *2.1 Critères génériques pour les sols*

#### 2.1.1 Grille de critères génériques

Le ministère de l'Environnement et de la Faune prévoit trois niveaux de critères génériques pour plusieurs substances. La grille de critères est présentée ci-après. Les niveaux (A, B, C) peuvent être définis comme suit :

**Niveau A** : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour les paramètres organiques.

La limite de quantification est définie comme la concentration minimale qui peut être **quantifiée** à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.

**Niveau B** : Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation résidentielle, récréative et institutionnelle. Sont également inclus les terrains à vocation commerciale situés dans un secteur résidentiel.

L'usage institutionnel regroupe les utilisations telles que les hôpitaux, les écoles et les garderies.

L'usage récréatif regroupe un grand nombre de cas possibles qui présentent différentes sensibilités. Ainsi, les usages sensibles, comme les terrains de jeu, devront être gérés en fonction du niveau B. Pour leur part, les usages récréatifs considérés moins sensibles comme les pistes cyclables peuvent être associés au niveau C.

**Niveau C** : Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation commerciale, non situés dans un secteur résidentiel, et pour des terrains à usage industriel.

Des critères spécifiques pour l'usage agricole ne sont pas été intégrés dans cette grille de critères, mais pourront être ajoutés ultérieurement. Sur une base intérimaire, il est cependant recommandé que toute réutilisation d'un terrain pour des fins agricoles se fasse sur des sols propres, c'est-à-dire qui respectent le niveau A de la grille de critères. Dans le cas où les sols ne respectent pas ce niveau, il faut prouver que les concentrations retrouvées sur le terrain sont sécuritaires pour un usage agricole.

## Extrait de la *« Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés »*

2.1.2 Utilisation des critères génériques

L'utilisation des critères génériques de sols comme objectif de décontamination signifie que, pour un usage donné, tous les sols contaminés au-dessus du critère générique lié à l'usage doivent être excavés et gérés de façon sécuritaire, ou faire l'objet d'un traitement jusqu'à ce que la concentration des sols laissés en place atteigne ou soit inférieure à la valeur du critère générique.

L'approche basée sur les critères génériques de sols doit nécessairement être conjuguée avec une vérification de l'état des eaux souterraines. En effet, l'évaluation de la qualité des eaux souterraines et de ses impacts pourra nécessiter une intervention supplémentaire dont il faudra tenir compte dans l'élaboration du plan de restauration du terrain.

De plus, dans certains cas, le responsable de la contamination doit, avant de procéder à la décontamination des sols en fonction des critères génériques d'usage, vérifier si les niveaux de décontamination projetés sont suffisants. Cette vérification est nécessaire dans les cas où il y a présence d'une ressource visée par les objectifs de la Stratégie de mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique (Gouvernement du Québec, 1996). Ces ressources sont définies par :

- les milieux critiques ou sensibles pour la biodiversité (tourbière, marais, marécage, forêt mature, etc.);
- les aires protégées (parc, réserve écologique, habitat et refuge faunique, etc.);
- les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, ainsi que leurs habitats.

Dans ces cas, une évaluation du risque écotoxicologique de portée restreinte devra être réalisée. La façon de réaliser une telle analyse est décrite dans le document du MEF intitulé « Procédure d'évaluation du risque écotoxicologique ». Elle utilise un modèle conceptuel d'envergure limitée de façon à restreindre la caractérisation du risque aux ressources sensibles présentes. Elle a pour objet de s'assurer que l'utilisation des critères génériques permet d'atteindre le niveau de protection désiré pour ces ressources. Les résultats de cette évaluation permettront de déterminer si la décontamination en fonction des critères génériques est suffisante ou s'il est nécessaire de pousser plus loin la réhabilitation.

En ce qui concerne le niveau de décontamination à atteindre en cas d'intervention pour toute contamination survenant après la date de parution de la politique, l'objectif visé est de remettre le terrain dans l'état dans lequel il était avant l'événement. Ceci s'appliquera dans tous les cas de contamination. Si l'état du terrain avant le déversement était inconnu, les teneurs de fond présentées dans la grille de critères génériques seront utilisées.

## Extrait de la *« Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés »*

**GRILLE DE GESTION DES SOLS CONTAMINES EXCAVES INTERIMAIRE**
**SELON LE NIVEAU DE CONTAMINATION**

| | |
|---|---|
| **< A** | • Utilisation sans restriction. |
| **Plage A - B** | • Utilisation comme matériaux de remblayage sur les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation* ou sur tout terrain à vocation commerciale ou industrielle, à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination* * du terrain récepteur et, de plus, pour un terrain à vocation résidentielle, que les sols n'émettent pas d'odeurs d'hydrocarbures perceptibles.<br>• Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un lieu d'enfouissement sanitaire (LES).<br>• Utilisation comme matériaux de recouvrement final dans un LES à la condition qu'ils soient recouverts de 15 cm de sol propre. |
| **Plage B - C** | • Décontamination de façon optimale* * * dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu.<br>• Utilisation comme matériaux de remblayage sur le terrain d'origine à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination* * du terrain et que l'usage de ce terrain soit à vocation commerciale ou industrielle.<br>• Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un LES. |
| **> C** | • Décontamination de façon optimale* * * dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu.<br>• Si l'option précédente est impraticable, dépôt définitif dans un lieu d'enfouissement sécuritaire autorisé pour recevoir des sols. |

**NOTE :**

* Les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation sont ceux voués à un usage résidentiel dont une caractérisation a démontré une contamination supérieure au critère B et où l'apport de sols en provenance de l'extérieur sera requis lors des travaux de restauration.

* * La contamination renvoie à la nature des contaminants et à leur concentration.

* * * Le traitement optimal est défini pour l'ensemble des contaminants par l'atteinte du critère B ou la réduction de 80 % de la concentration initiale et pour les composés organiques volatils par l'atteinte du critère B. À cet égard, les volatils sont définis comme étant les contaminants dont le point d'ébullition est < 180 °C ou dont la constante de la Loi de Henry est supérieure à 6,58 x 10-7 atm-m3/g incluant les contaminants répertoriés dans la section III de la grille des critères de sols incluse à l'annexe 2 de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Québec

Service des lieux contaminés
et des matières dangereuses
Mise à jour : 28 mars 2012

**CADRE DE GESTION DES TENEURS NATURELLES EN MANGANÈSE DANS LE SOL[1]**

**Version détaillée**

<table>
<tr><th>Concentration en mg/kg</th><th>Province géologique[3]</th><th>Gestion du sol[2]</th></tr>
<tr><td>< 1 210 ppm</td><td>Basses-terres du Saint-Laurent</td><td rowspan="5">Gestion sans restriction</td></tr>
<tr><td>< 2 025 ppm</td><td>Appalaches</td></tr>
<tr><td>< 1 445 ppm</td><td>Grenville</td></tr>
<tr><td>< 1 000 ppm</td><td>Supérieur</td></tr>
<tr><td>< 3 000 ppm</td><td>Fosse-du-Labrador</td></tr>
<tr><td>≥ 1 210 ppm et ≤ 3 000 ppm</td><td>Basses-terres du Saint-Laurent</td><td rowspan="4">Recommandations<br>L'un ou l'autre choix est possible :<br>a) Conserver sur le terrain d'origine qui peut être utilisé à des fins résidentielles ou commerciales/industrielles. Ce choix est à privilégier;<br>b) Remblayer sur des terrains dont les caractéristiques sont semblables (sols issus des mêmes roches, des mêmes mécanismes de dépôt et d'évolution pédologique[4]);<br>c) Remblayer sur d'autres terrains. Ne pas prôner le remblayage sur des terrains où l'eau souterraine est utilisée comme eau de consommation. Ne pas préconiser des aménagements paysagers qui rendraient les sols remblayés plus accessibles à la flore ou aux invertébrés;<br>d) Valoriser comme matériau de recouvrement dans un lieu visé par le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR), sous réserve du respect des conditions listées dans ce règlement;<br>e) Éliminer dans un lieu visé par le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC).<br><br>Pour les options b) et c), pour qualifier le remblai comme étant naturel lors d'une éventuelle caractérisation du terrain récepteur, il est recommandé :<br><br>— Que le propriétaire des sols informe les propriétaires des terrains récepteurs de la nature des sols reçus en indiquant la teneur naturelle en Mn ;<br><br>— Qu'une copie du document d'information soit fournie au MDDEP.</td></tr>
<tr><td>≥ 2 025 ppm et ≤ 3 000 ppm</td><td>Appalaches</td></tr>
<tr><td>≥ 1 445 ppm et ≤ 3 000 ppm</td><td>Grenville</td></tr>
<tr><td>≥ 1 000 ppm et ≤ 3 000 ppm</td><td>Supérieur</td></tr>
<tr><td>> 3 000 et ≤ 20 000 ppm</td><td>Toutes les provinces géologiques)</td><td>Recommandations<br>L'un ou l'autre choix est possible :<br>f) Conserver sur le terrain d'origine qui peut être utilisé à des fins résidentielles ou commerciales/industrielles. Ce choix est à privilégier. Profiter des aménagements apportés au terrain pour recouvrir ces sols s'ils ne sont pas déjà recouverts;<br>g) Remblayer sur des terrains dont les caractéristiques sont semblables (sols issus des mêmes roches, des mêmes mécanismes de dépôt et d'évolution pédologique[4]). Recouvrir le sol remblayé;<br>h) Remblayer sur d'autres terrains. Ne pas préconiser des aménagements qui rendraient les sols plus accessibles à la faune ou à la flore ou qui attireraient une faune non acclimatée (exemples d'aménagements : plan d'eau, parc, plantation d'arbres ou d'arbustes). Ne pas prôner le remblayage sur des terrains où l'eau souterraine est utilisée comme eau de consommation. Les remblais sur des terrains à usage résidentiel, récréatif ou institutionnel sensible ne sont pas conseillés. Recouvrir le sol remblayé;<br>i) Voir les options d) et e) décrites plus haut. Pour l'option e), si la concentration excède la valeur de l'annexe I du RESC (11 000 ppm), il est possible d'obtenir une exemption comme prévue à l'article 4 1°c de ce règlement.</td></tr>
</table>

| CADRE DE GESTION DES TENEURS NATURELLES EN MANGANÈSE DANS LE SOL[1]<br><br>Version détaillée | | |
|---|---|---|
| **Concentration en mg/kg** | **Province géologique[3]** | **Gestion du sol[2]** |
| | | **Pour les options g) et h), pour qualifier le remblai comme étant naturel lors d'une éventuelle caractérisation du terrain récepteur, il est recommandé :**<br><br>— Que le propriétaire des sols informe les propriétaires des terrains récepteurs de la nature des sols reçus en indiquant la teneur naturelle en Mn ;<br><br>— Qu'une copie du document d'information soit fournie au MDDEP.<br><br>**Pour les options f), g) et h), il est recommandé :**<br><br>— Que le recouvrement consiste en un sol dont les concentrations sont conformes à l'usage, d'asphalte, de béton ou en un recouvrement végétal sur un sol dont les concentrations sont conformes à l'usage. |
| >20 000 ppm | Toutes les provinces géologiques | **Concentrations suffisamment élevées pouvant faire l'objet d'exigences légales (article 31.43 de la Loi sur la qualité de l'environnement)**<br><u>Si le sol demeure en place</u><br>j) Recouvrir par un sol dont les concentrations sont conformes à l'usage de façon à obtenir : une profondeur d'au moins 1 mètre lorsque la profondeur est inférieure à 1 mètre, afin de limiter l'exposition **ou** d'au moins 40 cm sous un recouvrement de béton et d'asphalte. L'épaisseur permet d'assurer une certaine pérennité au recouvrement.<br><u>Si le sol est excavé</u><br>k) Valoriser comme matériau de recouvrement dans un lieu visé par le Règlement sur l'enfouissement et l'élimination des matières résiduelles (REIMR) sous réserve du respect des conditions listées dans ce règlement;<br>l) Éliminer dans un lieu visé du REIMR (article 4 9°);<br>m) Éliminer dans un lieu visé par le RESC (article 4 1°*c*). |

[1]. Lorsque des analyses de sol sont requises en application des *Lignes directrices sur l'évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols* (version courante) ou lorsque des analyses des concentrations naturelles en manganèse d'un terrain sont disponibles.

[2] Ne dispense pas d'obtenir toute autorisation requise en vertu de toute loi ou de tout règlement.

[3] Une carte illustrant les provinces géologiques du Québec accompagne le tableau 2 de l'annexe 2 de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (versions de 1998 ou 1999).

[4]. La formation des sols dépend principalement des facteurs suivants :
- la désagrégation de la roche;
- la topographie;
- le climat;
- l'accumulation des végétaux et leur transformation en humus;
- les activités des microorganismes et de la faune du sol;
- le temps.

# ANNEXE 6

## TABLEAU DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

# Tableau A : Résultats d'analyses - Sols



| Nom du sondage | | | | | 15TE1 | 15TE2 | 15TE3 | 15TE4 | 15TE5 | | 15TE6 | 15TE7 | 15TE8 | 15TE9 | 15TE10 | 15TE11 | 15TE12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom de l'échantillon | | | | | 15TE1-1 | 15TE2-1 | 15TE3-1 | 15TE4-1 | 15TE5-2 | 15TE5-2 DUP | 15TE6-4 | 15TE7-1 | 15TE8-1 | 15TE9-1 | 15TE10-1 | 15TE11-1 | 15TE12-1 |
| Date de prélèvement (année-mois-jour) | | | | | 2015-06-03 | 2015-06-03 | 2015-06-10 | 2015-06-03 | 2015-06-03 | 2015-06-03 | 2015-06-03 | 2015-06-10 | 2015-06-10 | 2015-06-10 | 2015-06-03 | 2015-06-03 | 2015-06-03 |
| Profondeur de l'échantillon (m) | | | | | 0,00-0,15 | 0,00-0,40 | 0,00-0,60 | 0,00-0,60 | 0,50-1,00 | 0,50-1,00 | 1,50-2,00 | 0,00-0,60 | 0,00-0,50 | 0,00-0,65 | 0,00-0,50 | 0,00-0,50 | 0,00-0,70 |
| Niveau de contamination interprété de l'échantillon | | | | | A-B | A-B | < A | < A | < A | A-B | < A | < A | A-B | C-RESC* | C-RESC* | < A | C-RESC* |
| Paramètres | Limites maximales (mg/kg) (ppm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A[1] | B[2] | C[3] | RESC[4] | | | | | | | | | | | | | |
| **HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphtène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Acénaphtylène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Anthracène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (a) anthracène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | **0,2** | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (a) pyrène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | **0,2** | **0,2** | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (b) fluoranthène | 0,1 | 1 | 10 | 136 | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (j) fluoranthène | 0,1 | 1 | 10 | 136 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (k) fluoranthène | 0,1 | 1 | 10 | 136 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (c) phénanthrène | 0,1 | 1 | 10 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Benzo (g,h,i) pérylène | 0,1 | 1 | 10 | 18 | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Chrysène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | **0,2** | **0,2** | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Dibenzo (a,h) anthracène | 0,1 | 1 | 10 | 82 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Dibenzo (a,i) pyrène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Dibenzo (a,h) pyrène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Dibenzo (a,l) pyrène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fluoranthène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | **0,5** | **0,5** | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fluorène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Indéno (1,2,3-cd) pyrène | 0,1 | 1 | 10 | 34 | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Méthyl-3 cholanthrène | 0,1 | 1 | 10 | 150 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Naphtalène | 0,1 | 5 | 50 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Phénanthrène | 0,1 | 5 | 50 | 56 | **0,3** | **0,3** | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Pyrène | 0,1 | 10 | 100 | 100 | **0,4** | **0,4** | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Méthyl-1 naphtalène | 0,1 | 1 | 10 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Méthyl-2 naphtalène | 0,1 | 1 | 10 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Diméthyl-1,3 naphtalène | 0,1 | 1 | 10 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Triméthyl-2,3,5 naphtalène | 0,1 | 1 | 10 | 56 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| **HP $C_{10}$-$C_{50}$ - Hydrocarbures pétroliers** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HP $C_{10}$-$C_{50}$ | 300 | 700 | 3 500 | 10 000 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| **Métaux** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | 0,8 | 20 | 40 | 200 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 |
| Arsenic (As) | 15 | 30 | 50 | 250 | 5 | < 5 | 6 | < 5 | 6 | 6 | < 5 | 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 |
| Baryum (Ba) | 265 | 500 | 2 000 | 10 000 | 180 | 120 | 240 | 180 | 260 | 240 | 240 | 220 | 240 | 220 | **270** | 250 | **310** |
| Cadmium (Cd) | 1,3 | 5 | 20 | 100 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 |
| Chrome (Cr) | 75 | 250 | 800 | 4 000 | 20 | 21 | 20 | 21 | 18 | 16 | 21 | 23 | 23 | 22 | 24 | 24 | 24 |
| Cobalt (Co) | 20 | 50 | 300 | 1 500 | 15 | 13 | 17 | 17 | 15 | 14 | 17 | 19 | 19 | 17 | 18 | 18 | 20 |
| Cuivre (Cu) | 50 | 100 | 500 | 2 500 | 19 | 20 | 39 | 22 | 36 | 37 | 40 | 35 | **59** | 26 | 31 | 31 | 31 |
| Étain (Sn) | 5 | 50 | 300 | 1 500 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 | < 4 |
| Manganèse (Mn) | **3 483**** | **3 483**** | **3 483**** | 11 000 | 3 400 | 1 700 | 3 200 | 2 500 | 2 700 | 2 800 | 2 700 | 2 700 | 3 300 | 3 600 | 4 000 | 3 400 | 4 100 |
| Molybdène (Mo) | 2 | 10 | 40 | 200 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| Nickel (Ni) | 55 | 100 | 500 | 2 500 | 29 | 25 | 32 | 33 | 25 | 26 | 31 | 35 | 34 | 33 | 34 | 36 | 37 |
| Plomb (Pb) | 40 | 500 | 1 000 | 5 000 | 21 | 27 | 29 | 24 | 23 | **73** | 29 | 26 | 27 | 21 | **340** | 24 | 25 |
| Sélénium (Se) | 3 | 3 | 10 | 50 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| Zinc (Zn) | 130 | 500 | 1 500 | 7 500 | 78 | 73 | 81 | 87 | 67 | 63 | 75 | 92 | 94 | 86 | 93 | 88 | 85 |
| **HAM - Hydrocarbures aromatiques monocycliques** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | 0,1 | 1 | 5 | 5 | < 0,1 | na | < 0,1 | na | na | na | na | < 0,1 | na | na | na | < 0,1 | na |
| Chlorobenzène | 0,2 | 1 | 10 | 10 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Dichloro-1,2 benzène | 0,2 | 1 | 10 | 10 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Dichloro-1,3 benzène | 0,2 | 1 | 10 | 10 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Dichloro-1,4 benzène | 0,2 | 1 | 10 | 10 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Éthylbenzène | 0,2 | 5 | 50 | 50 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Styrène | 0,2 | 5 | 50 | 50 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Toluène | 0,2 | 3 | 30 | 30 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |
| Xylènes (o,m,p) | 0,2 | 5 | 50 | 50 | < 0,2 | na | < 0,2 | na | na | na | na | < 0,2 | na | na | na | < 0,2 | na |

* : Les sols associés à cet échantillon pourront être gérés selon le *Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse dans le sol* du MDDELCC et pourront notamment être réutilisés sur le site.

** : Teneur de fond naturelle obtenue pour le secteur géologique du site à l'étude (réf. : Rapport 091-50992-00 par Génivar inc. (2011)).



1 Niveau A des critères de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Politique) du MDDELCC
2 Niveau B des critères de la Politique | Correspond aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT
3 Niveau C des critères de la Politique | Correspond aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT
4 Annexe I du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC)
**na :** non analysé | **- :** aucune norme

# ANNEXE 7

## CERTIFICAT D'ANALYSES CHIMIQUES

Maxxam
Une société du Groupe Bureau Veritas

Le succès par la science®

Votre # de commande: 3244244
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER

**Attention:Marcilio Gama Coelho**

VILLE DE QUÉBEC
Service de l'Ingénierie
65, rue Sainte-Anne
6e étage
Québec, QC
CANADA G1R 3X5

Votre # Bordereau: E-901351, E-901352, E-901353, E-901354

**Date du rapport: 2015/06/17**
# Rapport: R2013868
Version: 1 - Finale

# CERTIFICAT D'ANALYSES

**# DE DOSSIER MAXXAM: B531505**
**Reçu: 2015/06/10, 04:30**

Matrice: SOL
Nombre d'échantillons reçus: 13

| Analyses | Quantité | Date de l' extraction | Date Analysé | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|---|---|---|---|---|---|
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)* | 12 | 2015/06/15 | 2015/06/16 | QUE SOP-00210 | MA400–HYD 1.1 R1 m |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)* | 1 | 2015/06/15 | 2015/06/17 | QUE SOP-00210 | MA400–HYD 1.1 R1 m |
| Hydrocarbures aromatiques monocycliques* | 4 | 2015/06/15 | 2015/06/15 | QUE SOP-00202 | MA400–COV 2.0 R4 m |
| Métaux extractibles totaux par ICP* | 13 | 2015/06/15 | 2015/06/16 | QUE SOP-00132 | MA 200-Met 1.2 R5 m |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques* | 13 | 2015/06/16 | 2015/06/16 | QUE SOP-00208 | MA403-HPA 4.1 R3 m |

Lorsque la méthode de référence comprend le suffixe « m », cela signifie que les méthodes d'analyse contiennent les modifications validées provenant des méthodes de référence précises appliquées pour améliorer la performance.
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.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Alain Lemieux, Chargé de projets
Courriel: ALemieux@maxxam.ca
Téléphone (514)448-9001 Ext:6451

==========

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.
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.



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3727 | AY3730 | AY3732 | AY3735 | AY3739 | AY3740 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901352 | E-901352 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE1-1 | 15TE2-1 | 15TE3-1 | 15TE4-1 | 15TE5-2 | 15TE5-2 DUP | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | 9.0 | 8.2 | 5.5 | 6.8 | 6.0 | N/A | N/A |
| **HAP** | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphtène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Acénaphtylène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Anthracène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | **0.2** | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | **0.2** | **0.2** | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Chrysène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | **0.2** | **0.2** | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenz(a,h)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | **0.5** | **0.5** | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluorène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Naphtalène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | **0.3** | **0.3** | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Pyrène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | **0.4** | **0.4** | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | **-** | - | - | 82 | 80 | 83 | 81 | 84 | 80 | N/A | 1467001 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | **-** | - | - | 91 | 90 | 89 | 89 | 92 | 88 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| **ID Maxxam** | | | | | AY3727 | AY3730 | AY3732 | AY3735 | AY3739 | AY3740 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date d'échantillonnage** | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| **# Bordereau** | | | | | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901352 | E-901352 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE1-1** | **15TE2-1** | **15TE3-1** | **15TE4-1** | **15TE5-2** | **15TE5-2 DUP** | **LDR** | **Lot CQ** |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 83 | 84 | 85 | 83 | 86 | 83 | N/A | 1467001 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 82 | 81 | 83 | 82 | 84 | 81 | N/A | 1467001 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 83 | 82 | 84 | 84 | 86 | 82 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3749 | AY3750 | AY3753 | AY3756 | AY3758 | AY3761 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901354 | E-901354 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE6-4** | **15TE7-1** | **15TE8-1** | **15TE9-1** | **15TE10-1** | **15TE11-1** | **LDR** | **Lot CQ** |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 6.2 | 6.4 | 8.6 | 12 | 7.6 | 8.6 | N/A | N/A |
| **HAP** | | | | | | | | | | | | |
| Acénaphtène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Acénaphtylène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Anthracène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Chrysène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenz(a,h)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluorène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Naphtalène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Pyrène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 84 | 80 | 82 | 83 | 80 | 88 | N/A | 1467001 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 90 | 90 | 89 | 88 | 88 | 95 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| **ID Maxxam** | | | | | AY3749 | AY3750 | AY3753 | AY3756 | AY3758 | AY3761 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date d'échantillonnage** | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| **# Bordereau** | | | | | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901354 | E-901354 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE6-4** | **15TE7-1** | **15TE8-1** | **15TE9-1** | **15TE10-1** | **15TE11-1** | **LDR** | **Lot CQ** |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 86 | 83 | 85 | 85 | 82 | 90 | N/A | 1467001 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 84 | 82 | 82 | 83 | 81 | 88 | N/A | 1467001 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 86 | 84 | 84 | 84 | 82 | 90 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3764 | AY3764 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901354 | E-901354 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE12-1 | 15TE12-1 Dup. de Lab. | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 8.6 | 8.6 | N/A | N/A |
| **HAP** | | | | | | | | |
| Acénaphtène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Acénaphtylène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Anthracène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(j)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(c)phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Benzo(ghi)pérylène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Chrysène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenz(a,h)anthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,i)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,h)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Dibenzo(a,l)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 7,12-Diméthylbenzanthracène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluoranthène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Fluorène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 3-Méthylcholanthrène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Naphtalène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Phénanthrène | mg/kg | **0.1** | 5 | 50 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| Pyrène | mg/kg | **0.1** | 10 | 100 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1-Méthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 1,3-Diméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| 2,3,5-Triméthylnaphtalène | mg/kg | **0.1** | 1 | 10 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1467001 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | |
| D10-Anthracène | % | - | - | - | 82 | 80 | N/A | 1467001 |
| D12-Benzo(a)pyrène | % | - | - | - | 87 | 86 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAP PAR GCMS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3764 | AY3764 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901354 | E-901354 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE12-1 | 15TE12-1 Dup. de Lab. | LDR | Lot CQ |
| D14-Terphenyl | % | - | - | - | 84 | 81 | N/A | 1467001 |
| D8-Acenaphthylene | % | - | - | - | 82 | 81 | N/A | 1467001 |
| D8-Naphtalène | % | - | - | - | 84 | 83 | N/A | 1467001 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3727 | AY3730 | AY3732 | AY3735 | AY3739 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901352 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE1-1 | 15TE2-1 | 15TE3-1 | 15TE4-1 | 15TE5-2 | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | 9.0 | 8.2 | 5.5 | 6.8 | N/A | N/A |
| **HYDROCARBURES PÉTROLIERS** | | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | **300** | 700 | 3500 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 100 | 1467000 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 77 | 72 | 78 | 75 | 75 | N/A | 1467000 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable

| ID Maxxam | | | | | AY3740 | AY3749 | AY3750 | AY3753 | AY3756 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901352 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE5-2 DUP | 15TE6-4 | 15TE7-1 | 15TE8-1 | 15TE9-1 | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 6.0 | 6.2 | 6.4 | 8.6 | 12 | N/A | N/A |
| **HYDROCARBURES PÉTROLIERS** | | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | **300** | 700 | 3500 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 100 | 1467000 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 74 | 76 | 75 | 74 | 77 | N/A | 1467000 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3758 | AY3761 | AY3764 | AY3764 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901354 | E-901354 | E-901354 | E-901354 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE10-1** | **15TE11-1** | **15TE12-1** | **15TE12-1 Dup. de Lab.** | **LDR** | **Lot CQ** |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 7.6 | 8.6 | 8.6 | 8.6 | N/A | N/A |
| **HYDROCARBURES PÉTROLIERS** | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | mg/kg | **300** | 700 | 3500 | <100 | <100 | <100 | <100 | 100 | 1467000 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | |
| 1-Chlorooctadécane | % | - | - | - | 77 | 75 | 74 | 74 | N/A | 1467000 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## HAM PAR GC/MS (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3727 | AY3732 | AY3750 | AY3761 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901351 | E-901351 | E-901353 | E-901354 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE1-1 | 15TE3-1 | 15TE7-1 | 15TE11-1 | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | 8.2 | 6.4 | 8.6 | N/A | N/A |
| **VOLATILS** | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kg | **0.1** | 0.5 | 5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 1466840 |
| Chlorobenzène | mg/kg | **0.2** | 1 | 10 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Dichloro-1,2 benzène | mg/kg | **0.2** | 1 | 10 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Dichloro-1,3 benzène | mg/kg | **0.2** | 1 | 10 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Dichloro-1,4 benzène | mg/kg | **0.2** | 1 | 10 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Éthylbenzène | mg/kg | **0.2** | 5 | 50 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Styrène | mg/kg | **0.2** | 5 | 50 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Toluène | mg/kg | **0.2** | 3 | 30 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| Xylènes (o,m,p) | mg/kg | **0.2** | 5 | 50 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | 0.2 | 1466840 |
| **Récupération des Surrogates (%)** | | | | | | | | | | |
| 4-Bromofluorobenzène | % | - | - | - | 105 | 102 | 104 | 103 | N/A | 1466840 |
| D10-Ethylbenzène | % | - | - | - | 105 | 95 | 102 | 101 | N/A | 1466840 |
| D4-1,2-Dichloroéthane | % | - | - | - | 102 | 97 | 101 | 98 | N/A | 1466840 |
| D8-Toluène | % | - | - | - | 95 | 97 | 96 | 98 | N/A | 1466840 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| **ID Maxxam** | | | | | AY3727 | AY3730 | AY3732 | AY3735 | AY3739 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date d'échantillonnage** | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| **# Bordereau** | | | | | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901351 | E-901352 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE1-1** | **15TE2-1** | **15TE3-1** | **15TE4-1** | **15TE5-2** | **LDR** | **Lot CQ** |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 5.1 | 9.0 | 8.2 | 5.5 | 6.8 | N/A | N/A |
| **MÉTAUX** | | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | **2** | 20 | 40 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Arsenic (As) | mg/kg | **6** | 30 | 50 | 5 | <5 | 6 | <5 | 6 | 5 | 1466743 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | **200** | 500 | 2000 | 180 | 120 | **240** | 180 | **260** | 5 | 1466743 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | **1.5** | 5 | 20 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | **85** | 250 | 800 | 20 | 21 | 20 | 21 | 18 | 2 | 1466743 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | **15** | 50 | 300 | 15 | 13 | **17** | **17** | 15 | 2 | 1466743 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | **40** | 100 | 500 | 19 | 20 | 39 | 22 | 36 | 2 | 1466743 |
| Etain (Sn) | mg/kg | **5** | 50 | 300 | <4 | <4 | <4 | <4 | <4 | 4 | 1466743 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | **770** | 1000 | 2200 | 3400 | 1700 | 3200 | 2500 | 2700 | 2 | 1466743 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | **2** | 10 | 40 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | **50** | 100 | 500 | 29 | 25 | 32 | 33 | 25 | 1 | 1466743 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | **50** | 500 | 1000 | 21 | 27 | 29 | 24 | 23 | 5 | 1466743 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | **1** | 3 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | **110** | 500 | 1500 | 78 | 73 | 81 | 87 | 67 | 10 | 1466743 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| ID Maxxam | | | | | AY3740 | AY3749 | AY3750 | AY3753 | AY3753 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date d'échantillonnage | | | | | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | 2015/06/10 | | |
| # Bordereau | | | | | E-901352 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | E-901353 | | |
| | UNITÉS | A | B | C | 15TE5-2 DUP | 15TE6-4 | 15TE7-1 | 15TE8-1 | 15TE8-1 Dup. de Lab. | LDR | Lot CQ |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 6.0 | 6.2 | 6.4 | 8.6 | 8.6 | N/A | N/A |
| **MÉTAUX** | | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | **2** | 20 | 40 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Arsenic (As) | mg/kg | **6** | 30 | 50 | 6 | <5 | 5 | <5 | <5 | 5 | 1466743 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | **200** | 500 | 2000 | **240** | **240** | **220** | **240** | **230** | 5 | 1466743 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | **1.5** | 5 | 20 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | **85** | 250 | 800 | 16 | 21 | 23 | 23 | 23 | 2 | 1466743 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | **15** | 50 | 300 | 14 | **17** | **19** | **19** | **18** | 2 | 1466743 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | **40** | 100 | 500 | 37 | 40 | 35 | **59** | **57** | 2 | 1466743 |
| Etain (Sn) | mg/kg | **5** | 50 | 300 | <4 | <4 | <4 | <4 | <4 | 4 | 1466743 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | **770** | 1000 | 2200 | 2800 | 2700 | 2700 | 3300 | 3200 | 2 | 1466743 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | **2** | 10 | 40 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | **50** | 100 | 500 | 26 | 31 | 35 | 34 | 34 | 1 | 1466743 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | **50** | 500 | 1000 | **73** | 29 | 26 | 27 | 25 | 5 | 1466743 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | **1** | 3 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | **110** | 500 | 1500 | 63 | 75 | 92 | 94 | 91 | 10 | 1466743 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

| **ID Maxxam** | | | | | AY3756 | AY3758 | AY3761 | AY3764 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Date d'échantillonnage** | | | | | 2015/06/10 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | 2015/06/03 | | |
| **# Bordereau** | | | | | E-901353 | E-901354 | E-901354 | E-901354 | | |
| | **UNITÉS** | **A** | **B** | **C** | **15TE9-1** | **15TE10-1** | **15TE11-1** | **15TE12-1** | **LDR** | **Lot CQ** |
| % HUMIDITÉ | % | - | - | - | 12 | 7.6 | 8.6 | 8.6 | N/A | N/A |
| **MÉTAUX** | | | | | | | | | | |
| Argent (Ag) | mg/kg | **2** | 20 | 40 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Arsenic (As) | mg/kg | **6** | 30 | 50 | <5 | <5 | <5 | <5 | 5 | 1466743 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | **200** | 500 | 2000 | **220** | **270** | **250** | **310** | 5 | 1466743 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | **1.5** | 5 | 20 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.5 | 1466743 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | **85** | 250 | 800 | 22 | 24 | 24 | 24 | 2 | 1466743 |
| Cobalt (Co) | mg/kg | **15** | 50 | 300 | **17** | **18** | **18** | **20** | 2 | 1466743 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | **40** | 100 | 500 | 26 | 31 | 31 | 31 | 2 | 1466743 |
| Etain (Sn) | mg/kg | **5** | 50 | 300 | <4 | <4 | <4 | <4 | 4 | 1466743 |
| Manganèse (Mn) | mg/kg | **770** | 1000 | 2200 | 3600 | 4000 | 3400 | 4100 | 2 | 1466743 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | **2** | 10 | 40 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | **50** | 100 | 500 | 33 | 34 | 36 | 37 | 1 | 1466743 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | **50** | 500 | 1000 | 21 | **340** | 24 | 25 | 5 | 1466743 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | **1** | 3 | 10 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | 1466743 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | **110** | 500 | 1500 | 86 | 93 | 88 | 85 | 10 | 1466743 |

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## REMARQUES GÉNÉRALES

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

État des échantillons à l'arrivée: BON

A,B,C: Ces critères proviennent de l'Annexe 2 de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés ». Pour les analyses de métaux(et métalloides) dans les sols, le critère A désigne la « Teneur de fond Secteur Basses-Terres du Saint-Laurent ».
A,B-eau souterraine: A=Critère pour fin de consommation; B=Critère pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts.
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)**

Veuillez 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.

**HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)**

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

**HAM PAR GC/MS (SOL)**

Veuillez 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.

Veuillez noter que les échantillons sont analysés par Headspace GC/MS.

**MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)**

Veuillez 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**



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1466743 | JB3 | MRC | Argent (Ag) | 2015/06/16 | | 108 | % |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | | 99 | % |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | | 104 | % |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | | 107 | % |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | | 108 | % |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | | 100 | % |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | | 100 | % |
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | | 110 | % |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | | 102 | % |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | | 104 | % |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | | 107 | % |
| 1466743 | JB3 | MRC DUP | Argent (Ag) | 2015/06/16 | | 117 | % |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | | 112 | % |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | | 110 | % |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | | 112 | % |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | | 115 | % |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | | 108 | % |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | | 112 | % |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| 1466743 | JB3 | Blanc fortifié | Argent (Ag) | 2015/06/16 | | 116 | % |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | | 107 | % |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | | 115 | % |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | | 108 | % |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | | 101 | % |
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | | 113 | % |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | | 107 | % |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | | 106 | % |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | | 113 | % |
| 1466743 | JB3 | Blanc fortifié DUP | Argent (Ag) | 2015/06/16 | | 109 | % |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | | 104 | % |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | | 104 | % |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | | 105 | % |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | | 115 | % |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | | 106 | % |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | | 105 | % |



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | | 114 | % |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | | 103 | % |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | | 106 | % |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | | 111 | % |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | | 104 | % |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | | 112 | % |
| 1466743 | JB3 | Blanc de méthode | Argent (Ag) | 2015/06/16 | <0.5 | | mg/kg |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | <0.5 | | mg/kg |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | <4 | | mg/kg |
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | <10 | | mg/kg |
| 1466743 | JB3 | Blanc de méthode DUP | Argent (Ag) | 2015/06/16 | <0.5 | | mg/kg |
| | | | Arsenic (As) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Baryum (Ba) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Cadmium (Cd) | 2015/06/16 | <0.5 | | mg/kg |
| | | | Chrome (Cr) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Cobalt (Co) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Cuivre (Cu) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Etain (Sn) | 2015/06/16 | <4 | | mg/kg |
| | | | Manganèse (Mn) | 2015/06/16 | <2 | | mg/kg |
| | | | Molybdène (Mo) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Nickel (Ni) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Plomb (Pb) | 2015/06/16 | <5 | | mg/kg |
| | | | Sélénium (Se) | 2015/06/16 | <1 | | mg/kg |
| | | | Zinc (Zn) | 2015/06/16 | <10 | | mg/kg |
| 1466840 | MB8 | Blanc fortifié | 4-Bromofluorobenzène | 2015/06/15 | | 103 | % |
| | | | D10-Ethylbenzène | 2015/06/15 | | 97 | % |
| | | | D4-1,2-Dichloroéthane | 2015/06/15 | | 100 | % |
| | | | D8-Toluène | 2015/06/15 | | 95 | % |
| | | | Benzène | 2015/06/15 | | 104 | % |
| | | | Chlorobenzène | 2015/06/15 | | 105 | % |
| | | | Dichloro-1,2 benzène | 2015/06/15 | | 111 | % |
| | | | Dichloro-1,3 benzène | 2015/06/15 | | 109 | % |
| | | | Dichloro-1,4 benzène | 2015/06/15 | | 108 | % |
| | | | Éthylbenzène | 2015/06/15 | | 100 | % |
| | | | Styrène | 2015/06/15 | | 104 | % |
| | | | Toluène | 2015/06/15 | | 101 | % |
| | | | Xylènes (o,m,p) | 2015/06/15 | | 104 | % |
| 1466840 | MB8 | Blanc de méthode | 4-Bromofluorobenzène | 2015/06/15 | | 103 | % |
| | | | D10-Ethylbenzène | 2015/06/15 | | 102 | % |
| | | | D4-1,2-Dichloroéthane | 2015/06/15 | | 103 | % |



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | D8-Toluène | 2015/06/15 | | 94 | % |
| | | | Benzène | 2015/06/15 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Chlorobenzène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Dichloro-1,2 benzène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Dichloro-1,3 benzène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Dichloro-1,4 benzène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Éthylbenzène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Styrène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Toluène | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| | | | Xylènes (o,m,p) | 2015/06/15 | <0.2 | | mg/kg |
| 1467000 | VBO | Blanc fortifié | 1-Chlorooctadécane | 2015/06/16 | | 82 | % |
| | | | Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | 2015/06/16 | | 102 | % |
| 1467000 | VBO | Blanc de méthode | 1-Chlorooctadécane | 2015/06/16 | | 76 | % |
| | | | Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) | 2015/06/16 | <100 | | mg/kg |
| 1467001 | MH5 | Blanc fortifié | D10-Anthracène | 2015/06/16 | | 86 | % |
| | | | D12-Benzo(a)pyrène | 2015/06/16 | | 95 | % |
| | | | D14-Terphenyl | 2015/06/16 | | 89 | % |
| | | | D8-Acenaphthylene | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | D8-Naphtalène | 2015/06/16 | | 86 | % |
| | | | Acénaphtène | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | Acénaphtylène | 2015/06/16 | | 86 | % |
| | | | Anthracène | 2015/06/16 | | 86 | % |
| | | | Benzo(a)anthracène | 2015/06/16 | | 83 | % |
| | | | Benzo(a)pyrène | 2015/06/16 | | 89 | % |
| | | | Benzo(b)fluoranthène | 2015/06/16 | | 82 | % |
| | | | Benzo(j)fluoranthène | 2015/06/16 | | 91 | % |
| | | | Benzo(k)fluoranthène | 2015/06/16 | | 87 | % |
| | | | Benzo(c)phénanthrène | 2015/06/16 | | 83 | % |
| | | | Benzo(ghi)pérylène | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | Chrysène | 2015/06/16 | | 83 | % |
| | | | Dibenz(a,h)anthracène | 2015/06/16 | | 82 | % |
| | | | Dibenzo(a,i)pyrène | 2015/06/16 | | 88 | % |
| | | | Dibenzo(a,h)pyrène | 2015/06/16 | | 83 | % |
| | | | Dibenzo(a,l)pyrène | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | 7,12-Diméthylbenzanthracène | 2015/06/16 | | 83 | % |
| | | | Fluoranthène | 2015/06/16 | | 84 | % |
| | | | Fluorène | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 2015/06/16 | | 75 | % |
| | | | 3-Méthylcholanthrène | 2015/06/16 | | 76 | % |
| | | | Naphtalène | 2015/06/16 | | 81 | % |
| | | | Phénanthrène | 2015/06/16 | | 84 | % |
| | | | Pyrène | 2015/06/16 | | 85 | % |
| | | | 2-Méthylnaphtalène | 2015/06/16 | | 81 | % |
| | | | 1-Méthylnaphtalène | 2015/06/16 | | 78 | % |
| | | | 1,3-Diméthylnaphtalène | 2015/06/16 | | 86 | % |
| | | | 2,3,5-Triméthylnaphtalène | 2015/06/16 | | 78 | % |
| 1467001 | MH5 | Blanc de méthode | D10-Anthracène | 2015/06/16 | | 87 | % |
| | | | D12-Benzo(a)pyrène | 2015/06/16 | | 97 | % |
| | | | D14-Terphenyl | 2015/06/16 | | 90 | % |
| | | | D8-Acenaphthylene | 2015/06/16 | | 87 | % |



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

| Lot AQ/CQ | Init | Type CQ | Groupe | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | D8-Naphtalène | 2015/06/16 | | 87 | % |
| | | | Acénaphtène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Acénaphtylène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Anthracène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(a)anthracène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(a)pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(b)fluoranthène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(j)fluoranthène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(k)fluoranthène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(c)phénanthrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Benzo(ghi)pérylène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Chrysène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Dibenz(a,h)anthracène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Dibenzo(a,i)pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Dibenzo(a,h)pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Dibenzo(a,l)pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 7,12-Diméthylbenzanthracène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Fluoranthène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Fluorène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 3-Méthylcholanthrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Naphtalène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Phénanthrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | Pyrène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 2-Méthylnaphtalène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 1-Méthylnaphtalène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 1,3-Diméthylnaphtalène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |
| | | | 2,3,5-Triméthylnaphtalène | 2015/06/16 | <0.1 | | mg/kg |

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.

Réc = Récupération



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

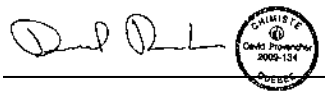
Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Dossier Maxxam: B531505
Date du rapport: 2015/06/17

VILLE DE QUÉBEC
Votre # du projet: PSP 140 255
Adresse du site: PLAGE JACQUES CARTIER
Votre # de commande: 3244244
Initiales du préleveur: EC

## 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, Québec

Marc Bouchard, B.Sc., Biochimiste, Québec

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.



Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

# Annexe F DOSSIER PHOTOGRAPHIQUE



**Photo 1 :** Segment A.



**Photo 2 :** Segment A.



**Photo 3 :** Segment B.



**Photo 4 :** Segment B.



**Photo 5 :** Segment C.



**Photo 6 :** Segment C.



**Photo 7 :** Segment D.



**Photo 8 :** Segment D.



**Photo 9 :** Segment E.



**Photo 10 :** Segment E.



**Photo 11 :** Segment F.



**Photo 12 :** Segment F.



**Photo 13 :** Segment G.



**Photo 14 :** Segment G.



**Photo 15 :** Segment H.



**Photo 16 :** Segment H.



**Photo 17 :** Segment I.



**Photo 18 :** Segment I.



**Photo 19 :** Segment J.



**Photo 20 :** Segment J.



**Photo 21 :** Segment K**.**



**Photo 22 :** Segment K**.**



**Photo 23 :** Parcelle d'inventaire P1.



**Photo 24 :** Parcelle d'inventaire P1**.**



**Photo 25 :** Parcelle d'inventaire P2**.**



**Photo 26 :** Parcelle d'inventaire P3**.**



**Photo 27 :** Parcelle d'inventaire P3**.**



**Photo 28 :** Herbier aquatique H1**.**



**Photo 29 :** Herbier aquatique H1**.**



**Photo 30 :** Herbier aquatique H2.



**Photo 31 :** Herbier aquatique H2**.**



**Photo 32 :** Herbier aquatique H3.



**Photo 33 :** Herbier aquatique H3.



**Photo 34 :** Herbier aquatique H4.



**Photo 35 :** Herbier aquatique H4.



**Photo 36 :** Herbier aquatique H5.



**Photo 37 :** Herbier aquatique H6.



**Photo 38 :** Herbier aquatique H6.



**Photo 39 :** Herbier aquatique H7.



**Photo 40 :** Herbier aquatique H7.



**Photo 41 :** Herbier aquatique H8.



**Photo 42 :** Herbier aquatique H8.

# Annexe G ESPÈCES FLORISTIQUES – NOMS LATINS

**Tableau 1 - Espèces végétales inventoriées dans les segments**

| Strate | Nom français | Nom latin |
|---|---|---|
| Arborescente | Érable à sucre | *Acer saccharum* |
| | Chêne rouge | *Quercus rubra* |
| | Orme d'Amérique | *Ulmus americana* |
| | Érable à Giguère | *Acer negundo* |
| | Érable rouge | *Acer rubrum* |
| | Érable argenté | *Acer saccharinum* |
| | Bouleau à papier | *Betula papyrifera* |
| | Frêne rouge | *Fraxinus pennsylvanica* |
| | Pin blanc | *Pinus strobus* |
| | pPuplier faux-tremble | *Populus tremuloides* |
| | Tilleul d'Amérique | *Tilia americana* |
| Arbustive | Cornouiller hart-rouge | *Cornus sericea* |
| | Orme de Sibérie | *Ulmus pumila* |
| | Chèvrefeuille de Tartarie | *Lonicera tatarica* |
| | Physocarpe à feuilles d'obier | *Physocarpus opulifolius* |
| | Cerisier sp. | *Prunus* sp. |
| | Chêne rouge | *Quercus rubra* |
| | Sumac vinaigrier | *Rhus typhina* |
| | Rosier inerme | *Rosa blanda* |
| | Framboisier d'Europe | *Rubus idaeus ssp. idaeus* |
| | Saule sp. | *Salix* sp. |
| | Vigne des rivages | *Vitis riparia* |
| Herbacée | Asclépiade commune | *Asclepias syriaca* |
| | Chicorée sauvage | *Cichorium intybus* |
| | Aster à grandes feuilles | *Eurybia macrophylla* |
| | Renouée du Japon | *Fallopia japonica* |
| | Graminée sp. | *Graminée* sp. |
| | Millepertuis commun | *Hypericum perforatum* |
| | Salicaire commune | *Lythrum salicaria* |
| | Smilacine à grappes | *Maianthemum racemosum* |
| | Alpiste roseau | *Phalaris arundinacea* |
| | Épervière orangée | *Pilosella aurantiaca* |
| | Pâturin des prés | *Poa pratensis subsp. pratensis* |
| | Verge d'or sp. | *Solidago* sp. |
| | Tussilage pas-d'âne | *Tussilago farfara* |

# Annexe H CDPNQ

# Espèces à risque

**1 – Nombre total d'occurrences pour cette requête : 18**

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

## FLORE

***Allium tricoccum - (7756)***

*ail des bois*

*Sainte-Foy, boisé Marly, près de l'édifice du Revenu; en bordure du sentier. / Érablière à Acer saccharum et Fraxinus americana avec Acer spicatum, Erythronium americanum et Veratrum viride; deux petites colonies de moins de 2m de diamètre et comptant environ 100-200 individus chacune; en boutons la deuxième semaine de juin.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,751 / -71,33 | D (Faible, non viable) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2011 |

Meilleure source : Labrecque, J. 1997. Inventaire des espèces de plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables du boisé Marly, à Sainte-Foy. Direction de la conservation et du patrimoine écologique 6 p.

***Bidens eatonii - (3947)***

*bident d'Eaton*

*Cap-Rouge, fleuve Saint-Laurent,comté de Québec. / Zone intertidale, hydrolittoral moyen.; en fleurs la dernière semaine de juillet et au début septembre; pleine fructification et fin de floraison la première semaine de septembre à la dernière de septembre.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,744 / -71,349 | H (Historique) - M (Minute, 1500 m) | B5.04 | 1984-07-28 |

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Cicuta maculata var. victorinii - (3616)***

*cicutaire de Victorin*

*Cap-Rouge, anse du Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent.*
*(SITE 1 de Brouillet, Bouchard et Coursol, 1996) / Hydrolittoral moyen avec dépôt fin (>30 cm d'épaisseur), peu pierreux (schiste); herbaçaie haute et très fermée et petites mares vaseuses; 100-1 000 individus dispersés; avec Gentiana Victorinii, Astragalus labradorius, etc.; pleine floraison la première semaine de juillet et en pleine fructification dans la deuxième à la troisième semaine d'août.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,743 / -71,348 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1995-08-17 |

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

***Cyperus houghtonii - (22892)***

*souchet de Houghton*

*Sainte-Foy, comté Québec. Partie ouest de la cour de triage de la gare de Sainte-Foy. / Entre les rails du chemin de fer.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,783 / -71,286 | H (Historique) - G (Général, > 8000 m) | B0.00 | 1980 |

Meilleure source :

***Cypripedium arietinum - (7937)***

*cypripède tête-de-bélier*

*Ville de Québec, arrondissement Sainte-Foy, au dessus de la plage Jacques-Cartier, 2,4 km à l'ouest du pont Pierre-Laporte et 1,3 km à l'est du pont de Cap-Rouge (voie ferrée). / Sous des arbustes, boisé mixte à chêne rouge et à pin blanc. Jeune forêt et abattis, haut de versant, pente de 15 à 25 degrés, d'exposition sud-sud-ouest, sur sol argileux, pH de 4,8 et 5,6. Site bien drainé. Colonie falaise : 2017: 8 individus en fleurs et 3 végétatifs; 2016: 10 individus en fleurs, 1 végétatif; 2011: 4 individus en fleurs, 6 végétatifs. 2010: 6 individus en fleurs, 2 végétatifs. 2009 : 16 individus en fleurs, un végétatif, la quatrième semaine de mai. 2007 : 11 individus en fleurs. Colonie à 8 m au nord de la falaise. 2017: 3 individus en fleurs et 1 en fleur avortée; 2016: 3 individus en fleurs; 2011: 2 individus végétatifs. 2010: un individu en fleurs, 2 végétatifs. 2009 : Un individu en fleur, deux végétatifs, la quatrième semaine de mai. 2007 : 2 individus en fleurs. Colonie du milieu, sous Diervilla : 2017: aucun individu; 2016: 2 végétatifs; 2011: 6 individus végétatifs. 2010: un individu en fleurs, 6 végétatifs. 2009 : 8 individus végétatifs, la quatrième semaine de mai. 2007 : 7 végétatifs et 1 en fleurs. Colonie chemin du bas sous les pins : 2017: un individu en fleur, 1 en fleur avortée et un végétatif; 2016: 4 individus en boutons; 2011: 2 individus en fleurs et un végétatif. 2010: 4 individus en fleurs. 2009 : 4 individus en fleurs, la quatrième semaine de mai. 2007 : 2 individus en fleurs. Colonie chêne à 3 troncs : 2017: 5 individus en fleurs et un végétatif; 2016: 2 individus en bouton et 3 végétatifs; 2011: 5 individus en fleurs, 3 végétatifs. 2010: 7 individus en fleurs plus une tige cassée. 2009 : 7 individus en fleurs et un végétatif, la quatrième semaine de mai. 2007 : 8 individus en bouton. 2006 : 3 petites colonies de 11 (4 fleuries), 2 (2 fleuries), 2 (1 fleurie) tiges. 2001: 3 petites colonies de 10 (toutes fleuries), 6 (4 fleuries), et 20 (9 fleuries) tiges. 1996 : 9 individus. 1993 : 15 individus.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,75 / -71,323 | D (Faible, non viable) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2017-05-28 |

Meilleure source : Sabourin, A. et D. Paquette. 1994. Rapport sur la situation du cypripède tête-de-bélier (Cypripedium arietinum R.Br.) au Québec. Rapport non publié remis à la Direction de la Conservation et du Patrimoine écologique, Environnement et Faune Québec. 75 p.

***Elaeagnus commutata - (21739)***

*chalef argenté*

*Cap Rouge, près de Québec. / Aucune caractérisation. 1932 : Aucune précision sur le nombre d'individus.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,758 / -71,354 | H (Historique) - G (Général, > 8000 m) | B0.00 | 1932-08-01 |

Meilleure source :

***Epilobium ciliatum subsp. ciliatum var. ecomosum - (5417)***

*épilobe à graines nues*

*Ville de Québec, arrondissement Cap-Rouge, anse du Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent. / Pousse le long des murs de soutien dans l'hydrolittoral moyen avec dépôt mixte (>30 cm d'épaisseur), peu pierreux. Herbaçaie haute et dense. 1995 : 50-100 individus dispersés en début de fructification dans la troisième semaine d'août.*

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|
| 46,744 / -71,348 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1995-08-17 |

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

***Erigeron philadelphicus var. provancheri - (4020)***

*vergerette de Provancher*

*Cap-Rouge, Plage-Saint-Laurent, à environ 1 Km au sud-ouest du village. / Rochers plus hauts que la zone intertidale; 2002: 3 individus; pleine floraison la dernière semaine de juin.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,736 / -71,366 | D (Faible, non viable) - M (Minute, 1500 m) | B5.04 | 2002-09-08 |

Meilleure source : Coursol, F. 2002a. Mise à jour, rapport de situation sur la vergerette de Provancher (Erigeron philadelphicus subsp. provancheri. Version provisoire. Préparé pour le COSEPAC, Ottawa. 19 p.

***Eriocaulon parkeri - (7422)***

*ériocaulon de Parker*

*Cap-Rouge, anse du Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent.*
*(SITE 1 de Brouillet, Bouchard et Coursol, 1996) / Dépôt épais de sédiments fins, peu pierreux, de l'hydrolittoral moyen, densément végété; présence de Gentianopsis victorinii, Lindernia dubia var. inundata et Zizania aquatica var. brevis. Petites mares de marée basse dans la zone intercotidale. DÉMOGRAPHIE: 1995: entre 200 et 2 000 individus. PHÉNOLOGIE: pleine floraison la quatrième semaine d'août et la première de septembre; début de fructification la deuxième semaine de septembre; pleine fructification la troisième semaine d'août.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,743 / -71,348 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1995-08-17 |

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

***Gentianopsis virgata subsp. victorinii - (5014)***

*gentiane de Victorin*

*Cap-Rouge, près du pont de Québec, environ 1,5 Km en amont (côte Nelson, rivages du Saint-Laurent). / Sur le rivage, à portée de la marée haute avec des Bidens et des Asters. 1955 : En fleurs et en fruits durant tout le mois d'août et la première semaine de septembre.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,749 / -71,314 | X (Extirpée) - M (Minute, 1500 m) | B0.00 | 1955-08-23 |

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Isoetes tuckermanii - (9432)***

*isoète de Tuckerman*

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

*Cap-Rouge, anse du Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent.*
*(SITE 1 de Brouillet, Bouchard et Coursol, 1996) / Hydrollittoral moyen avec dépôt fin (>30 cm d'épaisseur), sans pierre; herbçaie haute et très fermée. 11-50 individus répartis uniformément en pleine sporulation dans la troisième et dernière semaine d'août.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,743 / -71,349 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1995-08-17 |

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

***Juglans cinerea - (17611)***

*noyer cendré*

*Communauté métropolitaine de Québec, secteur Cap-Rouge. / 1933 : Aucune caractérisation.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,747 / -71,341 | H (Historique) - G (Général, > 8000 m) | B0.00 | 1933-07-31 |

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Lycopus asper - (10231)***

*lycope rude*

*MRC de Québec, ville de Québec, secteur de Cap-Rouge, à l'extrémité sud-ouest du campus Notre-Dame de Foy, au pied de la falaise au niveau du fleuve. / Limite supérieure de la zone des marées dans le sable grossier à travers les gros cailloux émoussés; végétatif la troisième semaine de septembre.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,738 / -71,357 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1974-09-21 |

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Lycopus laurentianus - (5166)***

*lycope du Saint-Laurent*

*Ville de Québec, arrondissement Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent, anse du Cap-Rouge. / Hydrolittoral moyen avec dépôt mixte (>30 cm d'épaisseur), pierreux. Herbaçaie haute et très fermée. 1995 : 11-50 individus isolés, en début de fructification dans la troisième semaine d'août.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,744 / -71,348 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1995-08-17 |

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

***Physostegia virginiana subsp. virginiana - (5220)***

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

*physostégie de Virginie*

*Ville de Québec, arrondissement de Cap-Rouge, grève du fleuve Saint-Laurent. / Grève estuarienne au niveau de la marée haute, partie supérieure de la zone intertidale. Colonie très grande s'étendant d'un bout à l'autre de la baie.*

46,744 / -71,349 — X (Extirpée) - M (Minute, 1500 m) — B0.00 — 1940-08-17

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Platanthera macrophylla - (8274)***

*platanthère à grandes feuilles*

*Sainte-Foy, près du pont de Québec. / Chênaie; sous-bois d'érables et de chênes rouges; en floraison la première et deuxième semaine de juillet.*

46,753 / -71,291 — H (Historique) - M (Minute, 1500 m) — B5.04 — 1959-07-05

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Spiranthes lucida - (8301)***

*spiranthe lustrée*

*Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent. / Tertres herbeux à la limite de la zone intertidale, avec Juncus sp., Tofieldia glutinosa, Astragalus labradoricus.*

46,744 / -71,349 — X (Extirpée) - G (Général, > 8000 m) — B0.00 — 1941-07-05

Meilleure source : HERBIERS 2001 -. Banque de données sur les spécimens d'herbier, active depuis 2001; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, Québec.

***Zizania aquatica var. brevis - (8830)***

*zizanie naine*

*Cap-Rouge, anse du Cap-Rouge, rivage du fleuve Saint-Laurent.*
*(SITE 1 de Brouillet, Bouchard et Coursol, 1996) / Hydrolittoral moyen avec dépôt fin (>30 cm d'épaisseur), sans pierre à peu pierreux; herbaçaie haute et très fermée. >20 000 individus répartis uniformément; pleine floraison la première semaine d'août et en début de fructification dans la dernière semaine de juillet. Pleine fructification la dernière semaine d'août à la deuxième semaine de septembre.*

46,743 / -71,349 — H (Historique) - S (Seconde, 150 m) — B5.04 — 1995-08-17

Meilleure source : Brouillet, L., D. Bouchard et F. Coursol 1996. Les plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables et autres plantes rares de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent entre Grondines et Saint-Jean-Port-Joli. Rapport préliminaire préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 67 p. + annexes.

## 2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 18

| ***Nom latin*** / Nom commun / Statut canadien Cosepac / Lep | Rangs de priorité G | N | S | Statut | Total Requête | Nombre d'occurrences dans votre sélection A | B | C | D | X | H | F | E | I | Autres* | Nombre au Québec** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FLORE** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Allium tricoccum*<br>ail des bois<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5 | S3 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 225 |
| *Bidens eatonii*<br>bident d'Eaton<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G3 | N3 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| *Cicuta maculata var. victorinii*<br>cicutaire de Victorin<br>P (Préoccupante) / P (Préoccupante) | G5T3 | N3 | S3 | Menacée | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 |
| *Cyperus houghtonii*<br>souchet de Houghton<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G4? | N3 | S2 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| *Cypripedium arietinum*<br>cypripède tête-de-bélier<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G3 | N3 | S3 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| *Elaeagnus commutata*<br>chalef argenté<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| *Epilobium ciliatum subsp. ciliatum var. ecomosum*<br>épilobe à graines nues<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5T3Q | N3 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| *Erigeron philadelphicus var. provancheri* | G5T3Q | N3 | S3 | Menacée | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |

## 2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 18

| ***Nom latin*** Nom commun<br>Statut canadien Cosepac / Lep | Rangs de priorité G | N | S | Statut | Total Requête | Nombre d'occurrences dans votre sélection A | B | C | D | X | H | F | E | I | Autres* | Nombre au Québec** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vergerette de Provancher<br>P (Préoccupante) / P (Préoccupante) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Eriocaulon parkeri*<br>ériocaulon de Parker<br>NEP (Non en péril) / X (Aucun) | G3 | N3 | S3 | Menacée | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| *Gentianopsis virgata subsp. victorinii*<br>gentiane de Victorin<br>M (Menacée) / M (Menacée) | G2Q | N2 | S2 | Menacée | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| *Isoetes tuckermanii*<br>isoète de Tuckerman<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G4G5 | N4N5 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| *Juglans cinerea*<br>noyer cendré<br>VD (En voie de disparition) / VD (En voie de disparition) | G4 | N3N4 | S2 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 187 |
| *Lycopus asper*<br>lycope rude<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5? | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| *Lycopus laurentianus*<br>lycope du Saint-Laurent<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G3Q | N3 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 |
| *Physostegia virginiana subsp. virginiana*<br>physostégie de Virginie<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5T5 | NNR | S2 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |

## 2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 18

| ***Nom latin*** Nom commun / Statut canadien Cosepac / Lep | Rangs de priorité G | N | S | Statut | Total Requête | Nombre d'occurrences dans votre sélection A | B | C | D | X | H | F | E | I | Autres* | Nombre au Québec** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Platanthera macrophylla*<br>platanthère à grandes feuilles<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G4 | N2N3 | S2 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| *Spiranthes lucida*<br>spiranthe lustrée<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N4N5 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| *Zizania aquatica var. brevis*<br>zizanie naine<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5T3 | N3 | S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| | | | | Totaux: | 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

* Cette colonne compile les occurrences introduites, réintroduites et/ou restaurées pour chaque espèce suivie au CDPNQ.

** Les occurrences de qualités F, H, X ou compilées dans la colonne «Autres» ne sont pas comptabilisées dans ce nombre.

## Signification des termes et symboles utilisés

Rang de priorité : Rang décroissant de priorité pour la conservation (de 1 à 5), déterminé selon trois échelles : G (GRANKe; l'aire de répartition totale) N (NRANKe; le pays) et S (SRANKe; la province ou l'État) en tenant compte principalement de la fréquence et de l'abondance de l'élément. Seuls les rangs 1 à 3 traduisent un certain degré de précarité. Dans certains cas, les rangs numériques sont remplacés ou nuancés par les cotes suivantes : B : population animale reproductrice (breeding); H : historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec); M : population animale migratrice; N : population animale non reproductrice; NA : présence accidentelle / exotique / hybride / présence potentielle / présence rapportée mais non caractérisée / présence rapportée mais douteuse / présence signalée par erreur / synonymie de la nomenclature / existant, sans occurrence répertoriée; NR : rang non attribué; Q : statut taxinomique douteux; T : taxon infra-spécifique ou population isolée; U : rang impossible à déterminer; X : éteint ou extirpé; ? : indique une incertitude

Qualité des occurrences : A : excellente; B : bonne; C : passable; D : faible; E : à caractériser; F : non retrouvée; H : historique; X : disparue; I : introduite

Précision des occurrences : S : 150 m de rayon; M : 1,5 km de rayon; G : 8 km de rayon; U : > 8 km de rayon

Indice de biodiversité : 1: Exceptionnel; 2: Très élevé; 3: Élevé; 4: Modéré; 5: Marginal; 6: Indéterminé (pour plus de détails, voir à la page suivante)

Acronymes des herbiers : BL : MARCEL BLONDEAU; BM : Natural history museum; CAN : Musées nationaux; CCO : Université de Carleton; DAO : Agriculture Canada; DS : California academy of sciences; F : Field museum of natural history; GH : Gray; GR : Christian Grenier; ILL : University of Illinois; JEPS : Jepson herbarium; K : kew; LG : Université de Liège; MI : Université du Michigan; MO : Missouri; MT : MLCP (fusionné à MT); MT : Marie-Victorin; MTMG : Université McGill; NB : University of New Brunswick; NY : New York; OSC : Oregon state university; PM : Pierre Morisset; QFA : Louis-Marie; QFB-E : Forêts Canada; QFS : Université Laval; QK : Fowler; QSF : SCF; QUE : Québec; SFS : Rolland-Germain; TRTE : Toronto; UC : University of California; UQTA : Université du Québec; US : Smithsonian; V : Royal British Columbia museum; WAT : Waterloo university; WS : Washington state

## CRITÈRES POUR L'ATTRIBUTION D'UN INDICE DE BIODIVERSITÉ À UNE OCCURRENCE

(adapté de The Nature Conservancy 1994 et 1996)

| Indice | Sous-indice | Critères |
|---|---|---|
| **B1** | .01 | Unique occurrence au monde d'un élément G1 |
| | .02 | Unique occurrence au Québec d'un élément G1 |
| | .03 | Unique occurrence au Québec d'un élément G2 |
| | .04 | Unique occurrence au Québec d'un élément G3 |
| | .05 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément G1 |
| | .07 | Unique occurrence viable au Québec d'un élément S1 |
| **B2** | .01 | Occurrence autre que d'excellente qualité d'un élément G1 |
| | .02 | Occurrence d'excellente à bonne qualité d'un élément G2 |
| | .03 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément G3 |
| | .04 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément S1 |
| **B3** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément G2 |
| | .02 | Occurrence de bonne qualité d'un élément G3 |
| | .03 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S1 |
| | .05 | Occurrence d'excellente qualité d'une espèce S2 ou d'excellente qualité de toute communauté naturelle |
| | .11 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S2 |
| **B4** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément G3 |
| | .02 | Occurrence de qualité passable d'un élément S1 |
| | .03 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément S3 |
| | .05 | Occurrence de bonne qualité de toute communauté naturelle S3, S4 ou S5 |
| | .07 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S3 |
| **B5** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément S2 |
| | .03 | Occurrence de qualité passable d'un élément S3 |
| | .04 | Occurrence parmi les cas suivants : qualité faible, historique, présence contrôlée (existant) |

### Indice de biodiversité

L'indice de biodiversité est évalué pour les éléments les plus importants de la diversité biologique selon les critères indiqués dans le tableau. Pour fins de calcul, les rangs de priorité des sous-espèces et variétés (rangs T associés au rangs G) ainsi que ceux des populations (rangs T associés au rangs S) sont assimilés aux rangs de base (G ou S). L'indice met l'emphase sur le ou les éléments les plus rares. De même, une plus grande importance est accordée aux rangs de priorité à l'échelle globale. Seules les occurrences relativement précises (niveau de précision supérieur à 1,5 km) sont considérées.

Les occurrences de valeur indéterminée (E) ou historique (F et H) ont un poids très faible sur le plan de la conservation du territoire visé. Cependant, elles sont prioritaires sur le plan de l'acquisition de connaissances.

### Intérêt pour la conservation

Les occurrences avec un indice de biodiversité de B1 à B3 sont considérées comme d'intérêt le plus significatif pour la conservation.

### Références


The Nature Conservancy. 1994. The Nature Conservancy, Conservation Science Division, in association with the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centers. 1992. Biological and Conservation Data System (Supplement 2+, released March, 1994). Arlington, Virginia.

The Nature Conservancy. 1996. The Nature Conservancy Conservation Systems Department. Element Rank Rounding and Sequencing. Arlington, Virginia.

# Occurrences CDPNQ dans un rayon de 8 km de la plage Jacques-Cartier à Québec

**1 – Nombre total d'occurrences pour cette requête : 21**

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

***Alosa sapidissima - (13901)***

*alose savoureuse*

*Fleuve Saint-Laurent, Saint-Nicolas. /*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,741 / -71,295 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1994 |

Meilleure source : Robitaille, J. A., C. Pomerleau et P. J. Paulhus. 1987. Analyse sommaire des captures de la pêcherie expérimentale de l'Aquarium du Québec, de 1971 à 1986. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la faune aquatique et Direction régionale de Québec. Rapp. Tech. 87-02. 54 p.

***Chaetura pelagica - (23970)***

*martinet ramoneur*

*/*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,756 / -71,31 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 0 |

Meilleure source :

***Chaetura pelagica - (21487)***

*martinet ramoneur*

*Région de la Capital-Nationale. Ville de Québec. Cette occurrence est composée du site SOS-POP MR0622 (École St-Ange). / Présence de l'espèce à ce site en 2010. Jusqu'à ___ couples ont été observés au cours d'une même année. Habitat : Cheminée d'une école.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,766 / -71,409 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2010-06-20 |

Meilleure source :

***Chaetura pelagica - (23969)***

*martinet ramoneur*

*/*

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|
| 46,77 / -71,261 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 0 |

Meilleure source :

***Chaetura pelagica - (21358)***

*martinet ramoneur*

*Région de Chaudière-Appalaches. Ville de Lévis. Cette occurrence est composée du site SOS-POP MR0249 (Maison coin L'Entente et des Lilas - SCF249). / Présence de l'espèce à ce site en 2005 et 2009. Jusqu'à ___ couples ont été observés au cours d'une même année. Habitat : Cheminée d'une maison.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,702 / -71,4 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2009-07-17 |

Meilleure source :

***Cistothorus platensis - (20432)***

*troglodyte à bec court*

*Région de la Capital-Nationale. Cette occurrence est composée du site SOS-POP TC-036 (Parc Jean-Talon). / Présence de l'espèce à ce site en 1959 et 1960. Jusqu'à 4 individus ont été observés au cours d'une même visite. Habitat: Plaine basse, marécageuse et boisée*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,801 / -71,271 | X (Extirpée) - S (Seconde, 150 m) | B0.00 | 1960-06-22 |

Meilleure source : SOS-POP. 1994. Banque de données sur le suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec, active depuis 1994. Regroupement QuébecOiseaux et Service canadien de la faune d'Environnement Canada, région du Québec.

***Desmognathus fuscus - (18395)***

*salamandre sombre du Nord*

*Parc des Chutes-de-la-Chaudière, Lévis (Charny), Chaudières-Appalaches. / Il y a eu observation sur ce site en juillet 1994. Habitat : boisé de feuillus.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,733 / -71,283 | H (Historique) - M (Minute, 1500 m) | B5.04 | 1994-07-20 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Diadophis punctatus - (15605)***

*couleuvre à collier*

*Saint-Nicolas. / Un individu a été observé en 1994. Habitat : forêt, sous un arbre mort.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,7 / -71,4 | H (Historique) - G (Général, > 8000 m) | B0.00 | 1994 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

***Diadophis punctatus - (19080)***

*couleuvre à collier*

*Cap-Rouge, Capitale-Nationale. / Il y a eu observation d'un juvénile d'environ 10 cm (jeune de l'année) en septembre 2008 et un autre individu en 2009. Habitat : milieu modifié. La couleuvre a été trouvée dans un sous-sol (1597 Jacques Meilleur, Cap Rouge). Elle serait entrée par une fenêtre sans moustiquaire ou par un trou dans le ciment où un nouveau tuyau ou fil a été installé. Dans un quartier résidentiel.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,747 / -71,354 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2009-04-19 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Diadophis punctatus - (18132)***

*couleuvre à collier*

*Dans la région de Québec, sur le terrain de l'Aquarium de Québec. / En 2007, 1 juvénile a été vu. Habitat: près d'un stationnement dans un boisé très rocailleux, sous une roche.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,752 / -71,287 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2007-06-02 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

## FAUNE

***Elliptio crassidens - (15414)***

*elliptio à dents fortes*

*Fleuve Saint-Laurent, battures à marée montante près de la décharge du lac Saint-Augustin, à Saint-Augustin de Desmaures. /*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,73 / -71,41 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2004-07-06 |

Meilleure source : MULETTES. 2000 -. Banque de données sur les mulettes du Québec, active depuis 2000. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec, Québec.

***Elliptio dilatata - (15417)***

*elliptio pointu*

*Fleuve Saint-Laurent, St-Augustin de Desmaures. Île à Gagnon. /*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,725 / -71,431 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2004-09-08 |

Meilleure source : MULETTES. 2000 -. Banque de données sur les mulettes du Québec, active depuis 2000. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec, Québec.

***Falco peregrinus - (1141)***

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

*faucon pèlerin*

*Dans la région de la Capitale-Nationale à Québec. L'occurrence compte deux emplacements de nid au Site SOS-POP: FP-007 (Ponts de Québec et Pierre-Laporte). Nid 1 : Pont de Québec. Nid 2 : Pont Pierre-Laporte. / Il y a deux nids que les faucons utilisent pour nicher soit; le pont de Québec ou le pont Pierre-Laporte, mais aucune dictinction entre les deux n'a été faite. Le site a été découvert en 1987, alors qu'il y avait deux jeunes (9 oeufs) au nid. En 1988, un jeune a été aperçu, alors qu'en 1989, le couple aurait été dérangé et n'aurait pas niché. Le site a été productif de 1990 à 1993. Le couple a été observé en 1994 et 1995, mais il n'y avait pas de jeune. L'année 1996, fût la dernière année où il y a eu production de jeune au site. Toutefois, au moins un adulte a été vu en 1997, 2003, 2004, 2005 et 2010 (dernier suivi). En 2002, aucune observation n'a été faite. Habitat : Nid 1; Pont de Québec : Le nid est installé tout juste sous le tablier, mais cette fois-ci, à environ 12 mètres seulement au sud du pilier situé près de la rive nord du fleuve. Nid 2; Pont Pierre-Laporte: Le couple nichait sous le tablier du pont, près de la rive nord du fleuve, à la hauteur de la limite des eaux et de la rive. La passerelle pour piétons qui est située sous le tablier du pont est tout près du nid. Les deux ponts sont distant de 250 mètres.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,748 / -71,292 | C (Passable) - S (Seconde, 150 m) | B5.03 | 2010-06-14 |

Meilleure source : SOS-POP. 1994. Banque de données sur le suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec, active depuis 1994. Regroupement QuébecOiseaux et Service canadien de la faune d'Environnement Canada, région du Québec.

***Glyptemys insculpta - (18042)***

*tortue des bois*

*À Québec, le long de la rivière St-Charles, dans le quadrilatère compris entre les boulevard Hamel, Père-Lelièvre, Masson et Du Vallon, Capitale-Nationale. / Un individu a été observé en mai 2005. Habitat: berge d'une rivière.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,809 / -71,305 | E (Existante, à déterminer) - M (Minute, 1500 m) | B5.04 | 2005-05-20 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Graptemys geographica - (15109)***

*tortue géographique*

*Québec. Rive sud du Fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de Saint-Romuald et de Charny. Île d'Orléans. Domaine Maizerets. / Le site a été utilisé en octobre 2002. Deux individus ont été observés en septembre 2003. En 2007, 3 adultes ont été observés. Habitat: Fleuve Saint-Laurent; petit ruisseau coulant dans le parc du Domaine Maizerets.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,802 / -71,207 | C (Passable) - S (Seconde, 150 m) | B5.01 | 2007-10-27 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Hemidactylium scutatum - (22765)***

*salamandre à quatre orteils*

*Parc Chaudière, Québec, Capitale-Nationale. / il y a eu observation d'un individu adulte en mai 2014. Habitat : étang artificiel.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,771 / -71,344 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2014-05-11 |

Meilleure source :

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

***Hemidactylium scutatum - (14978)***

*salamandre à quatre orteils*

*Dans la région de Québec, au boisé Neilson à Sainte-Foy. / Le site a été découvert en 1999, alors que 3 adultes ont été observés. En 2001, 5 adultes et un site de ponte avec 3 nids ont été répertoriés. En 2002, 22 individus et 300 ufs ont été recensés. En 2003, 7 individus et des ufs y ont été vus et en 2004, un individu et 8 nids ont été comptés. En 2005, 3 femelles ont été aperçues non loin du site de ponte au printemps. En 2007, 4 salamandres et un nid ont été inventoriés. En mai 2013, 4 adultes et 4 nids ont été observés. En 2014, 1 nid avec 10 ufs ont été inventoriés. Habitat: Boisé (forêt de feuillu) avec dépression humide. Aulnaie à côté d'un stationnement pour usagers du transport en commun.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,758 / -71,32 | A (Excellente) - S (Seconde, 150 m) | B4.03 | 2014-06-02 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

***Hemidactylium scutatum - (23467)***

*salamandre à quatre orteils*

*Québec, Capitale-Nationale. / il y a eu observation de 2 adultes en avril 2015.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,762 / -71,379 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2015-04-30 |

Meilleure source :

***Melanerpes erythrocephalus - (20648)***

*pic à tête rouge*

*Région de la Capitale Nationale. Ville de Québec (Sillery). L'occurrence est composée du site SOS-POP: PR-024 (Parc du Bois-de-Coulonges). / Présence de l'espèce à ce site en 1961, 1962 et 1963. Jusqu'à 2 individus (couple) y ont été observés au cours d'une même visite. Observation de la construction d'un nid en 1963. Habitat non décrit.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,788 / -71,239 | H (Historique) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 1963-05-22 |

Meilleure source :

***Notropis bifrenatus - (20094)***

*méné d'herbe*

*Située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, cette occurrence est située à environ 600m en amont du pont Pierre-Laporte. / L'observation de deux individus capturés en mai et juin 2002, à la seine, est à l'origine de la création de cette occurrence.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,737 / -71,31 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2002-06-04 |

Meilleure source : POISSONSobs. 2011. Banque de données d'observations de poissons, active depuis 2011; continuellement mise à jour. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Gouvernement du Québec, ministère des ressources naturelles et de la faune.

***Nom latin - (no d'occurrence)***

*Nom français*

*Localisation / Caractérisation*

| Latitude / Longitude | Qualité - Précision | Indice de biodiversité | Dernière observation |
|---|---|---|---|

***Opheodrys vernalis - (15533)***

*couleuvre verte*

*Saint-Nicolas, bord de route, en face du 747, chemin Saint-Joseph, Chaudières-Appalaches. / Un individu a été observé en septembre 2000. Habitat : bordure de route, agro-forestier, sortie d'une érablière (hêtre, chêne rouge, érable à sucre).*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46,707 / -71,315 | E (Existante, à déterminer) - S (Seconde, 150 m) | B5.04 | 2000-09-25 |

Meilleure source : AARQ. 1988 -. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

## 2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 14

| ***Nom latin*** Nom commun Statut canadien Cosepac / Lep | Rangs de priorité G | N | S | Statut | Total Requête | Nombre d'occurrences dans votre sélection A | B | C | D | X | H | F | E | I | Autres* | Nombre au Québec** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alosa sapidissima*<br>alose savoureuse<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5 | S3 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *Chaetura pelagica*<br>martinet ramoneur<br>M (Menacée) / M (Menacée) | G5 | N4B | S2S3 | Susceptible | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 336 |
| *Cistothorus platensis*<br>troglodyte à bec court<br>NEP (Non en péril) / X (Aucun) | G5 | N5B | S2B | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| *Desmognathus fuscus*<br>salamandre sombre du Nord<br>NEP (Non en péril) / X (Aucun) | G5 | N3N4 | S4 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 460 |
| *Diadophis punctatus*<br>couleuvre à collier<br>C (Candidate) / X (Aucun) | G5 | N5 | S4 | Susceptible | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 60 |
| **FAUNE** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Elliptio crassidens*<br>elliptio à dents fortes<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N1N2 | S2 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 21 |
| *Elliptio dilatata*<br>elliptio pointu<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5 | S2S3 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 17 |
| *Falco peregrinus*<br>faucon pèlerin | G4 | N3N4B,N3N | S3S4 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 238 |

## 2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 14

| ***Nom latin*** / Nom commun / Statut canadien Cosepac / Lep | Rangs de priorité G | N | S | Statut | Total Requête | Nombre d'occurrences dans votre sélection A | B | C | D | X | H | F | E | I | Autres* | Nombre au Québec** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X (Aucun) / X (Aucun) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Glyptemys insculpta*<br>tortue des bois<br>M (Menacée) / M (Menacée) | G3 | N3 | S3 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 132 |
| *Graptemys geographica*<br>tortue géographique<br>P (Préoccupante) / P (Préoccupante) | G5 | N3 | S2 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| *Hemidactylium scutatum*<br>salamandre à quatre orteils<br>NEP (Non en péril) / X (Aucun) | G5 | N4 | S3 | Susceptible | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 144 |
| *Melanerpes erythrocephalus*<br>pic à tête rouge<br>M (Menacée) / M (Menacée) | G5 | N4B | S1B | Menacée | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| *Notropis bifrenatus*<br>méné d'herbe<br>P (Préoccupante) / P (Préoccupante) | G3 | N3 | S3 | Vulnérable | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 32 |
| *Opheodrys vernalis*<br>couleuvre verte<br>X (Aucun) / X (Aucun) | G5 | N5 | S4 | Susceptible | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 61 |
| | | | | Totaux: | 21 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 13 | 0 | 0 | |

* Cette colonne compile les occurrences introduites, réintroduites et/ou restaurées pour chaque espèce suivie au CDPNQ.

** Les occurrences de qualités F, H, X ou compilées dans la colonne «Autres» ne sont pas comptabilisées dans ce nombre.

**Signification des termes et symboles utilisés**

Rang de priorité : Rang décroissant de priorité pour la conservation (de 1 à 5), déterminé selon trois échelles : G (GRANKe; l'aire de répartition totale) N (NRANKe; le pays) et S (SRANKe; la province ou l'État) en tenant compte principalement de la fréquence et de l'abondance de l'élément. Seuls les rangs 1 à 3 traduisent un certain degré de précarité. Dans certains cas, les rangs numériques sont remplacés ou nuancés par les cotes suivantes : B : population animale reproductrice (breeding); H : historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec); M : population animale migratrice; N : population animale non reproductrice; NA : présence accidentelle / exotique / hybride / présence potentielle / présence rapportée mais non caractérisée / présence rapportée mais douteuse / présence signalée par erreur / synonymie de la nomenclature / existant, sans occurrence répertoriée; NR : rang non attribué; Q : statut taxinomique douteux; T : taxon infra-spécifique ou population isolée; U : rang impossible à déterminer; X : éteint ou extirpé; ? : indique une incertitude

Qualité des occurrences : A : excellente; B : bonne; C : passable; D : faible; E : à caractériser; F : non retrouvée; H : historique; X : disparue; I : introduite

Précision des occurrences : S : 150 m de rayon; M : 1,5 km de rayon; G : 8 km de rayon; U : > 8 km de rayon

Indice de biodiversité : 1: Exceptionnel; 2: Très élevé; 3: Élevé; 4: Modéré; 5: Marginal; 6: Indéterminé (pour plus de détails, voir à la page suivante)

Acronymes des herbiers : BL : MARCEL BLONDEAU; BM : Natural history museum; CAN : Musées nationaux; CCO : Université de Carleton; DAO : Agriculture Canada; DS : California academy of sciences; F : Field museum of natural history; GH : Gray; GR : Christian Grenier; ILL : University of Illinois; JEPS : Jepson herbarium; K : kew; LG : Université de Liège; MI : Université du Michigan; MO : Missouri; MT : MLCP (fusionné à MT); MT : Marie-Victorin; MTMG : Université McGill; NB : University of New Brunswick; NY : New York; OSC : Oregon state university; PM : Pierre Morisset; QFA : Louis-Marie; QFB-E : Forêts Canada; QFS : Université Laval; QK : Fowler; QSF : SCF; QUE : Québec; SFS : Rolland-Germain; TRTE : Toronto; UC : University of California; UQTA : Université du Québec; US : Smithsonian; V : Royal British Columbia museum; WAT : Waterloo university; WS : Washington state

# CRITÈRES POUR L'ATTRIBUTION D'UN INDICE DE BIODIVERSITÉ À UNE OCCURRENCE

(adapté de The Nature Conservancy 1994 et 1996)

| Indice | Sous-indice | Critères |
|---|---|---|
| **B1** | .01 | Unique occurrence au monde d'un élément G1 |
| | .02 | Unique occurrence au Québec d'un élément G1 |
| | .03 | Unique occurrence au Québec d'un élément G2 |
| | .04 | Unique occurrence au Québec d'un élément G3 |
| | .05 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément G1 |
| | .07 | Unique occurrence viable au Québec d'un élément S1 |
| **B2** | .01 | Occurrence autre que d'excellente qualité d'un élément G1 |
| | .02 | Occurrence d'excellente à bonne qualité d'un élément G2 |
| | .03 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément G3 |
| | .04 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément S1 |
| **B3** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément G2 |
| | .02 | Occurrence de bonne qualité d'un élément G3 |
| | .03 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S1 |
| | .05 | Occurrence d'excellente qualité d'une espèce S2 ou d'excellente qualité de toute communauté naturelle |
| | .11 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S2 |
| **B4** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément G3 |
| | .02 | Occurrence de qualité passable d'un élément S1 |
| | .03 | Occurrence d'excellente qualité d'un élément S3 |
| | .05 | Occurrence de bonne qualité de toute communauté naturelle S3, S4 ou S5 |
| | .07 | Occurrence de bonne qualité d'un élément S3 |
| **B5** | .01 | Occurrence de qualité passable d'un élément S2 |
| | .03 | Occurrence de qualité passable d'un élément S3 |
| | .04 | Occurrence parmi les cas suivants : qualité faible, historique, présence contrôlée (existant) |

### Indice de biodiversité

L'indice de biodiversité est évalué pour les éléments les plus importants de la diversité biologique selon les critères indiqués dans le tableau. Pour fins de calcul, les rangs de priorité des sous-espèces et variétés (rangs T associés au rangs G) ainsi que ceux des populations (rangs T associés au rangs S) sont assimilés aux rangs de base (G ou S). L'indice met l'emphase sur le ou les éléments les plus rares. De même, une plus grande importance est accordée aux rangs de priorité à l'échelle globale. Seules les occurrences relativement précises (niveau de précision supérieur à 1,5 km) sont considérées.
Les occurrences de valeur indéterminée (E) ou historique (F et H) ont un poids très faible sur le plan de la conservation du territoire visé. Cependant, elles sont prioritaires sur le plan de l'acquisition de connaissances.

### Intérêt pour la conservation

Les occurrences avec un indice de biodiversité de B1 à B3 sont considérées comme d'intérêt le plus significatif pour la conservation.

### Références


The Nature Conservancy. 1994. The Nature Conservancy, Conservation Science Division, in association with the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centers. 1992. Biological and Conservation Data System (Supplement 2+, released March, 1994). Arlington, Virginia.

The Nature Conservancy. 1996. The Nature Conservancy Conservation Systems Department. Element Rank Rounding and Sequencing. Arlington, Virginia.

# Annexe I LISTE DES ESPÈCES D'OISEAUX

**Liste des espèces d'oiseaux nicheurs recensées**

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Accipiter sp. | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Aigle royal | *Aquila chrysaetos* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Alouette hausse-col | *Eremophila alpestris* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Anas sp. | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Anser sp. (forme domestique) | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Autour des palombes | *Accipiter gentilis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Balbuzard pêcheur | *Pandion haliaetus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Barge hudsonienne | *Limosa haemastica* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Bécasse d'Amérique | *Scolopax minor* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bécasseau à croupion blanc | *Calidris fuscicollis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Bécasseau minuscule | *Calidris minutilla* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bécasseau sanderling | *Calidris alba* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Bécasseau semipalmé | *Calidris pusilla* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bécasseau variable | *Calidris alpina* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bécasseau violet | *Calidris maritima* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Bécassine de Wilson | *Gallinago delicata* | | | oui | 19CM27 |
| Bec-croisé des sapins | *Loxia curvirostra* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bernache cravant | *Branta bernicla* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bernache de Hutchins | *Branta hutchinsii* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bernache du Canada | *Branta canadensis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bernache nonnette | *Branta leucopsis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Bruant à couronne blanche | *Zonotrichia leucophrys* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Bruant à gorge blanche | *Zonotrichia albicollis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bruant chanteur | *Melospiza melodia* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bruant des marais | *Melospiza georgiana* | | | oui | 19CM27 |
| Bruant des prés | *Passerculus sandwichensis* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bruant familier | *Spizella passerina* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bruant fauve | *Passerella iliaca* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Bruant hudsonien | *Spizella arborea* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Busard Saint-Martin | *Circus cyaneus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Buse à épaulettes | *Buteo lineatus* | | Préoccupante (COSEPAC) | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Buse à queue rousse | *Buteo jamaicensis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Butor d'Amérique | *Botaurus lentiginosus* | | | oui | 19CM27 |
| Canard branchu | *Aix sponsa* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard chipeau | *Anas strepera* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard colvert | *Anas platyrhynchos* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard d'Amérique | *Anas americana* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard noir | *Anas rubripes* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard pilet | *Anas acuta* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Canard souchet | *Anas clypeata* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Cardinal à poitrine rose | *Pheucticus ludovicianus* | | | oui | 19CM27 |
| Cardinal rouge | *Cardinalis cardinalis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Carouge à épaulettes | *Agelaius phoeniceus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Chardonneret jaune | *Carduelis tristis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Chevalier grivelé | *Actitis macularius* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Chevalier solitaire | *Tringa solitaria* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Colibri à gorge rubis | *Archilochus colubris* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Cormoran à aigrettes | *Phalacrocorax auritus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Corneille d'Amérique | *Corvus brachyrhynchos* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Crécerelle d'Amérique | *Falco sparverius* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Cygne tuberculé | *Cygnus olor* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Dindon sauvage | *Meleagris gallopavo* | | | oui | 19CM27 |
| Durbec des sapins | *Pinicola enucleator* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Eider à duvet | *Somateria mollissima* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Engoulevent d'Amérique | *Chordeiles minor* | | | oui | 19CM27 |
| Épervier brun | *Accipiter striatus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Épervier de Cooper | *Accipiter cooperii* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Étourneau sansonnet | *Sturnus vulgaris* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Faucon émerillon | *Falco columbarius* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Faucon pèlerin | *Falco peregrinus anatum* | Vulnérable | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge |
| Fou de Bassan | *Morus bassanus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Foulque d'Amérique | *Fulica americana* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Fuligule à collier | *Aythya collaris* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Fuligule à tête rouge | *Aythya americana* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Fuligule milouinan | *Aythya marila* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Fuligule milouinan ou Petit Fuligule | *Aythya affinis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Garrot à oeil d'or | *Bucephala clangula* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Garrot d'Islande | *Bucephala islandica* | Vulnérable | Préoccupante | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Geai bleu | *Cyanocitta cristata* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland à bec cerclé | *Larus delawarensis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland arctique | *Larus glaucoides* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland argenté | *Larus argentatus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland bourgmestre | *Larus hyperboreus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland brun | *Larus fuscus* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goéland marin | *Larus marinus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Goglu des prés | *Dolichonyx oryzivorus* | | | oui | 19CM27 |
| Grand Chevalier | *Tringa melanoleuca* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grand Corbeau | *Corvus corax* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grand Harle | *Mergus merganser* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grand Héron | *Ardea herodias* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grand Pic | *Dryocopus pileatus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grand-duc d'Amérique | *Bubo virginianus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grande Aigrette | *Ardea alba* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grèbe à bec bigarré | *Podilymbus podiceps* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grèbe esclavon | *Podiceps auritus* | | Menacée | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grèbe jougris | *Podiceps grisegena* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Grimpereau brun | *Certhia americana* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grive à dos olive | *Catharus ustulatus* | | | oui | 19CM27 |
| Grive des bois | *Hylocichla mustelina* | | | oui | 19CM27 |
| Grive fauve | *Catharus fuscescens* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Grive solitaire | *Catharus guttatus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Gros-bec errant | *Coccothraustes vespertinus* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Harelde kakawi | *Clangula hyemalis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Harle couronné | *Lophodytes cucullatus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Harle huppé | *Mergus serrator* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Héron vert | *Butorides virescens* | | | oui | 19CM27 |
| Hirondelle à ailes hérissées | *Stelgidopteryx serripennis* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Hirondelle à front blanc | *Petrochelidon pyrrhonota* | | | oui | 19CM27 |
| Hirondelle bicolore | *Tachycineta bicolor* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Hirondelle de rivage | *Riparia riparia* | | | oui | 19CM27 |
| Hirondelle rustique | *Hirundo rustica* | | | oui | 19CM27 |
| Hybride Canard noir x C. colvert | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Jaseur boréal | *Bombycilla garrulus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Jaseur d'Amérique | *Bombycilla cedrorum* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Junco ardoisé | *Junco hyemalis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Macreuse à bec jaune | *Melanitta nigra* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Macreuse à front blanc | *Melanitta perspicillata* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Macreuse brune | *Melanitta fusca* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Martinet ramoneur | *Chaetura pelagica* | ESMV | Menacée | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Martin-pêcheur d'Amérique | *Megaceryle alcyon* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Melanitta sp. | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Merle d'Amérique | *Turdus migratorius* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Merlebleu de l'Est | *Sialia sialis* | | | oui | 19CM27 |
| Mésange à tête noire | *Poecile atricapillus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Moineau domestique | *Passer domesticus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Moqueur chat | *Dumetella carolinensis* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Moqueur roux | *Toxostoma rufum* | | | oui | 19CM27 |
| Moucherolle des aulnes | *Empidonax alnorum* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Moucherolle phébi | *Sayornis phoebe* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Moucherolle tchébec | *Empidonax minimus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Mouette de Bonaparte | *Chroicocephalus philadelphia* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Mouette/Goéland sp. (Larinae sp.) | - | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Oie des neiges | *Chen caerulescens* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Oriole de Baltimore | *Icterus galbula* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à calotte noire | *Wilsonia pusilla* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à collier | *Parula americana* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à couronne rousse | *Dendroica palmarum* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à croupion jaune | *Dendroica coronata* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à flancs marron | *Dendroica pensylvanica* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à gorge noire | *Dendroica virens* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Paruline à gorge orangée | *Dendroica fusca* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à joues grises | *Vermivora ruficapilla* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à poitrine baie | *Dendroica castanea* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline à tête cendrée | *Dendroica magnolia* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline bleue | *Dendroica caerulescens* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline couronnée | *Seiurus aurocapilla* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline des pins | *Dendroica pinus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline du Canada | *Wilsonia canadensis* | ESMV | Menacée | oui | 19CM27 |
| Paruline flamboyante | *Setophaga ruticilla* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline jaune | *Dendroica petechia* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline masquée | *Geothlypis trichas* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline noir et blanc | *Mniotilta varia* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline obscure | *Vermivora peregrina* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline rayée | *Dendroica striata* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline tigrée | *Dendroica tigrina* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Paruline triste | *Oporornis philadelphia* | | | oui | 19CM27 |
| Paruline verdâtre | *Vermivora celata* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Passerin indigo | *Passerina cyanea* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Petit Chevalier | *Tringa flavipes* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Petit Fuligule | *Aythya affinis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Petit Garrot | *Bucephala albeola* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Petite Buse | *Buteo platypterus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Petite Nyctale | *Aegolius acadicus* | | | oui | 19CM27 |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Pic chevelu | *Picoides villosus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pic flamboyant | *Colaptes auratus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pic maculé | *Sphyrapicus varius* | | | oui | 19CM27 |
| Pic mineur | *Picoides pubescens* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pie-grièche grise | *Lanius excubitor* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pigeon biset | *Columba livia* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pioui de l'Est | *Contopus virens* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pipit d'Amérique | *Anthus rubescens* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Piranga écarlate | *Piranga olivacea* | | | oui | 19CM27 |
| Plectrophane des neiges | *Plectrophenax nivalis* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Plongeon catmarin | *Gavia stellata* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Plongeon huard | *Gavia immer* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pluvier argenté | *Pluvialis squatarola* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pluvier kildir | *Charadrius vociferus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pluvier semipalmé | *Charadrius semipalmatus* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Pygargue à tête blanche | *Haliaeetus leucocephalus* | Vulnérable | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Quiscale bronzé | *Quiscalus quiscula* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Roitelet à couronne dorée | *Regulus satrapa* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Roitelet à couronne rubis | *Regulus calendula* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Roselin familier | *Carpodacus mexicanus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Roselin pourpré | *Carpodacus purpureus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

| Nom français | *Nom latin* | Statut provincial | Statut fédéral | Potentiel de se retrouver dans la zone d'étude | Source |
|---|---|---|---|---|---|
| Sarcelle d'hiver | *Anas crecca* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Sittelle à poitrine blanche | *Sitta carolinensis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Sittelle à poitrine rousse | *Sitta canadensis* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Sizerin flammé | *Carduelis flammea* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Sterne arctique | *Sterna paradisaea* | | | oui | Parc nautique de Cap-Rouge |
| Tarin des pins | *Carduelis pinus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Tourterelle triste | *Zenaida macroura* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Troglodyte de Caroline | *Thryothorus ludovicianus* | | | oui | 19CM27 |
| Troglodyte des forêts | *Troglodytes troglodytes* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Troglodyte familier | *Troglodytes aedon* | | | oui | 19CM27 |
| Tyran huppé | *Myiarchus crinitus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Tyran tritri | *Tyrannus tyrannus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Urubu à tête rouge | *Cathartes aura* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Vacher à tête brune | *Molothrus ater* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Viréo à tête bleue | *Vireo solitarius* | | | oui | Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Viréo aux yeux rouges | *Vireo olivaceus* | | | oui | 19CM27; Parc nautique de Cap-Rouge; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |
| Viréo mélodieux | *Vireo gilvus* | | | oui | 19CM27; Parc de la Plage-Jacques-Cartier |

Sources : AONQ, 2017 (parcelle 19CM27)
eBirds Québec, 2017 (sites du Parc nautique de Cap-Rouge et du Parc de la Plage-Jacques-Cartier)

# Annexe J POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

# Étude de potentiel archéologique
# Parc de la Plage-Jacques-Cartier
# Arrondissement Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge
# Ville de Québec



Brian Ross, Isabelle Duval 2016

**DIRECTION DE L'ÉTUDE**

Ville de Québec :

| | |
|---|---|
| William Moss | Chef d'équipe-Archéologue |
| Daniel Simoneau | Archéologue |

RÉALISATION DE L'ÉTUDE

| | |
|---|---|
| Brian Ross | Archéologue, mandataire, analyse et rédaction volet historique |
| Isabelle Duval | Archéologue, analyse et rédaction volet préhistorique |

# Table des matières


INTRODUCTION ..... 1
2. ÉTUDE DE POTENTIEL PRÉHISTORIQUE ..... 5
2.1 MÉTHODOLOGIE ..... 5
2.2 ÉTAT DES CONNAISSANCES ..... 5
2.2.1 Cadre environnemental actuel et ancien ..... 5
2.2.2 Occupation préhistorique ..... 7
2.3 INTERVENTIONS ARCHÉOLOGIQUES ANTÉRIEURES ..... 11
Occupation préhistorique ..... 11
2.4 POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE DE LA PRÉSENCE AMÉRINDIENNE ..... 15
3. ÉTUDE DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE POUR LES PÉRIODES HISTORIQUES ..... 20
3.1 Méthodologie ..... 20
3.2 Bref historique des lieux ..... 21
3.2.1 Les premiers établissements européens et eurocanadiens ..... 21
3.2.2 Des terres et une rive désertées? ..... 24
3.2.3 La voie ferrée de la Transcontinental Railway et la plage « Crescent Beach » ..... 27
3.2.4 Les chalets de « Crescent Beach » ..... 33
3.3 Les travaux archéologiques antérieurs ..... 39
3.4 Le potentiel archéologique pour les périodes historiques ..... 39
3.4.1 Une redoute sur la rive du fleuve ..... 39
3.4.2 Les chalets de Crescent Beach ..... 40
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS ..... 41
4.1 Potentiel archéologique préhistorique ..... 41
4.2 Potentiel archéologique historique ..... 41
ANNEXE 1 ..... 47

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Localisation général du secteur à l'étude (Énergie et Ressources Canada, 21L11, 1 :50 000; atlas.gc.ca/toporama/fr/html) ..... 3

Figure 2 – Vue aérienne du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Source : Bases de données corporatives de la Ville de Québec, 2014. (www.ville.quebec.qc.ca/carte_interactive) ..... 4

Figure 3 - Carte du relief de la Plage-Jacques-Cartier, tirée de Google plan 2016..... 6

Figure 4 - Géologie détaillée parc Plage-Jacques-Cartier, tirée de la carte interactive de SIGÉOM, Google 2016. ..... 7

Figure 5 - Sites archéologiques amérindiens localisés à moins de 1 km de la Plage-Jacques-Cartier. Carte tirée de Énergie et Ressources Canada, 21L11, 1 :50 000; atlas.gc.ca/toporama/fr/html et de l'ISAQ, 2016..... 13

Figure 6 - Extrait de la carte de Villeneuve de 1688 près de la rivière Cap-Rouge. Cette carte montre le rivage de l'actuel Plage-Jacques-Cartier dans la baie de la Pêche. On y aperçoit l'emplacement approximatif d'un possible ruisseau (cercle noir) dans l'anse de la Pêche et de la forme de l'ancien rivage. ..... 16

Figure 7 - Extrait de F.W. Cowie 1894. Source : BAC cote H1/312/1894. Cette carte montre le rivage de l'actuel Plage-Jacques-Cartier et les possibles zones à potentiel préhistorique. ..... 17

Figure 8 - Localisation des zones à potentiel archéologique préhistorique. ..... 18

Figure 9 – Les terres de la seigneurie de Gaudarville de 1663 (extrait de Trudel 1973 in Ethnoscop, 2007 : 25). À noter la mention d'une redoute l'angle des terres de G. Gaultier et R. André. ..... 22

Figure 10 – Emplacement des terres de 1663 sur la vue aérienne de 2014 (Source : Bases de données corporatives de la Ville de Québec, 2014 et Trudel 1973 in Ethnoscop, 2007 : 25)..... 23

Figure 11 – Emplacement de la du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1761 (Source : James Murray, 1761. BAC, microfiche NMC 135066)..... 25

Figure 12 – Emplacement du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1822-1826 (Source : John Adams, 1822-1826. BANC, H2/349/Quebec/1822-1826)..... 26

Figure 13 – Emplacement du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1894. (Source : Louis Cowie 1894. BANC H1/312/1894) ..... 28

Figure 14 - L'anse de Cap-Rouge à l'embouchure de la rivière, 1869 (Source : Société historique de Cap-Rouge)..... 29

Figure 15 - Quai en jetée ou digue de caisson formant la limite Est de l'anse Dalhousie (Source : Société historique de Cap-Rouge)..... 29

Figure 16 – Vue générale de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964 (Source : AVQ, Compilation cadastrale, Ville de Sainte-Foy (Paroisse de Ste-Foy. Index des lots, plans. 18 négatifs. Révision le 3 novembre 1964 et le 30 janvier 1965). ..... 30

Figure 16a – Agrandissement de la portion ouest de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964..... 31

Figure 16b – Agrandissement de la portion est de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964. ..... 32

Figure 17 – Vue aérienne de «Crescent Beach » de 1962. Photomontage du service de l'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy (Source : AVQ non coté)..... 34

Figure 18 – Vue aérienne de «Crescent Beach » vers 1965. Photomontage du service de l'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy (Source : AVQ non coté)..... 35

Figure 20 – Détail des émissaires de grande taille situés dans la portion ouest du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Extrait du photomontage du Service d'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy, vers 1965 (AVQ. Non coté)..... 36

Figure 21- Chalets longeant la berge. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge) À noter le muret de ciment ou de béton en avant-plan sur la grève. ..... 36

Figure 22- Chalets construits sur pilotis ou sur cave haute. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge)..... 37

Figure 23 – La grève servant de voie de circulation. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge)..... 37

Figure 24 – Mur de soutènement construit sur la grève. Sans date. (Source : AVQ. PN50006 01672)..... 38

Figure 25 – Mur de soutènement effondré. Sans date. (Source : AVQ. PN50006 01673) ..... 38

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 **:** Description des sites préhistoriques situés à moins d'un kilomètre de la zone d'étude……..14
Tableau 2 : Caractéristiques des zones à potentiel préhistorique.....19

## INTRODUCTION

L'étude de potentiel archéologique est une étude qui vise à déterminer la présence ou non de ressources archéologiques dans un espace déterminé. La présence ou non de sites archéologiques est souvent imperceptible en surface. L'étude de potentiel archéologique permet de localiser des zones là où il y a des probabilités de retrouver des ressources archéologiques. Elle constitue un outil de gestion et de planification pour la recherche archéologique, mais aussi pour la planification des travaux de construction ou d'aménagements sur un site.

Dans ce cas-ci, nous avons été mandatés par la Division de l'architecture et du patrimoine de la Ville de Québec pour la réalisation de cette étude sur l'ensemble du site dans le cadre des travaux de protection des berges du fleuve Saint-Laurent dans le secteur du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Ces travaux consistent à contrer l'érosion des sols par l'aménagement de fossés gazonnés avec ponceaux à proximité du sentier du parc, de l'apposition d'un enrochement le long du talus de la rive. Ces travaux s'effectueront sur plus de 900 mètres linéaires.

Le présent rapport se veut le résultat d'une étude de potentiel réalisée en deux volets, entreprise par la Ville de Québec dans le cadre des travaux prévus pour la protection des berges du fleuve Saint-Laurent le long du parc de la Plage-Jacques Cartier. Le premier volet se penche sur le potentiel archéologique pour les périodes préhistoriques, tandis que le second se penche sur le potentiel archéologique pour les périodes historiques.

Le parc de Plage-Jacques-Cartier consiste en un parc linéaire de plus de 1400 mètres de longueur. Il se situe dans l'arrondissement Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge de la ville de Québec. Il est bordé au nord par une voie ferrée qui longe le replat d'une falaise, à l'est par le parc du Domaine-des-Retraités, au sud par le fleuve Saint-Laurent et à l'ouest par le parc Nautique de Cap-Rouge (voir Figures 1 et 2).

Le chapitre 1 de ce rapport présente d'abord les méthodes et des techniques utilisées pour la réalisation de l'étude de potentiel pour les périodes préhistoriques. S'ensuit un aperçu de l'état de connaissance sur le cadre environnemental et des périodes d'occupation à l'échelle régionale. Finalement les zones de potentiel archéologique pour les périodes préhistoriques situées au pied de la falaise et le long des berges du fleuve sont qualifiées et localisées.

Le chapitre 2 présente quant à lui les méthodes et techniques utilisées pour la réalisation de l'étude de potentiel pour la période historique. S'ensuit un bref historique des lieux et une analyse des cartes et plans anciens couvrant la zone d'étude. Les zones de potentiel archéologique pour les périodes historiques sont qualifiées et localisées.

Finalement, des recommandations sont formulées comme mesures de mitigations lors d'éventuels travaux d'aménagement pour la protection des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier.




*Figure 1 – Localisation général du secteur à l'étude (Énergie et Ressources Canada, 21L11, 1 :50 000; atlas.gc.ca/toporama/fr/html)*

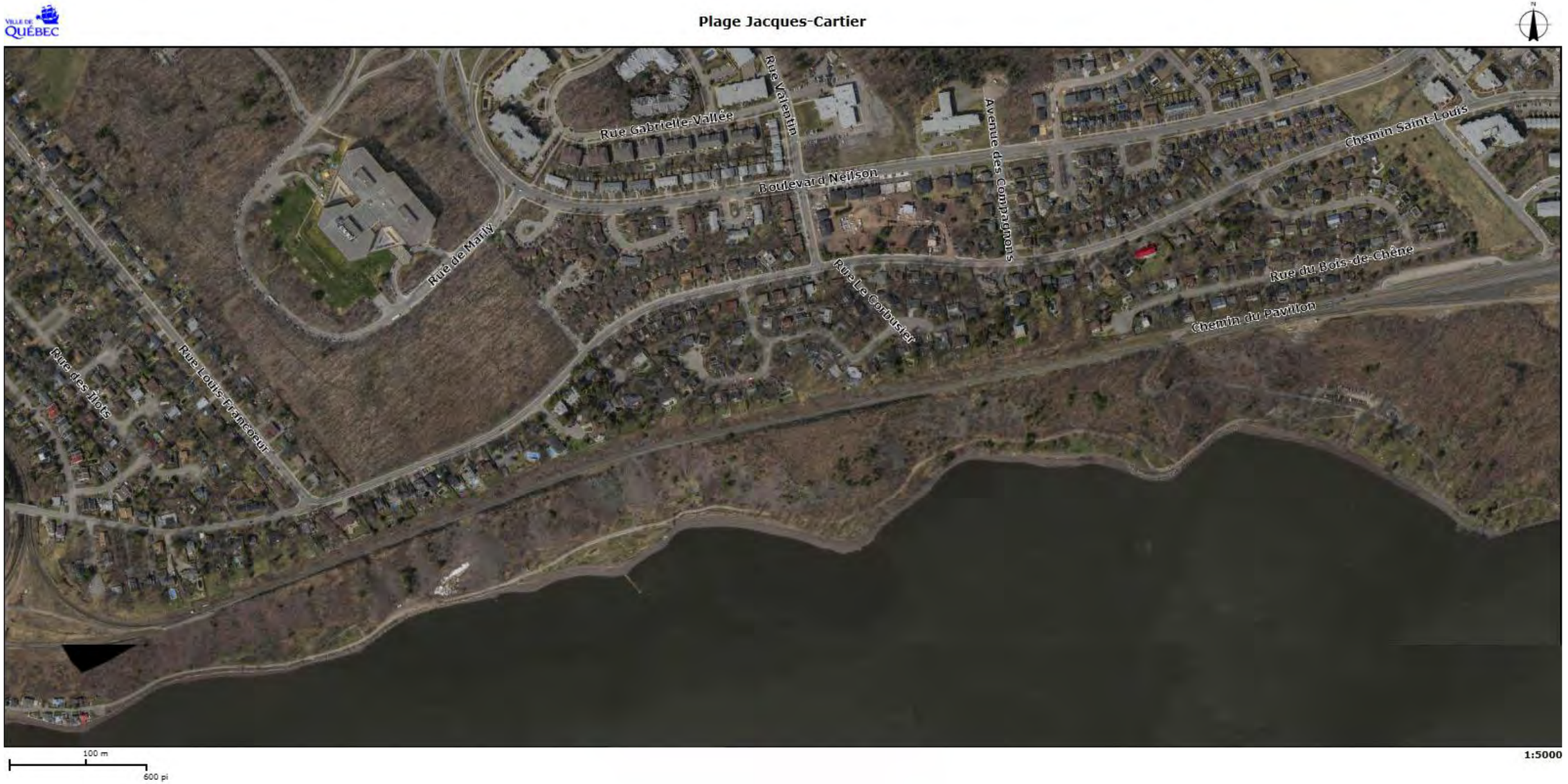



*Figure 2 – Vue aérienne du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Source : Bases de données corporatives de la Ville de Québec, 2014. (www.ville.quebec.qc.ca/carte_interactive)*

# 2. ÉTUDE DE POTENTIEL PRÉHISTORIQUE

## 2.1 MÉTHODOLOGIE

La période préhistorique correspond à l'époque d'avant l'écriture. Pour le Québec, elle correspond à l'histoire des populations amérindiennes d'avant l'établissement des premiers Européens. La forme du paysage est un des éléments qui résiste le mieux aux changements (Ethnoscop 2010). Dans l'étude de potentiel des occupations préhistoriques, il est important de connaître ce que le paysage ancien pouvait offrir aux populations autochtones. Cette reconstitution se fait en établissant un parallèle entre les informations environnementales actuelles et les plans anciens. Par la suite, ces données s'inscrivent dans un cadre culturel incluant le contexte des sites archéologiques connus à proximité de l'aire d'étude. Toutes ces données permettent de mettre en évidence les possibles occupations préhistoriques pouvant être mises au jour lors des travaux. Cette évaluation peut être raffinée en tenant compte des perturbations survenues à la période moderne. Des zones de potentiel qui pourraient contenir des témoins d'une occupation humaine ancienne sont ensuite délimitées à partir de l'analyse des données.

## 2.2 ÉTAT DES CONNAISSANCES

### 2.2.1 Cadre environnemental actuel et ancien

La Plage-Jacques-Cartier est située sur le bord du fleuve de part et d'autre des secteurs de Cap-Rouge et de Sainte-Foy. À l'extrémité ouest de la plage, il y a l'anse de Labaie  aussi appelée l'anse de la Petite Baie dans les années 1920-1930 et à l'est dans le secteur de la descente, il y a la baie de la Pêche.

La plage Jacques-Cartier se présente comme une grève rocheuse ou une plage de sable graveleux qui donne accès au fleuve. Elle est bordée par une falaise rocheuse de 82 mètres (Figure 3). La falaise est boisé et composé d'une succession de replats (10, 35, 50 et 70 mètres)

plus ou moins larges entrecoupés de pentes parfois assez prononcées surtout à la base (Pintal 2010:10). Au bas de la falaise, des glissements de terrain, de l'érosion ou des décrochements rocheux sont susceptibles de se produire (Roche SNC Lavalin 2012:21) pouvant ainsi recouvrir des contextes anciens. Aucun ruisseau n'est visible actuellement dans cette portion du fleuve. Cependant, il est fort probable que le cours et le débit du ruissellement aient été modifiés à la période historique par les infrastructures anthropiques situées sur le plateau supérieur comme la voie ferrée et le chemin Saint-Louis.




*Figure 3 - Carte du relief de la Plage-Jacques-Cartier, tirée de Google plan 2016*

La roche affleurant dans la falaise et sur l'estran de la plage-Jacques-Cartier appartient au Groupe de Sillery de la Province des Appalaches datant du Cambrien à l'Ordovicien Inférieur (Figure 4). La majorité de l'aire d'étude est composée de mudslate rouge avec quelques interlits de shales et de mudstones verts et gris de la Formation de Sainte-Foy. Il y a une petite exception au centre, devant la baie de la pêche qui est composée uniquement d'une alternance de shales verts, gris et rouges (voir figure 4). Aussi à l'extrémité est de la zone affleure la Formation de Saint-Nicolas. Celle-ci est composée d'une alternance de grès feldspathique, de shales rouges, avec peu de grès quartzeux et de mudstones et de shales rouges avec quelques interlits de siltstones et de grès quartzeux. Les ressources lithiques qui auraient pu être exploitées par les Amérindiens sont surtout le chert pour la fabrication d'outils taillés. Des affleurements de chert sont connus, non loin de la plage Jacques-Cartier, sur la plage Saint-Laurent, à l'ouest de l'embouchure de la rivière Cap-Rouge jusqu'à Saint-Augustin-de-Desmaures (Duval 2009). Les pierres présentes dans l'aire d'étude sont des roches sédimentaires peu siliceuses qui ont pu

servir aux Amérindiens à la confection d'objets bouchardés et polis. Ce type de pierre est abondant dans la région et le secteur à l'étude ne se démarque pas quant à son offre lithique (Pintal 2010: 11). Par contre, le grès feldspathique qui affleure à cet endroit correspond au grès vert de Sillery et pourrait avoir été utilisé comme pierre de construction à la période historique.

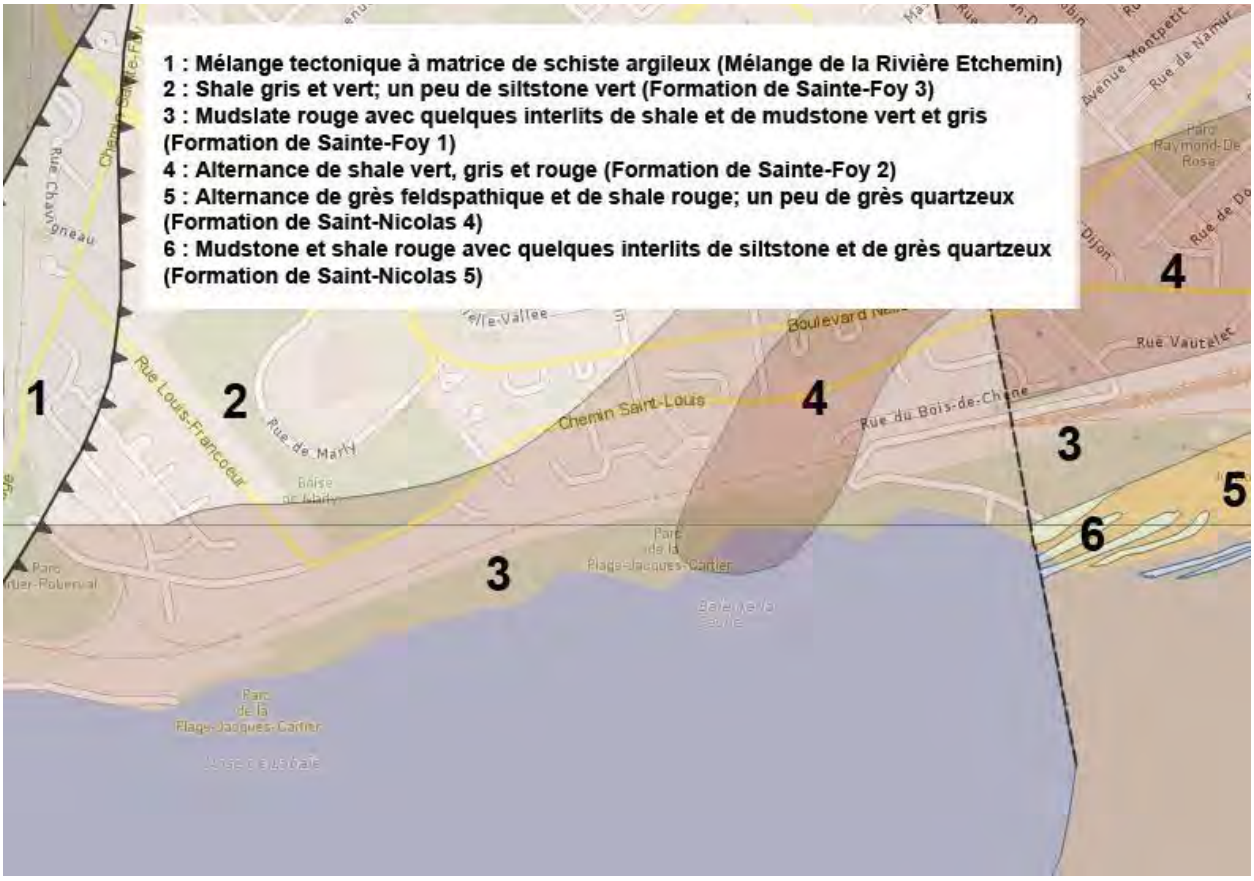



*Figure 4 - Géologie détaillée parc Plage-Jacques-Cartier, tirée de la carte interactive de SIGÉOM, Google 2016.*

### 2.2.2 Occupation préhistorique

La région de Québec offre un paysage qui a toujours été très attirant pour les populations humaines. Dès que le territoire devient habitable, les ancêtres des Amérindiens, des chasseurs-pêcheurs-cueilleurs nomades, y viennent et y laissent des traces.

Les archéologues utilisent un cadre chronologique pour situer et mieux comprendre les occupations amérindiennes trouvées dans le Nord-Est américain. Ainsi, trois grandes périodes culturelles, le Paléoindien, l'Archaïque et le Sylvicole, définissent la préhistoire pour la région de

Québec. Chacune de ces périodes est divisée en séquences temporelles plus courtes définies à partir de différences observées dans les schèmes d'établissement et de particularités de la culture matérielle des populations concernées. À cela s'ajoute une période amérindienne historique qui débute au XVI$^{e}$ siècle avec l'apparition de témoignages écrits (1534).

#### 2.2.2.1 Paléoindien (12 500 – 8 000 AA)

Les plus anciens témoignages d'occupation au Québec appartiennent au Paléoindien ancien (12 000 à 9500 AA). Ils ont été trouvés uniquement en Estrie, dans la région du lac Mégantic, et ils datent de 12 500 AA (Chapdelaine 2012:157). Certains indices laissent présager qu'il pourrait y avoir des sites datant de la fin de cette période (11 500 AA) sur la rive sud de la région de Québec (Pintal 2002). Pour ce qui est du Paléoindien récent (10 000 à 8000AA), plusieurs sites sont connus au Québec. Ces sites se trouvent sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et en Outaouais. Les indices de la présence de ces Paléoindiens dans la région de Québec remontent à 9500 AA et se concentrent du côté de la Rive-Sud, à Saint-Romuald, près de la rivière Chaudière (Laliberté 1992).

#### 2.2.2.2 Archaïque (9500 - 3000 AA)

L'Archaïque ancien (9500 à 8000 AA) montre un certain changement dans les modes d'exploitation avec une adaptation plus étroite au territoire. Ce changement se manifeste par l'utilisation du quartz considéré comme une ressource locale sur les lieux d'occupation. L'Archaïque moyen (8000 à 5500 AA) demeure une période mal comprise dans la région de Québec où il n'y a aucun site daté qui lui être attribué. Cette rareté pourrait s'expliquer par les fluctuations importantes du niveau marin (Lamarche 2011 : 87) qui ont provoqué l'émersion de rivages anciens à une certaine époque, et leur submersion à une autre, avec pour conséquence la destruction ou l'enfouissement de toute trace d'activité humaine sous les sédiments. La période de l'Achaïque supérieur est divisée en deux épisodes culturels distincts : l'Archaïque laurentien (5500 à 4200 AA) et l'Archaïque final ou post-laurentien (4200 à 3000 AA). La culture matérielle des groupes de cette période comprend une variété d'outils en pierre taillée, mais aussi plusieurs objets fabriqués par polissage (Plourde 2009). À la fin de l'Archaïque, les objets en cuivre natif et fabriqués dans l'os sont fréquents. La culture matérielle témoigne aussi de l'importance qu'a prise la pêche dans l'économie de ces populations.

#### 2.2.2.3 Sylvicole (3000 – 450 AA)

La période du Sylvicole est marquée, vers 3000 AA, par l'apparition de la poterie. Ces divisions ont été créées en se basant sur l'évolution de la morphologie des décors des poteries (Chapdelaine 1989). Dans la vallée du Saint-Laurent, le Sylvicole inférieur (3000 à 2400 AA) se démarque, en plus de la production d'une poterie grossière et l'élaboration de contextes funéraires, par l'utilisation quasi exclusive d'une variété de chert appelée le chert Onondaga. La région de Québec semble correspondre, à l'exception de quelques indices épars distribués plus au nord, à la limite orientale d'un vaste réseau d'échange et d'interactions culturelles qui a prévalu au Sylvicole inférieur (Taché 2010:19 et 110, Yves Chrétien 1995). Les sites relevant de cette phase se répartissent de part et d'autre de la plaine laurentienne, le long de l'axe du fleuve Saint-Laurent.

La période du Sylvicole moyen est divisée en deux phases, l'ancien (2400 à 1500 AA) et le récent (1500 à 1000 AA). Comme ailleurs dans le Nord-Est américain, les sites de cette période suggèrent un processus complexe de transformation sociale (Ethnoscop 2012:24). Une intensification de l'exploitation des ressources halieutiques mènera éventuellement à la sédentarité et à la production alimentaire par le biais de l'horticulture basée sur le maïs et le riz sauvage (Gates St-Pierre 2006). Les nouvelles recherches (Gates St-Pierre et Thompson 2015) laissent entrevoir que le développement de l'agriculture se serait amorcé beaucoup plus tôt que ce que l'on croyait pour la région de Québec, soit au début du Sylvicole moyen. Il s'agirait des preuves les plus septentrionales de consommation du maïs dans le Nord-Est américain et qui seraient le fait de populations proto-iroquoiennes.

La période du Sylvicole supérieur s'étend de 1000 ap. J.-C. à 1600 et est divisée en trois phases : le supérieur ancien ou tradition Saint-Maurice (Owascoïde) (1000 à 1200 ans); le supérieur médian ou Saguenay (1200 à 1350 ans); et le supérieur récent ou Iroquoïen du Saint-Laurent (1350 à 1600 ans) (Tremblay 2006). Les populations de la famille linguistique et culturelle iroquoienne se rassembleront en villages de plus en plus gros (Ethnoscop 2012 : 25). À partir de la seconde moitié du Sylvicole supérieur la production horticole se diversifie, comptant la courge, les haricots, le tabac et le tournesol. À cela s'ajoute le développement d'une poterie particulière reconnaissable à ses motifs complexes. Durant la phase tardive, la chasse et la pêche deviennent complémentaires de l'horticulture mixte qui se pratique dorénavant près de villages semi-permanents, parfois fortifiés et aménagés loin des routes fluviales, sur des promontoires bien drainés et bien protégés.

Les données archéologiques ne permettent pas de démontrer formellement l'existence de camps de base ou de villages occupés annuellement dans l'actuelle région de la ville de Québec (Plourde 2011 : 35). Les seuls témoignages à cet égard sont de nature historique et proviennent des écrits de Jacques Cartier sur les Stadaconiens. Ils y sont décrits comme des horticulteurs semi-sédentaires, qui vivaient dans de petits villages non palissadés (Plourde 2011 : 18). Il y aurait eu sept à dix villages dans la région de Québec.

#### 2.2.2.4 Explorateurs et période de contact (1500 à 1608 AD)

Il semble que ce soit les Basques, au XVI$^{e}$ siècle, qui ont été les premiers Européens à nouer des rapports commerciaux avec les Autochtones lors de leurs excursions de pêche et de chasse dans l'estuaire du Saint-Laurent (Turgeon 1986 : 547). Au milieu du XVI$^{e}$ siècle, de 1534 à 1536, Jacques Cartier rencontre des Iroquoiens provenant du village de Stadaconé et d'autres villages situés le long de la côte de Beaupré, avec lesquels il entretient aussitôt des relations politiques et économiques. Contrairement aux autres Amérindiens, ces Iroquoiens avaient une économie basée sur les ressources marines du Saint-Laurent (Trigger 1978 : 241). Une des hypothèses de l'absence des Iroquoiens du Saint-Laurent à la période historique est qu'au cours de la deuxième demie du XVI$^{e}$ siècle, les populations rencontrées par Cartier ont simplement quitté la région de Québec pour diverses raisons reliées en partie à la présence européenne (Tremblay 2006) et au climat d'hostilité pan iroquoien qui prévalait depuis 1450 (Pendergast 1993), laissant ainsi la place aux populations algonquine et montagnaise qui occupent déjà la rive nord du fleuve.

#### 2.2.2.5 Amérindien historique ancien (1608-1899)

Les peuples algonquiens – chasseurs, pêcheurs et cueilleurs – viennent en effet séjourner régulièrement dans la région de Québec au début du XVII$^{e}$ siècle. Ils y auraient eu principalement des Innus-Montagnais et des Algonquins (Martijn 1991 : 60), des Etchemins aujourd'hui appelés Malécites (Chrétien et coll. 2009) et des Micmacs (Martijn 1991). Sur la carte dessinée pendant la construction de l'Habitation de Québec, en 1608, Champlain rend compte de la présence amérindienne sur les bords du Saint-Laurent à l'arrivée des Européens.

La présence amérindienne autour de Québec prend une tournure des plus dramatiques au cours des décennies suivantes avec l'ouverture, en 1638, de la mission de Sillery qui servira de refuge aux populations algonquines et montagnaises confrontées à la famine, à la guérilla des Iroquois

et aux épidémies (Jetten 1994 : 35-36; Levasseur 2009) et où viendront s'établir aussi certains groupes d'Abénaquis (Ethnoscop 2010 : 10). Le milieu du XVII$^{e}$ siècle (1650) verra arriver d'autres réfugiés, des Hurons convertis qui, décimés par les Iroquois, quittent la baie Georgienne en Ontario (Morissonneau 1978 : 389). Ceux-ci occuperont plusieurs emplacements au sein de l'actuelle ville de Québec (Paul 2000) et s'établiront à partir de 1673 à l'ancienne Lorette et en 1697, à jeune Lorette, l'actuel village huron Wendake.

## 2.3 INTERVENTIONS ARCHÉOLOGIQUES ANTÉRIEURES

### Occupation préhistorique

Selon le registre de l'ISAQ, plusieurs sites archéologiques préhistoriques sont connus dans la région de Québec. Les plus vieux de la région sont à Saint-Romuald, à l'embouchure de la rivière Chaudière (CeEt-481, 657, 658 et 778). Ces quatre sites témoignent du passage de groupes au Paléoindien récent (10 000 à 8000 AA) et sont situés à plus de 50 mètres d'altitude (Pintal 2002, 2012).

Également, quelques sites de l'Archaïque ancien (9500 à 8000 AA) sont connus dans la région de Québec. Ces sites sont situés majoritairement sur la rive sud, à l'embouchure de la rivière Chaudière (CeEt-482, CeEt-657, CeEt-679 et CeEt-680), et à Lauzon (CeEt-5) (Pintal 2012). Ils se répartissent à des altitudes variant de 20 et 45 mètres (Pintal 2002). Les deux seuls sites attribués à cette période sur la rive nord de la région Québec ont été trouvés à Saint-Augustin-de-Desmaures (CeEv-5) à 110 mètres d'altitude et à Saint-Tite-des-Caps (CgEq-31) à 30 mètres d'altitude.

Les sites de l'Archaïque supérieur sont retrouvés sur d'anciennes terrasses et des replats fluviatiles à des altitudes variant entre 10 et 47 mètres. La terrasse de 20 mètres en ayant accueillis le plus grand nombre. Les sites de l'Archaïque laurentien (5500 à 4200 AA) se retrouvent surtout le long du fleuve Saint-Laurent, autour de la colline de Québec, avec les sites Buttes aux Sauvages à Sillery (CeEt-1), d'Irving à Ste-Foy (CeEt-20) et de la Place d'Youville dans le Vieux-Québec (CeEt-387). À ces sites, s'ajoutent ceux de la rive sud, à Saint-Romuald (CeEt-5, 471, 481, 622, 660 et 661) et à Saint-Nicolas (CeEu-12). Les sites régionaux associés à l'Archaïque post-laurentien (4200 à 3000 AA) sont, quant à eux, éloignés de la colline de

Québec et sont surtout situés sur la rive nord du Saint-Laurent. Ces sites se retrouvent au lac Saint-Charles (CfEu-31), à l'île d'Orléans (CfEs-16), sur la Côte-de-Beaupré près de la rivière Montmorency (CfEs-29), au Cap-Tourmente (CgEq-1, CgEq-20) et à Saint-Tite-des-Caps (CgEq-31 et 32).

La région de Québec compte plusieurs sites du Sylvicole inférieur (3000 à 2400 AA) : la colline de Québec et place Royale (CeEt-3, 201 et 601), Sillery (CeEt-2), Sainte-Foy (CeEt-783), Cap-Rouge (CeEu-18 et 20), Saint-Augustin (CeEu-10) et Portneuf (CeEx-1), Cap-Tourmente (CgEq-17, 22 et 25) et la Côte-de-Beaupré (CgEr-6). D'autres sites ont été découverts sur la rive sud, autour de Lotbinière (CdEx-1 et 2), à Saint-Nicolas (CeEt-565 et CeEu-12) et à Saint-Romuald (CeEt-622, 659, 660, 661 et 482). Ces sites se trouvent tous à des altitudes variants entre 10 à 20 mètres sauf celui du Cap-Tourmente qui est à 6 mètres d'altitude.

Quelques indices d'occupation relative au Sylvicole moyen (2400 à 1000 AA) ont été retrouvés à place Royale, dans le Vieux-Québec (CeEt-9 et 192, 601), à Sillery (CeEt-71 et 857) et au lac Saint-Charles (CfEu-6). D'autres sites ont été mis au jour à Beauport (CfEt-30), sur l'île d'Orléans (CeEq-3 et 26 et CgEr-9) et au Cap-Tourmente (CgEq-6, 14, 16 et 17). Sur la rive sud, quelques sites sont connus à Saint-Nicolas (CeEu-12 et 13), à Saint-Romuald (CeEt-622) et à Lotbinière (CdEx-2). Ces sites reposent toujours non loin du fleuve, à l'exception de celui du lac Saint-Charles, à des altitudes variant de 3 à 26 mètres, mais généralement à moins de 10 mètres.

La région compte aussi quelques sites remontant à la fin du Sylvicole supérieur (1000 ap. J.-C. à 1600) notamment dans le secteur de la place Royale et de la colline de Québec (CeEt-9, 32, 192, 201) et dans le secteur de Cap-Tourmente (CgEq-4, 6, 7, 8, 9 et 19, CgEr-3). Ces sites correspondent à des camps estivaux maintes fois réoccupés (Clermont et coll. 1992) ou à des camps de pêche occupés du printemps à l'automne (Chapdelaine 1993: 34). D'autres sites du Sylvicole supérieur ont été mis au jour dans la région : à Wendake (CfEu-1), au lac Saint-Charles (CfEu-6, 28 et 31), à Sillery (CeEt-857), à Saint-Augustin-de-Desmaures (CeEu-25), sur l'île d'Orléans (CgEr-9), sur la côte de Beaupré (CfEs-30 et 31). Quelques sites sont connus sur la rive sud, à Saint-Nicolas (CeEu-13), à Saint-Romuald (CeEt-5, 211, 212 et 622) et à Lotbinière (CdEx-2). Ces sites ont été trouvés sur des terrasses dont l'altitude varie de 5 à 45 mètres.

Le site de Cartier-Roberval à Cap-Rouge (CeEu-4), daté de 1541-1543, est un des seuls témoignages du contact survenu entre les Iroquoiens du Saint-Laurent et Jacques Cartier lors de son troisième voyage. Ces vestiges comptent parmi les seuls qui peuvent être attribués aux Stadaconiens avant leur disparition. Quelques sites amérindiens de la période historique (1608-1950) sont connus non loin de l'aire d'étude, dans des contextes relativement similaires à l'air

d'étude, à 10 mètres d'altitude sur la rive-nord du fleuve. Ces sites sont : la mission de Sillery (CeEt-27), les Buttes des Sauvages (CeEt-1) et l'Hôpital des Hospitalières (CeEt-876). Également, plusieurs sites amérindiens historiques hurons sont connus à Wendake (CfEu-7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23 et 24).

Trois sites préhistoriques datés du Sylvicole inférieur, un indéterminé et un site historique de la période de contact témoignent de la présence des Amérindiens dans le secteur de la Plage-Jacques-Cartier. Ces sites sont situés à moins d'un kilomètre de la zone d'étude (Figure 5). Ils sont décrits dans le tableau 1.

Un inventaire archéologique a été réalisé dans l'extrémité est du projet (Pintal 2010) et celui-ci a permis d'identifier une nouvelle station du site CeEt-70.

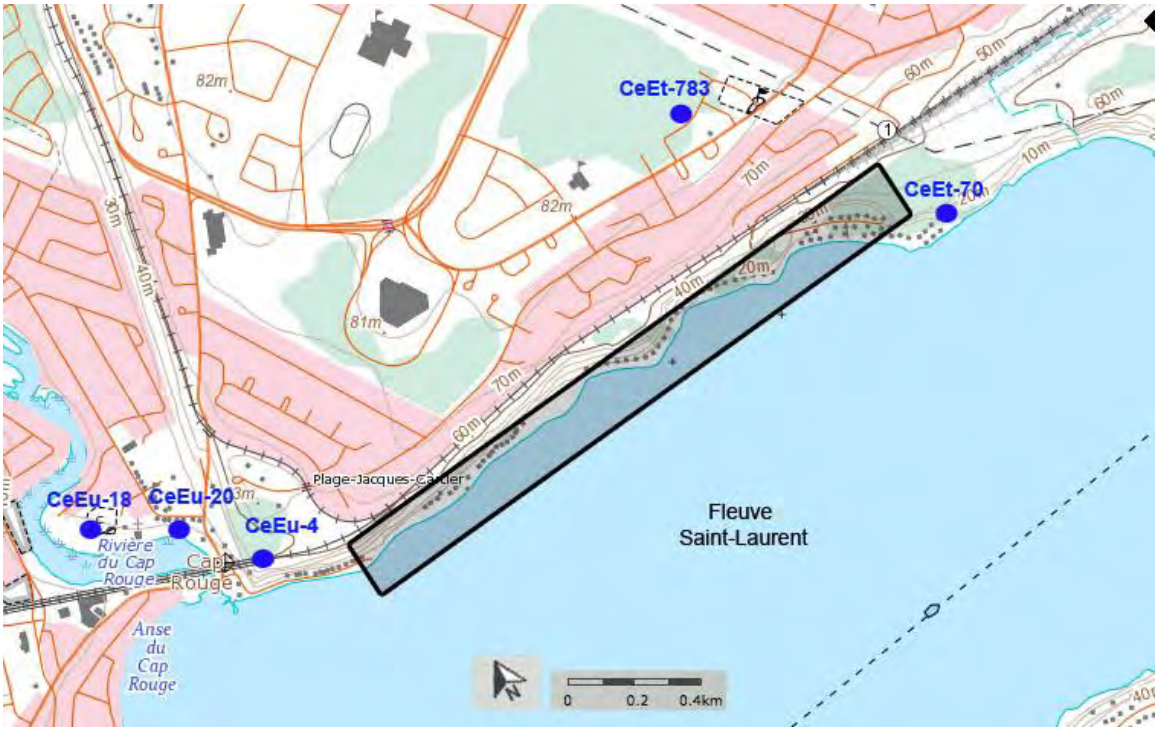



*Figure 5 - Sites archéologiques amérindiens localisés à moins de 1 km de la Plage-Jacques-Cartier. Carte tirée de Énergie et Ressources Canada, 21L11, 1 :50 000; atlas.gc.ca/toporama/fr/html et de l'ISAQ, 2016*

| Code Borden | Alt. (m) | Période archéologique | Âge (années AA) | Localité | Nom | Morphologie | Dépôt de surface | Références |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CeEt-783 | 82 | Sylvicole inférieur | 3 000 à 2 400 AA | Sainte-Foy | Site du lac fossile | Levée de plage | Sable | Chrétien 1996 |
| CeEt-70 | 10-20 | Préhistorique indéterminé | 12 000 à 450 AA | Sainte-Foy | Boisé de la Gare | Replat | Brunisol et schistes | Beaudry, 1983 et Pintal 2010 |
| CeEu-4 | 36 | Amérindien historique ancien | 1534 | Cap-Rouge | Site Cartier-Roberval | Promontoire | Brunisol et schistes | Plourde 2012 |
| CeEu-18 | 11 | Sylvicole inférieur | 3 000 à 2 400 AA | Cap-Rouge | Vieux Cap-Rouge | Terrasse fluviatile | Sable limoneux brun | Plourde 2012 et 2009 |
| CeEu-20 | 11 | Sylvicole inférieur | 3 000 à 2 400 AA | Cap-Rouge | Vieux Cap-Rouge | Terrasse fluviatile | Sable limoneux brun | Plourde 2012 |

Tableau 1 Description des sites préhistoriques situés à moins d'un kilomètre de la zone d'étude

## 2.4 POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE DE LA PRÉSENCE AMÉRINDIENNE

La zone d'étude se situe sur la basse terrasse, en dessous des 12 mètres d'altitude, au bas de la falaise, à moins de 20 mètres du fleuve Saint-Laurent. La zone d'étude est donc à proximité du fleuve ce qui lui confère un fort potentiel pour une occupation préhistorique. En effet, 75 % des sites archéologiques connus dans la région de Québec sont localisés à moins de 1 km du littoral du fleuve (Pintal 2010 :43). Par contre, les sites anciens se situent à des altitudes de plus de 20 mètres, car le niveau de la mer était alors plus élevé qu'aujourd'hui. Or, l'aire d'étude se trouve à une altitude variant entre 5 et 12 mètres et les chances d'y découvrir des vestiges de la période préhistorique ancienne (Paléoindienne et Archaique ancien et moyen) sont inexistantes.

Il serait possible de retrouver des sites de l'Archaique supérieur (5 500 à 3 000 AA) dans l'aire d'étude, mais il est très difficile de préciser l'allure de la basse terrasse du fleuve, il y a 5000 ans. Quatre sites de l'Archaïque supérieur ont été trouvés, sur la terrasse de 10 mètres, dans la région de Québec. Trois en face de l'aire d'étude, sur la rive-sud, à Saint-Nicolas (CeEt-565), à Saint-Romuald (CeEt-622), dans Lotbinière (CdEx-2) et un autre site sur la rive-nord à Sillery (CeEt-1).

Au début de la période du Sylvicole, la zone d'étude devait ressembler à ce que montrent les cartes anciennes du XIXe siècle. Cette espace devait être accessible il y a 3000 ans et était composée de nombreux replats pouvant accueillir des habitations. Plusieurs sites préhistoriques datant de la période du Sylvicole inférieur ont été trouvés aux alentours de la zone d'étude, dans l'anse de Cap-Rouge, dans celle de Sillery sans parler des nombreux sites, juste en face, de la Rive-Sud, dans des contextes similaires, sur la basse terrasse, entre 6 et 12 mètres d'altitudes.

L'examen de plans anciens (Figures 6 et 7) et de la carte topographique actuel aide à préciser l'ancienne ligne des marées, à délimiter la plage et à comprendre les changements survenus afin de cibler des zones à potentiel archéologique préhistorique (Figure 7).

La carte de 1688 montre que le secteur à l'est de la zone d'étude, dans la baie de la Pêche, à l'endroit de la descente vers la plage, ou il pourrait y avoir eu anciennement un ruisseau (Figure 8). L'emplacement du ruisseau et de la forme de l'ancien rivage est approximatif, mais ces éléments permettent de délimiter les deux premières zones à potentiel (P1 et P2).




*Figure 6 - Extrait de la carte de Villeneuve de 1688 près de la rivière Cap-Rouge. Cette carte montre le rivage de l'actuel Plage-Jacques-Cartier dans la baie de la Pêche. On y aperçoit l'emplacement approximatif d'un possible ruisseau (cercle noir) dans l'anse de la Pêche et de la forme de l'ancien rivage.*

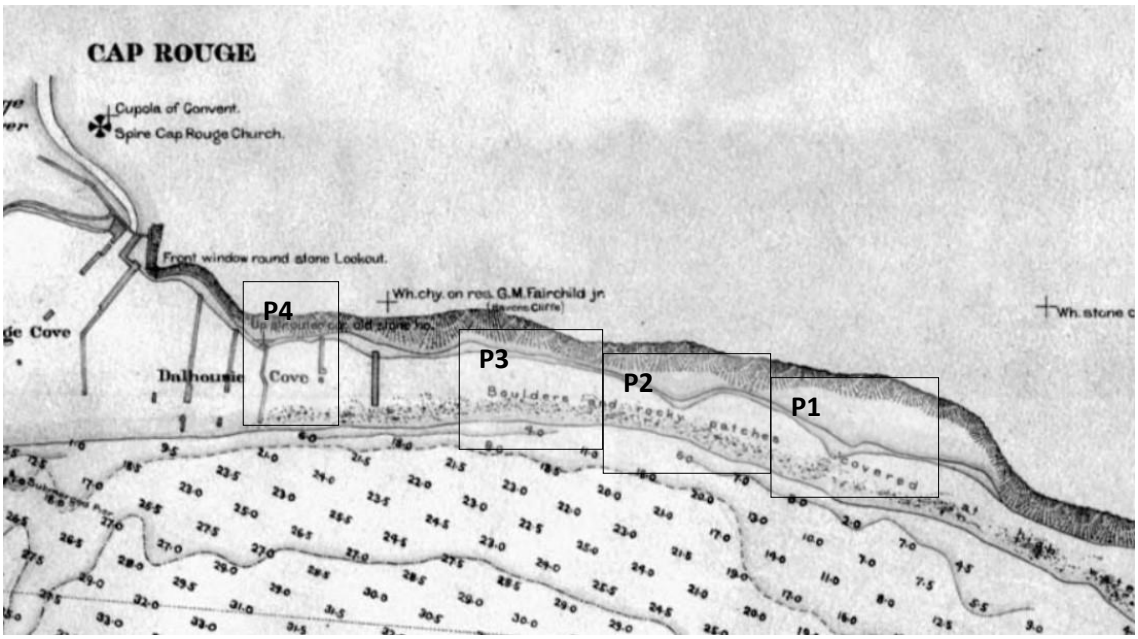



*Figure 7 - Extrait de F.W. Cowie 1894. Source : BAC cote H1/312/1894. Cette carte montre le rivage de l'actuel Plage-Jacques-Cartier et les possibles zones à potentiel préhistorique.*

Les zones à potentiel préhistoriques sont présentées à la Figure 8 et dans le tableau 2. Les zones P1 et P2 sont des zones à fort potentiel étant donné la présence d'anciens ruisseaux dans le secteur tandis que les zones P3 et P4 ont un potentiel moyen. Les zones à potentiel s'étendent du chaînage 1+550 à 2+100 pour la zone P1, du chaînage 1+1050 à 1+500 km pour la zone P2, la zone P3 couvre du chaînage 0+830 à 1+1050 et la zone P4 va du chaînage 0+200 à 0+550. Outre le sentier, l'étude d'avant-projet (BPR 2012:5-6) considère les zones P1, P2 et P3 comme des rives naturelles sans ouvrage de protection et pour lesquelles aucun aménagement anthropique ne semble être présent. Il semble donc possible d'effectuer un inventaire manuel préalable aux travaux dans ces zones. Par contre dans la zone P4, le talus a été aménagé par enrochement.

La zone P1 est l'endroit ou un chemin d'accès à la plage a été ménagé. Il s'agit d'un replat d'environ 1000 $m^2$, déboisé et s'élevant à quelques mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve. Il y avait probablement des chalets dans cette baie vers 1920. L'inventaire archéologique de Pintal (2010:87) effectué à l'est de la zone d'étude a révélé un limon argileux humide qui surplombe la roche-mère sur la bande littorale et une couche de terre associée à un aménagement paysager déposé sur un remblai de schiste rouge très compact impossible à traverser manuellement. Il est possible que des vestiges archéologiques soient présents sous ces remblais, mais il faudrait pouvoir les percer avec une rétro-excavatrice. La zone P2 est

similaire à la zone P1, à l'exception que le replat y est moins large, qu'aucun chemin n'est aménagé et que l'emplacement de l'ancien ruisseau pourrait être dans ce secteur. Le sol pourrait y être intact par endroits. La zone P3 est un petit replat dans une petite anse sans nom à l'ouest de la baie de la Pêche. Il pourrait y avoir des espaces peu perturbés dans cette zone même si des chalets semblent avoir été présents au début du siècle. Enfin, la zone P4 est le côté est de l'anse de Labaie, juste avant l'anse du Cap Rouge. Cette zone présente un petit replat et est à proximité des sites archéologiques de la rivière Cap-Rouge, dont celui de Cartier-Roberval (CeEu-4). Elle pourrait être un endroit propice pour un petit campement préhistorique.

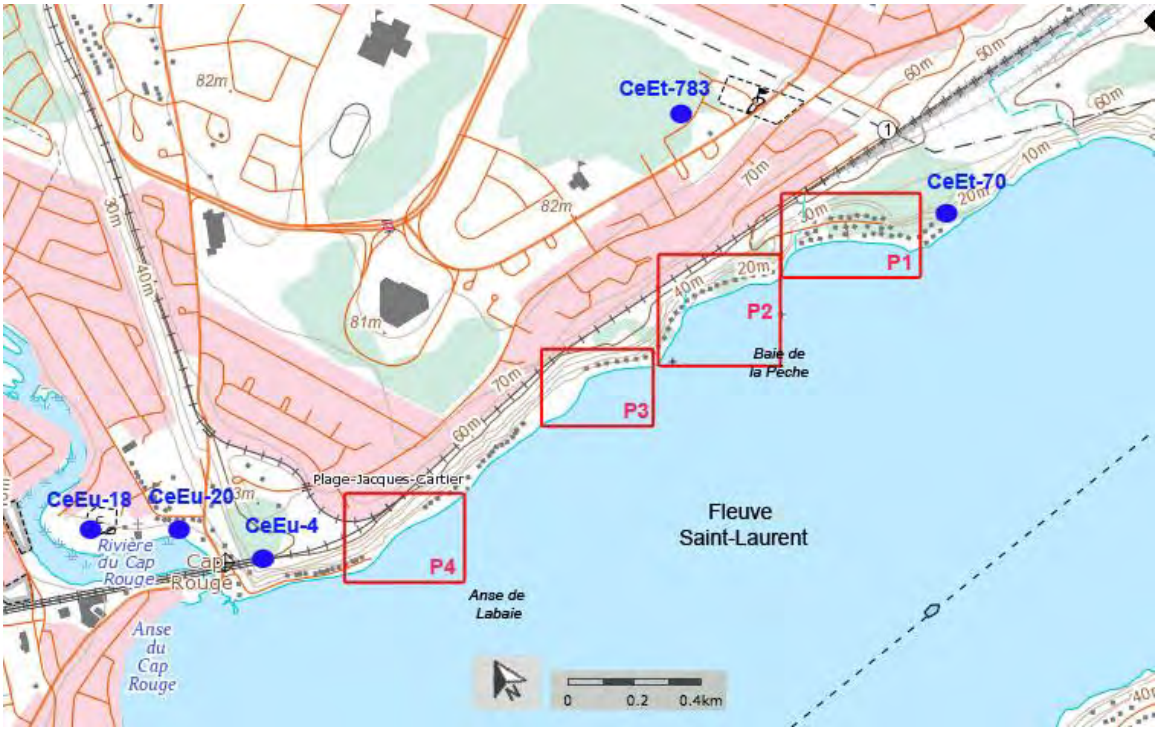



*Figure 8 - Localisation des zones à potentiel archéologique préhistorique.*

| Zone | Chaînages | Localisation | Forme de terrain | Intégrité | Interventions suggérées |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 1+550 à 2+000 | Côté Est de la baie de la Pêche | Large replat avec une descente | Rive naturelle et possibilité de présence d'anciens chalets | Sondages mécaniques et manuels surtout du côté ouest de la zone |
| P2 | 1+050 à 1+550 | Côté Ouest de la baie de la Pêche | Large replat avec une possibilité de ruisseau | Rive naturelle avec peu d'aménagement anthropique | Sondages manuels incluant les replats dans la falaise et mécaniques au besoin |
| P3 | 0+830 à 1+050 | À l'ouest de la pointe ouest de la baie de la Pêche | Petit replat | Rive naturelle et possibilité de présence d'anciens chalets | Sondages manuels et mécaniques au besoin |
| P4 | 0+200 à 0+550 | Dans l'anse de Labaie | Large replat avec une descente | Rive avec enrochement, présence d'un ancien quai | Sondages manuels et mécaniques au besoin |

Tableau 2 : Caractéristiques des zones à potentiel préhistorique

# 3. ÉTUDE DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE POUR LES PÉRIODES HISTORIQUES

## 3.1 Méthodologie

.

La présente étude de potentiel archéologique des périodes historiques concerne l'emplacement du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Elle se base principalement sur une analyse de données géographiques, iconographiques, photographiques, de cartes et de plans anciens. L'étude vise d'abord à identifier les ensembles archéologiques connus et potentiels pouvant être présents sur le terrain puis à les évaluer. Elle vise l'élaboration de recommandations afin de planifier ou non une intervention archéologique avant les travaux prévus afin de minimiser les impacts sur les ressources archéologiques en place. Elle est basée sur trois étapes : l'acquisition de connaissances, l'analyse des données et la délimitation et l'évaluation des zones à potentiel archéologique.

Dans le cas présent, à l'exception des documents d'archives provenant de l'ancienne ville de Sainte-Foy, seules les bases de données numérisées des cartes et plans anciens et des photographies anciennes ont été consultées sur place au Service des archives de la Ville de Québec et sur les sites web de Bibliothèque et Archives nationales du Québec, de Bibliothèque et Archives Canada et du Musée McCord (Archives photographiques Notman). Cette étude de potentiel s'appuie également sur la documentation historique et archéologique disponibles (sources secondaires) telles le dossier photographique de la Société historique de Cap-Rouge et de l'étude de potentiel et d'inventaire du Sentier des Grèves réalisé par Jean-Yves Pintal en 2010.

## 3.2 Bref historique des lieux[1]

### 3.2.1 Les premiers établissements européens et eurocanadiens

Le parc de la Plage-Jacques-Cartier se situe à proximité d'une des plus anciennes tentatives d'établissement des européens en Amérique du Nord. C'est à l'embouchure de la rivière Cap-Rouge, située à la limite ouest du parc de la Plage-Jacques-Cartier, que Jacques Cartier tente d'y établir une colonie en 1541. Deux forts sont érigés à cet endroit. Un premier est construit au pied d'un promontoire et un second à son sommet. Cette occupation est de très courte durée. Le site est abandonné dès 1543.

Ce n'est qu'un siècle plus tard que s'établiront de nouveaux colons à proximité de notre zone d'étude. Dans les années 1640, des terres sont concédées par la Compagnie de la Nouvelle-France au sommet du Cap-Rouge et vers l'est, le long du sommet de la falaise bordant le fleuve Saint-Laurent. Ces premières concessions sont intégrées, une décennie plus tard, à la seigneurie de Gaudarville, accordée à Louis Lauzon, sieur de la Citière et de Gaudarville, le 8 février 1652 (Figure 9).

Des maisons sont construites rapidement sur des terres dont les limites sud atteignent la falaise qui borde le fleuve Saint-Laurent. Une d'entre-elle, de trente-trois pieds de longueur par dix-huit pieds de largeur est présente sur terre de Jean Dumetz. Cette maison devient la propriété de Charles Gaultier dit Boisverdun en 1652. Huit terres concédées sur le plateau de la falaise, au cours des années 1640, se situent à la limite nord du parc de la Plage-Jacques-Cartier.

Des incursions iroquoises font plusieurs victimes au cours des années 1650 et amènent plusieurs occupants à abandonner ou à louer leurs propriétés. Plusieurs d'entre eux passèrent un accord et demandèrent la construction d'un fort où ils pourront se retirer pour se défendre. L'accord stipule que « *Tous feront, dès l'été prochain, leur demeure habituelle dans le fort. Sinon leurs terres seront confisquées au profit de la communauté*… » (Extrait du greffe de Jean Durand du 19 avril 1654, in Pintal, 2010 :28).

[1] Ce bref historique s'appuie largement sur les travaux de Robert Côté réalisés dans la section eurocanadienne de : *Étude de potentiel et inventaire archéologique, Sentier des grèves. Arrondissement Saint-Foy-Sillery-Cap-Rouge, Ville de Québec,* réalisé par Jean-Yves Pintal en mars 2010, pp.24 à 39)

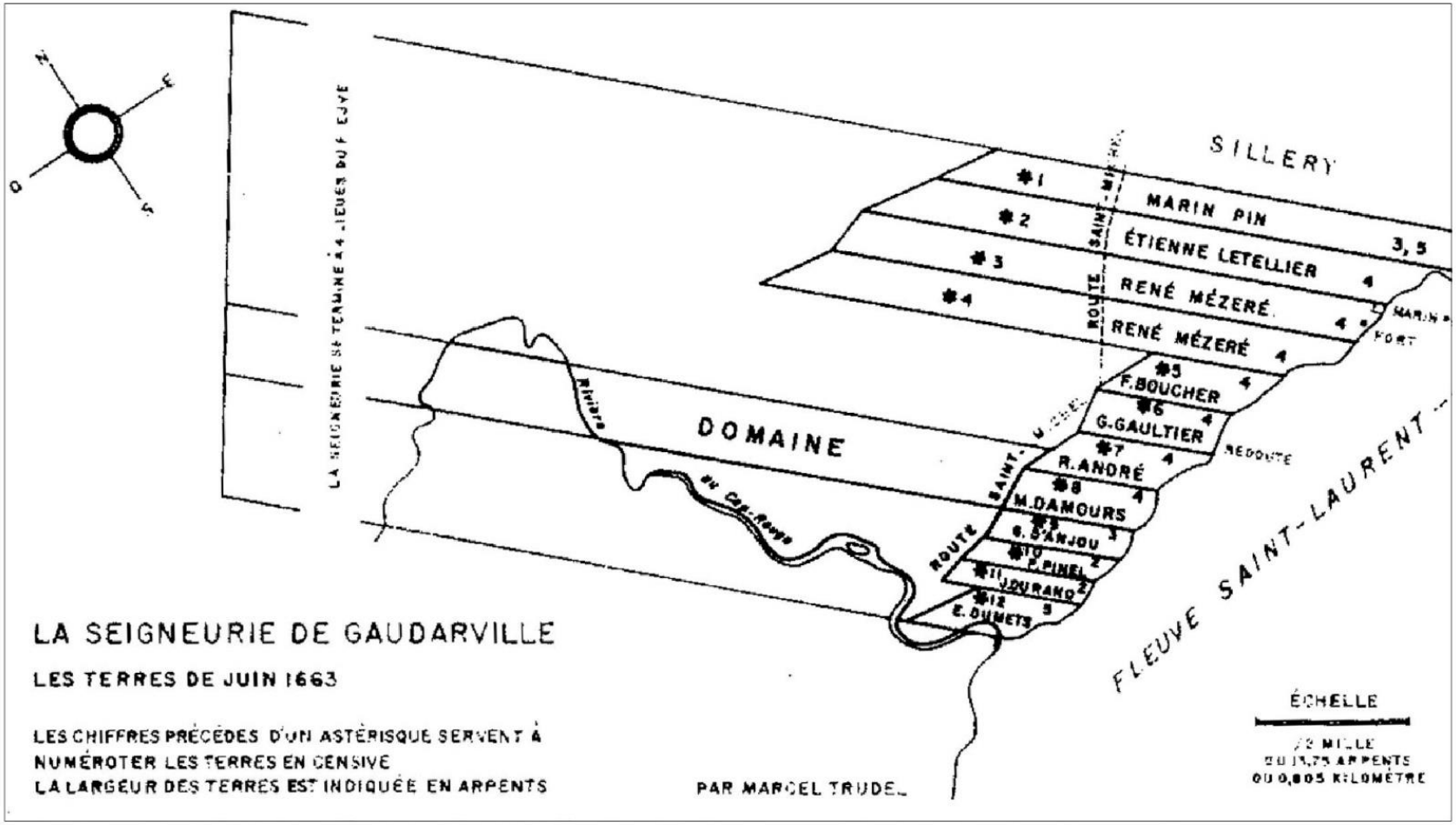



*Figure 9 – Les terres de la seigneurie de Gaudarville de 1663 (extrait de Trudel 1973 in Ethnoscop, 2007 : 25). À noter la mention d'une redoute l'angle des terres de G. Gaultier et R. André.*




*Figure 10 – Emplacement des terres de 1663 sur la vue aérienne de 2014 (Source : Bases de données corporatives de la Ville de Québec, 2014 et Trudel 1973 in Ethnoscop, 2007 : 25)*

Ainsi, la terre de Charles Gaultier est offerte en location en 1660, ce qui suggère que ce dernier a établi sa résidence ailleurs, peut-être même dans la maison du bord du fleuve sur la terre de René Mézeré. On dit qu'une redoute aurait été édifiée sur un îlet le long du fleuve comme il est décrit lorsque Charles Gaultier dit Boisverdun offre en location sa ferme de Cap-Rouge « *sa terre de Cap-Rouge consistant en terres labourables et complantées de haut bois, aussy la pesche en face de la dite terre comme aussi la redoute qui est emmurée sur un petit islet au dit baileur appartenant »* (greffe de Audouart du 29 octobre 1660; note de bas de page no. 6 in Pintal, 2010 :29)

Selon la cartographie des concessions de la seigneurie de Gaudarville réalisée par Marcel Trudel, cette redoute se situerait à la limite sud-ouest de la terre de la famille Gaultier, au bas de la falaise (voir figure 9). La transposition de la cartographie sommaire de Trudel sur la photographie aérienne de 2014 montre que cet emplacement correspond aujourd'hui à un replat en forme de pointe situé au pied de la falaise (voir figure 10).

### 3.2.2 Des terres et une rive désertées?

Les incursions iroquoises du milieu du 17$^{e}$ siècle semblent avoir eu un impact majeur sur l'établissement des habitants en bordure de la falaise tout au long de la seconde moitié du 17$^{e}$ siècle et du 18$^{e}$ siècle. En effet, l'examen des cartes anciennes des 17$^{e}$, 18$^{e}$ et 19$^{e}$ siècles montrent que l'ensemble des terres formant la limite nord (haut de la falaise) situées vis-à-vis du parc de la Plage-Jacques-Cartier demeurent libres de bâtiments du moins, à proximité de la falaise. Aucun bâtiment n'est également perceptible sur la berge au pied de la falaise (Voir Figure 6, 11 et 13).

Cette situation nous apparaît étonnante, puisque la menace iroquoise est, somme toute, de courte durée. Aucune autre incursion n'aura lieu suite à la Grande Paix de 1702. Il est possible que d'autres facteurs tels que la qualité des sols, l'accessibilité des lieux ou l'acquisition des terres afin de former de grandes exploitations agricoles ait pu freiner ou stopper l'implantation de bâtiments sur le haut de la falaise ou à son pied. Les habitants semblent préférer l'installation des bâtiments de ferme à l'intérieur des terres, en bordure des routes.

La situation demeure inchangée tout au long des 18$^{e}$ et 19$^{e}$ siècles, même au cours de la période florissante de l'industrie forestière, où les anses se couvrent de grumes de bois. Les berges de

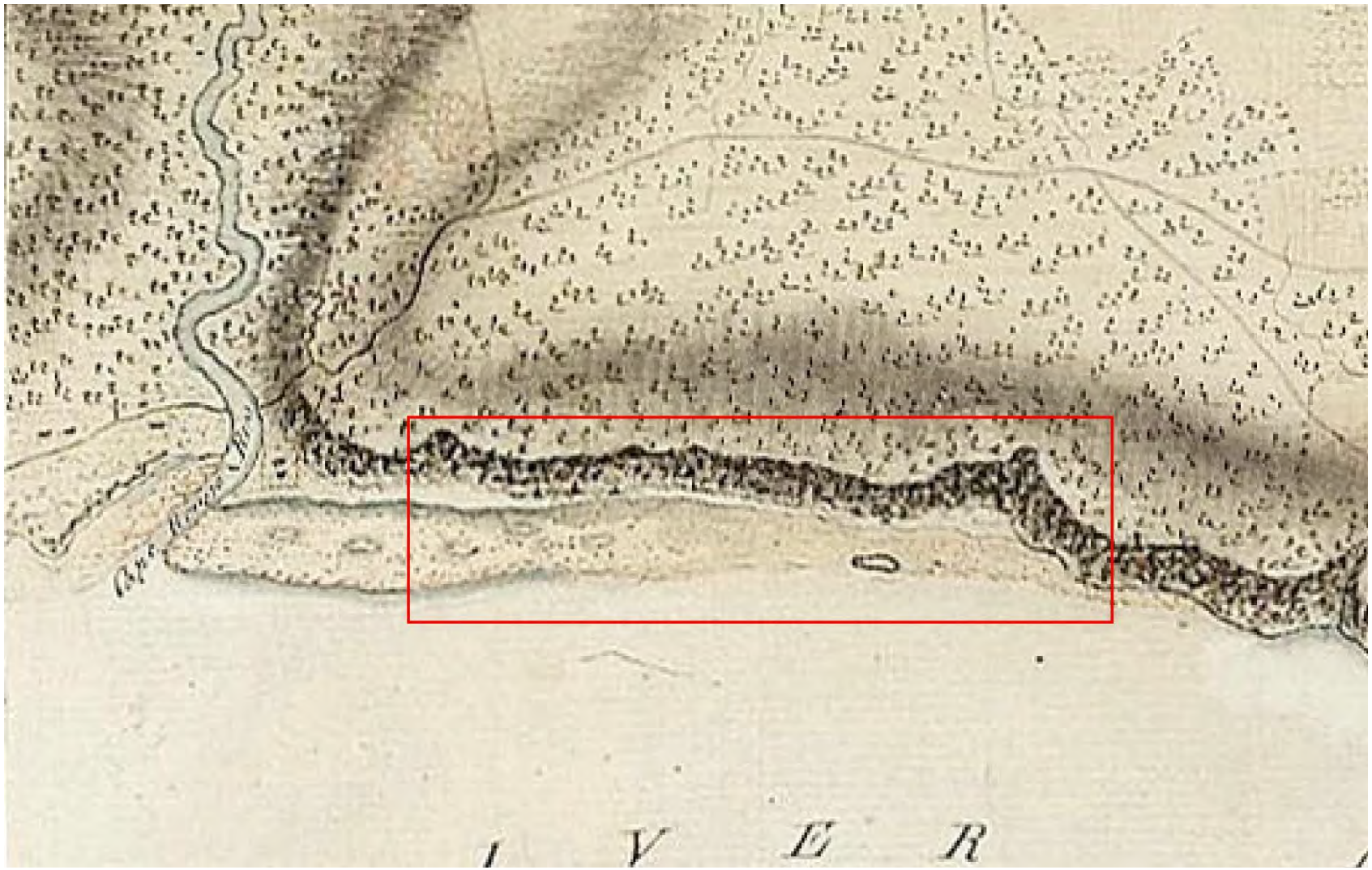



*Figure 11 – Emplacement de la du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1761 (Source : James Murray, 1761. BAC, microfiche NMC 135066)*

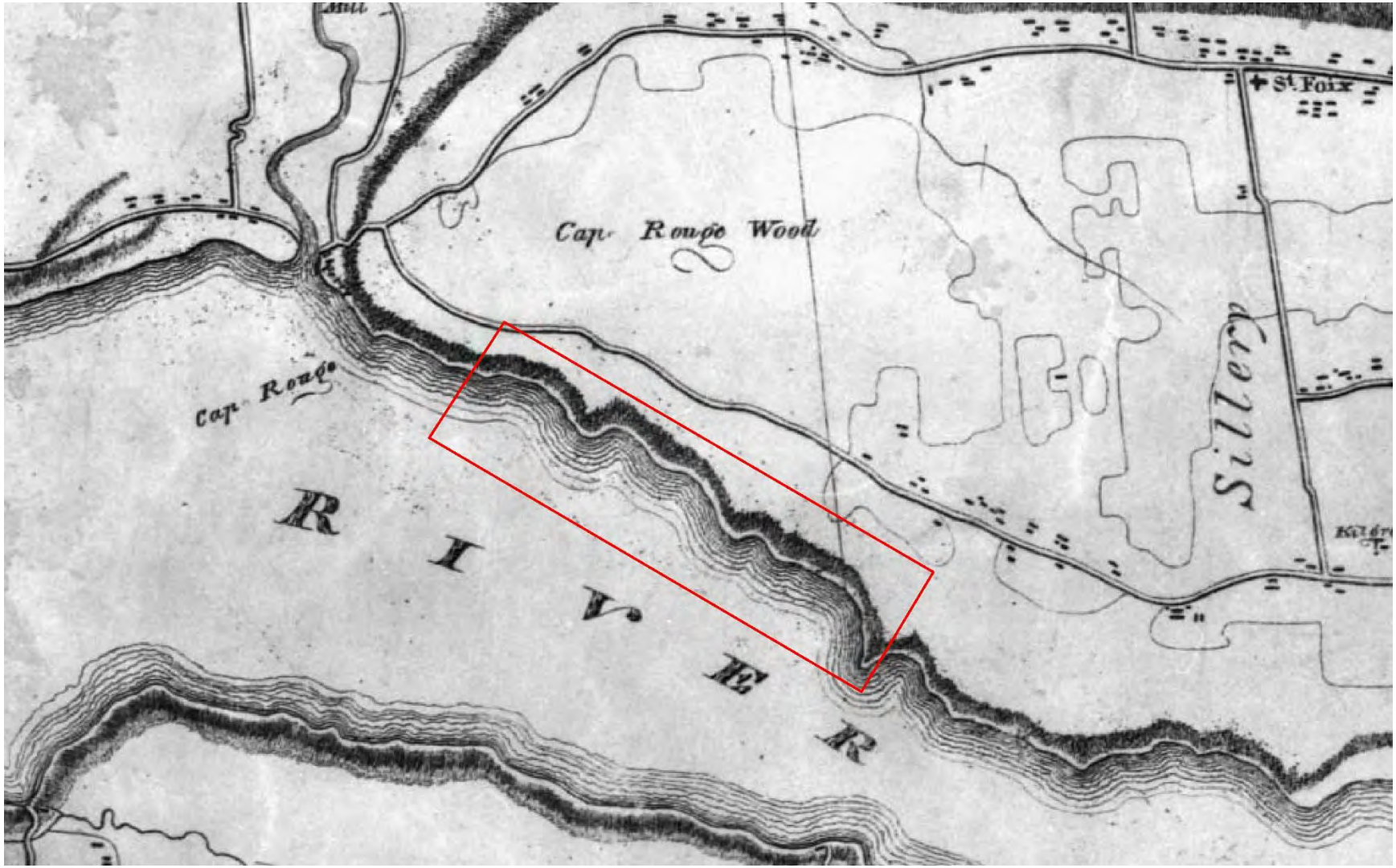



*Figure 12 – Emplacement du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1822-1826 (Source : John Adams, 1822-1826. BANC, H2/349/Quebec/1822-1826)*

la zone d'étude ne semblent pas avoir eu la faveur des industriels et des commerçants de bois comme cela est le cas à l'embouchure de la rivière Cap-Rouge et dans les anses situées plus à l'ouest.

La carte de Cowie de 1894 signale la présence d'affleurements rocheux tout le long de la berge du secteur du parc de la Plage-Jacques-Cartier recouverts seulement à la marée haute, ce qui peut signaler un courant plutôt fort à cet endroit (figure 13). Seule son extrémité ouest semble avoir été exploitée par l'aménagement d'anses artificielles telles la « Dalhousie Cove » située à la limite ouest de l'aire d'étude, formée à l'aide de digues et de quais en jetée à caisson servant à abriter les grumes de bois (Figures 14 et 15).

### 3.2.3 La voie ferrée de la Transcontinental Railway et la plage « Crescent Beach »

Au tournant du 20e siècle, une voie ferrée est construite le long de la falaise par la Transcontinental Railway. Cette voie ferrée ira aux mains de la Canadian Northern Railway en 1912. Au cours des 20 premières années d'existence de cette voie ferrée, les berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier demeurent libres de tout bâtiment. Par contre, à partir de 1920, la compagnie de chemin de fer entreprend de louer des parcelles de terre sur les pointes et les replats situés au pied de la falaise pour la construction de chalets. Leur emplacement portera le toponyme de « Crescent Beach » au cours des décennies suivantes. De 1920 à 1989, quatre-vingt-six terrains sont ainsi loués[2]. La compagnie de chemin de fer, cède l'ensemble de la berge à la Ville de Sainte-Foy au cours des années 1970. Celle-ci continuera à louer les parcelles de terrain jusqu' au 19 juin 1989, date à laquelle elle procède à l'expropriation de l'ensemble des lots pour l'aménagement du parc de la Plage-Jacques-Cartier.

La révision cadastrale de la Ville de Sainte-Foy pour les années 1964 et 1965 nous a permis de constater qu'un bon nombre de parcelles de terre situées sur la berge sont louées du côté du fleuve jusqu'à la ligne de la haute marée (Figure 16). C'est également à partir de cette révision cadastrale que les bâtiments servant de chalets sont positionnés sur les cartes

[2] Nous avons pu consulter une partie de la compilation cadastrale de la Ville de Sainte-Foy. Il s'agit de la révision du 3 novembre 1964 et du 30 janvier 1965 établie par la Ville de Sainte-Foy. Il s'agit uniquement des parties du lot cadastral 376, toutes situés dans la portion Est de l'aire d'étude. Nous n'avons pas pu retrouver les microfiches pour les parties du lot 161qui regroupe les parcelles de la portion Ouest du site.

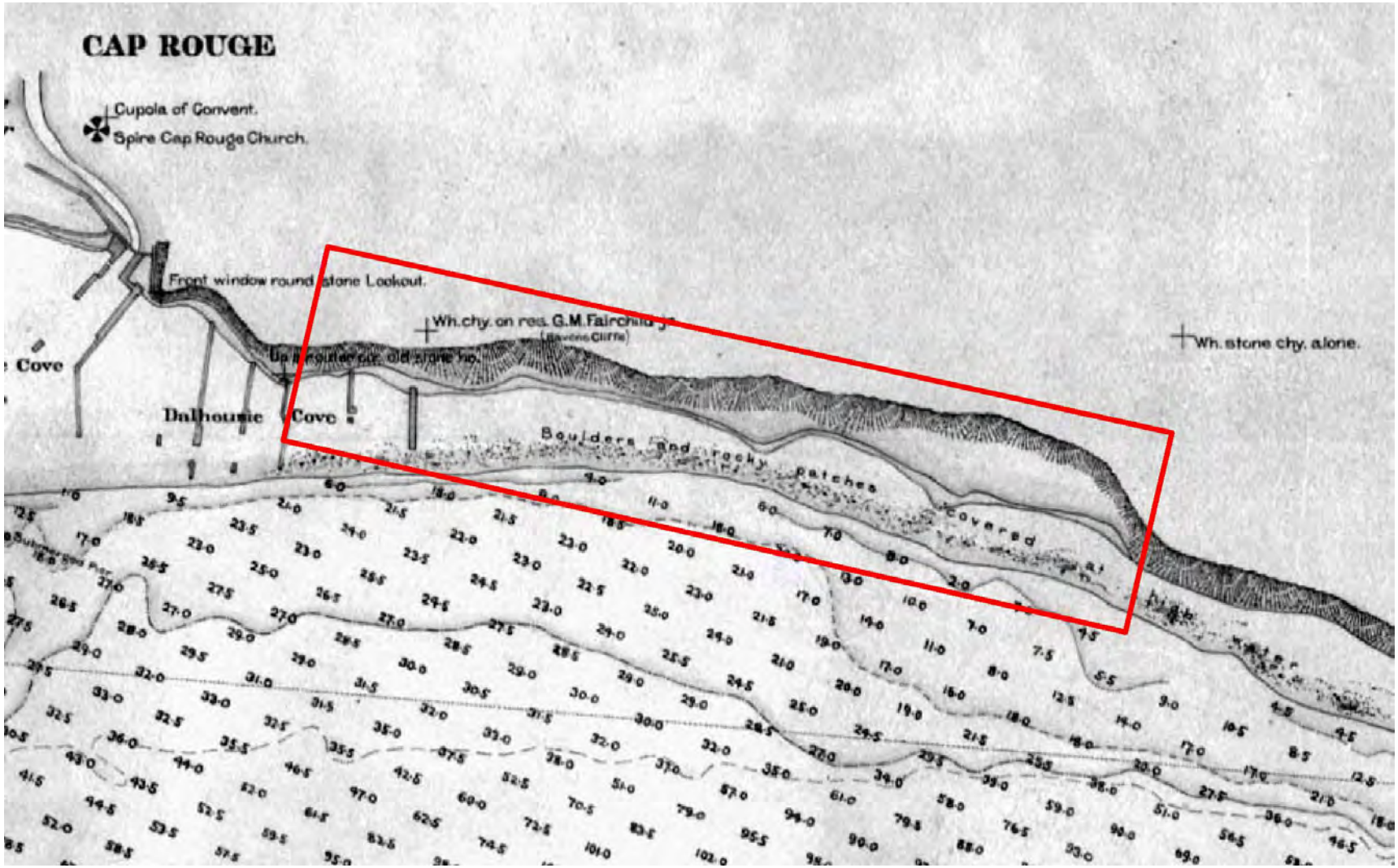



*Figure 13 – Emplacement du parc Plage-Jacques-Cartier sur le plan de 1894. (Source : Louis Cowie 1894. BANC H1/312/1894)*



*Figure 14 - L'anse de Cap-Rouge à l'embouchure de la rivière, 1869 (Source : Société historique de Cap-Rouge)*



*Figure 15 - Quai en jetée ou digue de caisson formant la limite Est de l'anse Dalhousie (Source : Société historique de Cap-Rouge)*



*Figure 16 – Vue générale de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964 (Source : AVQ, Compilation cadastrale, Ville de Sainte-Foy (Paroisse de Ste-Foy. Index des lots, plans. 18 négatifs. Révision le 3 novembre 1964 et le 30 janvier 1965).*




*Figure 16a – Agrandissement de la portion ouest de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964*

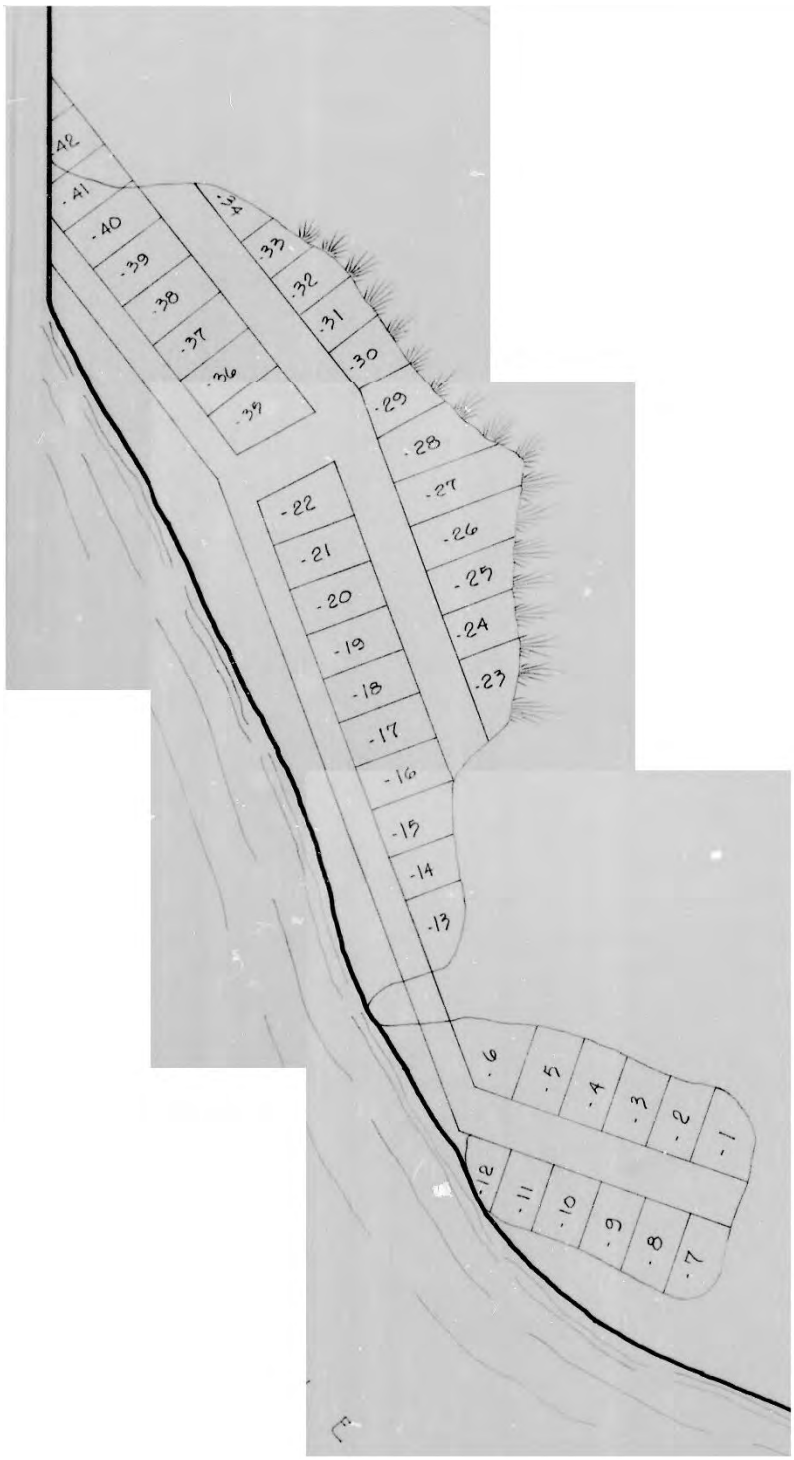



*Figure 16b – Agrandissement de la portion est de la reconstitution des parties du lot cadastral no. 376 de la Ville de Sainte-Foy de 1964.*

topographiques du Canada. Aucun bâtiment n'est indiqué sur les cartes topographiques antérieures à 1964.

Une liste établie en 1982 par le service d'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy identifiant les lots cadastraux, les locataires et l'année de l'émission du permis de construction, nous montre que l'occupation du secteur du parc de la Plage-Jacques-Cartier s'est fait d'une façon graduelle (annexe1). Le premier permis à être émis l'a été en 1920. Le dernier permis a été émis, quant à lui, en 1968.

Sept permis de construction ont été émis au cours des années 1920. Quatorze permis ont été émis au cours de la décennie suivante. Pour les années 1940, trente-huit permis de construction ont été émis. S'il s'agit de la période où il y a eu le plus nombre de nouveaux construits sur la rive ou légèrement en retrait du fleuve. Pour les années 1950, le nombre de permis qui ont émis est réduit de moitié, soit à 20 permis. Finalement, 7 permis de construction ont été émis au cours des années 1960.

### 3.2.4 Les chalets de « Crescent Beach »

Deux photomontages réalisés au cours des années 1960 par le Service d'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy nous montrent l'état des lieux pour cette décennie. Le premier photomontage daté en 1962 nous montre à marée haute, ainsi que l'ensemble des chalets aménagés le long des berges (Figure 17). On note également, dans la portion ouest des berges, des travaux majeurs en cours pour ce qui semble être l'installation d'un émissaire de grande taille.

Le second photomontage n'est pas daté, qui semble avoir été réalisé quelques années plus tard, nous montre l'état des lieux à marée basse nous permettant d'observer l'ensemble des affleurements rocheux et des portions de plage dans ce secteur (Figure 18). Ce photomontage nous permet également d'observer l'écoulement des eaux provenant de deux émissaires en opération dans la portion du site (Figure 19). L'emplacement de l'émissaire situé le plus à l'est correspond à l'emplacement des travaux de construction visible sur le photomontage de 1962.

Les figures qui suivent nous présentent des photos, bien que non datées, de 1940 à la fin des années 1980 (Figures 21 à 25). Ils nous possible d'observer que certains chalets sont de plain pied tandis certains autres dont dotés de caves hautes. Plusieurs occupants se sont efforcé à stopper ou à ralentir l'érosion des eaux en aménageant des murets ou des murs de soutènement.

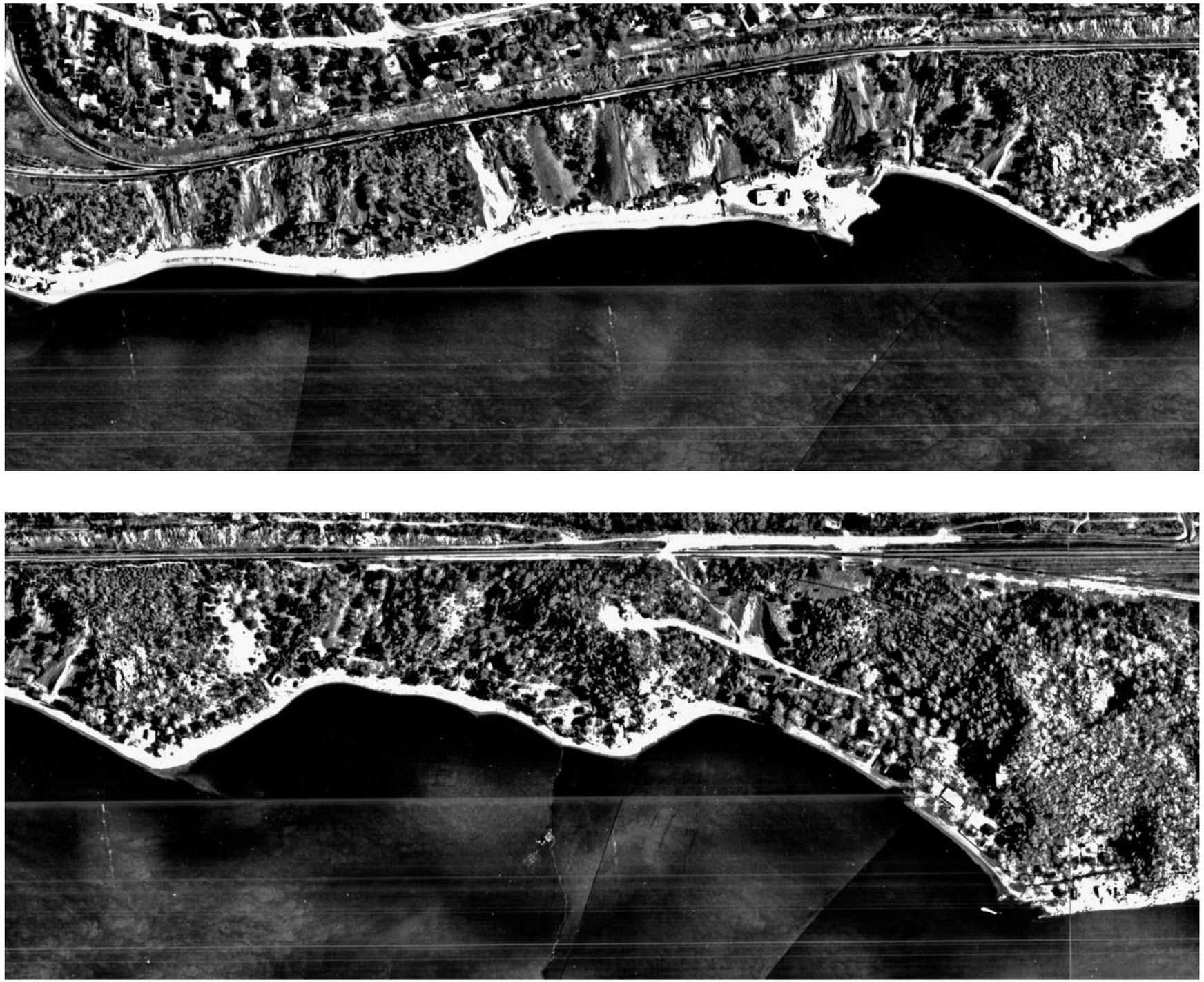


*Figure 17 – Vue aérienne de « Crescent Beach » de 1962. Photomontage du service de l'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy (Source : AVQ non coté)*



*Figure 18 – Vue aérienne de « Crescent Beach » vers 1965. Photomontage du service de l'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy (Source : AVQ non coté)*




*Figure 19 – Détail des émissaires de grande taille situés dans la portion ouest du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Extrait du photomontage du Service d'urbanisme de la Ville de Sainte-Foy, vers 1965 (AVQ. Non coté)*



*Figure 20- Chalets longeant la berge. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge) À noter le muret de ciment ou de béton en avant-plan sur la grève.*



*Figure 21- Chalets construits sur pilotis ou sur cave haute. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge)*



*Figure 22 – La grève servant de voie de circulation. Sans date. (Source : Société historique de Cap-Rouge)*



*Figure 23 – Mur de soutènement construit sur la grève. Sans date. (Source : AVQ. PN50006 01672)*

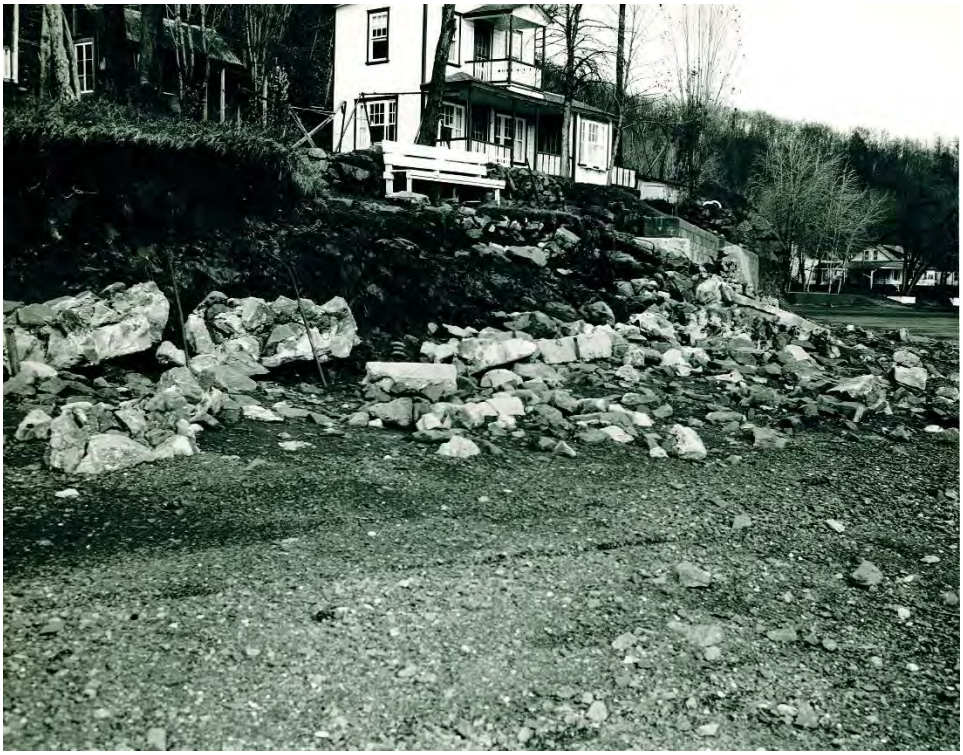


*Figure 24 – Mur de soutènement effondré. Sans date. (Source : AVQ. PN50006 01673)*

### 3.3 Les travaux archéologiques antérieurs

Selon le registre de l'ISAQ et outre les sites archéologiques des périodes préhistoriques décrits à la section 2.3 du chapitre 2 de ce rapport, seul le site de Cartier-Roberval (CeEu-4) a fait l'objet de nombreuses fouilles archéologiques au fil des années. Situé sur un promontoire à l'embouchure de la rivière Cap-Rouge, ce site fut l'emplacement choisi par Jacques Cartier pour y établir une colonie.

Bien que situé sur un promontoire, son emplacement est à moins de 400 à l'ouest de la zone d'étude. Son occupation est de courte durée soit de 1541 à 1543. Aucun autre site archéologique des périodes historiques n'a été répertorié à proximité du territoire du parc de la Plage-Jacques-Cartier.

### 3.4 Le potentiel archéologique pour les périodes historiques

L'état des connaissances actuelles concernant l'occupation et l'exploitation de la rive nord du fleuve Saint-Laurent située dans secteur du parc de la Plage-Jacques-Cartier est, somme toute, limitée. Aucune recherche en archives, n'a encore été réalisée sur les propriétaires et les exploitants de la rive du fleuve, ni aucune recherche archéologique n'a été entreprise sur le terrain afin de déceler la présence de vestiges et de traces laissés par les occupants ou les exploitants des lieux.

#### 3.4.1 Une redoute sur la rive du fleuve

Cette étude de potentiel est un premier geste nous permettant de soulever le voile sur un lieu et sur des activités qui nous sont presque totalement méconnus. Ainsi, la présence possible de vestiges architecturaux et des sols d'occupation d'une « redoute emmurée » du milieu du 17$^{e}$ siècle, aménagé sur un « islet » situé sur la propriété de Charles Gauthier dit Boisverdun, peut s'avérer d'un grand intérêt, tant sur le plan scientifique que patrimonial voir figure.

La présence possible d'une telle structure soulève bien des questions. En voici quelques exemples :

- Est-ce que cette redoute a été construite pour répondre aux incursions iroquoises?
- S'agit-il d'un gros ou d'un petit bâtiment et combien de personne pouvaient s'y abriter?

- S’agit-il d’un bâtiment de bois ou de pierre? Est que cette redoute était « emmurée » d’une palissade de bois ou d’un mur de pierre?
- Finalement, cette redoute a été entretenue durant combien de temps avant de tomber dans l’oubli?

### 3.4.2 Les chalets de Crescent Beach

Cette étude de potentiel a également mis en lumière la présence de nombreux chalets de petite taille disséminés le long de la berge du fleuve par des villégiateurs-locataires à partir des années 1920 jusqu’au début des années 1990. De nombreux vestiges des chalets de cette époque, murets, fondations, petits escaliers, sont toujours apparents, particulièrement le long du talus situé dans la portion est de parc de la Plage-Jacques-Cartier.

Puisque ces bâtiments sont apparus au cadastre et sur les cartes officielles que depuis les années 1960, il s’agissait d’un endroit peu connu, caché, presque secret, dont seules quelques dizaines de familles jouissaient de l’accès aux rives du fleuve Saint-Laurent. En revanche, l’ouverture du parc de la Plage-Jacques-Cartier, par la ville de Sainte-Foy au cours des années 1990, permet aujourd’hui l’accès au fleuve à des milliers de personnes.

# 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

## 4.1 Potentiel archéologique préhistorique

Malgré les aménagements survenus au cours du 20e siècle sur la berge, la présence de plusieurs sites archéologiques préhistoriques localisés près de la zone d'étude et la proximité de cours d'eau comme le fleuve Saint-Laurent, la rivière Cap-Rouge et un petit ruisseau, incite à penser que des vestiges d'occupations humaines anciennes pourraient être présents dans les limites des travaux. La zone d'étude se situant entre 5 et 12 mètres d'altitude, il est possible de retrouver des occupations préhistoriques datant de la fin de la période Archaïque, mais surtout de la période du Sylvicole.

Il est recommandé en période de construction ou de consolidation des rives que l'emprise des travaux soit l'objet d'une surveillance archéologique sur l'ensemble du projet. De plus, si des excavations sont prévue ou un réaménagement du terrain avec de la machinerie lourde, que ce soit sur le bord du talus, sur la berge ou près de la falaise, des sondages devront être effectués préalablement. L'inventaire archéologique devrait être réalisé dans les quatre zones à potentiel avant le début des travaux (voir figure 8 et tableau 2). Ces recherches permettront de vérifier la présence ou l'absence de sites archéologiques dans l'emprise du projet, notamment près du talus. Dans l'éventualité de la découverte de sites archéologiques, ceux-ci devront être évalués et pourraient être l'objet de fouilles archéologiques qui permettront de sauvegarder les données et les vestiges archéologiques. La réalisation de ces mesures d'atténuation n'exclut pas la possibilité que des vestiges archéologiques puissent être découverts fortuitement à l'occasion des travaux, étant donné que les inventaires sont réalisés en fonction d'une méthodologie d'échantillonnage (Roche SNC Lavalin :43).

## 4.2 Potentiel archéologique historique

Concernant la période historique, il est également recommandé de procéder à une surveillance archéologique lors d'éventuels travaux de construction ou de consolidation des rives. Cette surveillance sera l'occasion de documenter la stratification des sols naturels en place et, bien qu'il soit présumé que l'ensemble des chalets qui y ont été construits au 20$^{e}$ siècle ont été arasés et les détritus retirés du site, de documenter le mode de construction de ces structures et des

aménagements paysager afin d'en déterminer l'impact sur les sols sous-jacents.

De plus, en ce qui concerne les terrasses et les replats situés en retrait des rives, il est recommandé de procéder à un relevé complet des vestiges apparents associés aux villégiateurs de Crescent Beach. Ce relevé peut se faire de façon concomitante à un inventaire archéologique des lieux à l'aide de forages à la cuillère fendue, suivi par des sondages manuels dans les secteurs les plus prometteurs. Une attention toute particulière devra être portée dans la zone présumée de la redoute de la redoute de 1663 (voir figure 10).

**BIBLIOGRAPHIE**


ARKÉOS, 2000 *Renforcement du réseau de transport d'électricité de la Communauté urbaine de Québec. Lignes à 230 kV Laurentides-Québec et la Suète-Québec. Étude de potentiel archéologique. Montréal*.

BEAUDRY, Charles, 1983, Notes sur le site du boisé de la gare de Sainte-Foy, CeEt-70. MAC, ms, n. p.

BPR, 2012 Étude d'avant-projet, Contrôle de l'érosion des berges à la plage Jacques-Cartier, N/Réf. : 07994, Juillet 2012, Ville de Québec.

CHAPDELAINE, C., 1989. « La poterie du Nord-Est américain, un cas d'inertie technique ». *Anthropologie et société*, 13 (2) : 127-142.

CHAPDELAINE, C., (dir.), 2012. *Late Pleistocene Archaeology and Ecology in the Far Northeast*, A Peopling of the Americas Publication, Center for the Study of the First Americans, Texas A&M University Press.

CHRÉTIEN, Y., D. Delâge et S. Vincent, 2009. *Au croisement de nos destins : quand Uepishtikueiau devint Québec.* Recherche Amérindiennes au Québec, Montréal. Collection « Présence des Premières Nations ».

CHRÉTIEN, Y.1996 Évaluation archéologique au site du lac fossile (CeEt-783) à Sainte-Foy. Rapport inédit, ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine, Québec.

CHRÉTIEN, Y., 1995. *Le Sylvicole inférieur dans la région de Québec et le dynamisme culturel en périphérie de la sphère d'interaction Meadowood*. Thèse de doctorat, Département d'anthropologie, Université de Montréal, Montréal.

*CCNQ (Commission de la capitale nationale du Québec) 2013 Chantier archéologique*. *Cartier-Roberval*. *Promontoire* du *cap Rouge* (*CeEu-4*), *Québec*, *Canada*. Sous la direction de *Gilles Samson* et *Richard Fiset Rapport synthèse* des *fouilles* 2007-2008. Culture et communications Québec : Commission de la capitale nationale Québec, 465 pages.

DUVAL, I. 2009. Duval, I. 2009. *Caractérisation géochimique et pétrographique : Les matériaux lithiques du site archéologiques Cartier-Roberval, Cap-Rouge, Québec.* Maîtrise en Sciences de laTerre, Université du Québec à Chicoutimi.

ETHNOSCOP inc, 2007. *Réaménagement de la côte de Cap-Rouge. Interventions archéologique.* Ville de Québec.

ETHNOSCOP inc, 2010. *Poste Lefrançois à 315-25 kV et sa ligne d'alimentation à 315 kV. Étude de potentiel archéologique*. Rapport préparé pour Hydro-Québec Équipement et services partagés.47 p.

ETHNOSCOP inc., 2012. *Poste Duchesnay et ligne d'alimentation. Étude de potentiel archéologique.* Rapport soumis à Hydro-Québec, 64 p.

GATES ST-PIERRE, C., 2006. *Potières du Buisson. La céramique de tradition Melocheville sur le site Hector-Trudel*. Collection Mercure, Archéologie no 168, Gatineau, Musée canadien des Civilisations.

GATES-SAINT-PIERRE, Christian, 2010. Le patrimoine archéologique amérindien du Sylvicole moyen au Québec. Étude produite dans le cadre de la participation du Québec au répertoire canadien des lieux du patrimoine (RCLP), MCCCF, 59 p.

GATES-SAINT-PIERRE C. et R. G. Thompson, 2015. "Phytolith Evidence for the Early Presence of Maize in Southern Quebec". American Antiquity 80(2), p. 408–415.

JETTEN M., 1994. *Enclaves amérindiennes: les «réductions» du Canada, 1637-1701,* Sillery, Septentrion

LALIBERTÉ, M., 1992. *Le site paléoindien CeEt-482 de Saint-Romuald, bilan des recherches archéologiques de 1991*. Ministère des Affaires culturelles, manuscrit, Québec

LAMARCHE, L., 2011. *Évolution paléoenvironnementale de la dynamique quaternaire dans la région de Québec: Application en modélisation tridimensionnelle et hydrogéologique*. Thèse de doctorat, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, 191 p.

LEVASSEUR, G. 2009. « S'allier pour survivre : les épidémies chez les Hurons et les Iroquois entre 1634 et 1700 : une étude ethnohistorique comparative. Thèse de doctorat de l'Université Laval, Département d'anthropologie.

MARTIJN, C. A., 1991. « Gepèg (Québec), un toponyme d'origine micmaque ». *Recherches amérindiennes au Québec* 21 (3) : 51-64.

MORISSONNEAU, C., 1978. *Huron of Lorette. in* William C. Sturtevant (ed) *Handbook of North American Indians, Vol. 15, Northeast*. Smithsonian Institution, Washington, p. 389-393.

MOUSETTE, M. et G. Waselkov, 2013. *Archéologie de l'Amérique coloniale française*. Lévesque éditeur Réflexion. Québec.

PAUL, J.T., 2000. « Le territoire de chasse des Hurons de Lorette ». *Recherche amérindienne au Québec*, 30 (3) : 5-20.

PENDERGAST J., 1993. *«* More on When *and Why the St.Lawrence Iroquoians Disappeared* ». In Essays in St.Lawrence Iroquoian Archaeology, edited by James F. Pendergast and Claude Chapdelaine. Occasional Papers in *Northeastern Archaeology*, No. 8 : 9-47

PINTAL, Jean-Yves, 2002 : « De la nature des occupations paléoindiennes à l'embouchure de la rivière Chaudière ». Dans *Recherches amérindiennes au Québec. Vol.* 22 (3). pp. 41-54.

PINTAL, Jean-Yves 2010 Étude de potentiel et inventaire archéologique Sentier des grèves. Arrondissement Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge, Ville de Québec. Ville de Québec/MCCCF, rapport inédit, 92 p.

PINTAL, J.-Y., 2012. « *Late Pleistocene to early Holocene Adatation : The case of the strait of Quebec* ». in Chadelaine C. Late Pleistocene Archaeology and Ecology in the Far Northeast Published by Texas A&M University Press, pp..218-236.

PLOURDE, Michel 2012 *Expertise en archéologie préhistorique. Vieux Cap-Rouge (CeEu-18), automne 2010*, rapport, Ville de Québec, Québec.

PLOURDE, M., 2011. *L'exploitation du phoque dans le secteur de l'embouchure du Saguenay (Québec, Canada) par les Iroquoiens au Sylvicole supérieur (1000-1534 de notre ère).* Thèse de doctorat, département d'anthropologie, Université de Montréal, Montréal.

PLOURDE, Michel 2009 Fort d'en bas (CeEu-18 et 20) – *Cap-Rouge. Expertise en archéologie préhistorique – septembre 2008*, rapport, Ville de Québec, Québec.

PLOURDE, M., 2009. *Étude synthèse sur les sites archéologiques caractéristiques de l'occupation amérindienne du territoire et sur la contribution scientifique de l'Archéométrie*. MCCCQ, rapport inédit.

ROCHE SNC LAVALIN, 2012. *Promenade Samuel-De Champlain – Phase 2 – Enrochement et mise en valeur du tronçon compris entre le quai des Cageux et la rue Domaine-des-Retraités.* Étude d'impact sur l'environnement déposée au minister du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Transports Québec – Direction de la Capitale- Nationale N/Réf. : 57345-100. 49 pages

ROULEAU, Serge et autres 2011*, Inventaire archéologique 2008. Le Vieux-Cap-Rouge et le "Fort d'en bas".* Ville de Québec/MCCCF, rapport inédit, 60 p.

SAMSON, G ET R. FISET (dir) 2013, *Chantier archéologique Cartier-Roberval. Promontoir du cap Rouge, Québec, Canada. Rapport synthèse des fouilles 2007-2008.* Ministère de la Culture et des Communications, Commission de la Capitale Nationale du Québec

TACHÉ, K., 2010. *Le Sylvicole inférieur et la participation à la sphère d'interaction Meadowood au Québec.* Étude produite dans le cadre de la participation du Québec au répertoire canadien des lieux du patrimoine (RCLP), MCCCF, 134 p.

TREMBLAY, R., 2006. *Les Iroquoiens du Saint-Laurent : peuple du maïs*. Pointe-à-Callière, Musée d'archéologie et d'histoire de Montréal, Éditions de l'Homme.

TURGEON L.,1986. « Pour redécouvrir notre XVI$^{e}$ siècle : les pêches à Terre-Neuve d'après les archives notariales de Bordeaux ». *Revue d'histoire de l'Amérique française* 39(4) : 523-549.

TRIGGER B., 1978. Early Iroquoian Contact with Europeans. *Handbook of North American Indians,* Vol. 15, Northeast, Washington, Smithsonian Institution 344-356.

**Cartes anciennes**

1688 *Carte des environs de Québec en la Nouvelle-France, mezurée très exactement, en 1688, par le sieur Villeneuve, ingérieur du Roy*. Archives nationales - site de Paris (France), MARINE JJ/6/61 pièce 32

1761 *General James Murray's map of the St. Lawrence*. Bibliothèque et Archives Canada, NMC 135066

1822-1826 *Map of Quebec and its Environs (left half only,.* John Adams. Bibliothèque et Archives Canada, H2/349/QWuebec/(1822-1826)

1894 *Ship channel River St. Lawrence between Montreal and Quebec. Sheet 22: Cap Rouge to Quebec harbour. From surveys made under the direction of Louis Coste, Esq., Chief Engineer, by F.W. Cowie, Hydrographic Engineer*. Bibliothèque et Archives Canada, H1/312/1894

# ANNEXE 1

## Liste des locataires de Crescent Beach en 1982

Jean-Claude Lalande, Division planification, Service de l'urbanisme, Ville de Sainte-Foy

Liste – Plage Jacques-Cartier-Chalets, Avril 1982. Côte : AVQ 5030L212lis 1982

| No. | Lot cadastral | Propriétaire | Permis de construction |
|---|---|---|---|
| 1 | 161-A-91 | André Tardif | 1940 |
| 2 | 161-A-84 | Jeanne Bilodeau Frechette | 1948 |
| 3 | 161-A-95 | Gérard Mathieu | 1947 |
| 4 | 161-A-85 | Wilfrid Dussault | 1957 |
| 5 | 161-A-86 | Odilon Boivin | 1958 |
| 6 | 161-A-100 | Marcel Verreau | 1945 |
| 7 | 161-A-88 | Fernand Brochu | 1952 |
| | 161-A-87 | | |
| | 161-A-89-P | | |
| 8 | 161-A-89-P | Fernand Brochu | 1940 |
| 9 | 161-A-90 | Yves Faguy | 1958 |
| 10 | 161-A-92 | Jacques Plamondon | 1960 |
| 11 | 161-A-93 | Henriette Tardif | 1950 |
| 12 | 161-A-94 | Gertrude Poirier | 1950 |
| 13 | 161-A-96 | Gérard Mathieu | 1954 |
| 14 | 161-A-99 | Wallace Norton | 1950 |
| 15 | 376-59-P | James F. Boullter | 1925 |
| 16 | 376-60-P | Catherine Laslil-Thistle | 1925 |
| 17 | 376-33-P | Alain Ricard | 1951 |
| 18 | 376-32-E-P | Yvette Villeneuve | 1930 |
| 19 | 376-31-P | Léonel Villeneuve | 1949 |
| 20 | 376-30-P | Bernard Deslongchamps | 1951 |
| 21 | 376-29-P | Claudette L. Bernard & al. | 1968 |
| 22 | 376-28-P | Lorraine Bélanger | 1940 |
| 23 | 376-27-P | Jeanne Gobeil | 1937 |
| 24 | 376-24-P | Marcel Patry | 1959 |
| 25 | 376-25-P | Doris Dumont | 1964 |
| 26 | 376-24-P | Marcel Gagnon | 1920 |
| 27 | 376-22-P | Aurèle Martin | 1931 |
| 28 | 376-21-P | J.L. Pineault | 1926 |
| 29 | 376-20-P | Léopold Durand | 1925 |
| 30 | 376-P | Mme. Paul Gingras | 1948 |
| | 376-16 | | |
| | 376-A-19 | | |
| 31 | 376-14-P | Jean-Pierre Faguy | 1960 |
| 32 | 376-13-P | J.A. Proulx | 1957 |

| 33 | 376-34-P | J.M. Gauvin | 1945 |
|---|---|---|---|
| No. | Lot cadastral | Propriétaire | Permis construction |
| 34 | 376-35-P | Léo Lépine | 1930 |
| 35 | 376-37-P | Wilfrid Lachance | 1946 |
| 36 | 376-38-P | Hilaire Lemay | 1935 |
| 37 | 376-39-P | Mlle. Marthe Pelletier | 1940 |
| 38 | 376-40-P | Raymond Tremblay | 1958 |
| 39 | 376-41-P | Mme. Conrad Bolduc | 1940 |
| 40 | 376-42-P | Mme. Gisèle T. Isabelle | 1963 |
| 41 | 376-42-B-P | Mme. Elisabeth Audet | 1940 |
| 42 | 376-42-C-P | Raymond Desmarais | 1940 |
| 43 | 376-43-P | Raymond M. Renaud | 1940 |
| 44 | 376-P-43 | Lucien Blouin | 1949 |
| 45 | 376-44-P | Louis-Philippe Desrosiers | 1943 |
| 46 | 376-45-P | Noella Pickford | 1935 |
| 47 | 376-46-P | Robert Braunemer | 1957 |
| 48 | 376-47-P | Maurice Mecteau | 1940 |
| 49 | 376-48-P | Roméo Dubuc | 1925 |
| 50 | 376-49-P | Bernard Champaux | 1945 |
| 51 | 376-50-P | Mlle. Claire Gaumond | 1945 |
| 52 | 376-P-51 | Gérard Nadeau | 1945 |
| 53 | 376-52-P | Guy Braun | 1948 |
| 54 | 376-53-P | Mlle. Denise Madore | 1945 |
| 55 | 376-54-P | Adélard Bégin | 1942 |
| 56 | 376-55-P | Henri Emond | 1935 |
| 57 | 376-56-P | Gilberte Boissonneault | 1935 |
|  | 376-57-P |  |  |
| 58 | 376-61-P | Lucien Jobin | 1948 |
| 59 | 376-63-P | Guy Poitras | 1937 |
| 60 | 376-64-P | Maurice Beaudry | 1940 |
| 61 | 376-65-P | J.E. Plante | 1947 |
| 62 | 376-66-P | Alexandre Fournier | 1946 |
| 63 | 376-67-P | Nazaire Desjardins | 1950 |
| 64 | 376-68-P | Maurice Mecteau | 1942 |
| 65 | 376-69-P | Yvette P. Simard | 1947 |
| 66 | 376-70-P | André Belleau | 1950 |
| 67 | 376-71-P | I.B. Jordan | 1945 |
| 68 | 376-72-P | Réal Tardif | 1961 |
| 69 | 376-73-P | Pierre Tremblay | 1946 |
| 70 | 376-74-P | Adrien Paquet | 1939 |
| 71 | 376-75-P | F.X. Dubé | 1955 |
| 72 | 376-76-P | Lucille G. Dion | 1958 |
| 73 | 376-77-P | Laurent Clermont | 1925 |
| 74 | 376-80-P | Walter Miller | 1961 |
| 75 | 376-83-P | Richard Dumesnil | 1943 |
| 76 | 376-83-P | Bérangère D. Rivard | 1945 |

| 77 | 376-3-P | Jean Blouin | 1957 |
|---|---|---|---|
| No. | Lot cadastral | Propriétaire | Permis construction |
| 78 | 376-11-P | Gaston Robitaille | 1936 |
| 79 | 376-12-P | Mlle. Constance McGough | 1942 |
| 80 | 376-9-P | Mme. Félix Parent | 1936 |
| 81 | 376-8-P | Lilianne Béchard | 1936 |
| 82 | 376-7-P | C.A. Tessier | 1936 |
| 83 | 376-6-P | Mlle. Thérèse Carbary | 1951 |
| 84 | 376-5-P | Mlle. Marguerite Fortin | 1942 |
| 85 | 376-4-P | Marc Audet | 1943 |
| 86 | 376-2-P | Marius Dumont | 1947 |