



Portfolio de solutions techniques écoresponsables de  
stabilisation de rives du fleuve dans la région de Portneuf



---

Plans types de stabilisation des rives  
Document d'introduction  
Mars 2023

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## PRISE DE DONNÉES

Miroslav Chum, ingénieur

Gabriel Charbonneau, ingénieur forestier, Aubier Environnement

Maxime Tisserant, biologiste, GREBE inc.

Guillaume Delair, Coordonnateur de projets, Comité ZIP Les Deux Rives

## DOCUMENT D'INTRODUCTION

### **Rédaction**

Guillaume Delair, Coordonnateur de projets, Comité ZIP Les Deux Rives

## PLANS TYPES

### **Rédaction**

Miroslav Chum, ingénieur

Gabriel Charbonneau, ingénieur forestier, Aubier Environnement

Maxime Tisserant, biologiste, GREBE inc.

## COMITÉ DE TRAVAIL ET RÉVISION

Maxime Tisserant, biologiste, GREBE inc.

Jean-François Bernier, université Laval

Philippe Sauvé, Université du Québec à Rimouski

Chloé Frédette, Québec Vert

Jérôme Guay, ministère des Transports et de la mobilité durable

Stéphane Blouin, Organisme de bassin versant des rivières Sainte-Anne, Portneuf et secteur La Chevrotière (CAPSA)

Claudia Beaupré, Comité de bassin de la Jacques-Cartier (CBJC)

Julie Royer, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Simon Chouinard, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Jean Lessard, MRC de Portneuf

Guillaume Delair, Comité ZIP les Deux Rives

## RÉFÉRENCE À CITER :

COMITÉ ZIP LES DEUX RIVES, 2023. Portfolio de solution techniques écoresponsables de stabilisation de rives du fleuve dans la région de Portneuf

# TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION.....	I
Table des matières.....	ii
1. MISE EN CONTEXTE.....	3
1.1 L'érosion des berges.....	3
1.2 La stabilisation des rives, méthode de dernier recours.....	3
1.3 Objectifs et limite du projet.....	4
2. EXEMPLES DE PERTURBATIONS POTENTIELLES LIÉES À LA STABILISATION DES RIVES.....	5
2.1 Les impacts des processus d'érosion sur les secteurs artificialisés.....	5
2.2 impact sur les milieux riverains.....	7
3. LES MARAIS INTERTIDIAUX.....	8
4. EFFETS BÉNÉFIQUES D'UN MILIEU RIVERAIN EN SANTÉ.....	9
6. MÉTHODOLOGIE.....	10
6.1 Comité expert.....	10
6.2 Professionnels ayant participé à la réalisation des plans types.....	10
6.3 Choix des sites.....	11
6.4 prises de données.....	14
7. CONTENU DES PLANS TYPES.....	15
8. LES ÉTAPES À COMPLÉTER AVANT DE RÉALISER DES TRAVAUX DE STABILISATION DE RIVES.....	17

# 1. MISE EN CONTEXTE

## 1.1 L'ÉROSION DES BERGES

Les berges du fleuve Saint-Laurent sont dynamiques. Les processus naturels d'érosion et de dépôts des sédiments se font par exemple au gré des tempêtes, de l'action des marées, du vent, du batillage ou bien encore de la dynamique des glaces. Ces phénomènes sont aussi nécessaires pour contribuer à un état d'équilibre constamment recherché mais jamais réellement atteint entre le débit liquide (l'eau) et le débit solide (sédiments) du fleuve. Lors d'un fonctionnement normal et en l'absence de modification majeure du système, le fleuve est dans un équilibre dynamique et les fluctuations du système (érosions, dépôts), varient peu, ou de façon prévisibles. Lors de dysfonctionnements hydrogéomorphologiques majeurs, le déséquilibre peut entraîner des ajustements morphologiques des berges qui peuvent rentrer en conflit avec les activités ou la présence humaine.

## 1.2 LA STABILISATION DES RIVES, MÉTHODE DE DERNIER RECOURS

Les rives du fleuve Saint-Laurent ayant été anthropisées avec le temps et son lit servant de voie de circulation majeure pour la navigation commerciale, il s'est avéré difficile de respecter son espace de liberté et de le laisser ainsi éroder ses rives et déposer ses sédiments à sa guise. C'est pourquoi nous avons recours à différentes interventions visant à concilier les activités humaines avec les phénomènes d'érosion et de dépôts qui le caractérise, comme par exemple la création du chenal de navigation et son dragage régulier. Pareillement, la stabilisation des rives est une intervention anthropique visant à nous protéger des processus d'érosion du fleuve. Néanmoins, cette dernière doit se faire en dernier recours, dans la mesure où des infrastructures ou des habitations seraient rendue vulnérables aux processus d'érosion. Si des rives naturelles sont affectées par l'érosion et qu'il n'y a pas d'enjeu de sécurité ou de protection d'infrastructures, la meilleure intervention est bien souvent la non-intervention qui va aboutir, à plus ou moins long terme tout dépendant de l'origine des facteurs de perturbation, à un nouvel état d'équilibre dynamique.

Dans la région de Portneuf, la combinaison de différents phénomènes comme les vagues, le courant, la dynamiques des glaces ou bien encore les marées importantes (4,5 mètres en moyenne à Portneuf) fait en sorte qu'il est difficile pour les propriétaires de recourir à des méthodes bien intégrées au milieu naturel et applicables dans d'autres contextes. C'est pourquoi le présent projet vise à proposer des méthodes de stabilisation au meilleur des connaissances actuelles.

### 1.3 OBJECTIFS ET LIMITE DU PROJET

Dans l'optique que certaines infrastructures doivent tout de même être protégés de l'érosion, il n'est pas toujours possible de laisser la berge à l'état naturel. Certaines infrastructures nécessitent également une restauration ou une réfection. Le projet vise à accompagner les riverains du fleuve dans leur projet de stabilisation de leur rive par la réalisation de plans types de stabilisation de la rive selon des méthodes respectueuses des milieux naturels riverains. Ces plans types pourront être diffusés par les municipalités aux riverains souhaitant réaliser des travaux de stabilisation et pourront servir de base aux ingénieurs devant produire les plans finaux de stabilisation. L'objectif est ainsi de favoriser les changements de pratiques et également diminuer les frais d'ingénierie pour les propriétaires riverains. Les plans types d'aménagements proposent des solutions simples, économiquement viables, utilisant des techniques et des matériaux connus.

**Il est important cependant de préciser que ces plans ont été réalisés à partir des données recueillies sur des sites précis et identifiés. L'utilisation de ces plans dans le cadre de travaux sur un autre site doit faire l'objet d'une validation par un ingénieur qui pourra l'adapter au besoin pour répondre aux particularités du terrain.**

## 2. EXEMPLES DE PERTURBATIONS POTENTIELLES LIÉES À LA STABILISATION DES RIVES

### 2.1 LES IMPACTS DES PROCESSUS D'ÉROSION SUR LES SECTEURS ARTIFICIALISÉS

L'anthropisation des berges du fleuve Saint-Laurent se traduit par la multiplication des aménagements et des structures de protection. Le tracé des berges sur certains secteurs découle aujourd'hui entièrement d'interventions humaines (p. ex. : quai, marina, empierrement, blocs de béton, talus artificiels), lesquelles peuvent impacter l'équilibre sédimentaire. À titre d'exemple, des aménagements, comme des quais et des marinas, qui empiètent sur le lit du fleuve créent une barrière au transit sédimentaire en modifiant les courants latéraux ou la dérive littorale, ce qui perturbe le bilan sédimentaire et limite la recharge sédimentaire des milieux riverains. Les structures anthropiques se dégradent naturellement sous l'effet des conditions météorologiques et des processus d'érosion actifs le long du fleuve, mais elles peuvent également renforcer la réflexion et la diffraction des vagues (Figure 1 et figure 2 ; A et B ). La résilience des berges et des milieux humides aux modifications environnementales est aussi affectée dans de nombreux secteurs par des aménagements de protection établis par les communautés riveraines (Figure 2, C). Dans certains cas, la construction dans le lit du fleuve altère les milieux humides et favorise l'accumulation de sédiments plus grossiers (Figure 2, D).<sup>1</sup>

L'effet de bout (figure 1 et 2, A et B) se caractérise par une érosion accrue de part et d'autre d'une structure (Basco, 2006). L'aménagement d'un ouvrage de stabilisation entraîne un déficit de l'apport sédimentaire, ainsi que la réfraction et la diffraction des vagues et des écoulements turbulents autour de la structure. Dans le cas d'aménagements artificiels plus ou moins verticaux comme des murets et des enrochements massifs surdimensionnés, ce phénomène est amplifié et entraîne des phénomènes d'érosion à leurs extrémités sur les terrains voisins. Bien souvent, ces aménagements sont reproduits sur les terrains voisins et propagent la problématique par effet domino. Des kilomètres de rives ont ainsi été stabilisés à l'aide de muret et d'enrochement par le passé et entraînent de nouveaux déséquilibres. Dans le cas des plages, les structures réfléchissantes engendrent une réduction de la hauteur et de la largeur de ces dernières, ce qui amène une réduction de la capacité naturelle des plages à dissiper l'énergie des vagues, puis une modification des caractéristiques écosystémiques du site et donc une perte de services écologiques (Bernatchez et Fraser, 2012)

---

<sup>1</sup> C. et Lajeunesse, P. 2020. Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent. Laboratoire de géosciences marines, Département de Géographie, Université Laval, Rapport soumis au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 120 pp + annexes.

D'autres phénomènes d'érosion peuvent aussi être observés au niveau des structures de protection, comme les érosion par surverse (Figure 1, ①), les érosions par affouillement qui peuvent, notamment dans le cas des murets, les déstabiliser et entraîner leur basculement (figure ①, ②); ou encore l'érosion ou la dégradation par les glaces ou les courants (figure ①, ③ et ④)

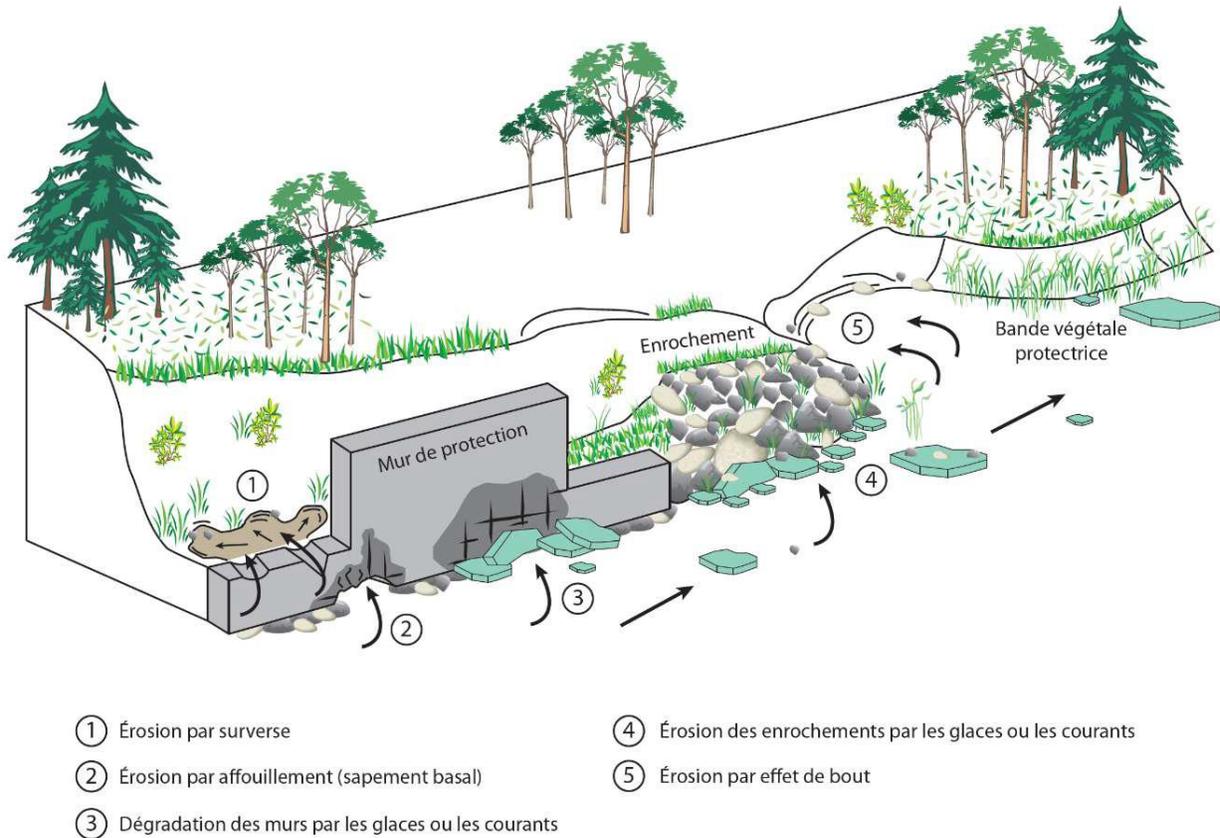
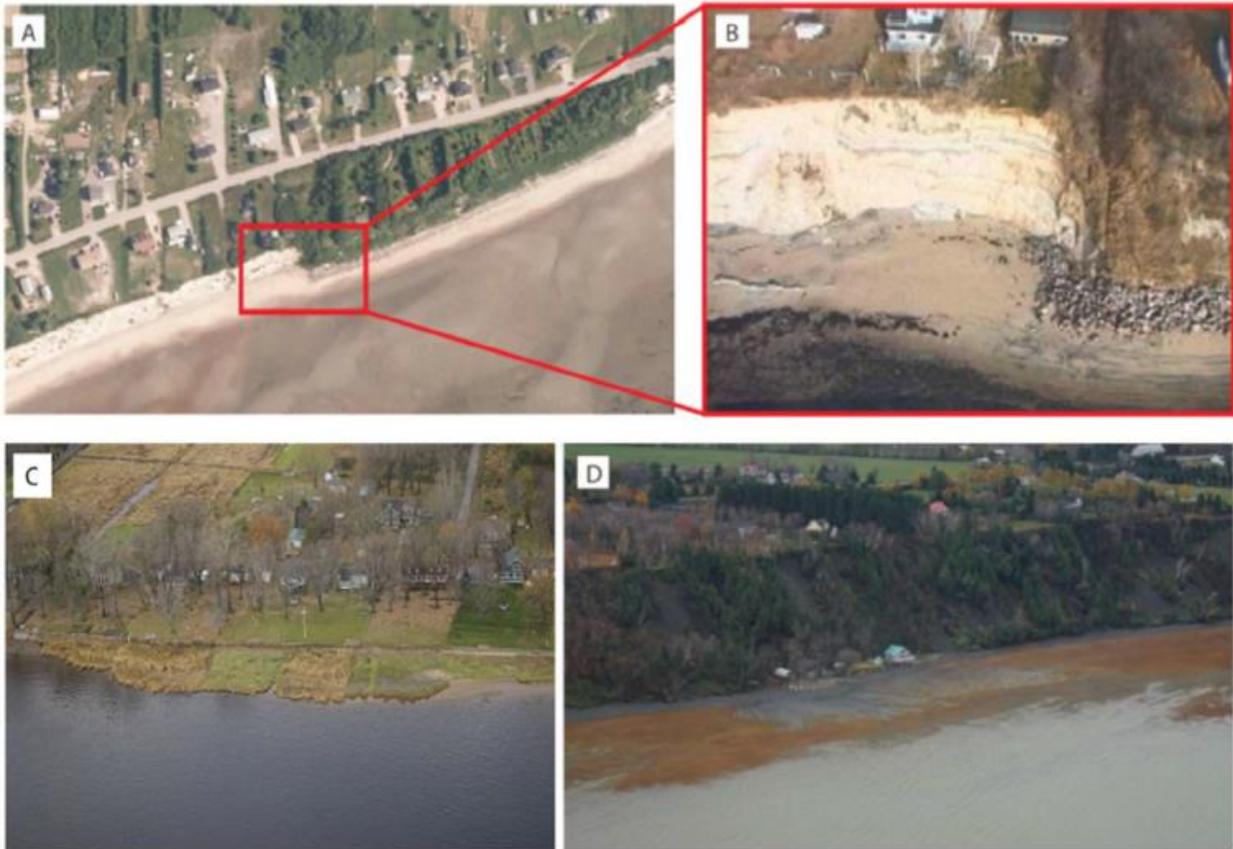


Figure 1 : Types d'impacts des processus d'érosion sur des artificialités au niveau de la berge. Bernier, J.-F., Chassiot, L., Ouellet, C. et Lajeunesse, P. 2020. Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent. Laboratoire de géosciences marines, Département de Géographie, Université Laval, Rapport soumis au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 120 pp + annexes.

## 2.2 IMPACT SUR LES MILIEUX RIVERAINS

Les marais intertidaux, qui sont situés entre la zone de flux et reflux de la marée peuvent s'adapter à des changements de morphologie de la côte ou aux élévations de niveau d'eau en migrant vers les terres. Néanmoins, la présence de structures artificielles anthropiques comme des murets ou des enrochements peut faire en sorte que ces derniers soient « coincés » entre le fleuve et la côte et peuvent ainsi finir par disparaître. Dans la mesure du possible, il faut donc conserver le profil de pente de la berge à l'état naturel pour éviter ce phénomène.



**Figure 2 :** Illustration de l'impact des aménagements anthropiques sur la dynamique sédimentaire pour les milieux riverains. (A) Effet de bout résultant de la diffraction des vagues suite à un empierrement du bas de talus (B). Photographie prise par l'UQAR. (C) Coincement des berges en raison des structures de protection construites en arrière des terres. (D) Amplification de la sédimentation au profit du milieu humide à proximité des structures bâties au pied de la falaise. Bernier, J.-F., Chassiot, L., Ouellet, C. et Lajeunesse, P. 2020. Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent. Laboratoire de géosciences marines, Département de Géographie, Université Laval, Rapport soumis au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 120 pp + annexes.

### 3. LES MARAIS INTERTIDIAUX

Les marais intertidaux sont un des éléments naturels caractéristiques du littoral portneuvois. La zone intertidale est composée de divers types de milieux humides comme la zone de dépôts vaseux, les groupements de Scirpe d'Amérique et la zone de marais herbacée. Chacune de ces zones de milieux humides est composée de différentes espèces végétales et animales qui elles dépendent de ces habitats sensibles et uniques pour accomplir leur cycle biologique. Les dépôts constituant les vaseux servent ainsi de support de nourriture pour les poissons tel que l'Esturgeon Noir, l'Esturgeon Jaune, l'Anguille d'Amérique, l'Alose Savoureuse, l'Éperlan Arc-en-ciel et comme voie migratoire pour le Poulamon de l'Atlantique. Dans les groupements à Scirpe d'Amérique on retrouve des oies, des canards pilet et barboteurs ainsi que des oiseaux de rivage qui eux se servent de ce type de milieux humides pour se nourrir, se reposer, migrer et pour élever leurs petits. Ces milieux humides servent aussi comme abris pour plusieurs autres espèces non mentionnées. Dans certaines zones, on peut remarquer également des dépressions qui vont retenir de l'eau lors de la marée descendante, créant ainsi des zones de prédilection pour les oiseaux piscivores qui vont se nourrir des poissons piégés par le jeu des marées. En plus de toutes ces fonctions relatives à l'écosystème, les marais intertidaux sont aussi d'importants capteurs de sédiments et de polluants menés par le Fleuve avant d'atteindre l'Océan, participant ainsi au pouvoir d'autoépuration du fleuve.



Photo 1 : Marais intertidal à Cap-Santé (Comité ZIP les Deux Rives)

## 4. EFFETS BÉNÉFIQUES D'UN MILIEU RIVERAIN EN SANTÉ

Le milieu riverain est ce qu'on appelle un « écotone », c'est-à-dire une zone de transition entre deux écosystèmes, ici l'écosystème terrestre et l'écosystème aquatique. Cette particularité fait en sorte qu'il est particulièrement riche en biodiversité. Un milieu riverain est considéré en santé lorsque les végétaux indigènes ont pu se développer naturellement et forment différentes strates ayant de nombreuses fonctions écologiques et pouvant également nous rendre de nombreux services écologiques comme :

- Lutte contre l'érosion : une berge naturelle en santé et végétalisée est plus résistante à l'érosion qu'une berge simplement engazonnée
- Filtration : Une berge bien végétalisée permet de filtrer les polluants qui pourraient transiter vers le fleuve en retenant les sédiments, nutriments et contaminants.
- Habitat pour la faune et la flore : la bande riveraine est particulièrement riche en espèce végétales et animales et contribue pour beaucoup au maintien de la biodiversité du fleuve. C'est aussi un corridor de circulation pour de nombreuses espèces.

Les techniques de stabilisation conventionnelles comme les murs de béton et les empierrements peuvent réduire significativement ces effets bénéfiques, entraîner un appauvrissement de la biodiversité et augmenter l'intensité des perturbations.



Figure 3 : Intensité des perturbations / Fonctions et services écologiques en fonction des méthodes de stabilisation

## 6. MÉTHODOLOGIE

### 6.1 COMITÉ EXPERT

Afin de bien prendre en compte les différents domaines d'expertises entourant la gestion des rives, tant d'un point de vue technique qu'administratif, un comité d'expert a été réuni, regroupant des professionnels des différents ministères et organismes suivants :

- Université Laval
- Université du Québec à Rimouski
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
- Ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs
- Ministère des transports et de la mobilité durable
- Québec Vert
- MRC de Portneuf
- Organismes de bassin versant : CAPSA, CBJC

### 6.2 PROFESSIONNELS AYANT PARTICIPÉ À LA RÉALISATION DES PLANS TYPES

Les professionnels suivants ont participé à la rédaction et la conception des plans types :

Miroslav Chum, ingénieur

Gabriel Charbonneau, ingénieur forestier, Aubier Environnement

Maxime Tisserant, biologiste, GREBE inc.

Jean-François Bernier, Université Laval

Guillaume Delair, coordonnateur de projet, Comité ZIP les Deux Rives

## 6.3 CHOIX DES SITES

Les sites à partir desquels les pans types ont été conçus ont été choisis pour représenter un maximum de cas de figures nécessitant une stabilisation des rives couramment rencontrés le long du littoral portneuvois.

Chaque municipalité du territoire d'étude a été contactée afin d'obtenir une liste des sites problématiques selon leurs connaissances. Par la suite, les différents sites ont été présentés au Comité expert qui a pu sélectionner les sites retenus.

À cet effet, ont été choisis les sites suivants :

Type de problématique	Description de la problématique
<b>Berge naturelle en érosion et littoral schisteux</b> 	Ce cas de figure illustre un terrain non construit à Neuville. Un léger recul de la berge par érosion est présent à l'extrémité ouest du terrain mais le reste de la rive est végétalisé et semble stable. La pente est relativement douce. Le rivage est composé de plaques rocheuses (schiste)
<b>Berge naturelle en érosion, talus en pente forte</b> 	Le secteur se situe au niveau d'un terrain public, celui de la Halte de la Barre à Boulard à Deschambault-Grondines. Depuis le stationnement, un sentier permet de se rendre jusqu'au fleuve. Au pied de ce sentier se situe un belvédère dont les assises sont en partie déchaussées dû à des phénomènes d'érosion. La pente est forte par endroit (supérieure à 30%)

## Type de problématique

## Description de la problématique

### Enrochement désuet



La problématique se situe sur un terrain privé. La rive étaient protégée par un enrochement qui s'est altéré avec le temps et a été comblé avec du matériel divers. L'érosion est encore active sur le terrain et nécessite une intervention à court ou moyen terme. La situation est relativement courante sur le littoral portneuvois.

### Muret en béton désuet



Le secteur se situe sur un terrain privé. Beaucoup de murets en béton ont été construits, soit par le fédéral ou soit par les propriétaires privés par le passé. Ces structures provoquent de gros déséquilibres géomorphologiques et, à l'heure actuelle, la pratique la plus courante, qui est également la plus simple d'un point de vue démarches administratives, consiste à réparer le mur de béton à l'identique.

Type de problématique	Description de la problématique
<p data-bbox="199 258 558 289"><b>Falaise schisteuse instable</b></p> 	<p data-bbox="828 258 1424 415">Le secteur se situe à l'est du quai des écureuils à Donnacona. La falaise est composé de schiste friable qui tend à se désagréger avec le temps.</p>
<p data-bbox="199 875 537 907"><b>Falaise argileuse instable</b></p> 	<p data-bbox="828 875 1424 1033">Le secteur se situe au niveau du Cap-Lauzon à Deschambault-Grondines. Le talus en forte pente est constitué en partie d'argile. Des glissements importants sont présents</p>

Figure 4 : Sites choisis pour le projet

## 6.4 PRISES DE DONNÉES

### **DONNÉES D'ÉLEVATION**

L'équipe du laboratoire de géosciences marines du département de géographie de l'Université Laval a réalisé des passages en drone sur les sites retenus afin de modéliser la berge durant le printemps 2022. Ces données ont servi de base pour la réalisation des plans.

### **DONNÉES DE NIVEAU D'EAU**

Étant donné que le secteur d'étude est soumis à des marées importantes, il n'est pas possible de se baser uniquement sur les données de récurrence d'inondation 20 ans et 100 ans. Pour le dimensionnement des ouvrages de protection côtières, la valeur utilisée correspond à la pleine mer supérieure, grande marées (PMSGM), soit la moyenne des plus hautes mers sur 19 années de prédictions. Les données ont été transformées pour obtenir le niveau géodésique afin d'être exploitables sur les plans types.

### **VISITES DE TERRAIN**

Une première visite des lieux a été réalisée à l'automne 2020, complétée au printemps 2021 pour choisir les sites.

Une visite de tous les sites a été effectuées avec les professionnels ayant œuvré sur les plans types début juin 2022, complétée par une caractérisation écologique.

### **CARACTÉRISATION ÉCOLOGIQUE DES MILIEUX RIVERAINS / CHOIX DES VÉGÉTAUX**

Des données biophysiques et écologiques ont été récoltées sur le terrain. À la suite de cette caractérisation, une typologie des espèces végétales observées dans les milieux naturels du fleuve a pu être établie. Les espèces sont classées selon leur emplacement sur la berge, l'endroit d'implantation (restauration des herbiers aquatiques, matériel végétal de l'ouvrage de stabilisation, renaturalisation du replat après empiètement), leur morphotype, le format et les préférences d'exposition. (voir tableau en annexe 1)

# 7. CONTENU DES PLANS TYPES

## CONTENU DES PLANS TYPES

- Plan 1 : Site choisi et particularités
- Plan 2 : Localisation du site, données relatives aux niveaux d'eau
- Plan 3 : Profil transversal, Bathymétrie et cycle lunaire des marées
- Plan 4 : Problématique et critères de conception
- Plan 5 : Vue en plan de la zone d'intervention
- Plan 6 : Profil transversal de la rive – situation actuelle
- Plan 7 : Profil transversal de la rive / situation projetée
- Plan 8 : Étapes de réalisation des travaux
- Plan 9 et 10 : Particularités techniques

## PRÉCISIONS SUR CERTAINS ÉLÉMENTS DE CONTENU DES PLANS TYPES

### Falaise argileuse instable

Concernant la falaise argileuse, il n'a pas été possible de proposer un plans type étant donné qu'une étude géotechnique, non prévue dans le projet initial, doit être réalisée pour ce type de configuration. Les plans types seraient par ailleurs difficilement exportables étant donné que chaque proposition d'aménagement serait trop différente en fonction de l'analyse géotechnique du site.

## Empiètement

Les politiques actuelles permettent difficilement les travaux dans le littoral du fleuve pour des fins de stabilisation. Bien souvent, la limite d'intervention fixée uniquement au niveau de la rive ne permet pas d'avoir recours à des méthodes éprouvées permettant d'intervenir sur la dynamique sédimentaire au niveau du fleuve qui sont aussi bénéfiques pour l'écosystème. Il en résulte que les citoyens ont recours à la stabilisation par des ouvrages verticaux, sans empiètement, faisant ainsi perdurer les déséquilibres. Cet état de fait empêche, par ailleurs, la restauration de l'écotone riverain et la restauration de la partie haute du littoral. C'est pourquoi certains ouvrages proposés impliquent un empiètement minimal dans le littoral. Ce dernier doit cependant se limiter à obtenir une pente suffisamment douce afin d'accueillir la végétation. Dans le cadre notamment de l'application de la séquence éviter / minimiser / compenser de la Loi sur la qualité de l'environnement, il est probable que l'empiètement de l'ouvrage dans le fleuve devra néanmoins être justifié (cf section 8 du présent document).

La justification est multiple :

- Il n'est pas toujours possible pour les propriétaires riverains de perdre du terrain étant donné la proximité de leurs habitations ou pour des raisons économiques;
- Dans l'optique de favoriser une reprise végétale au sein même de l'aménagement, il est nécessaire d'adoucir la pente de l'ouvrage de stabilisation. Une pente trop forte ne permet pas aux matériaux fins, nécessaires au bon développement des végétaux, d'être retenus par la structure. La végétalisation de la rive et les interstices des structures en enrochement sont par ailleurs propices à de nombreuses espèces animales et végétales;
- Dans le cas d'un muret existant qui menace de basculer, l'intégration de ce dernier dans l'aménagement permet de ne pas déstabiliser l'ensemble de la berge, surtout si les matériaux retenus sont constitués d'anciens remblais;
- Les effets hydrogéomorphologiques de l'empiètement sont considérés comme négligeables étant donné la largeur du fleuve (environ 2,7 km).
- La zone empiétée, située dans la partie supérieure de la zone intertidale, est constituée bien souvent de sable ou de roche mère absente de végétation et n'est donc pas un milieu sensible;
- Une liste de végétaux est fournie en annexe 1 pour une éventuelle compensation à même le projet de stabilisation
- Les enrochements ainsi végétalisés peuvent constituer un gain d'habitat pour plusieurs espèces animales et végétales en comparaison d'ouvrages verticaux comme des murets ou des enrochements massifs classiques bordant un substrat sablonneux ou rocheux

Néanmoins, il faudra également veiller à :

- Envisager le retalutage vers l'intérieur du terrain lorsque cela sera possible;
- Éviter d'empiéter dans un milieu sensible, comme une zone de marais intertidal, visible avec sa végétation caractéristique (cf section 2 du présent document).

## 8. LES ÉTAPES À COMPLÉTER AVANT DE RÉALISER DES TRAVAUX DE STABILISATION DE RIVES

### 1 Choisir un professionnel pour la conception de l'ouvrage

Mandater un professionnel (ingénieur) pour réaliser les plans et devis de votre aménagement. Il est conseillé d'aller chercher plusieurs soumissions (au moins 3 idéalement) pour trouver le professionnel qui vous convient le mieux. Certaines entreprises proposent du clé en mains (conception + travaux), ce qui facilite le suivi.

### 2 Choisir et adapter le plan type correspondant à votre situation

Une fois que le professionnel mandaté aura parcouru les lieux de l'aménagement, parcourez le portfolio afin de voir quel type de stabilisation se prête le mieux à votre terrain et quels sont les adaptations à prévoir. L'ingénieur pourra en effet adapter les plans à votre situation selon la configuration du terrain et sa propre expérience. Prévoyez également le passage de la machinerie qui doit se faire idéalement depuis le haut de la berge. Si ça n'est pas possible, prévoyez le tracé de la machinerie afin de pouvoir bien planifier votre projet en évitant les milieux sensibles.

### 3 Faire réaliser les plans et devis

Faire réaliser les plans et devis de l'aménagement par l'ingénieur qui pourra se servir des plans du portfolio comme base de travail. Il faudra prendre soin également de localiser également sur une carte le passage de la machinerie ainsi que les milieux naturels sensibles éventuels, comme par exemple la présence de marais intertidaux, la présence d'un ruisseau, etc... La machinerie doit éviter de circuler dans ces milieux sensibles. Si la machinerie est obligée de travailler depuis le littoral, les travaux devront être prévus à marée basse et il vous faudra éviter de circuler dans les zones sensibles avec de la végétation, et donc plutôt sur le sable ou la roche mère. La méthodologie des travaux devra être détaillée également et pourra reprendre en tout ou partie celle proposée dans le portfolio.

### 4 Contacter la municipalité pour faire une demande de permis

Une fois votre première version des plans et devis en main, vous pourrez contacter votre municipalité afin de faire une demande de permis. D'une manière générale, les ouvrages de stabilisation de talus de rives, sans remblai ni déblai dans le littoral (excepté les travaux nécessaires pour réaliser une clé d'ancrage et stabilisation du bas de talus) peuvent être autorisés par la municipalité<sup>2</sup>. Néanmoins, suivant la teneur des travaux, d'autres autorisations peuvent être requises. Se référer au point 5.

---

<sup>2</sup> Pour plus de détails, se référer aux conditions prévues au paragraphe 2° de l'article 6 et au paragraphe 3 de l'article 7° du régime d'autorisation municipale pour les activités en milieux hydriques (chap. I du régime transitoire)

## 5 Vérifier si d'autres autorisations sont requises

**Après du ministère de l'Environnement, de la lutte contre les changements climatiques et de la Faune et des Parcs (MELCCFP) :**

- Direction de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, en application de la Loi sur la qualité de l'environnement.

### Article 337 du Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE)

Sont exemptés d'une autorisation en vertu de la présente section, les travaux de stabilisation d'un talus, aux conditions suivantes :

1° la construction d'ouvrages de stabilisation requis ne peut excéder l'une des longueurs suivantes :

- a) 50 m lorsque des phytotechnologies sont utilisées ;
- b) lorsque des matériaux inertes sont utilisés, 30 m ou 5 fois la largeur du cours d'eau, selon ce qui est le plus restrictif ;

2° dans le cas où les travaux visent à prolonger ou à joindre des ouvrages de stabilisation, la prolongation ou la jonction ne doit pas avoir pour effet d'étendre la longueur totale des ouvrages au-delà des longueurs prévues au paragraphe 1.

S'ils dépassent les seuils de longueur mentionnés, de tels ouvrages doivent faire l'objet d'une autorisation ministérielle, même s'ils sont réalisés sur un terrain résidentiel. Seul le remblayage nécessaire à ces travaux peut être autorisé. Un ouvrage de stabilisation ne doit toutefois pas servir à rehausser le terrain en zone inondable (art. 38.2 du Règlement sur les activités dans des milieux humides, hydriques et sensibles [RAMHHS]), sinon il devra faire l'objet d'une demande d'autorisation. Le remblayage nécessaire à d'autres travaux autorisés en rive ou en zone inondable peut être autorisé. Le remblayage ne doit pas non plus être utilisé pour immuniser un bâtiment principal, sauf exception (voir art. 38.7, 2e alinéa du RAMHHS). Par ailleurs, si le projet en tant que tel est de remblayer un milieu hydrique, il est assujéti à une demande d'autorisation ministérielle.

Pour vérifier si votre projet est assujéti à une autorisation ministérielle en vertu du REAFI, veuillez contacter le MELCCFP aux coordonnées suivantes :

[naturels.drae03@environnement.gouv.qc.ca](mailto:naturels.drae03@environnement.gouv.qc.ca)

- Direction de la Forêt, de la Faune et des Parcs

**Article 128.6. de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF) :**

Nul ne peut, dans un habitat faunique, faire une activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique propre à l'habitat de l'animal ou du poisson visé par cet habitat.

Pour vérifier si votre projet est assujéti à une autorisation ministérielle en vertu de la LCMVF, veuillez contacter le MELCCFP aux coordonnées suivantes :

[capitale-chaudiere.faune@mffp.gouv.qc.ca](mailto:capitale-chaudiere.faune@mffp.gouv.qc.ca)

## **Auprès de Pêche et Océan Canada**

**Programme de Protection du poisson et de son habitat (PPPH) – Pêches et Océans Canada (MPO)**

Le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) de Pêches et Océans Canada (MPO) veille à la conformité avec les dispositions de la Loi sur les pêches (LP) et de la Loi sur les espèces en péril (LEP). Le programme examine les ouvrages, les entreprises et les activités proposées susceptibles d'avoir des répercussions sur le poisson et son habitat.

Les dispositions relatives à la protection du poisson et de son habitat de la Loi sur les pêches comprennent notamment :

- L'interdiction de causer la mort de poissons, par des moyens autres que la pêche (article 34.4 (1));
- L'interdiction de causer la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson (article 35 (1)).

Les 2 principales interdictions de la Loi sur les espèces en péril sont :

- Il est interdit de tuer un individu d'une espèce sauvage inscrite comme espèce disparue du pays, en voie de disparition ou menacée, de lui nuire, de le harceler, de le capturer ou de le prendre (article 32 (1)).
- Il est interdit de détruire un élément de l'habitat essentiel d'une espèce sauvage inscrite comme espèce en voie de disparition ou menacée – ou comme espèce disparue du pays dont un programme de rétablissement a recommandé la réinsertion à l'état sauvage au Canada (article 58 (1)).



Actuellement, aucun code de pratique n'encadre les activités de stabilisation des berges. Par conséquent, il est recommandé de soumettre une demande d'examen pour tous les projets de stabilisation de berges nécessitant des interventions dans l'habitat du poisson.

L'habitat du poisson se définit en eau douce comme étant la superficie située sous la Ligne naturelle des hautes eaux (LHE). Toutefois, pour la section du fleuve Saint-Laurent située entre la Pointe est de l'Île-D'Orléans et Grondines, l'habitat du poisson correspond à la superficie située sous la Pleine mer supérieure marée moyenne (PMSMM) puisque la zone est influencée par la marée.

Pour déposer une demande d'examen de projet au MPO, il suffit de remplir le formulaire de demande d'examen et de le faire parvenir à l'adresse électronique suivante : [dfo.habitatquebec.mpo@dfo-mpo.gc.ca](mailto:dfo.habitatquebec.mpo@dfo-mpo.gc.ca)

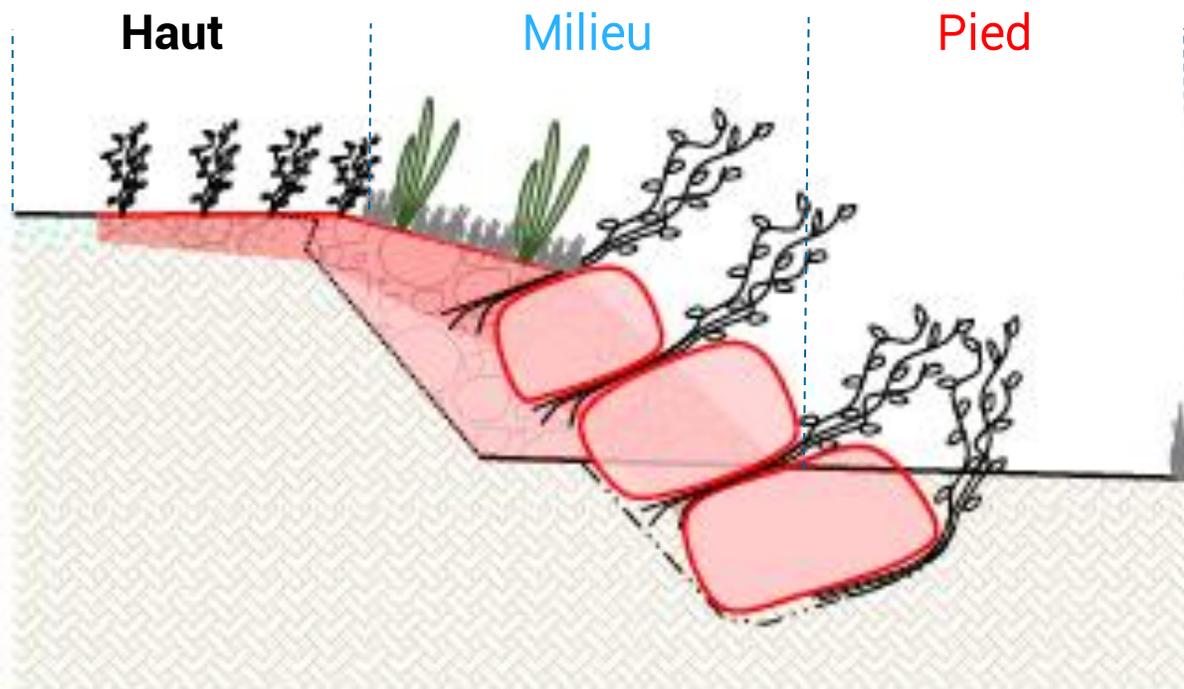
Il est pertinent d'inclure l'emplacement des travaux, les caractéristiques de l'ouvrage projeté (calibre de pierres, longueur), les méthodes de travail, la circulation de la machinerie, la date prévue des travaux, des photos du secteur, etc.

Il n'y a aucuns frais associés au dépôt et à l'analyse d'une demande d'examen de projet au MPO.

Il incombe au promoteur de respecter toute autre exigence fédérale, territoriale, provinciale et municipale applicable au projet.

Pour plus d'informations, vous pouvez consulter le site internet [Projets près de l'eau](#) pour en savoir davantage sur le Programme. Pour toutes questions, vous pouvez contacter le ministère Pêche et Océan Canada par courrier électronique via l'adresse suivante : [dfo.habitatquebec.mpo@dfo-mpo.gc.ca](mailto:dfo.habitatquebec.mpo@dfo-mpo.gc.ca) ou par téléphone au 1-877-722-4828.

**ANNEXE 1 : TABLEAU DES ESPÈCES VÉGÉTALES À IMPLANter DANS L'OUVRAGE ET LORS DE LA REMISE EN L'ÉTAT APRÈS EMPIÈTEMENT**



Espèces		Niveau de berge	Emplacement	Type	Format	Exposition
Nom scientifique	Nom français					
<i>Salix interior</i>	Saule de l'intérieur	Pied	Ouvrage	Arbuste	Bouture	Soleil
<i>Salix pellita</i>	Saule satiné	Pied	Ouvrage	Arbuste	Bouture	Soleil
<i>Agrostis mertensii</i>	Agrostis de Mertens	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Carex granularis</i>	Carex granuleux	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Eleocharis palustris</i>	Éléocharide des marais	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Plantago maritima</i>	Plantain maritime	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Schoenoplectus pungens</i>	Scirpe piquant	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Sphenopholis intermedia</i>	Sphénopholis intermédiaire	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil
<i>Sporobolus michauxianus</i>	Spartine pectinée	Pied	Herbier aquatique	Herbacée	Multicell. / Pot	Soleil

Espèces		Niveau de berge	Emplacement	Type	Format	Exposition
Nom scientifique	Nom français					
<i>Cornus sericea</i>	Cornouiller stolonifère	Milieu	Ouvrage	Arbuste	Bouture / Plant	Mi-ombre
<i>Salix eriocephala</i>	Saule à tête laineuse	Milieu	Ouvrage	Arbuste	Bouture	Soleil
<i>Salix interior</i>	Saule de l'intérieur	Milieu	Ouvrage	Arbuste	Bouture	Soleil
<i>Salix petiolaris</i>	Saule à long pétiole	Milieu	Ouvrage	Arbuste	Bouture	Soleil
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épis	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre
<i>Cornus alternifolia</i>	Cornouiller à feuilles alternes	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier à long bec	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Ombre
<i>Crataegus macracantha</i>	Aubépine à épines longues	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre
<i>Physocarpus opulifolius</i>	Physocarpe à feuilles d'obier	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre
<i>Salix bebbiana</i>	Saule de Bebb	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Soleil
<i>Salix discolor</i>	Saule discolore	Haut	Replat	Arbuste	Bouture / Plant	Soleil
<i>Sambucus canadensis</i>	Sureau blanc	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre
<i>Spiraea alba</i> var. <i>alba</i>	Spirée blanche	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Soleil
<i>Viburnum opulus</i> var. <i>americanum</i>	Viorne trilobée	Haut	Replat	Arbuste	Plant	Mi-ombre



# Berge naturelle en érosion et littoral schisteux

Conditions :  
Matériaux meubles en berge  
Littoral sur la roche mère (ex : schiste)



Projet Consolidation des foyers  
d'érosion d'une rive

No du  
projet 2021-03-08D

Référence  
du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Page titre

Localisation N 46° 41' 49,4"  
W 71° 34' 47,2"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 22 septembre 2022

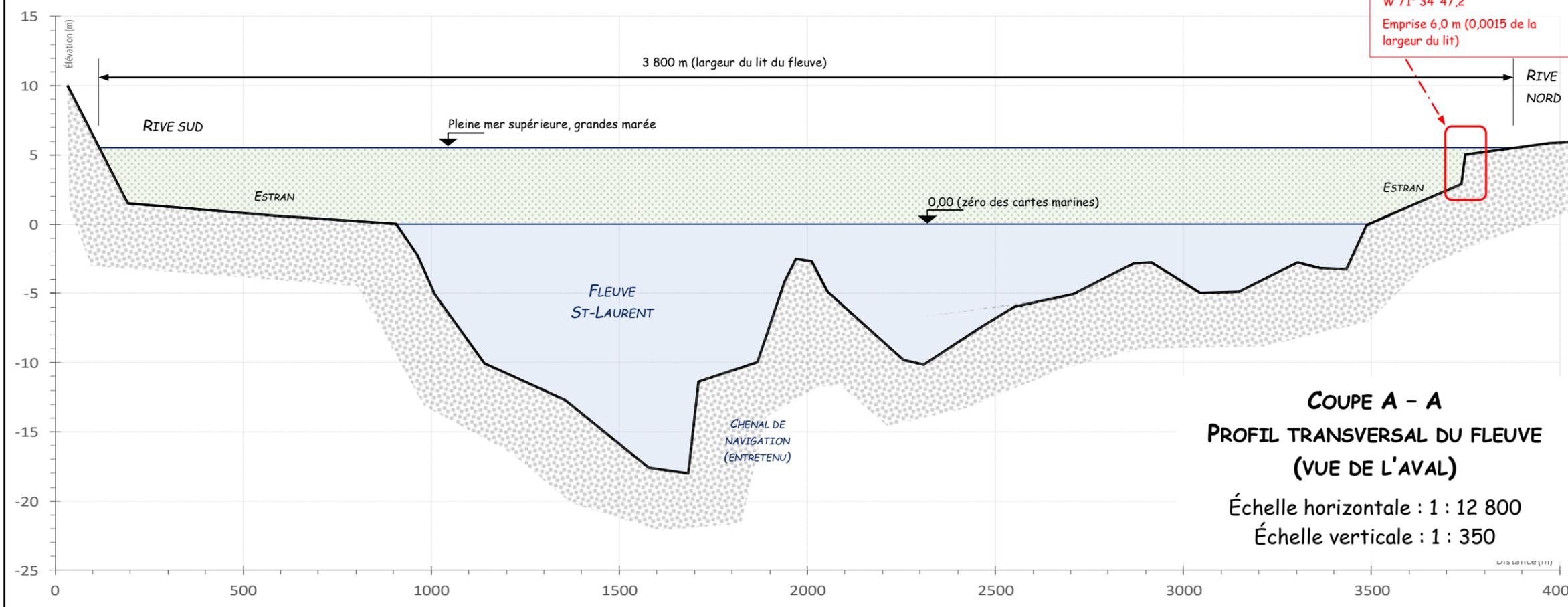
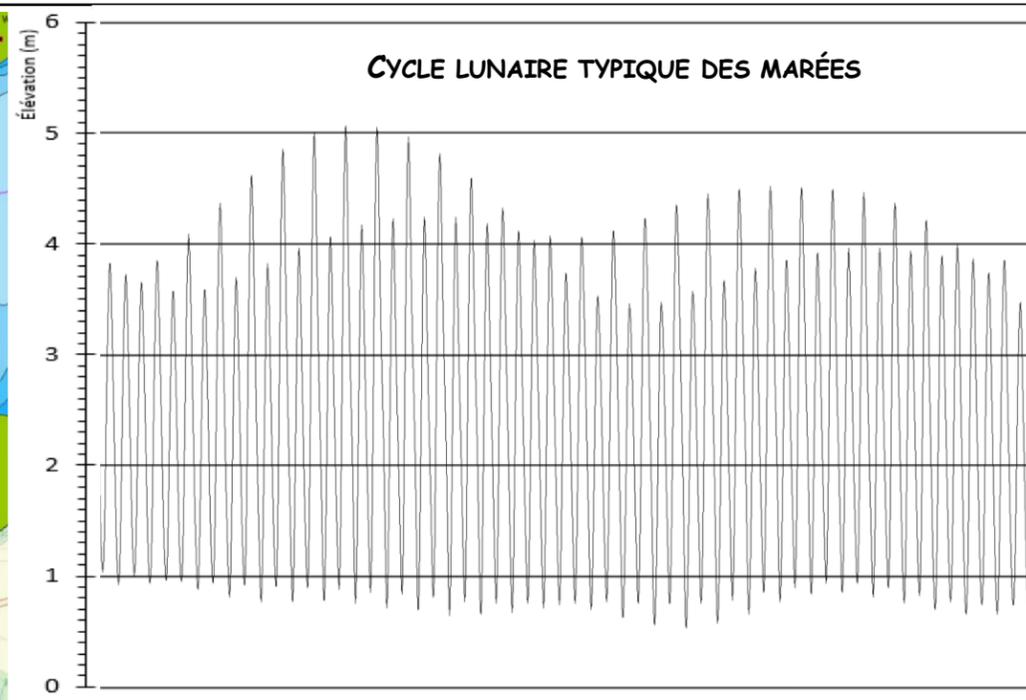
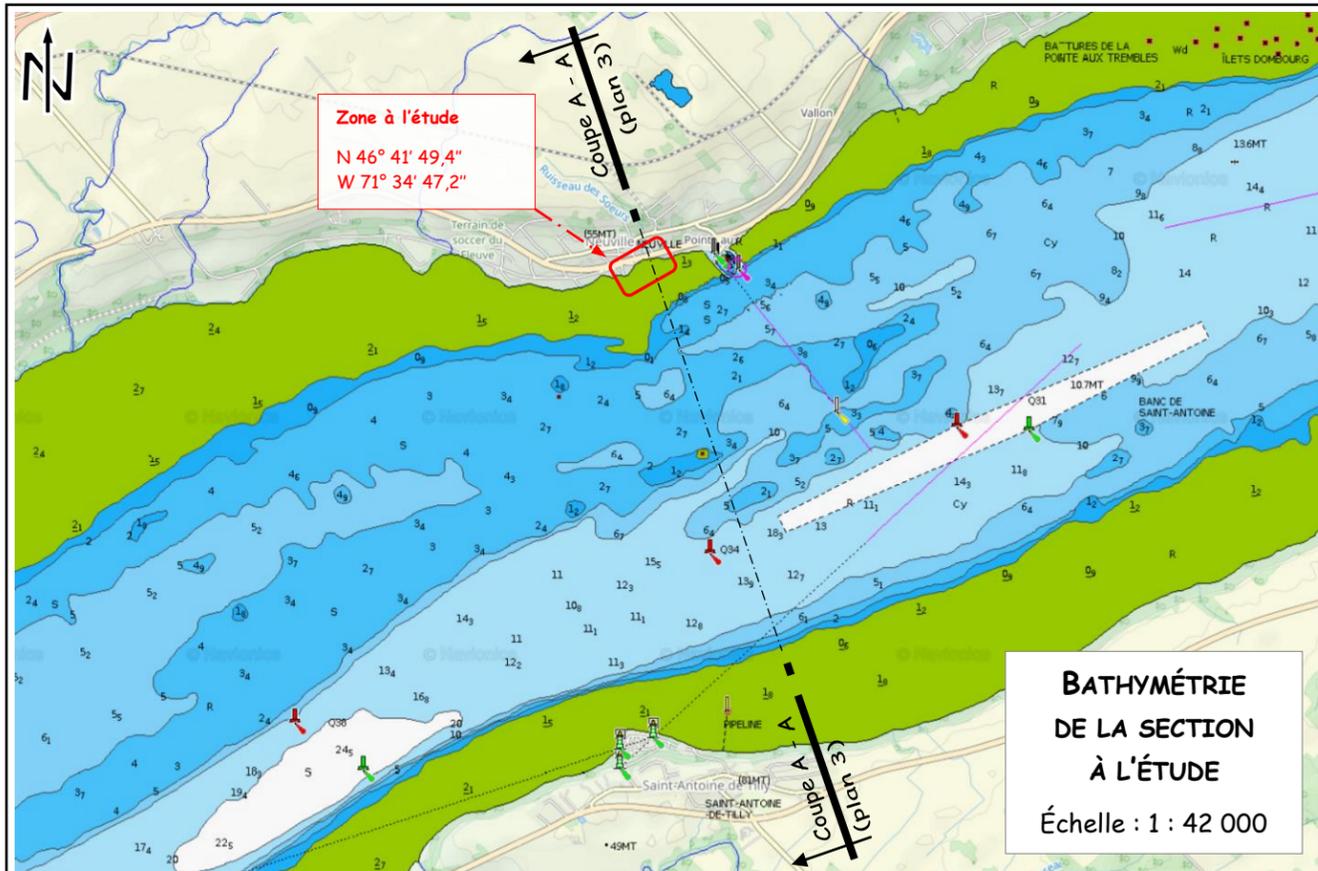
**Plan 1**



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Localisation de la zone à l'étude Municipalité de Neuville
Localisation	N 46° 41' 49,4" W 71° 34' 47,2"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022



ÉLÉVATIONS		
Station de Neuville - 03280, Localisée à 0,500 m en aval de la zone d'intervention.		
Plus haut niveau d'eau enregistré	6.48	1984-04-15
Pleine mer supérieure, grande marée	5.41	s/o
Niveau moyen de l'eau	2.47	s/o
Plus bas niveau d'eau enregistré	-0.86	1981-01-03
Système de référence verticale	CGVD2013	- 1,69 m



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Bathymétrie de la zone à l'étude
Localisation	N 46° 41' 49,4" W 71° 34' 47,2"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022

## Problématique et critères de conception



Le talus de la rive est composé de sol argileux déposé directement sur les roches schistosées. Sur une grande étendue, les plaques sont légèrement inclinées et régulièrement espacées.



Par les forces naturelles, notamment par le cycle gel-dégel, les plaques se disloquent et se morcellent en plus petits éléments.



Aux extrémités de la zone d'intervention, on retrouve de rives protégées par des murets de béton. On constate l'érosion importante des plaques schisteuses. Naturellement, la rigidité des murs n'est pas compatible avec la modification du fond.



Actuellement, la majorité de la rive n'est que faiblement affectée par les processus érosifs. Il est donc proposé de ne pas intervenir sur toute la longueur de la zone au moyen des techniques mécanisées. Cependant, l'état de la rive devrait être régulièrement monitoré.

Une éventuelle intervention pourrait être ultérieurement exigée selon l'évolution des lieux.



Le talus est constitué de dépôts de sol argileux. Lors des conditions de niveau d'eau élevé (conditions printanières combinées avec les marées hautes et des forts vents), la faible résistance de la rive peut générer la formation de foyers d'érosion.



L'érosion de la base du talus entraîne la déstabilisation de la partie supérieure de la pente. Étant donné la granulométrie fine du matériel érodé, ce dernier est emporté. Dans ces secteurs, la dynamique érosive est donc très active et constante. Dans l'état actuel des lieux, il est donc proposé de limiter l'intervention aux sections sévèrement érodées.



Projet Consolidation des foyers d'érosion d'une rive

No du projet 2021-03-08D

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique et critères de conception

Localisation N 46° 41' 49,4"  
W 71° 34' 47,2"

Échelle Indiquée

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

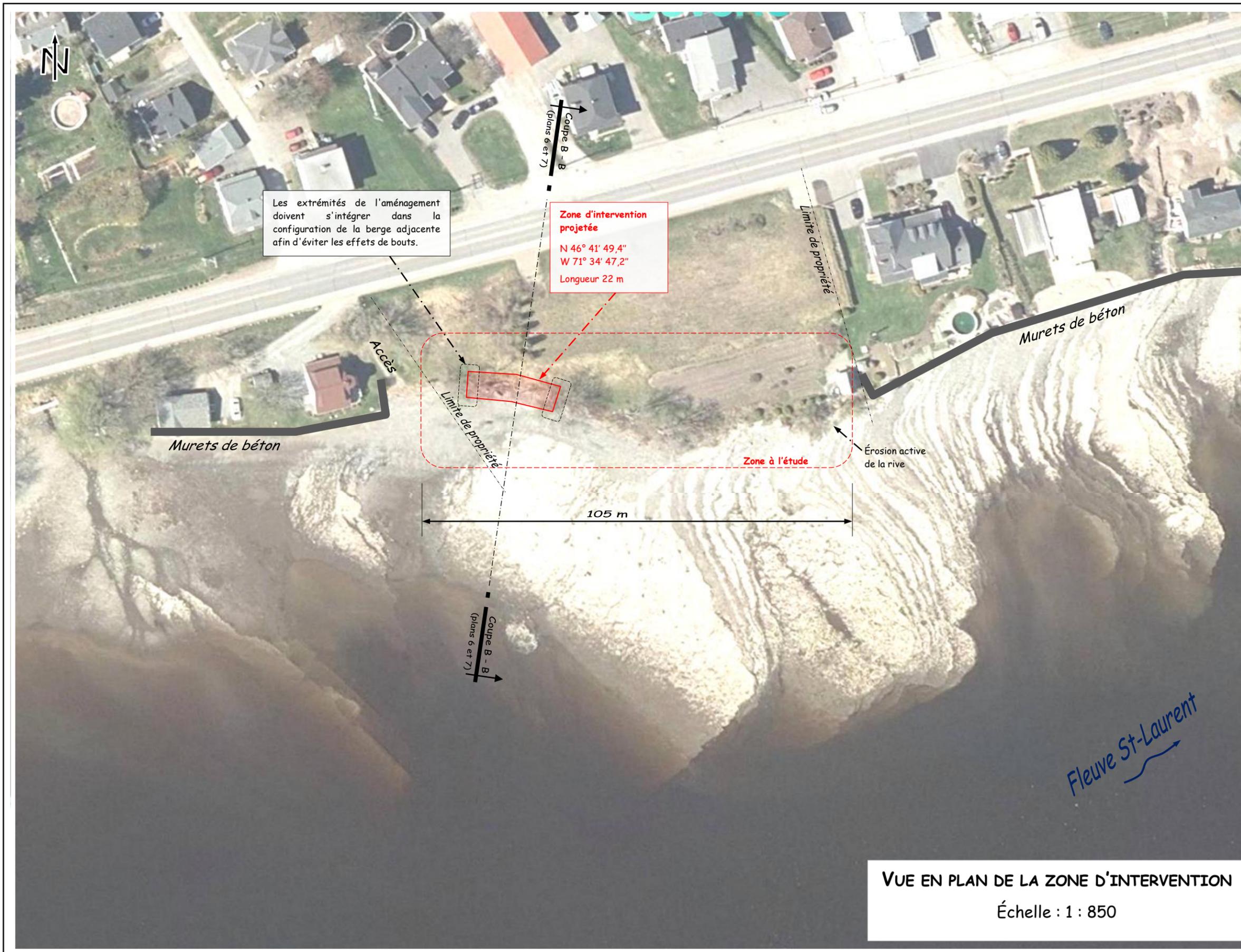
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 22 septembre 2022

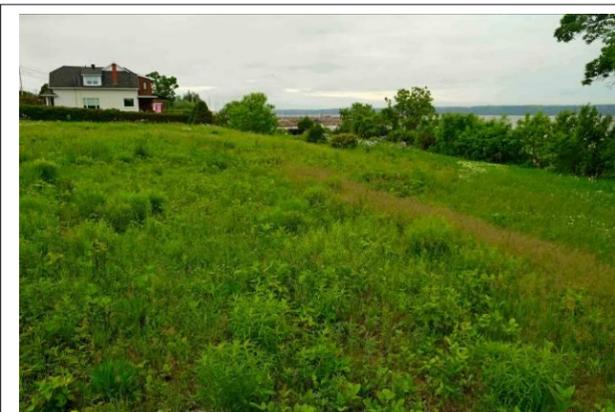
**Plan 4**



**VUE EN PLAN DE LA ZONE D'INTERVENTION**  
 Échelle : 1 : 850



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Vue en plan de la zone d'intervention
Localisation	N 46° 41' 49,4" W 71° 34' 47,2"
Échelle	1 : 850
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022



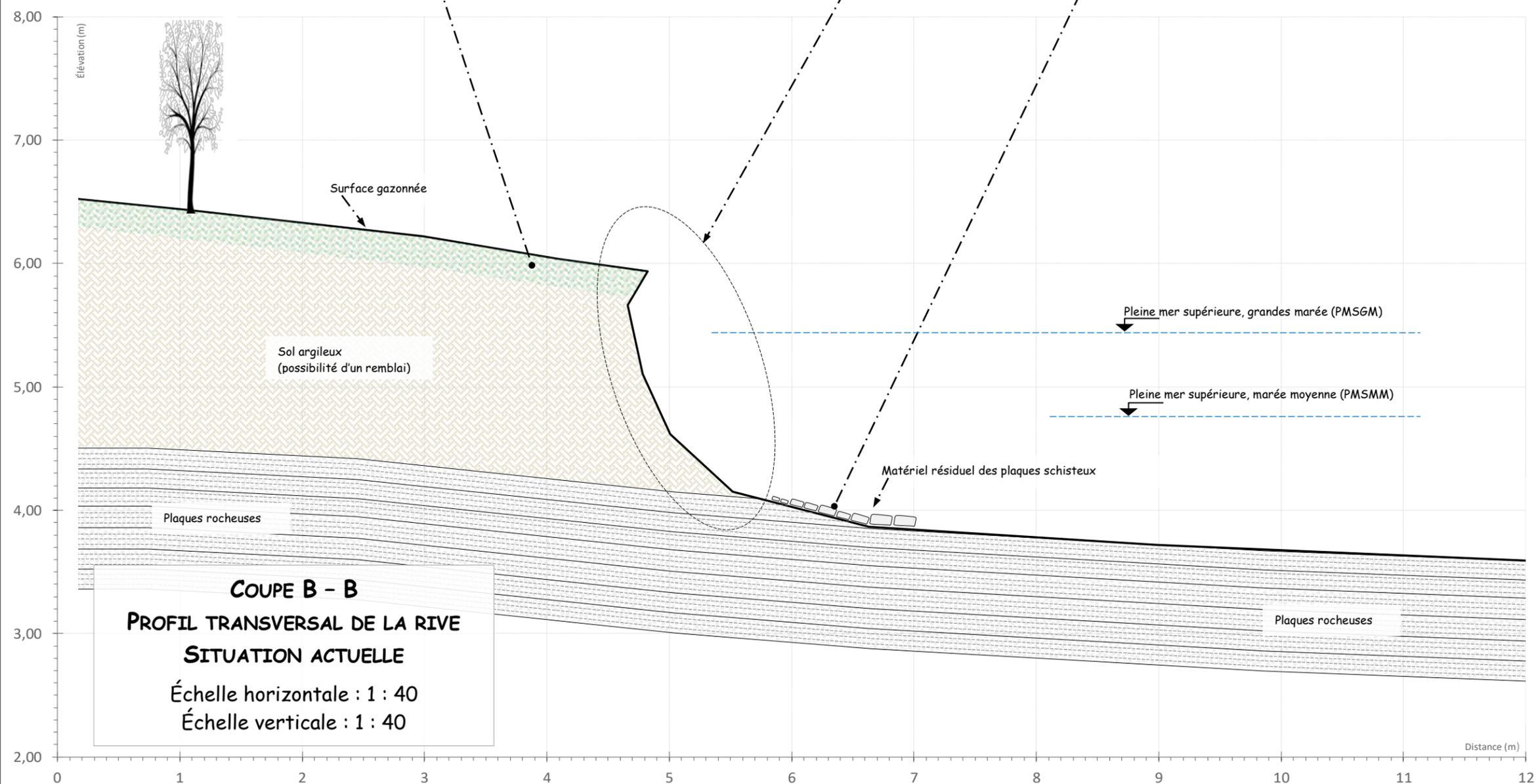
La partie supérieure du talus est consolidée par un couvert végétal.



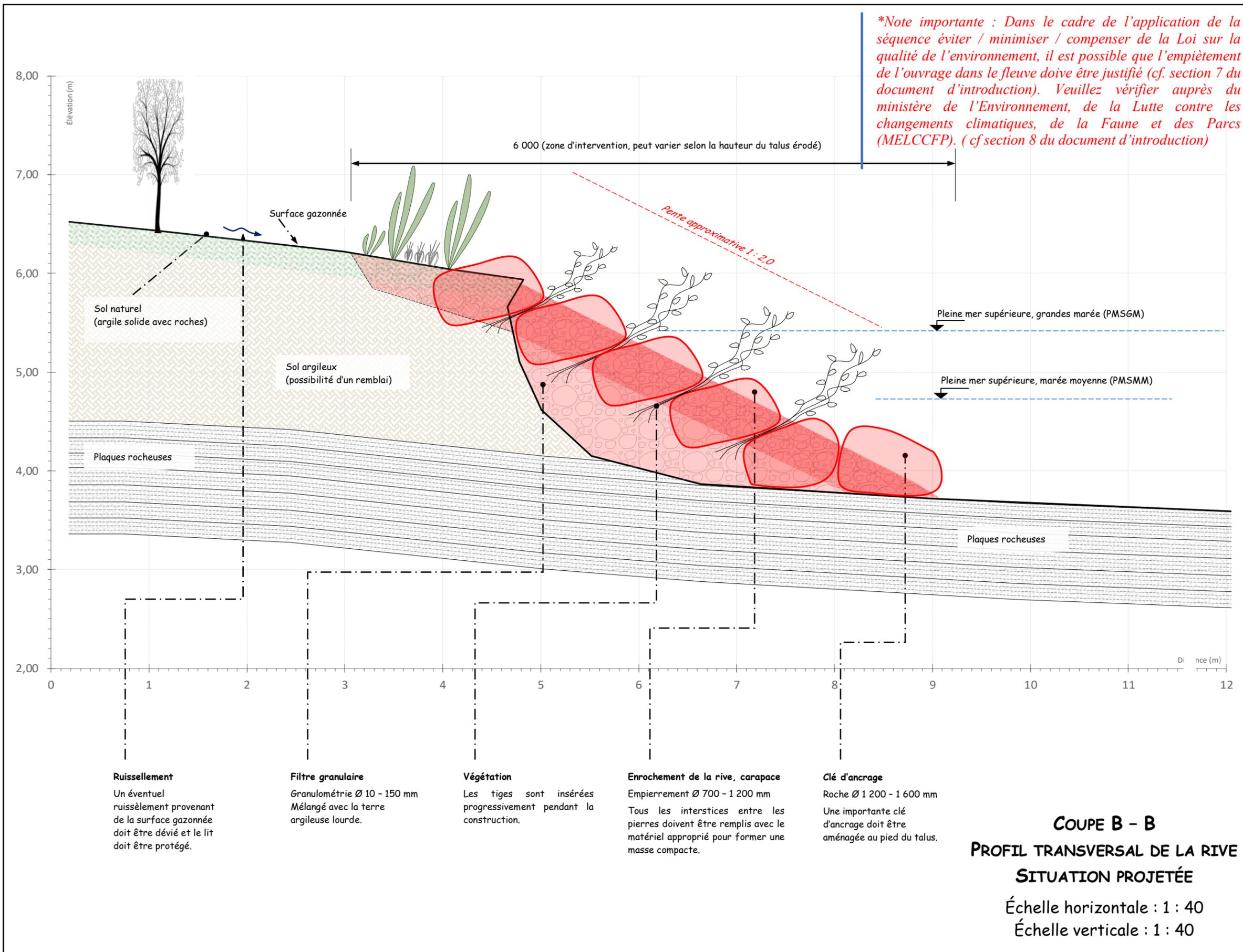
Érosion active du talus argileux. Une fois la protection arbustive disparue, l'érosion progresse rapidement.



Le matériel angulaire disloqué de plaques rocheuses est présent au pied du talus.



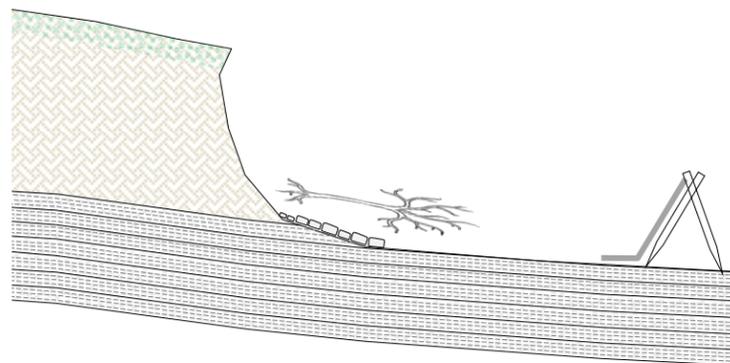
Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe B - B Profil transversal de la rive Situation actuelle
Localisation	N 46° 41' 49,4" W 71° 34' 47,2"
Échelle	1 : 40 (horizontale) 1 : 40 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe B - B Profil transversal de la rive Situation projetée
Localisation	N 46° 41' 49,4" W 71° 34' 47,2"
Échelle	1 : 40 (horizontale) 1 : 40 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com

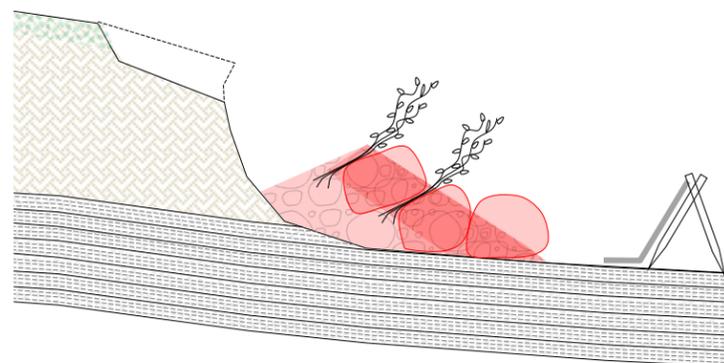
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022

**Plan 7**



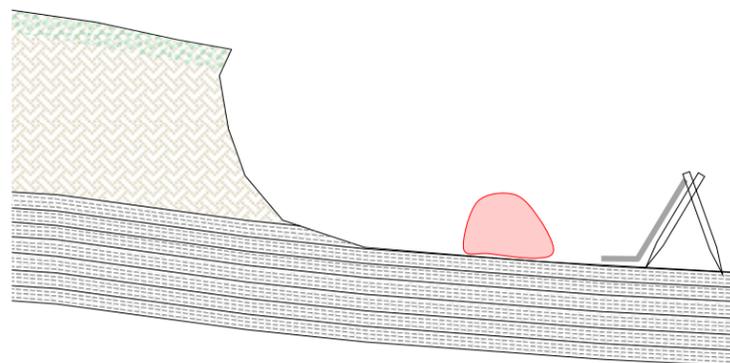
#### Étape 1

- Le rideau de confinement des sédiments est mis en place.
- Les débris présents sur la rive sont retirés et convenablement disposés.



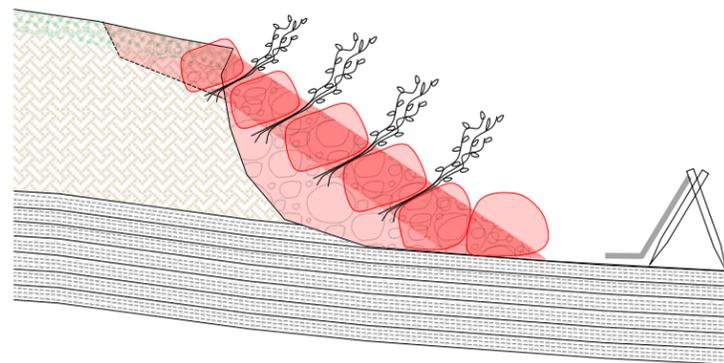
#### Étape 4

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices entre les blocs.
- La structure composée de roches et végétaux est érigée progressivement.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.



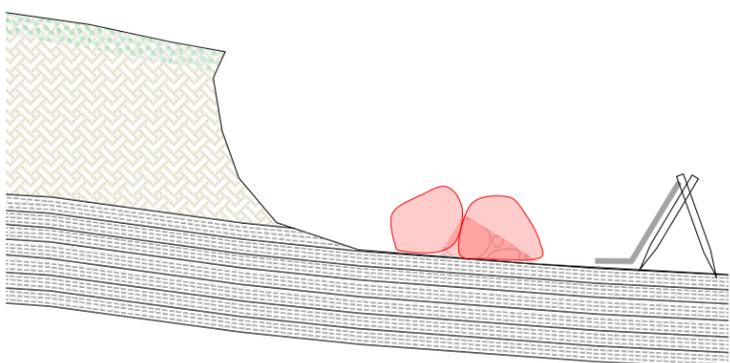
#### Étape 2

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les travaux sont réalisés dans des conditions sèches (en l'absence de la marée).
- Une grosse roche est placée afin de constituer la clé.



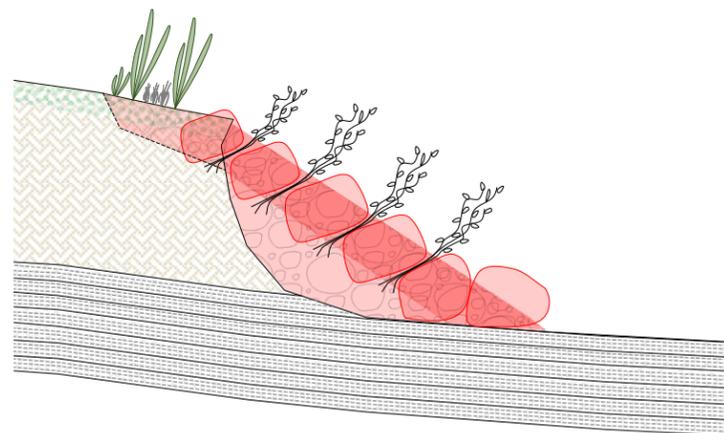
#### Étape 5

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.
- La végétalisation de la partie supérieure du talus est complétée.



#### Étape 3

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les gros blocs sont progressivement déposés. Les interstices sont remplis par le matériel approprié.



#### Étape 6

- Le site est nettoyé.
- Les voies d'écoulement préférentiel (ruissellement) sont déviées et protégées.
- Les rideaux de confinement des sédiments sont retirés.



Projet Consolidation des foyers d'érosion d'une rive

No du projet 2021-03-08D

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Séquence de l'intervention Schématique

Localisation N 46° 41' 49,4"  
W 71° 34' 47,2"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 22 septembre 2022

Plan 8

## Particularités techniques

### Période de réalisation

Les travaux doivent être effectués durant la période de faible pluviosité afin de limiter le ruissellement sur les surfaces terrestres. De plus, le régime de marées doit être considéré afin de travailler en l'absence d'eau dans la zone de travaux et à sa proximité. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises afin de ne pas perturber l'habitat aquatique des espèces aquatiques présentes par la remise de matières en suspension.

### Chemin d'accès

La zone d'intervention est accessible par le réseau de chemins publics et privés. La construction de nouveaux chemins d'accès n'est pas nécessaire.

### Déboisement

Les travaux ne nécessitent pas de déboisement.

### Banc d'emprunt

Le banc d'emprunt utilisé pour l'approvisionnement doit correspondre aux normes actuelles. En aucun cas, le matériel ne devra être prélevé à moins de 30 m du littoral d'un cours d'eau.

### Méthode de travail

#### Tolérance et précision

Pour les structures projetées, la tolérance des dimensions horizontales est de 0,50 m. Les cotes de niveau doivent être respectées à 0,20 m.

#### Machinerie utilisée

Les travaux seront principalement réalisés à l'aide d'une excavatrice sur chenilles et de camions.

#### Disposition de l'enrochement

Les pierres seront placées selon la disposition indiquée sur les plans. Les pierres déposées directement sur le terrain naturel doivent être enfoncées à l'aide du godet de la pelle mécanique afin d'assurer la stabilité maximale des différents

éléments. L'entrepreneur doit placer les différents éléments de façon à obtenir une surface bien protégée, d'une masse stable, tout en minimisant le volume des vides et des interstices entre les différents éléments de la structure. Les plus grosses pierres seront placées au pied du talus. Afin d'assurer la stabilité et l'étanchéité des structures, un matériel de calibre intermédiaire doit être placé dans les interstices entre les grosses pierres.

Dans la partie supérieure de l'enrochement (élévation supérieure à la ligne des hautes eaux naturelles), les interstices entre les pierres seront partiellement remplis de terre végétale afin de faciliter la reprise de la végétation. La partie supérieure du talus sera revégétalisée par la plantation d'arbustes indigènes.

### Matériaux

#### Matériel utilisé pour l'enrochement

Le matériel destiné à l'érection de la carapace doit être propre, sans quantité excessive de particules fines. Le matériel contenant de la matière organique et/ou des débris de bois peut être refusé.

La granulométrie du matériel est indiquée sur les plans. Au moins 85 % du volume total doit être composé de pierres dont le diamètre est indiqué sur les plans. La densité de la pierre doit être supérieure à 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Le choix des matériaux doit être préalablement approuvé par le chargé de projet. Les roches angulaires sont privilégiées aux pierres rondes. Notamment, les roches angulaires permettent de minimiser le volume des interstices et un éventuel lessivage des particules fines du filtre localisé derrière la carapace. De plus, les roches angulaires assurent une meilleure stabilité des éléments, les rendant moins vulnérables au renversement.

#### Matériel végétal

Des boutures de saules sont utilisées dans l'ouvrage de stabilisation. Les espèces de saules recommandées sont des espèces indigènes fréquemment rencontrées dans les milieux riverains. Les trois espèces principalement utilisées au Québec, disponibles en pépinière et pour lesquels le potentiel de bouturage est bien documenté sont le saule de



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 1/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022

**Plan 9**

l'intérieur (*Salix interior*), le saule à tête laineuse (*Salix eriocephala*) et le saule discolore (*Salix discolor*). Les trois espèces ont été observées dans les milieux riverains du fleuve à proximité des sites. Les boutures de saules ont un diamètre moyen de 2 cm pour une longueur de tige de 0,8 à 2 m et sont implantées dans l'ouvrage en phase de dormance. Les trois quarts de la tige doivent être en contact direct avec le sol d'origine ou le filtre granulaire pour espérer une reprise végétale satisfaisante. Il faut apporter un soin particulier à ne pas écraser les boutures lors de leur mise en place entre les blocs. Des tubes en PVC peuvent être utilisés pour insérer les boutures sans les abimer. Les périodes d'utilisation des boutures en dormance s'échelonnent du début du printemps à la mi-juin, puis à l'automne, habituellement après la mi-octobre. Si les travaux ne peuvent être réalisés durant l'une de ces périodes, il est recommandé d'utiliser des tiges de saules enracinées pour ce type d'ouvrage, à la place des boutures. Les tiges de saules enracinées ont une longueur de 1,2 à 1,5 m et sont récoltées puis cultivées de façon à produire un fort système racinaire à la base. Les feuilles sont conservées seulement dans la partie haute de la tige de sorte que la plus grande partie de la bouture consiste en une tige nue. Leur utilisation permet de s'affranchir de la période de dormance durant laquelle les boutures doivent être implantées dans l'ouvrage et diminue le taux de mortalité du matériel vivant. À noter que la production de ces tiges enracinées débute au Québec et que leur utilisation dans ce type d'ouvrage n'est pas documentée.

Il est recommandé de ne végétaliser que le haut de berge. En raison des plaques rocheuses affleurantes, le pied de berge ne peut pas être végétalisé. Sur le replat, il faut revégétaliser le milieu après les travaux pour éviter la colonisation par des espèces exotiques envahissantes et assurer une continuité de l'ouvrage avec le milieu naturel. Il est important de ne pas planter d'arbres en berge et sur le replat à proximité de l'ouvrage. Les espèces arbustives seront préférées : le noisetier à long bec (*Corylus cornuta*), le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), l'érable à épis (*Acer spicatum*), le cornouiller à feuilles alternes (*Cornus alternifolia*), l'aubépine à épines longues (*Crataegus macracantha*), la spirée blanche (*Spiraea alba* var. *alba*), le saule de Bebb (*Salix bebbiana*), etc... Il est à noter que le cornouiller stolonifère peut aussi être utilisé en boutures, bien que le succès de reprise soit moins important que les trois espèces de saules ci-haut. Il offre l'avantage de croître en milieu ombragé, alors que les saules arbustifs sont des espèces de lumière. En plus de la plantation d'arbustes, il est fortement recommandé de semer le haut de berge. Un mélange grainier d'espèces mellifères ou à forte biodiversité sera préféré. Pour un haut potentiel de stabilisation

des couches superficielles du sol, des espèces à port cespiteux (en touffe) ou à rhizomes (tige souterraine) sont à favoriser, par exemple le barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*), la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) ou la fétuque rouge (*Festuca rubra*).

#### **Batardeau**

Étant donné la nature des travaux et l'ampleur des travaux, l'érection d'un batardeau n'est pas envisagée.

#### **Remise en état**

Après les travaux de construction, il est nécessaire d'effectuer la remise en état des lieux. Les débris de bois seront ramassés et éliminés de façon respectueuse de l'environnement. Les surfaces mises à nu seront consolidées. Tous les matériaux récupérables et les débris de chantier devront être ramassés et transportés hors du site. Les sections de chemin défoncées ou sévèrement endommagées seront réparées.

#### **Mesures de sécurité**

Lors des travaux, il est nécessaire de respecter les mesures recommandées par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Le chargé de projet doit être considéré comme étant le maître d'œuvre dans les relations avec la CNESST.

#### **Permis et certificats d'autorisation**

Avant d'entreprendre des travaux, le promoteur du projet doit obtenir tous les certificats et permis des autorités concernées pour une intervention de ce type.

#### **Respect des permis et certificats**

L'entrepreneur est responsable du respect des conditions stipulées dans les différents permis et certificats émis pour les travaux.



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022

**Plan 10**

## Mesures de mitigation

### Accès au littoral

L'accès au littoral avec la machinerie devra être limité au minimum afin d'éviter la mise en circulation de matériaux fins. Si possible, l'essentiel des travaux devra donc être effectué à partir de la berge. Si l'accès au littoral est nécessaire, l'emprise doit être minimale et directement alignée vers le site des travaux.

L'accès à des zones submergées avec la machinerie n'est pas permis. De plus, le passage dans les marais intertidaux végétalisés n'est pas permis.

### Approvisionnement en combustible

Le remplissage des réservoirs devra être effectué à l'extérieur du site des travaux dans un endroit jugé sécuritaire en cas de perte ou d'écoulement et situé à au moins 30 m du cours d'eau. Il en va de même pour les travaux d'entretien et de réparation (graissage, vérification des huiles, etc.).

### Propreté des machines

La machinerie utilisée pour l'exécution du mandat devra être propre et ne présenter aucune fuite d'huile ou d'autres liquides.

### Trousse d'urgence (fuite d'hydrocarbures)

L'entrepreneur doit avoir en sa possession une trousse d'urgence en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures dans le cours d'eau.

### Plan d'urgence

Le responsable des travaux de terrain doit élaborer un plan d'urgence dans la possibilité d'un déversement important de contaminants dans le cours d'eau ou les sols environnants. Il doit avoir en sa possession les moyens de communication adéquats afin de pouvoir rapidement avvertir les organismes concernés



Projet	Consolidation des foyers d'érosion d'une rive
No du projet	2021-03-08D
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small>  Gabriel Charbonneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	22 septembre 2022

**Plan 11**



# Berge naturelle en érosion - talus en pente forte

Conditions :  
Matériaux meubles en berge  
Pente du talus supérieur à 30%



Projet Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

No du projet 2021-03-08C

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Page titre

Localisation N 46° 38' 23,2"  
W 71° 56' 51,9"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 14 septembre 2022

**Plan 1**



**Projet** Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

**No du projet** 2021-03-08C

**Référence du client**

**Plan d'eau** Fleuve St-Laurent

**Plan** Localisation de la zone à l'étude

**Localisation** N 46° 38' 23,2"  
W 71° 56' 51,9"

**Échelle** Indiquée

**Projeté par** Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

**Dessiné par** Miroslav Chum

**Sceau**

**Unités** Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

**Date** 14 septembre 2022

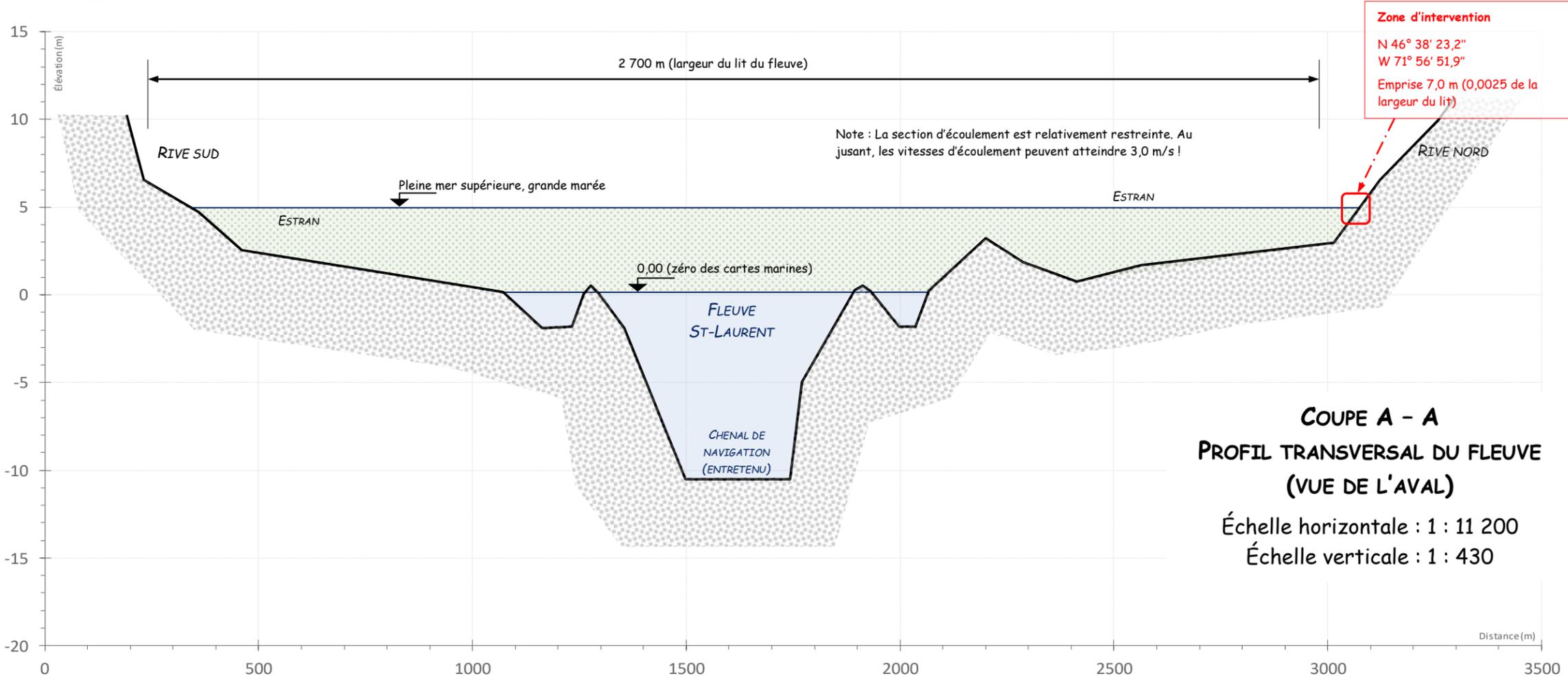
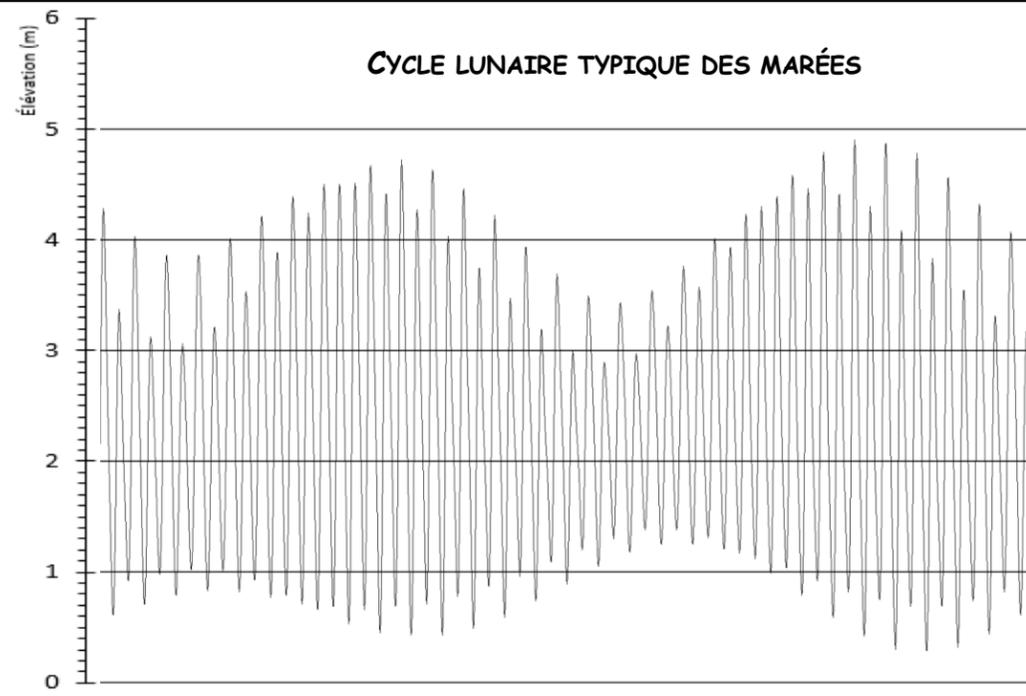
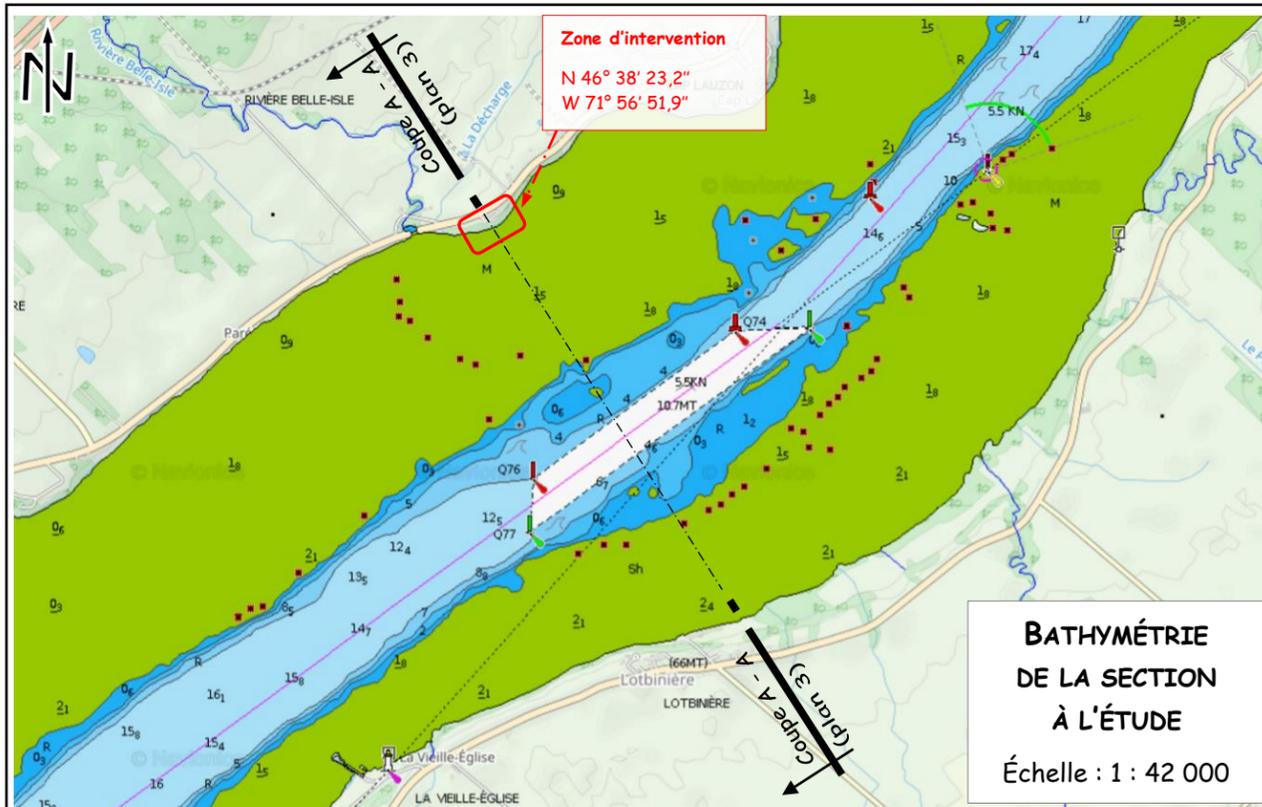
**Plan 2**



**ÉLÉVATIONS**

Station de Portneuf - 03300, Localisée à 7 km en aval de la zone d'intervention.

Plus haut niveau d'eau enregistré	6.50	2020-04-08
Pleine mer supérieure, grande marée	5.40	N/A
Niveau moyen de l'eau	2.90	N/A
Plus bas niveau d'eau enregistré	-0.56	1998-04-24
Système de référence verticale	CGVD2013	- 1,42 m



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux
No du projet	2021-03-08C
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Bathymétrie de la zone à l'étude
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	14 septembre 2022

## Problématique et critères de conception



Au profil de la zone d'intervention, les rapides Richelieu représentent une restriction importante de la section d'écoulement du fleuve. La diminution de la section d'écoulement se traduit par une forte augmentation des vitesses d'écoulement. Lors des conditions extrêmes (crue de printemps, jusant), les vitesses peuvent atteindre 4 m/s.



La granulométrie très grossière de la plage témoin des conditions hydrodynamiques violentes (fort courant, transport des glaces). Il est donc évident que les forces agissant sur la rive sont considérables.



Même si le talus est constitué de matériel relativement résistant (dépôts d'argile solide avec des roches), les surfaces non protégées par de l'enrochement lourd subissent une dégradation constante.



Même le système racinaire des arbres matures n'est pas capable de résister aux forces érosives.



L'érosion de la base du talus entraîne la déstabilisation de la partie supérieure de la pente. Étant donné la faible résistance du matériel érodé, ce dernier est emporté par le courant. La dynamique érosive est donc très active et constante.



Étant donné la forte pente de la plage de la zone d'intervention, la clé doit être robuste et largement étendue devant l'aménagement.



Projet Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

No du projet 2021-03-08C

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique et critères de conception

Localisation N 46° 38' 23,2"  
W 71° 56' 51,9"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 14 septembre 2022

**Plan 4**



**VUE EN PLAN DE LA ZONE D'INTERVENTION**  
Échelle : 1 : 1 360



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux
No du projet	2021-03-08C
Référence du client	
Plan d'eau	Fluve St-Laurent
Plan	Vue en plan de la zone d'intervention
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	1 : 1 360
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	14 septembre 2022



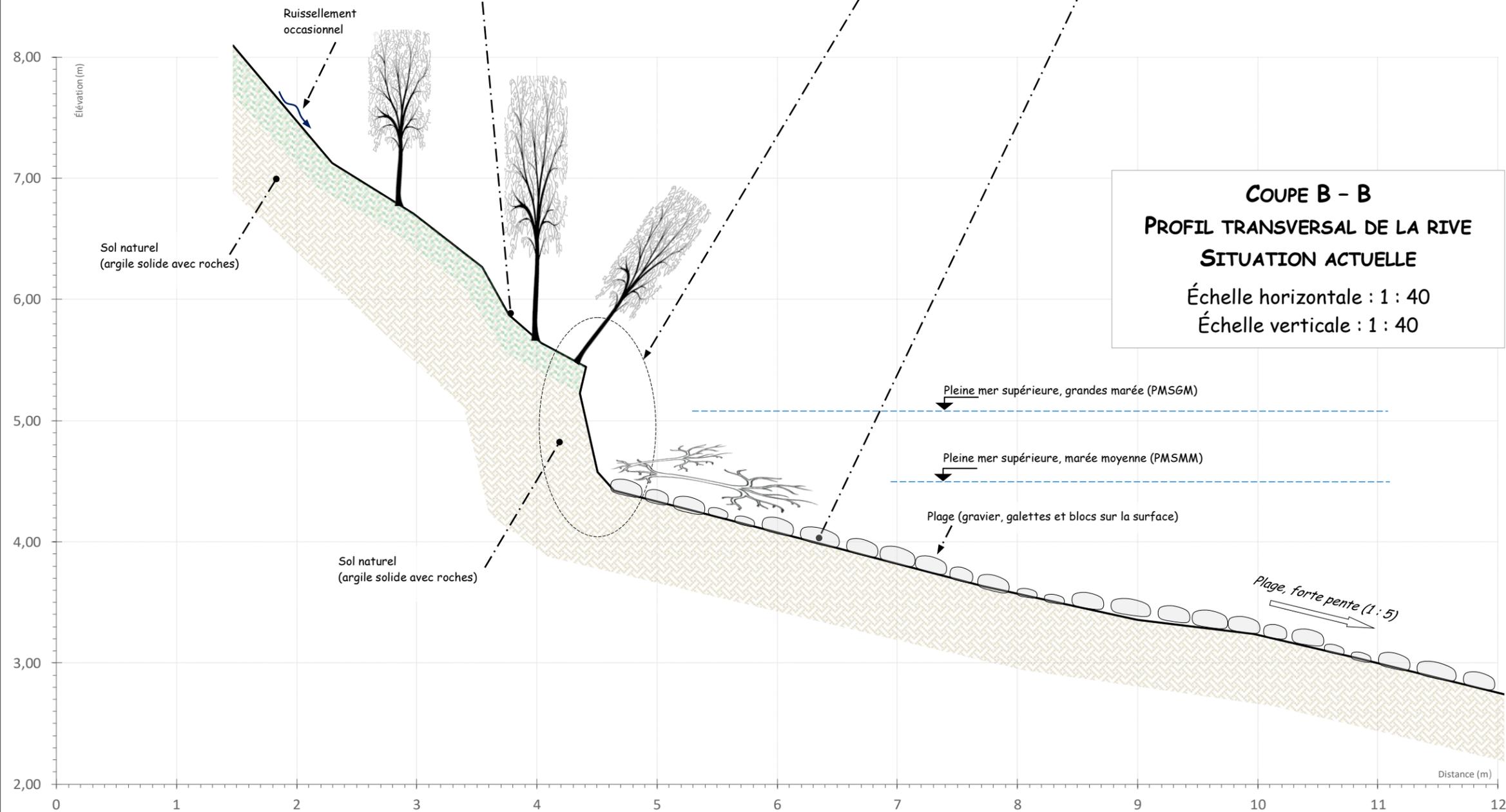
La partie supérieure du talus est consolidée par un couvert végétal.



Érosion active du talus argileux.



La forte pente de la plage et la granulométrie importante témoignent de forces hydrodynamiques et de mouvements des glaces importants.



**Projet** Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

**No du projet** 2021-03-08C

**Référence du client**

**Plan d'eau** Fleuve St-Laurent

**Plan** Coupe B - B  
 Profil transversal de la rive  
 Situation actuelle

**Localisation** N 46° 38' 23,2"  
 W 71° 56' 51,9"

**Échelle** 1 : 40 (horizontale)  
 1 : 40 (verticale)

**Projeté par** Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
 Miroslav Chum, inc.  
 4418, de la Promenade  
 Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
 (418) 326-2186  
 miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
 Aubier Environnement, inc.  
 3800, 1er Rang de Doncaster  
 Val-David (Qc) J0T 2N0  
 (819) 507-0002  
 gabriel@aubier-enviro.com

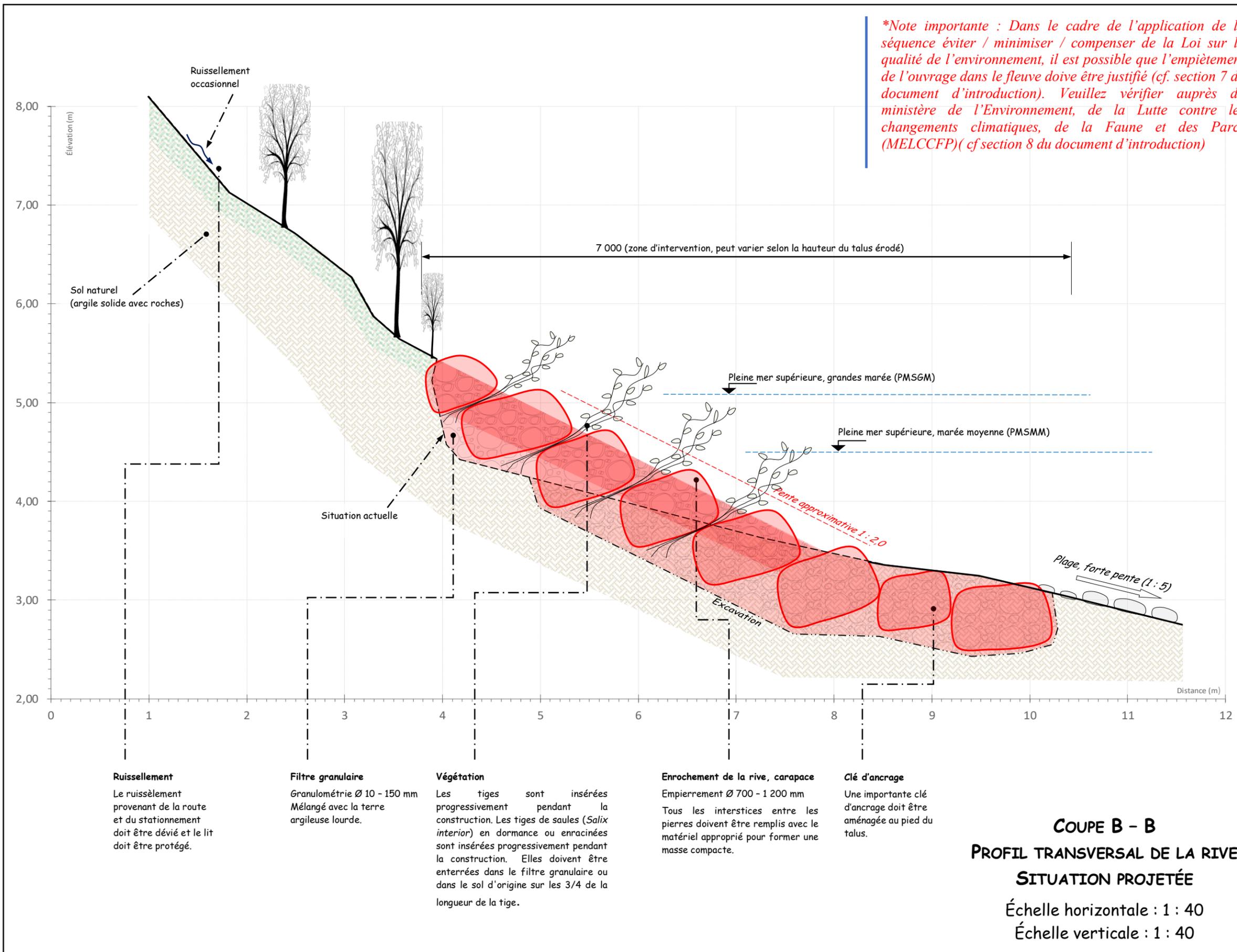
**Dessiné par** Miroslav Chum

**Sceau**

**Unités** Système métrique SI  
 Distances en mm  
 Élévations en m

**Date** 14 septembre 2022

**Plan 6**



Projet Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

No du projet 2021-03-08C

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Coupe B - B  
 Profil transversal de la rive  
 Situation projetée

Localisation N 46° 38' 23,2"  
 W 71° 56' 51,9"

Échelle 1 : 40 (horizontale)  
 1 : 40 (verticale)

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
 Miroslav Chum, inc.  
 4418, de la Promenade  
 Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
 (418) 326-2186  
 miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
 Aubier Environnement, inc.  
 3800, 1er Rang de Doncaster  
 Val-David (Qc) J0T 2N0  
 (819) 507-0002  
 gabriel@aubier-enviro.com

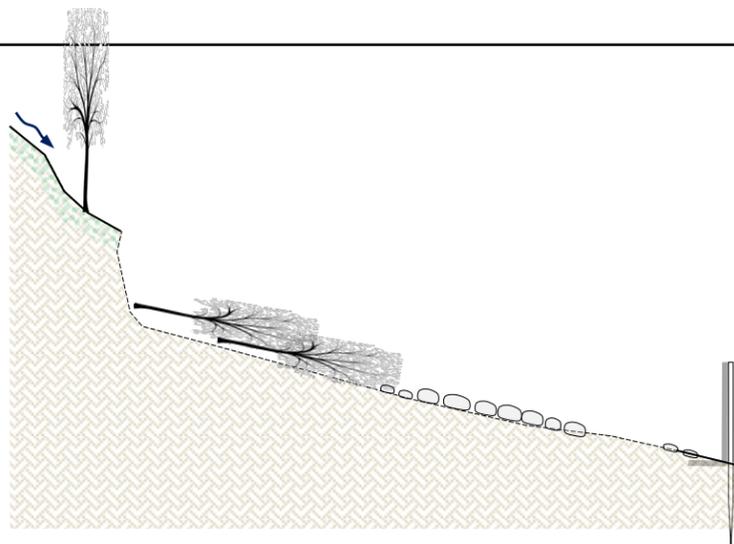
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
 Distances en mm  
 Élévations en m

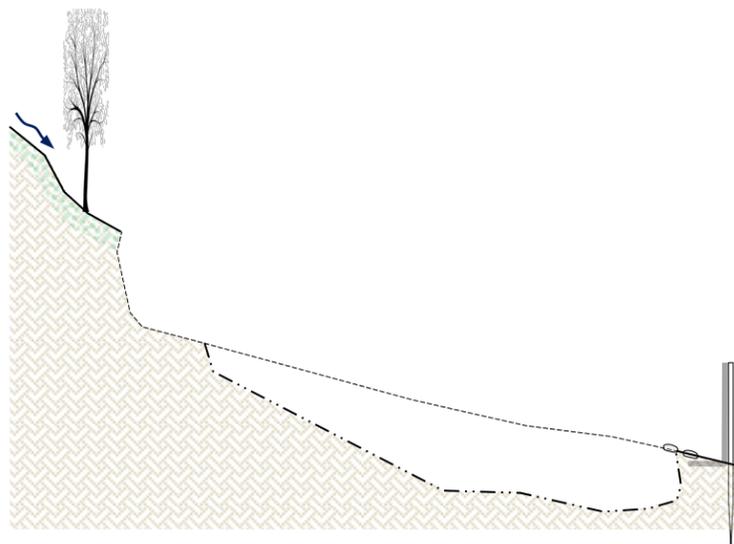
Date 14 septembre 2022

Plan 7



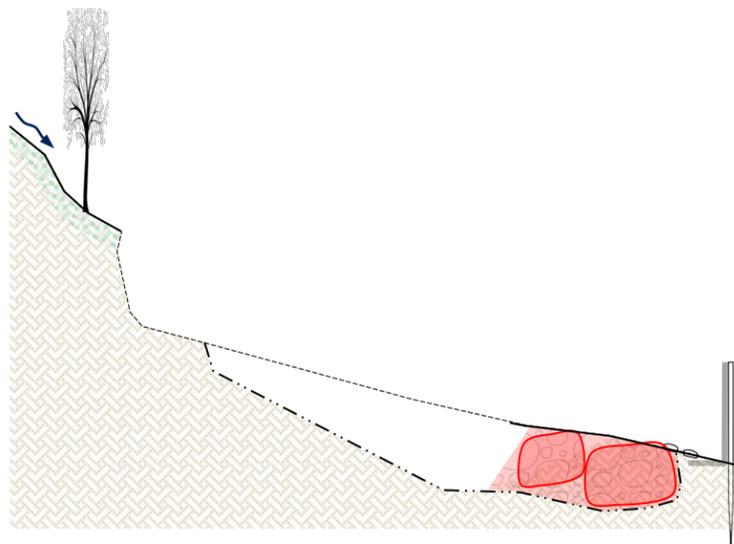
#### Étape 1

- Le rideau de confinement des sédiments est mis en place.
- Les débris présents sur la rive sont retirés et convenablement disposés.



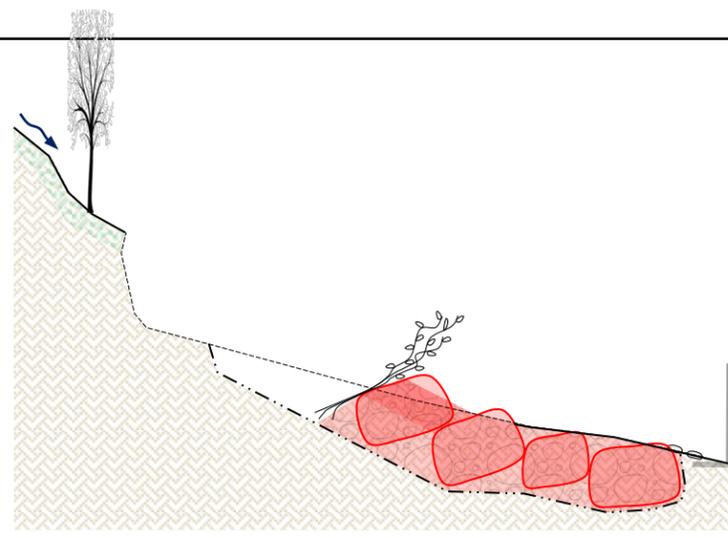
#### Étape 2

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les travaux sont réalisés dans des conditions sèches (en l'absence de la marée).
- La zone est dégagée de l'enrochement actuellement présent.
- La clé est excavée.



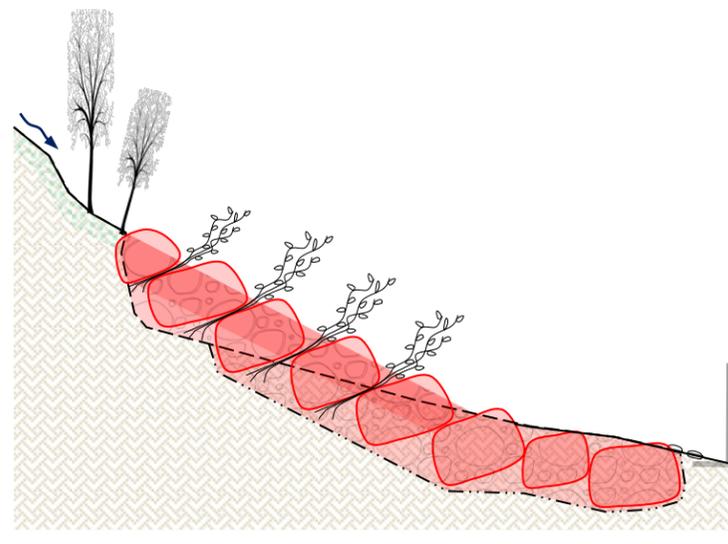
#### Étape 3

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les gros blocs sont progressivement déposés dans l'espace excavé. Les interstices sont remplis par le matériel approprié.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.



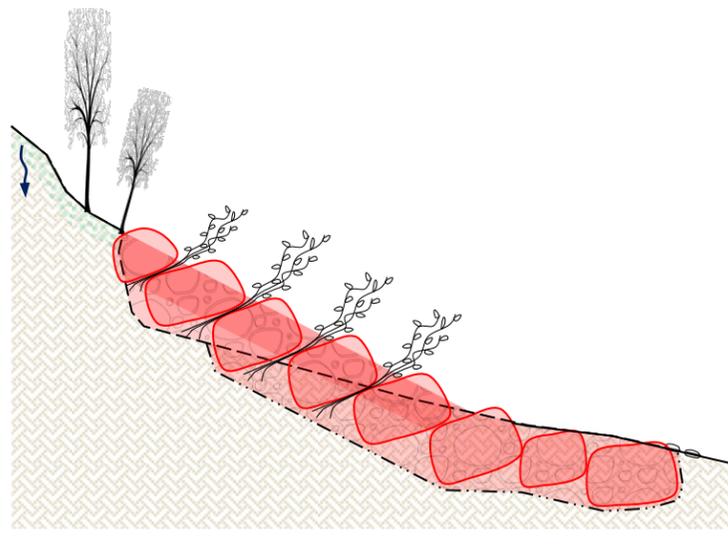
#### Étape 4

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices entre les blocs.
- La structure composée de roches et végétaux est érigée progressivement.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.



#### Étape 5

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.
- La végétalisation de la partie supérieure du talus est complétée.



#### Étape 6

- Le site est nettoyé.
- Les voies d'écoulement préférentiel (ruissellement) sont déviées et protégées.
- Les rideaux de confinement des sédiments sont retirés.



Projet Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux

No du projet 2021-03-08C

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Séquence de l'intervention Schématique

Localisation N 46° 38' 23,2"  
W 71° 56' 51,9"

Échelle Schématique

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 14 septembre 2022

**Plan 8**

## Particularités techniques

### Période de réalisation

Les travaux doivent être effectués durant la période de faible pluviosité afin de limiter le ruissellement sur les surfaces terrestres. De plus, le régime de marées doit être considéré afin de travailler en l'absence d'eau dans la zone de travaux et à sa proximité. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises afin de ne pas perturber l'habitat aquatique des espèces aquatiques présentes par la remise de matières en suspension.

### Chemin d'accès

La zone d'intervention est accessible par le réseau de chemins publics et privés. La construction de nouveaux chemins d'accès n'est pas nécessaire.

### Déboisement

Les travaux ne nécessitent pas de déboisement.

### Banc d'emprunt

Le banc d'emprunt utilisé pour l'approvisionnement doit correspondre aux normes actuelles. En aucun cas, le matériel ne devra être prélevé à moins de 30 m du littoral d'un cours d'eau.

### Méthode de travail

#### Tolérance et précision

Pour les structures projetées, la tolérance des dimensions horizontales est de 0,50 m. Les cotes de niveau doivent être respectées à 0,20 m.

#### Machinerie utilisée

Les travaux seront principalement réalisés à l'aide d'une excavatrice sur chenilles et de camions.

#### Disposition de l'enrochement

Les pierres seront placées selon la disposition indiquée sur les plans. Les pierres déposées directement sur le terrain naturel doivent être enfoncées à l'aide du godet de la pelle mécanique afin d'assurer la stabilité maximale des différents

éléments. L'entrepreneur doit placer les différents éléments de façon à obtenir une surface bien protégée, d'une masse stable, tout en minimisant le volume des vides et des interstices entre les différents éléments de la structure. Les plus grosses pierres seront placées au pied du talus. Afin d'assurer la stabilité et l'étanchéité des structures, un matériel de calibre intermédiaire doit être placé dans les interstices entre les grosses pierres.

Dans la partie supérieure de l'enrochement (élévation supérieure à la ligne des hautes eaux naturelles), les interstices entre les pierres seront partiellement remplis de terre végétale afin de faciliter la reprise de la végétation. La partie supérieure du talus sera revégétalisée par la plantation d'arbustes indigènes.

### Matériaux

#### Matériel utilisé pour l'enrochement

Le matériel destiné à l'érection de la carapace doit être propre, sans quantité excessive de particules fines. Le matériel contenant de la matière organique et/ou des débris de bois peut être refusé.

La granulométrie du matériel est indiquée sur les plans. Au moins 85 % du volume total doit être composé de pierres dont le diamètre est indiqué sur les plans. La densité de la pierre doit être supérieure à 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Le choix des matériaux doit être préalablement approuvé par le chargé de projet. Les roches angulaires sont privilégiées aux pierres rondes. Notamment, les roches angulaires permettent de minimiser le volume des interstices et un éventuel lessivage des particules fines du filtre localisé derrière la carapace. De plus, les roches angulaires assurent une meilleure stabilité des éléments, les rendant moins vulnérables au renversement.

#### Matériel végétal

Des boutures de saules sont utilisées dans l'ouvrage de stabilisation. Les espèces de saules recommandées sont des espèces indigènes fréquemment rencontrées dans les milieux riverains. Les trois espèces principalement utilisées au Québec, disponibles



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux
No du projet	2021-03-08C
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 1/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small> Gabriel Charbonneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	14 septembre 2022

**Plan 9**

en pépinière et pour lesquels le potentiel de bouturage est bien documenté sont le saule de l'intérieur (*Salix interior*), le saule à tête laineuse (*Salix eriocephala*) et le saule discoloré (*Salix discolor*). Les trois espèces ont été observées dans les milieux riverains du fleuve à proximité des sites. Les boutures de saules ont un diamètre moyen de 2 cm pour une longueur de tige de 0,8 à 2 m et sont implantées dans l'ouvrage en phase de dormance. Les trois quarts de la tige doivent être en contact direct avec le sol d'origine ou le filtre granulaire pour espérer une reprise végétale satisfaisante. Il faut apporter un soin particulier à ne pas écraser les boutures lors de leur mise en place entre les blocs. Des tubes en PVC peuvent être utilisés pour insérer les boutures sans les abimer. Les périodes d'utilisation des boutures en dormance s'échelonnent du début du printemps à la mi-juin, puis à l'automne, habituellement après la mi-octobre. Si les travaux ne peuvent être réalisés durant l'une de ces périodes, il est recommandé d'utiliser des tiges de saules enracinées pour ce type d'ouvrage, à la place des boutures. Les tiges de saules enracinées ont une longueur de 1,2 à 1,5 m et sont récoltées puis cultivées de façon à ce qu'elles produisent un fort système racinaire à la base. Les feuilles sont conservées seulement dans la partie haute de la tige de sorte que la plus grande partie de la bouture consiste en une tige nue. Leur utilisation permet de s'affranchir de la période de dormance durant laquelle les boutures doivent être implantées dans l'ouvrage et diminue le taux de mortalité du matériel vivant. À noter que la production de ces tiges enracinées débute au Québec et que leur utilisation dans ce type d'ouvrage n'est pas documentée.

Il est recommandé de végétaliser le pied et le haut de berge. Pour le pied de berge, des espèces héliophytes peuvent être plantées en multicellule ou en pot (format variable selon la disponibilité en pépinières). Des carex, joncs, éléocharides, scirpes ou graminées de marais intertidal (*Agrostis mertensii*, *Sphenopholis intermedia*, *Sporobolus michauxianus*) peuvent être utilisés. En haut de l'ouvrage, il est important de revégétaliser le milieu après les travaux pour éviter la colonisation par les espèces exotiques envahissantes et assurer une continuité structurelle et écologique de l'ouvrage avec le milieu naturel. Bien que des arbres sont présents dans le talus de berge, il est recommandé d'implanter des arbustes. Les espèces arbustives seront préférées : le noisetier à long bec (*Corylus cornuta*), le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), l'érable à épis (*Acer spicatum*), le cornouiller à feuilles alternes (*Cornus alternifolia*), l'aubépine à épines longues (*Crataegus macracantha*), etc... Il est à noter que le cornouiller stolonifère peut aussi être

utilisé en boutures, bien que le succès de reprise soit moins important que les trois espèces de saules ci-haut. Il offre l'avantage de croître en milieu ombragé, ce qui est le cas du site. En plus de la plantation d'arbustes, il est fortement recommandé de semer le haut de berge. Pour limiter le ruissellement et favoriser la stabilisation des couches superficielles du sol, des espèces à port cespiteux (en touffe) ou à rhizomes (tige souterraine) sont à favoriser, par exemple le barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*), la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) ou la fétuque rouge (*Festuca rubra*).

#### **Batardeau**

Étant donné la nature des travaux et l'ampleur des travaux, l'érection d'un batardeau n'est pas envisagée.

#### **Remise en état**

Après les travaux de construction, il est nécessaire d'effectuer la remise en état des lieux. Les débris de bois seront ramassés et éliminés de façon respectueuse de l'environnement. Les surfaces mises à nu seront consolidées. Tous les matériaux récupérables et les débris de chantier devront être ramassés et transportés hors du site. Les sections de chemin défoncées ou sévèrement endommagées seront réparées.

#### **Mesures de sécurité**

Lors des travaux, il est nécessaire de respecter les mesures recommandées par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Le chargé de projet doit être considéré comme étant le maître d'œuvre dans les relations avec la CNESST.

#### **Permis et certificats d'autorisation**

Avant d'entreprendre des travaux, le promoteur du projet doit obtenir tous les certificats et permis des autorités concernées pour une intervention de ce type.

#### **Respect des permis et certificats**

L'entrepreneur est responsable du respect des conditions stipulées dans les différents permis et certificats émis pour les travaux.



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux
No du projet	2021-03-08C
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	14 septembre 2022

**Plan 10**

## Mesures de mitigation

### Accès au littoral

L'accès au littoral avec la machinerie devra être limité au minimum afin d'éviter la mise en circulation de matériaux fins. Si possible, l'essentiel des travaux devra donc être effectué à partir de la berge. Si l'accès au littoral est nécessaire, l'emprise doit être minimale et directement alignée vers le site des travaux.

L'accès à des zones submergées avec la machinerie n'est pas permis. De plus, le passage dans les marais intertidaux végétalisés n'est pas permis.

### Approvisionnement en combustible

Le remplissage des réservoirs devra être effectué à l'extérieur du site des travaux dans un endroit jugé sécuritaire en cas de perte ou d'écoulement et situé à au moins 30 m du cours d'eau. Il en va de même pour les travaux d'entretien et de réparation (graissage, vérification des huiles, etc.).

### Propreté des machines

La machinerie utilisée pour l'exécution du mandat devra être propre et ne présenter aucune fuite d'huile ou d'autres liquides.

### Trousse d'urgence (fuite d'hydrocarbures)

L'entrepreneur doit avoir en sa possession une trousse d'urgence en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures dans le cours d'eau.

### Plan d'urgence

Le responsable des travaux de terrain doit élaborer un plan d'urgence dans la possibilité d'un déversement important de contaminants dans le cours d'eau ou les sols environnants. Il doit avoir en sa possession les moyens de communication adéquats afin de pouvoir rapidement avvertir les organismes concernés



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un talus argileux
No du projet	2021-03-08C
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 38' 23,2" W 71° 56' 51,9"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	14 septembre 2022

**Plan 11**



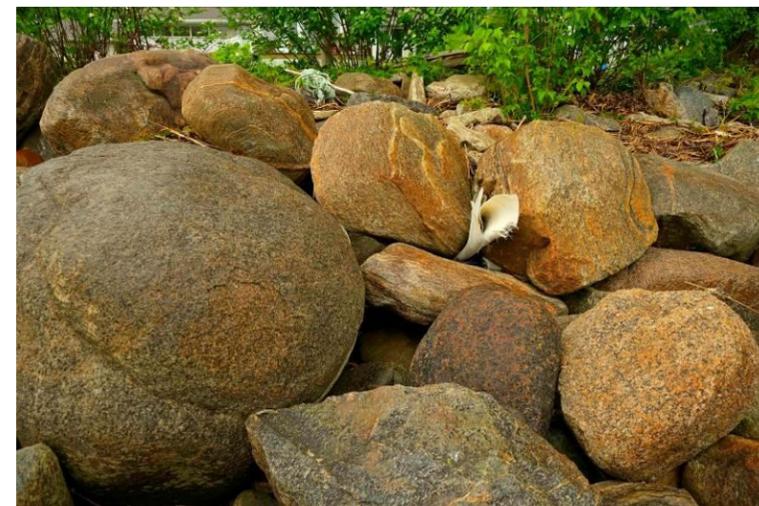
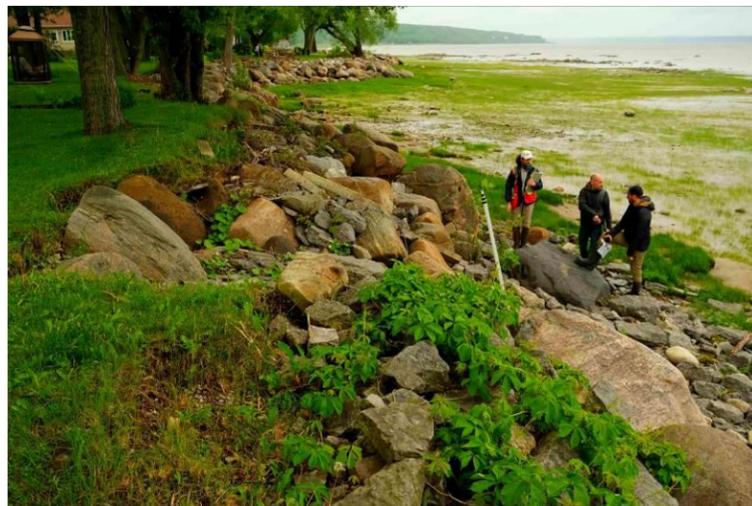
# Enrochement désuet

Conditions :

Matériaux meubles en berge

Enrochement ayant glissé et ne remplissant plus sa fonction de stabilisation

Présence d'un marais intertidal à proximité de l'aménagement



Projet Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré

No du projet 2021-03-08B

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Page titre

Localisation N 46° 41' 27,1"  
W 71° 51' 18,6"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 septembre 2022

**Plan 1**



**LOCALISATION  
DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 53 000



**LOCALISATION  
DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 2 000

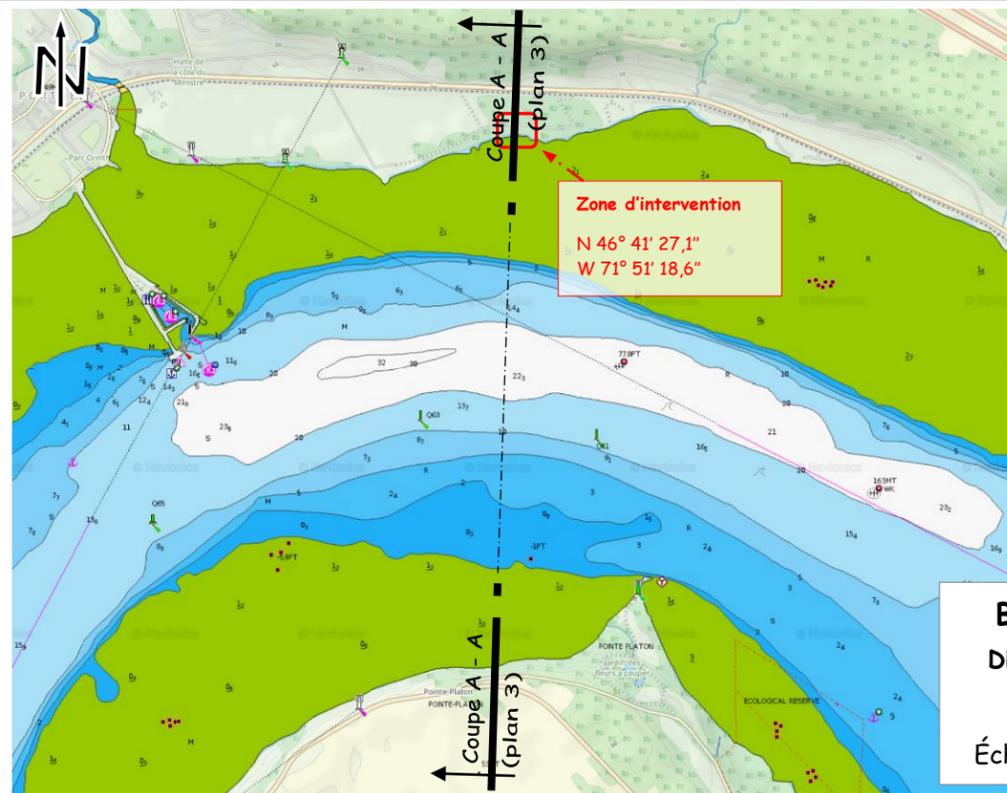
**ÉLÉVATIONS**  
Station de Portneuf - 03300, Localisée à 2 km en amont de la zone d'intervention.

Plus haut niveau d'eau enregistré	6.50	2020-04-08
Pleine mer supérieure, grande marée	5.40	N/A
Niveau moyen de l'eau	2.90	N/A
Plus bas niveau d'eau enregistré	-0.56	1998-04-24
Système de référence verticale	CGVD2013	- 1,42 m



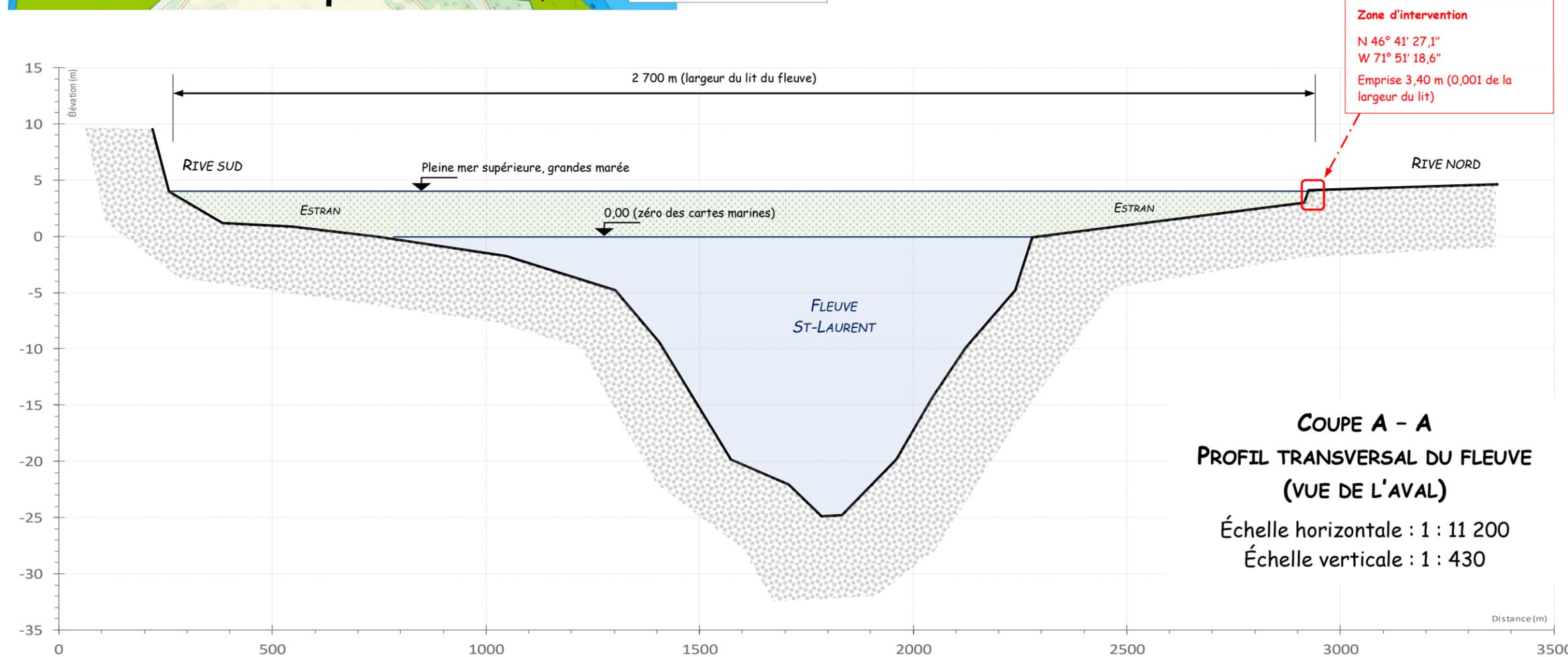
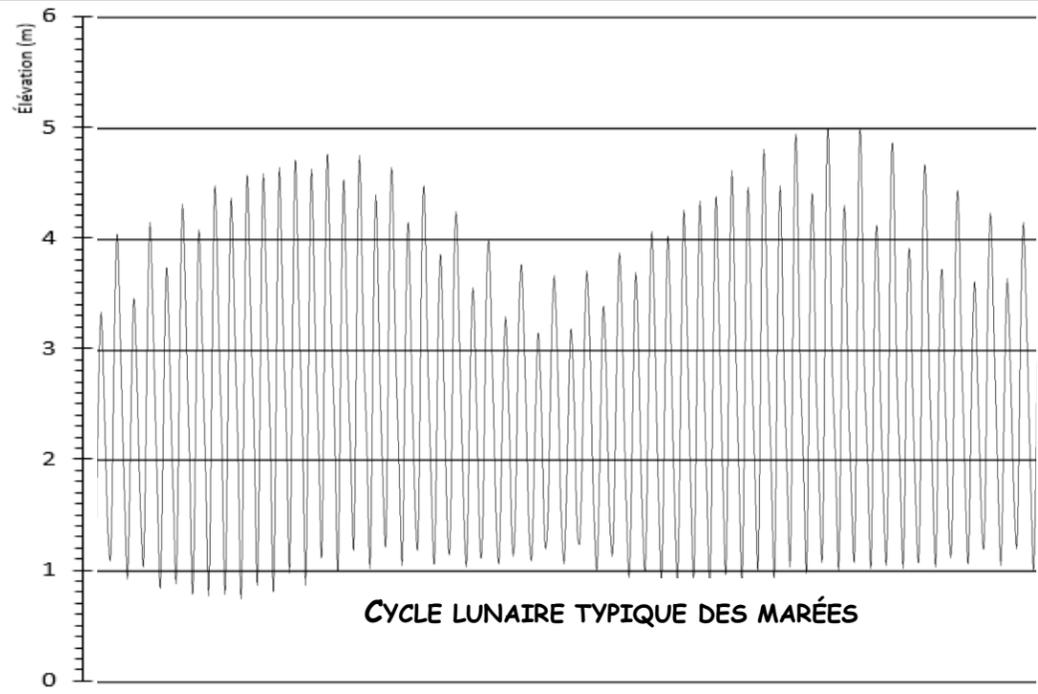
Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Localisation de la zone à l'étude
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022



**Zone d'intervention**  
 N 46° 41' 27,1"  
 W 71° 51' 18,6"

**BATHYMÉTRIE  
 DE LA SECTION  
 À L'ÉTUDE**  
 Échelle : 1 : 50 000



**Zone d'intervention**  
 N 46° 41' 27,1"  
 W 71° 51' 18,6"  
 Emprise 3,40 m (0,001 de la  
 largeur du lit)

**COUPE A - A  
 PROFIL TRANSVERSAL DU FLEUVE  
 (VUE DE L'AVANT)**  
 Échelle horizontale : 1 : 11 200  
 Échelle verticale : 1 : 430

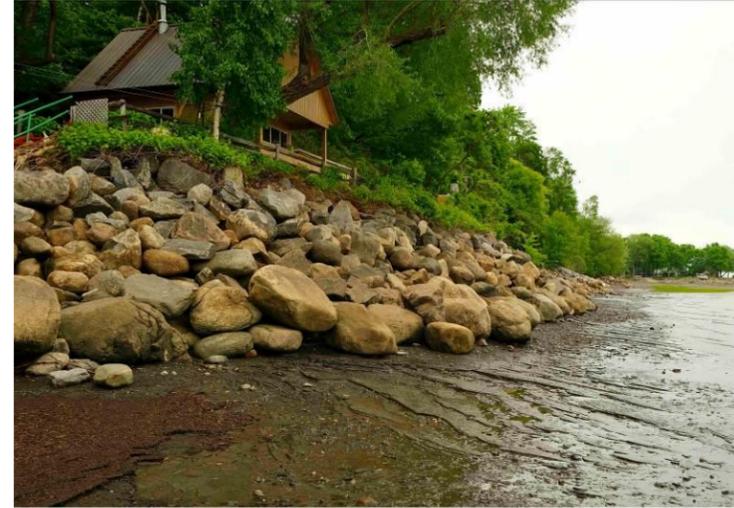


Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Bathymétrie de la zone à l'étude
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc.        4418, de la Promenade        Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)        (418) 326-2186        miroslavchum@gmail.com</small> Gabriel Charbonneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc.        3800, 1er Rang de Doncaster        Val-David (Qc) J0T 2N0        (819) 507-0002        gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022

## Problématique et critères de conception



La protection des rives par l'enrochement est la technique la plus fréquemment utilisée pour la consolidation des talus soumis à l'action hydraulique des plans d'eau et des cours d'eau.



Habituellement, en raison de la forte pente de l'enrochement, la stabilité de la structure est précaire et les roches peuvent être déplacées par des forces hydrauliques et par les mouvements des glaces. En outre, l'emploi de roches arrondies diminue la résistance de la structure et en augmente la vulnérabilité.



Le calibre des roches homogène et leur forme arrondie est responsable du volume relativement important des interstices. Cette configuration permet aux vagues de lessiver tout matériel plus fin des interstices et de rendre la masse de l'enrochement peu propice à la colonisation par des espèces végétales.



Un des principaux avantages de l'enrochement est la capacité de s'adapter aux changements de la configuration du lit du cours d'eau. Particulièrement, la plateforme du St-Laurent se caractérise par des roches très friables et sensibles au cycle gel-dégel. La protection rigide (murs de soutènement), après quelques années, perd le contact avec le fond et sa stabilité devient compromise.



L'absence d'une couverture végétale, combinée avec l'exposition de la structure au sud, est responsable des températures élevées durant les périodes d'ensoleillement soutenue. La rive nord du St-Laurent est particulièrement affectée par ce paramètre peu propice à la survie de la végétation.



Même si un tel aménagement ne respecte pas les critères de conception, la pente relativement douce combinée avec une granulométrie appropriée offre à la végétation la possibilité d'enracinement et d'établissement d'un écosystème local diversifié.



Projet Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré

No du projet 2021-03-08B

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique et critères de conception

Localisation N 46° 41' 27,1"  
W 71° 51' 18,6"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 septembre 2022

**Plan 4**



**Projet** Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré

**No du projet** 2021-03-08B

**Référence du client**

**Plan d'eau** Fleuve St-Laurent

**Plan** Vue en plan de la zone d'intervention

**Localisation** N 46° 41' 27,1"  
W 71° 51' 18,6"

**Échelle** 1 : 300

**Projeté par** Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

**Dessiné par** Miroslav Chum

**Sceau**

**Unités** Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

**Date** 2 septembre 2022

**Plan 5**



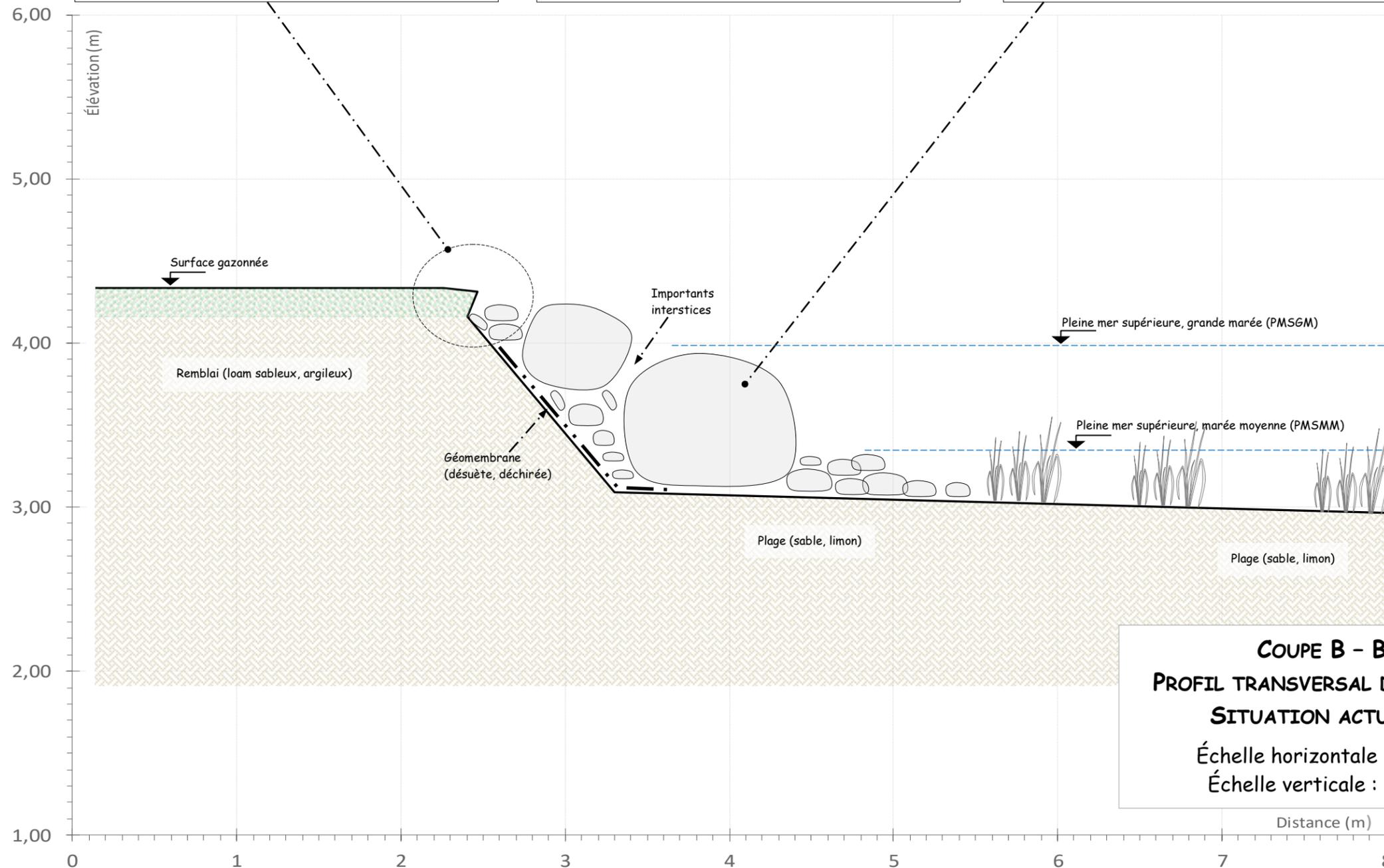
Érosion de la partie supérieure du talus.



Enrochement longeant la rive.



Très grosses roches largement espacées, interstices importants.



**COUPE B - B**  
**PROFIL TRANSVERSAL DE LA RIVE**  
**SITUATION ACTUELLE**  
 Échelle horizontale : 1 : 30  
 Échelle verticale : 1 : 30



**Projet** Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré

**No du projet** 2021-03-08B

**Référence du client**

**Plan d'eau** Fleuve St-Laurent

**Plan** Coupe B - B  
 Profil transversal de la rive  
 Situation actuelle

**Localisation** N 46° 41' 27,1"  
 W 71° 51' 18,6"

**Échelle** 1 : 30 (horizontale)  
 1 : 30 (verticale)

**Projeté par** Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
 Miroslav Chum, inc.  
 4418, de la Promenade  
 Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
 (418) 326-2186  
 miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
 Aubier Environnement, inc.  
 3800, 1er Rang de Doncaster  
 Val-David (Qc) J0T 2N0  
 (819) 507-0002  
 gabriel@aubier-enviro.com

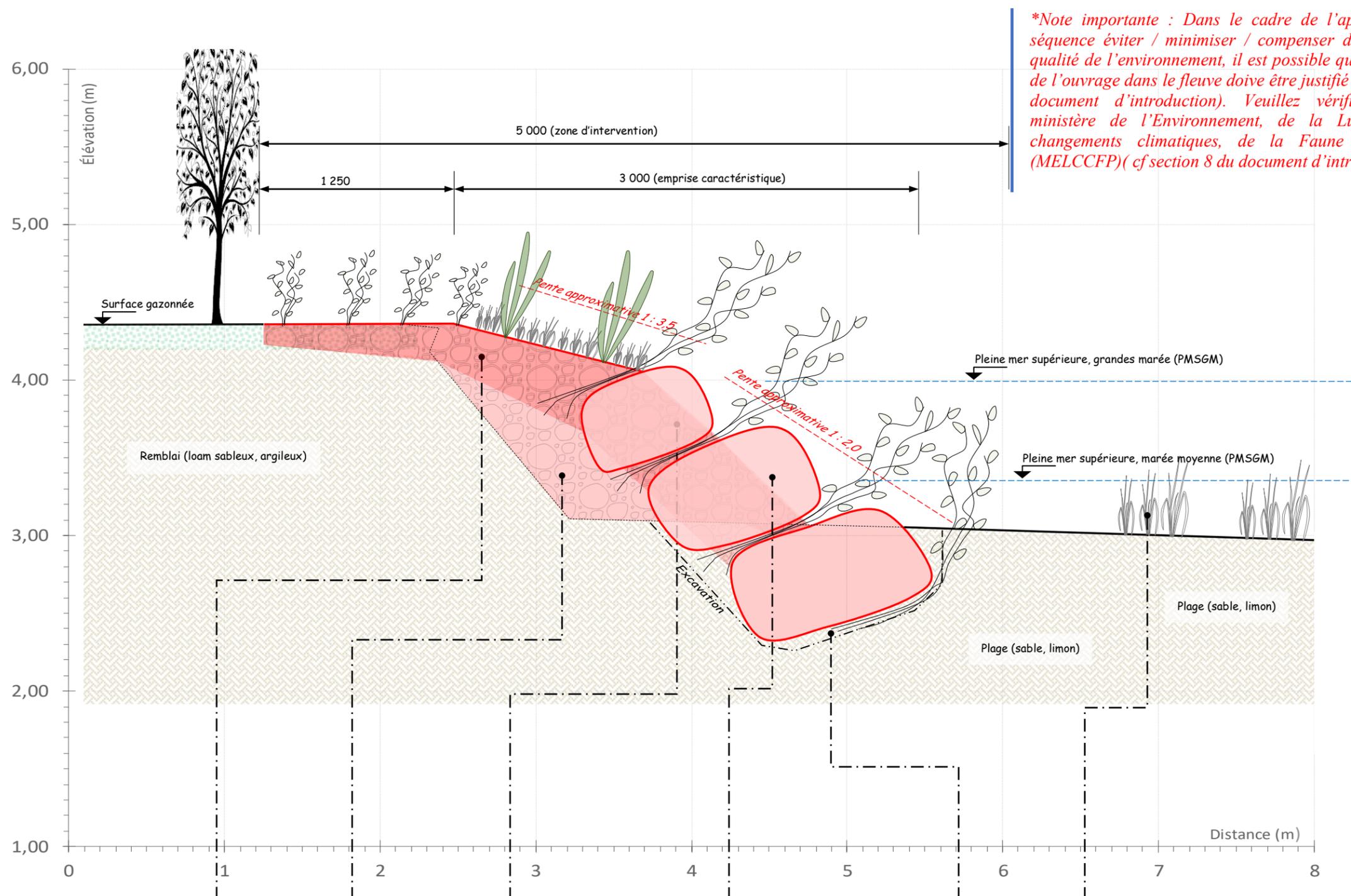
**Dessiné par** Miroslav Chum

**Sceau**

**Unités** Système métrique SI  
 Distances en mm  
 Élévations en m

**Date** 2 septembre 2022

**Plan 6**



*\*Note importante : Dans le cadre de l'application de la séquence éviter / minimiser / compenser de la Loi sur la qualité de l'environnement, il est possible que l'empiètement de l'ouvrage dans le fleuve doive être justifié (cf. section 7 du document d'introduction). Veuillez vérifier auprès du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (cf section 8 du document d'introduction)*



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe B - B Profil transversal de la rive Situation projetée
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	1 : 30 (horizontale) 1 : 30 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022

**Enrochement de la rive, carapace**  
Partie supérieure du talus  
Empierrement Ø 150 - 600 mm  
Épaisseur 750 mm  
Inséré dans le filtre granulaire  
Tous les interstices entre les pierres doivent être remplis avec le matériel approprié pour former une masse compacte.

**Filtre granulaire**  
Granulométrie Ø 10 - 150 mm  
Mélangé avec la terre argileuse lourde

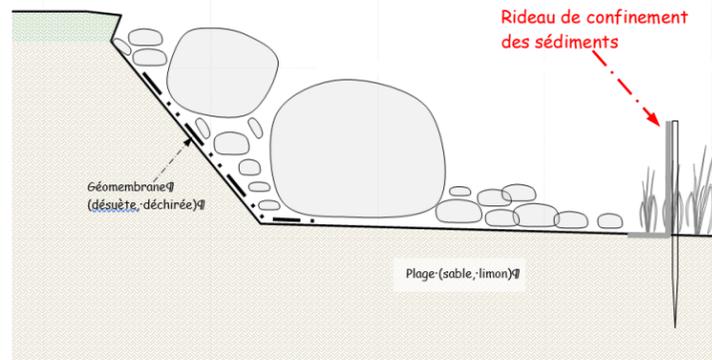
**Végétation**  
Les tiges sont insérées progressivement pendant la construction. Les tiges de saules (*Salix interior*) en dormance ou enracinées sont insérées progressivement pendant la construction. Elles doivent être enterrées dans le filtre granulaire ou dans le sol d'origine sur les 3/4 de la longueur de la tige.

**Enrochement de la rive, carapace**  
Empierrement Ø 800 - 1 200 mm  
Tous les interstices entre les pierres doivent être remplis avec le matériel approprié pour former une masse compacte. La granulométrie du matériel de remplissage est choisie en fonction de la taille des interstices réels entre les roches formant la carapace de la structure.

**Clé d'ancrage**  
Entièrement recouverte par le matériel naturel.

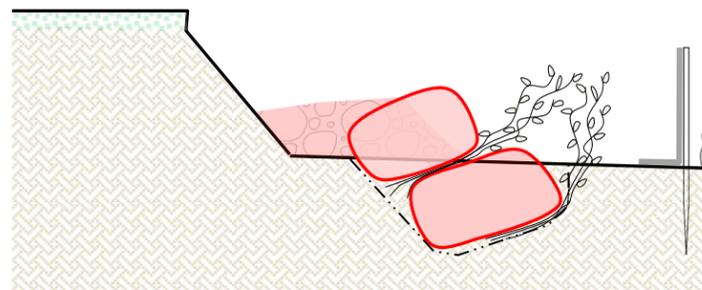
**Végétation actuelle**  
La végétation actuellement en place sera préservée.

**COUPE B - B**  
**PROFIL TRANSVERSAL DE LA RIVE**  
**SITUATION PROJETÉE**  
Échelle horizontale : 1 : 30  
Échelle verticale : 1 : 30



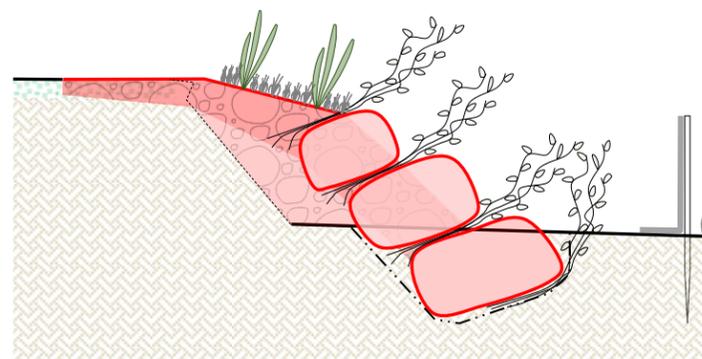
### Étape 1

- Le rideau de confinement des sédiments est mis en place.



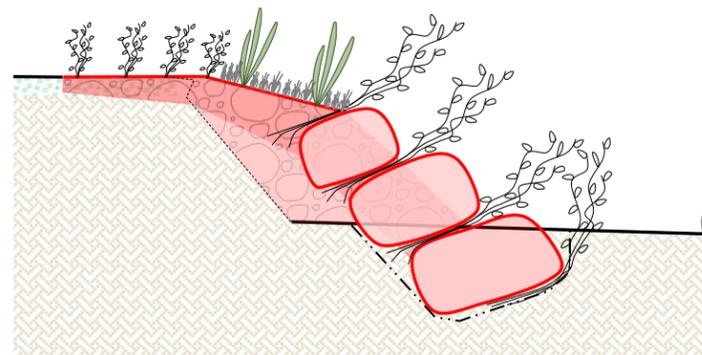
### Étape 2

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les travaux sont réalisés dans des conditions sèches (en absence de la marée).
- La zone est dégagée de l'enrochement actuellement présent.
- Les résidus de la géomembrane sont retirés du site.



### Étape 3

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- La clé d'ancrage est excavée dans le substrat naturel.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.



### Étape 4

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.
- La structure composée de roches et végétaux est érigée progressivement.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié. La granulométrie du matériel de remplissage est choisie en fonction de la taille des interstices réels entre les roches formant la carapace de la structure.

### Étape 5

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.
- La végétalisation de la partie supérieure du talus est complétée.

### Étape 6

- La végétalisation du plateau horizontal est terminée.
- Le site est nettoyé.
- Les rideaux de confinement des sédiments sont retirés.



Projet Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré

No du projet 2021-03-08B

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Séquence de l'intervention  
Schématique

Localisation N 46° 41' 27,1"  
W 71° 51' 18,6"

Échelle Schématique

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 septembre 2022

Plan 8

## Particularités techniques

### Période de réalisation

Les travaux doivent être effectués durant la période de faible pluviosité afin de limiter le ruissellement sur les surfaces terrestres. De plus, le régime de marées doit être considéré afin de travailler en l'absence d'eau dans la zone de travaux et à sa proximité. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises afin de ne pas perturber l'habitat aquatique des espèces aquatiques présentes par la remise de matières en suspension.

### Chemin d'accès

La zone d'intervention est accessible par le réseau de chemins publics et privés. La construction de nouveaux chemins d'accès n'est pas nécessaire.

### Déboisement

Les travaux ne nécessitent pas de déboisement.

### Banc d'emprunt

Le banc d'emprunt utilisé pour l'approvisionnement doit correspondre aux normes actuelles. En aucun cas, le matériel ne devra être prélevé à moins de 30 m du littoral d'un cours d'eau.

### Méthode de travail

#### Tolérance et précision

Pour les structures projetées, la tolérance des dimensions horizontales est de 0,50 m. Les cotes de niveau doivent être respectées à 0,20 m.

#### Machinerie utilisée

Les travaux seront principalement réalisés à l'aide d'une excavatrice sur chenilles et de camions.

#### Disposition de l'enrochement

Les pierres seront placées selon la disposition indiquée sur les plans. Les pierres déposées directement sur le terrain naturel doivent être enfoncées à l'aide du godet de la pelle mécanique afin d'assurer la stabilité maximale des

différents éléments. L'entrepreneur doit placer les différents éléments de façon à obtenir une surface bien protégée, d'une masse stable, tout en minimisant le volume des vides et des interstices entre les différents éléments de la structure. Les plus grosses pierres seront placées au pied du talus. Afin d'assurer la stabilité et l'étanchéité des structures, un matériel de calibre intermédiaire doit être placé dans les interstices entre les grosses pierres.

Dans la partie supérieure de l'enrochement (élévation supérieure à la ligne des hautes eaux naturelles), les interstices entre les pierres seront partiellement remplis de terre végétale afin de faciliter la reprise de la végétation. La partie supérieure du talus sera revégétalisée par la plantation d'arbustes indigènes.

### Matériaux

#### Matériel utilisé pour l'enrochement

Le matériel destiné à l'érection de la carapace doit être propre, sans quantité excessive de particules fines. Le matériel contenant de la matière organique et/ou des débris de bois peut être refusé.

La granulométrie du matériel est indiquée sur les plans. Au moins 85 % du volume total doit être composé de pierres dont le diamètre est indiqué sur les plans. La densité de la pierre doit être supérieure à 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Le choix des matériaux doit être préalablement approuvé par le chargé de projet. Les roches angulaires sont privilégiées aux pierres rondes. Notamment, les roches angulaires permettent de minimiser le volume des interstices et un éventuel lessivage des particules fines du filtre localisé derrière la carapace. De plus, les roches angulaires assurent une meilleure stabilité des éléments, les rendant moins vulnérables au renversement.

#### Matériel végétal

Des boutures de saules sont utilisées dans l'ouvrage de stabilisation. Les espèces de saules recommandées sont des espèces indigènes fréquemment rencontrées dans les milieux riverains. Les trois espèces principalement



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 1/2
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small>  Gabriel Charbonneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022

**Plan 9**

utilisées au Québec, disponibles en pépinière et pour lesquels le potentiel de bouturage est bien documenté sont le saule de l'intérieur (*Salix interior*), le saule à tête laineuse (*Salix eriocephala*) et le saule discoloré (*Salix discolor*). Les trois espèces ont été observées dans les milieux riverains du fleuve à proximité des sites. Les boutures de saules ont un diamètre moyen de 2 cm pour une longueur de tige de 0,8 à 2 m et sont implantées dans l'ouvrage en phase de dormance. Les trois quarts de la tige doivent être en contact direct avec le sol d'origine ou le filtre granulaire pour espérer une reprise végétale satisfaisante. Il faut apporter un soin particulier à ne pas écraser les boutures lors de leur mise en place entre les blocs. Des tubes en PVC peuvent être utilisés pour insérer les boutures sans les abimer. Les périodes d'utilisation des boutures en dormance s'échelonnent du début du printemps à la mi-juin, puis à l'automne, habituellement après la mi-octobre. Si les travaux ne peuvent être réalisés durant l'une de ces périodes, il est recommandé d'utiliser des tiges de saules enracinées pour ce type d'ouvrage, à la place des boutures. Les tiges de saules enracinées ont une longueur de 1,2 à 1,5 m et sont récoltées puis cultivées de façon à produire un fort système racinaire à la base. Les feuilles sont conservées seulement dans la partie haute de la tige de sorte que la plus grande partie de la bouture consiste en une tige nue. Leur utilisation permet de s'affranchir de la période de dormance durant laquelle les boutures doivent être implantées dans l'ouvrage et diminue le taux de mortalité du matériel vivant. À noter que la production de ces tiges enracinées débute au Québec et que leur utilisation dans ce type d'ouvrage n'est pas documentée.

*Il est recommandé de végétaliser le pied et le haut de berge. Pour le pied de berge, des espèces héliophytes peuvent être plantées en multicellule ou en pot (format variable selon la disponibilité en pépinières). Des carex, joncs, éléocharides, scirpes ou graminées de marais intertidal (*Agrostis mertensii*, *Sphenopholis intermedia*, *Sporobolus michauxianus*) peuvent être utilisés. En haut de berge, il est important de revégétaliser le milieu après les travaux pour éviter la colonisation par les espèces exotiques envahissantes. Il est important de ne pas planter d'arbres en berge et sur le replat à proximité de l'ouvrage. Les espèces arbustives seront préférées : le noisetier à long bec (*Corylus cornuta*), le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), l'érable à épis (*Acer spicatum*), le cornouiller à feuilles alternes (*Cornus alternifolia*), l'aubépine à*

*épines longues (*Crataegus macracantha*), la spirée blanche (*Spiraea alba* var. *alba*), le saule de Bebb (*Salix bebbiana*), etc... Il est à noter que le cornouiller stolonifère peut aussi être utilisé en boutures, bien que le succès de reprise soit moins important que les trois espèces de saules ci-haut. Il offre l'avantage de croître en milieu ombragé, alors que les saules arbustifs sont des espèces de lumière. En plus de la plantation d'arbustes, il est fortement recommandé de semer le haut de berge. Un mélange grainier d'espèces mellifères ou à forte biodiversité sera préféré. Pour un haut potentiel de stabilisation des couches superficielles du sol, des espèces à port cespiteux (en touffe) ou à rhizomes (tige souterraine) sont à favoriser, par exemple le barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*), la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) ou la fétuque rouge (*Festuca rubra*).*

#### **Batardeau**

Étant donné la nature des travaux et l'ampleur des travaux, l'érection d'un batardeau n'est pas envisagée.

#### **Remise en état**

Après les travaux de construction, il est nécessaire d'effectuer la remise en état des lieux. Les débris de bois seront ramassés et éliminés de façon respectueuse de l'environnement. Les surfaces mises à nu seront consolidées. Tous les matériaux récupérables et les débris de chantier devront être ramassés et transportés hors du site. Les sections de chemin défoncées ou sévèrement endommagées seront réparées.

#### **Mesures de sécurité**

Lors des travaux, il est nécessaire de respecter les mesures recommandées par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Le chargé de projet doit être considéré comme étant le maître d'œuvre dans les relations avec la CNESST.

#### **Permis et certificats d'autorisation**

Avant d'entreprendre des travaux, le promoteur du projet doit obtenir tous les certificats et permis des autorités concernées pour une intervention de ce type.

#### **Respect des permis et certificats**

L'entrepreneur est responsable du respect des conditions stipulées dans les différents permis et certificats émis pour les travaux.



Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022

**Plan 10**

## Mesures de mitigation

### Accès au littoral

L'accès au littoral avec la machinerie devra être limité au minimum afin d'éviter la mise en circulation de matériaux fins. Si possible, l'essentiel des travaux devra donc être effectué à partir de la berge. Si l'accès au plan d'eau est nécessaire, l'emprise doit être minimale et directement alignée vers le site des travaux.

L'accès à des zones submergées avec la machinerie n'est pas permis. De plus, le passage dans les marais intertidaux végétalisés n'est pas permis.

### Approvisionnement en combustible

Le remplissage des réservoirs devra être effectué à l'extérieur du site des travaux dans un endroit jugé sécuritaire en cas de perte ou d'écoulement et situé à au moins 30 m du cours d'eau. Il en va de même pour les travaux d'entretien et de réparation (graissage, vérification des huiles, etc.).

### Propreté des machines

La machinerie utilisée pour l'exécution du mandat devra être propre et ne présenter aucune fuite d'huile ou d'autres liquides.

### Trousse d'urgence (fuite d'hydrocarbures)

L'entrepreneur doit avoir en sa possession une trousse d'urgence en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures dans le cours d'eau.

### Plan d'urgence

Le responsable des travaux de terrain doit élaborer un plan d'urgence dans la possibilité d'un déversement important de contaminants dans le cours d'eau ou les sols environnants. Il doit avoir en sa possession les moyens de communication adéquats afin de pouvoir rapidement avvertir les organismes concernés



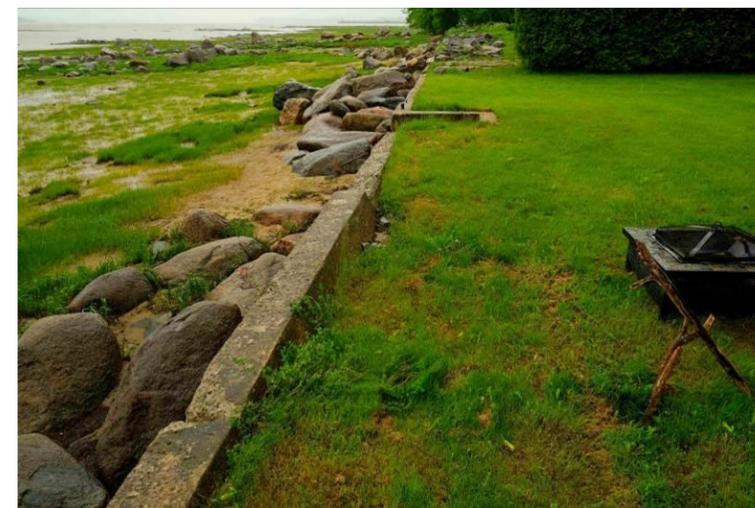
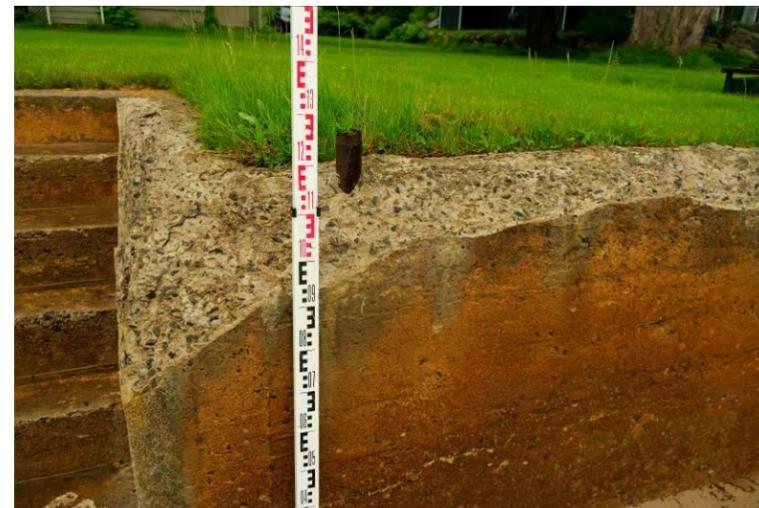
Projet	Restauration d'une rive constituée d'un enrochement altéré
No du projet	2021-03-08B
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques 2/2
Localisation	N 46° 41' 27,1" W 71° 51' 18,6"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small>  Gabriel Charbonneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	2 septembre 2022

**Plan 11**



# Muret en béton désuet

Conditions :  
Muret de béton désuet  
Présence d'un marais intertidal à proximité



Projet Restauration d'une rive  
Muret de béton désuet

No du projet 2021-03-08A

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Page titre

Localisation N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 17 juin 2022

**Plan 1**



**LOCALISATION  
DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 53 000



**Projet** Restauration d'une rive  
Muret de béton désuet

**No du projet** 2021-03-08A

**Référence du client**

**Plan d'eau** Fleuve St-Laurent

**Plan** Localisation de la zone à l'étude

**Localisation** N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

**Échelle** Indiquée

**Projeté par** Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

**Dessiné par** Miroslav Chum

**Sceau**

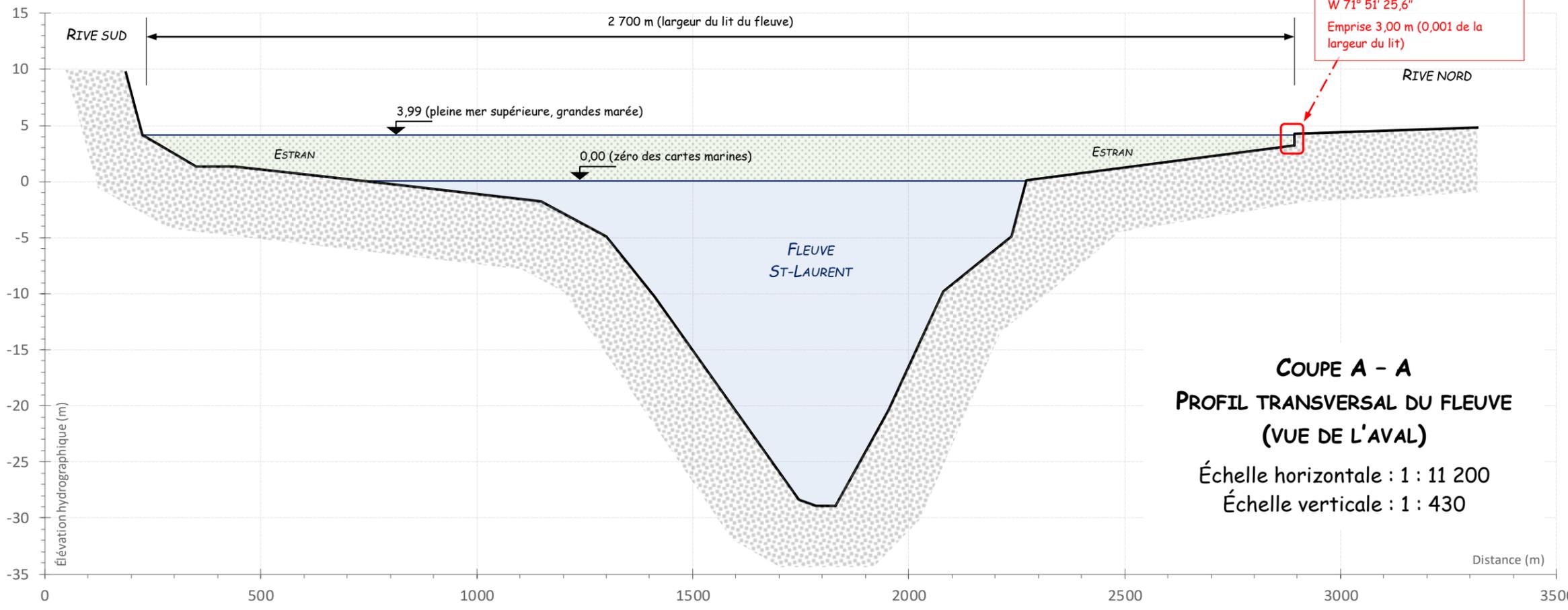
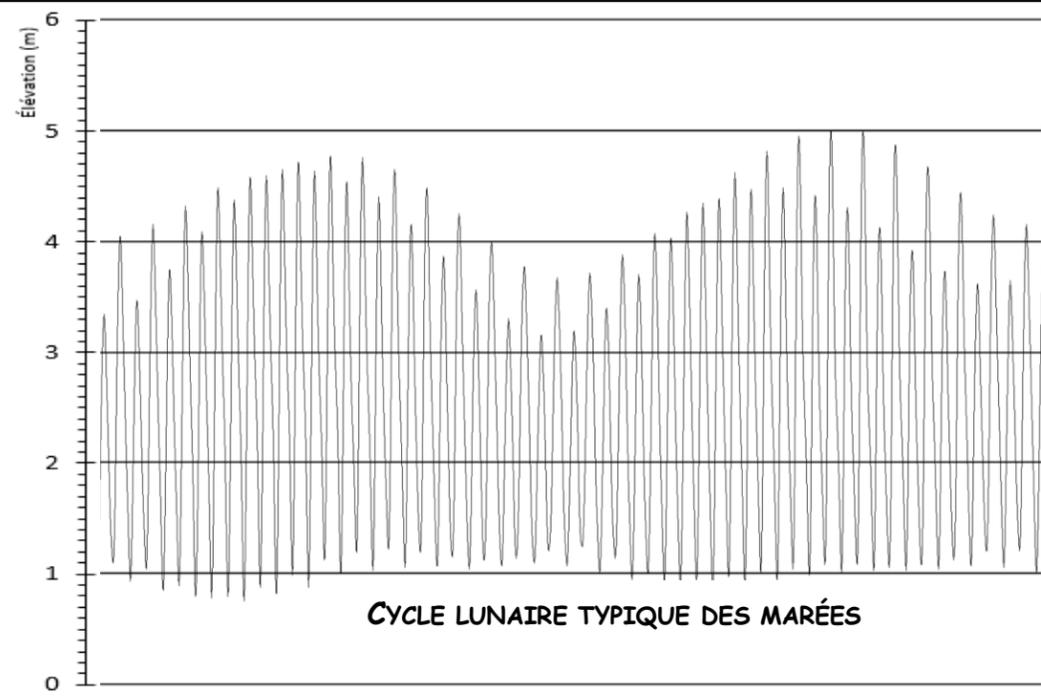
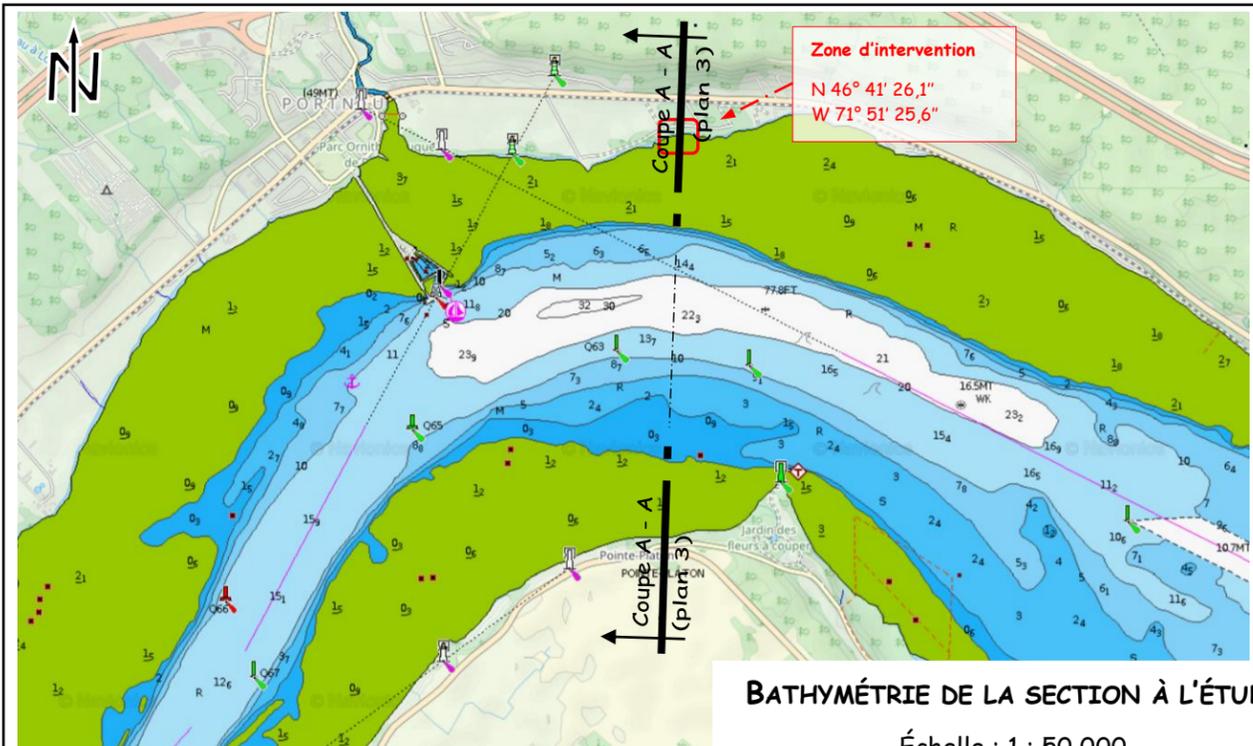
**Unités** Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

**Date** 17 juin 2022

**Plan 2**



**LOCALISATION  
DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 735



Projet	Restauration d'une rive Muret de béton désuet
No du projet	2021-03-08A
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Bathymétrie de la zone à l'étude
Localisation	N 46° 41' 26,1" W 71° 51' 25,6"
Échelle	Indiquée
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charboneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	17 juin 2022

**Plan 3**

## Problématique et critères de conception



En général, les murs et murets ont été mis en place il y a quelques décennies afin de contrer les effets néfastes de l'augmentation du trafic maritime dans le fleuve St-Laurent pour protéger les remblais.



Habituellement, les murets protègent correctement le talus. Cependant, pour l'atténuation de la vague, ces structures ne sont pas efficaces, ce qui entraîne un appauvrissement de la plage. La rigidité de la structure est peu compatible avec la dynamique du fond du lit du fleuve. L'érosion de la fondation, fréquemment composée de sols schisteux, est responsable de la déstabilisation de la structure.



L'exposition de la surface au cycle gel - dégel peut accélérer la dégradation de la structure.



En termes d'habitat aquatique, les murets et leurs environs n'offrent que des conditions très pauvres. Cependant, la disposition de l'enrochement permet l'établissement de la végétation.



La forte pente de l'enrochement est peu propice à l'atténuation de la vague et à l'implantation de la végétation. Cependant, la carapace de l'enrochement peut avantageusement s'adapter à la configuration changeante du lit du fleuve.



Même si un tel aménagement ne respecte pas les critères de conception, la pente relativement douce combinée avec une granulométrie appropriée offre à la végétation la possibilité d'enracinement.



Projet Restauration d'une rive  
Muret de béton désuet

No du projet 2021-03-08A

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique et critères de conception

Localisation N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

Échelle Indiquée

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.

Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

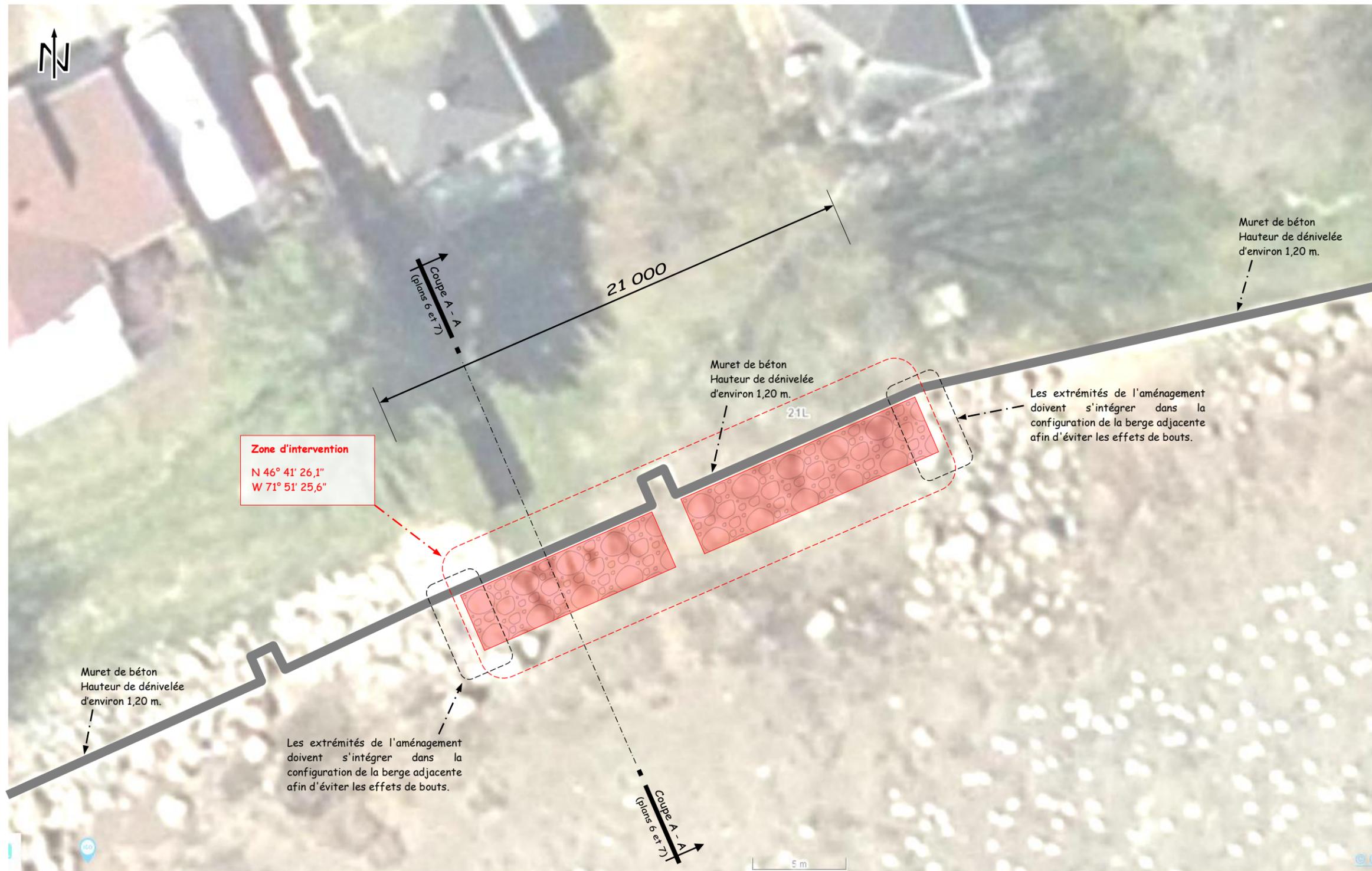
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 17 juin 2022

**Plan 4**



VUE EN PLAN DE LA ZONE D'INTERVENTION

Échelle : 1 : 180



Projet Restauration d'une rive  
Muret de béton désuet

No du projet 2021-03-08A

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Vue en plan de la zone d'intervention

Localisation N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

Échelle 1 : 180

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

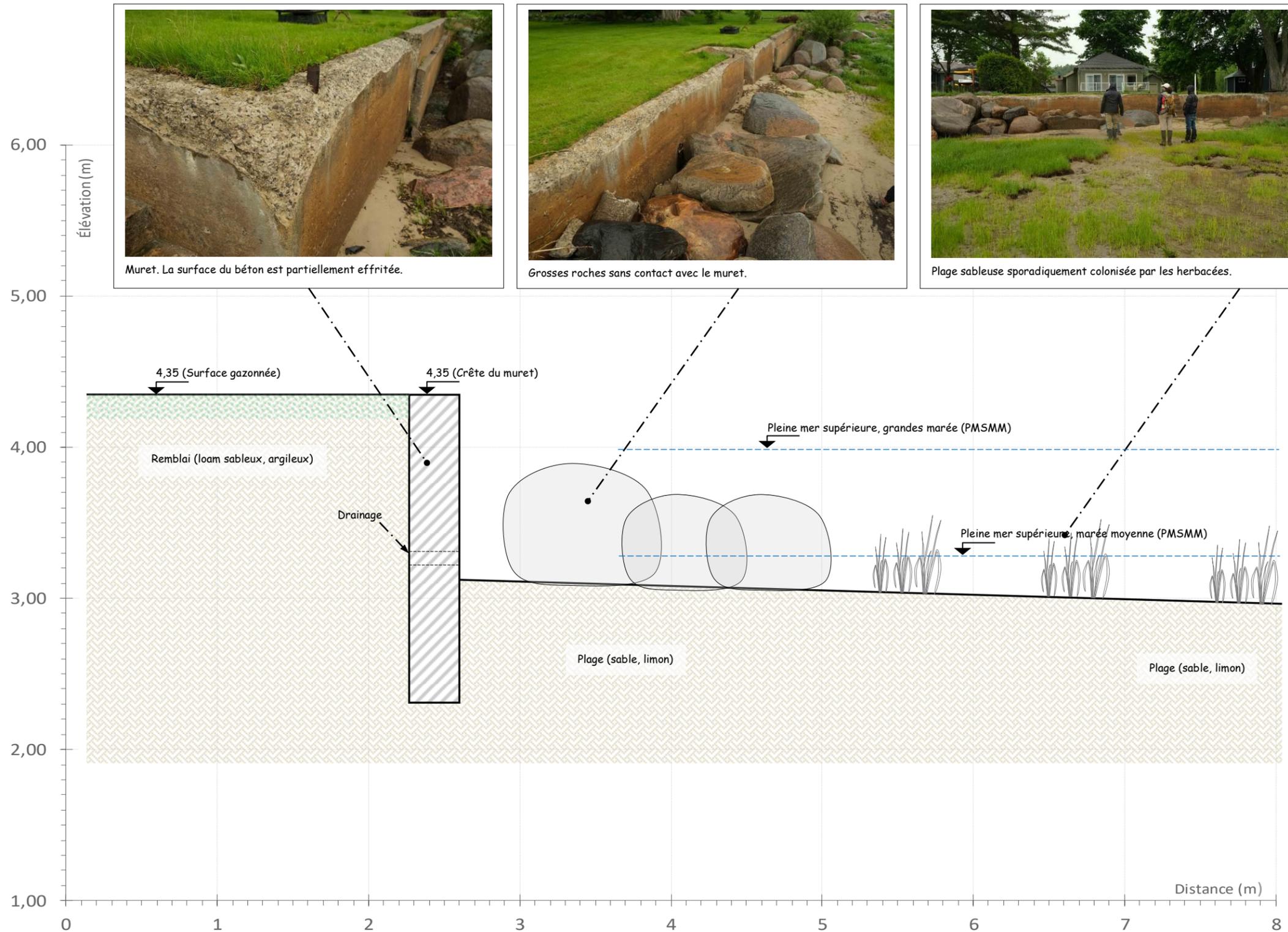
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 17 juin 2022

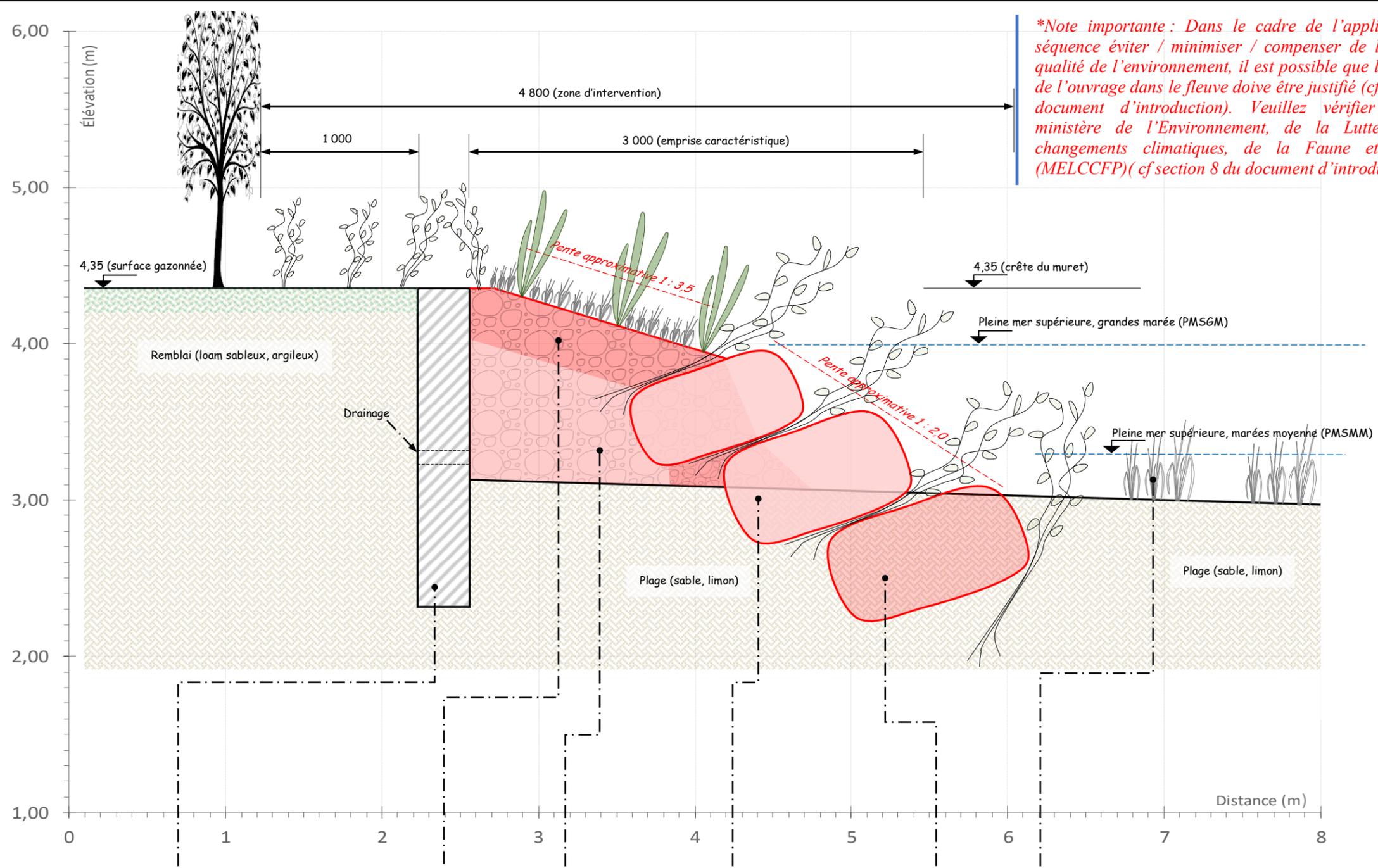
Plan 5



**COUPE A - A**  
**PROFIL TRANSVERSAL DE LA RIVE**  
**SITUATION ACTUELLE**  
 Échelle horizontale : 1 : 30  
 Échelle verticale : 1 : 30



Projet	Restauration d'une rive Muret de béton désuet
No du projet	2021-03-08A
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe A - A Profil transversal de la rive Situation actuelle
Localisation	N 46° 41' 26,1" W 71° 51' 25,6"
Échelle	1 : 30 (horizontale) 1 : 30 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small>  Gabriel Charboneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	17 juin 2022



*\*Note importante : Dans le cadre de l'application de la séquence éviter / minimiser / compenser de la Loi sur la qualité de l'environnement, il est possible que l'empiètement de l'ouvrage dans le fleuve doive être justifié (cf. section 7 du document d'introduction). Veuillez vérifier auprès du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (cf section 8 du document d'introduction)*

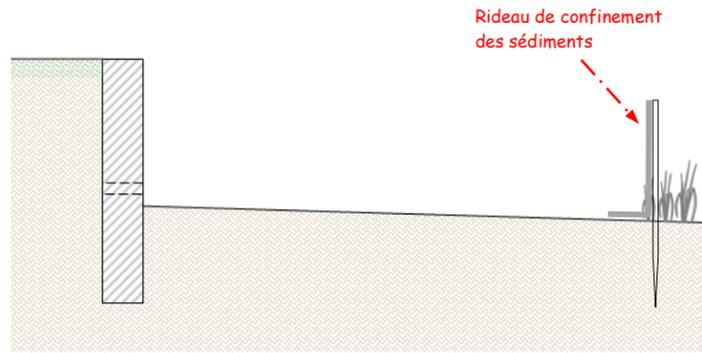
- Muret de béton**  
Aucune intervention sur le muret.
- Enrochement de la rive, carapace**  
Partie supérieure du talus  
Empierrement Ø 150 - 600 mm  
Épaisseur 750 mm  
Inséré dans le filtre granulaire  
Tous les interstices entre les pierres doivent être remplis avec le matériel approprié pour former une masse compacte.
- Filtre granulaire**  
Granulométrie Ø 10 - 150 mm  
Mêlé avec la terre argileuse lourde
- Enrochement de la rive, carapace**  
Empierrement Ø 800 - 1 200 mm  
Tous les interstices entre les pierres doivent être remplis avec le matériel approprié pour former une masse compacte.
- Clé d'ancrage**  
Entièrement recouverte par le matériel naturel.
- Végétation**  
La végétation actuellement en place sera préservée.

**COUPE A - A**  
**PROFIL TRANSVERSAL DE LA RIVE**  
**SITUATION PROJETÉE**  
Échelle horizontale : 1 : 30  
Échelle verticale : 1 : 30



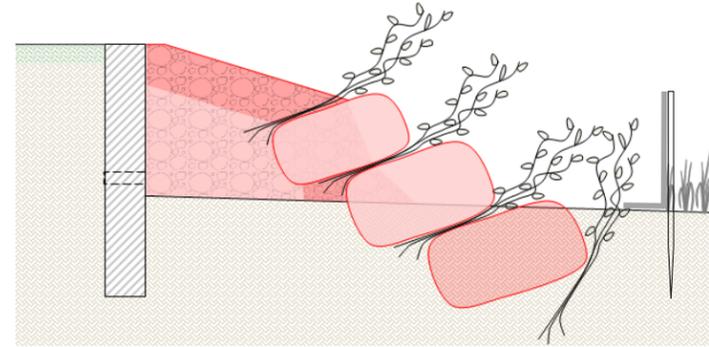
Projet	Restauration d'une rive Muret de béton désuet
No du projet	2021-03-08A
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe A - A Profil transversal de la rive Situation projetée
Localisation	N 46° 41' 26,1" W 71° 51' 25,6"
Échelle	1 : 30 (horizontale) 1 : 30 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com  Gabriel Charboneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	17 juin 2022



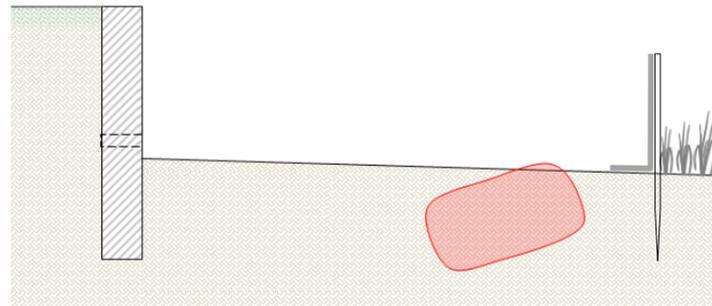
#### Étape 1

- Les rideaux de confinement des sédiments aval sont mis en place.



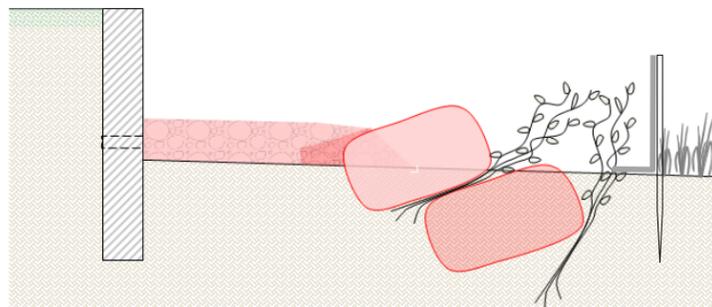
#### Étape 2

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les travaux sont réalisés dans des conditions sèches (en absence de la marée).
- La clé d'ancrage est excavée dans le substrat naturel.



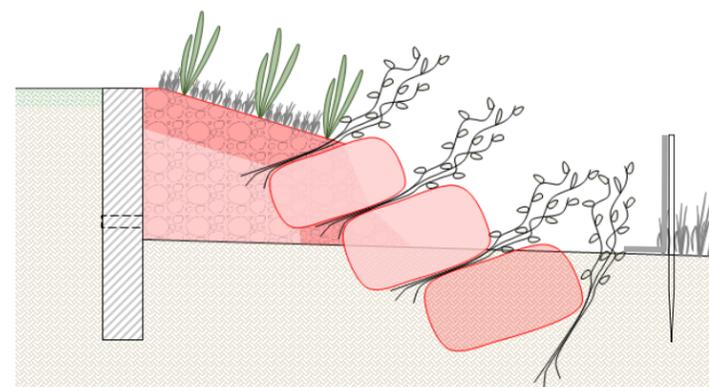
#### Étape 3

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.
- La structure composée de roches et végétaux est érigée progressivement.



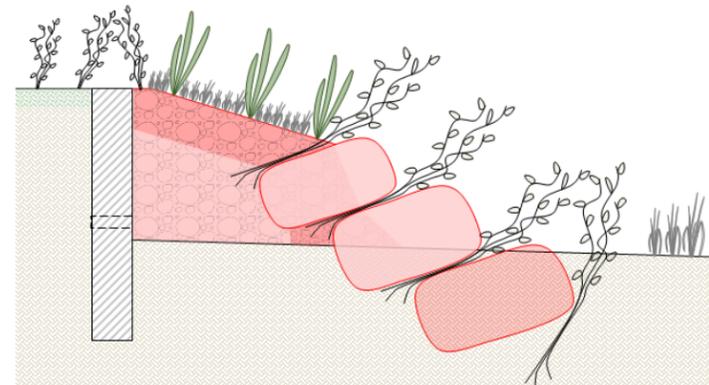
#### Étape 4

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.
- La structure composée de roches et végétaux est érigée progressivement.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.



#### Étape 5

- Les rideaux de confinement des sédiments restent en place.
- Les interstices entre les roches de la carapace sont soigneusement remplis par le matériel approprié.
- La végétalisation de la partie supérieure du talus est complétée.



#### Étape 6

- La végétalisation du plateau horizontal est terminée.
- Le site est nettoyé.
- Les rideaux de confinement des sédiments sont retirés.



Projet Restauration d'une rive  
Muret de béton désuet

No du projet 2021-03-08A

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Séquence de l'intervention  
Schématique

Localisation N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

Échelle Schématique

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 17 juin 2022

**Plan 8**

## Particularités techniques

P

### Période de réalisation

Les travaux doivent être effectués durant la période de faible pluviosité afin de limiter le ruissellement sur les surfaces terrestres. De plus, le régime de marées doit être considéré afin de travailler en l'absence d'eau dans la zone de travaux et à sa proximité. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises afin de ne pas perturber l'habitat aquatique des espèces aquatiques présentes par la remise de matières en suspension.

### Chemin d'accès

La zone d'intervention est accessible par le réseau de chemins publics et privés. La construction de nouveaux chemins d'accès n'est pas nécessaire.

### Déboisement

Les travaux ne nécessitent pas de déboisement.

### Banc d'emprunt

Le banc d'emprunt utilisé pour l'approvisionnement doit correspondre aux normes actuelles. En aucun cas, le matériel ne devra être prélevé à moins de 30 m du littoral d'un cours d'eau.

### Méthode de travail

#### Tolérance et précision

Pour les structures projetées, la tolérance des dimensions horizontales est de 0,50 m. Les cotes de niveau doivent être respectées à 0,20 m.

#### Machinerie utilisée

Les travaux seront principalement réalisés à l'aide d'une excavatrice sur chenilles et de camions.

#### Disposition de l'enrochement

Les pierres seront placées selon la disposition indiquée sur les plans. Les pierres déposées directement sur le terrain naturel doivent être enfoncées à l'aide du godet de la pelle mécanique afin d'assurer la stabilité maximale

des différents éléments. L'entrepreneur doit placer les différents éléments de façon à obtenir une surface bien protégée, d'une masse stable, tout en minimisant le volume des vides et des interstices entre les différents éléments de la structure. Les plus grosses pierres seront placées au pied du talus. Afin d'assurer la stabilité et l'étanchéité des structures, un matériel de calibre intermédiaire doit être placé dans les interstices entre les grosses pierres.

Dans la partie supérieure de l'enrochement (élévation supérieure à la ligne des hautes eaux naturelles), les interstices entre les pierres seront partiellement remplis de terre végétale afin de faciliter la reprise de la végétation. La partie supérieure du talus sera revégétalisée par la plantation d'arbustes indigènes.

### Matériaux

#### Matériel utilisé pour l'enrochement

Le matériel destiné à l'érection de la carapace doit être propre, sans quantité excessive de particules fines. Le matériel contenant de la matière organique et/ou des débris de bois peut être refusé.

La granulométrie du matériel est indiquée sur les plans. Au moins 85 % du volume total doit être composé de pierres dont le diamètre est indiqué sur les plans. La densité de la pierre doit être supérieure à 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Le choix des matériaux doit être préalablement approuvé par le chargé de projet. Les roches angulaires sont privilégiées aux pierres rondes. Notamment, les roches angulaires permettent de minimiser le volume des interstices et un éventuel lessivage des particules fines du filtre localisé derrière la carapace. De plus, les roches angulaires assurent une meilleure stabilité des éléments, les rendant moins vulnérables au renversement.

#### Matériel végétal

Des boutures de saules sont utilisées dans l'ouvrage de stabilisation. Les espèces de saules recommandées sont des espèces indigènes fréquemment rencontrées dans les



Projet	Restauration d'une rive Muret de béton désuet
No du projet	2021-03-08A
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques

Localisation N 46° 41' 26,1"  
W 71° 51' 25,6"

#### Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charboneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 17 juin 2022

**Plan 9**

milieux riverains. Les trois espèces principalement utilisées au Québec, disponibles en pépinière et pour lesquels le potentiel de bouturage est bien documenté sont le saule de l'intérieur (*Salix interior*), le saule à tête laineuse (*Salix eriocephala*) et le saule discoloré (*Salix discolor*). Les trois espèces ont été observées dans les milieux riverains du fleuve à proximité des sites. Les boutures de saules ont un diamètre moyen de 2 cm pour une longueur de tige de 0,8 à 2 m et sont implantées dans l'ouvrage en phase de dormance. Les trois quarts de la tige doivent être en contact direct avec le sol d'origine ou le filtre granulaire pour espérer une reprise végétale satisfaisante. Il faut apporter un soin particulier à ne pas écraser les boutures lors de leur mise en place entre les blocs. Des tubes en PVC peuvent être utilisés pour insérer les boutures sans les abimer. Les périodes d'utilisation des boutures en dormance s'échelonnent du début du printemps à la mi-juin, puis à l'automne, habituellement après la mi-octobre. Si les travaux ne peuvent être réalisés durant l'une de ces périodes, il est recommandé d'utiliser des tiges de saules enracinées pour ce type d'ouvrage, à la place des boutures. Les tiges de saules enracinées ont une longueur de 1,2 à 1,5 m et sont récoltées puis cultivées de façon à produire un fort système racinaire à la base. Les feuilles sont conservées seulement dans la partie haute de la tige de sorte que la plus grande partie de la bouture consiste en une tige nue. Leur utilisation permet de s'affranchir de la période de dormance durant laquelle les boutures doivent être implantées dans l'ouvrage et diminue le taux de mortalité du matériel vivant. À noter que la production de ces tiges enracinées débute au Québec et que leur utilisation dans ce type d'ouvrage n'est pas documentée.

Il est recommandé de végétaliser le pied et le haut de berge. Pour le pied de berge, si la végétation en place a été détruite lors de l'aménagement, des espèces héliophytes peuvent être plantées en multicellule ou en pot (format variable selon la disponibilité en pépinières). Des carex, joncs, éléocharides, scirpes ou graminées de marais intertidal (*Agrostis mertensii*, *Sphenopholis intermedia*, *Sporobolus michauxianus*) peuvent être utilisés. Entre la fin de la carapace et le muret et derrière le muret, des boutures de saules et des espèces arbustives basses (cornouiller, noisetier) peuvent être plantées. Il est important de revégétaliser le milieu après les travaux pour éviter la colonisation par les espèces exotiques envahissantes. Parmi les espèces arbustives suggérées : le noisetier à long bec (*Corylus cornuta*), le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), l'érable à épis (*Acer spicatum*), le cornouiller à feuilles alternes (*Cornus alternifolia*), l'aubépine à épines longues (*Crataegus macracantha*), la spirée blanche (*Spiraea alba* var. *alba*), le saule de Bebb (*Salix bebbiana*), etc... Il est à noter que le cornouiller stolonifère peut aussi être utilisé en boutures, bien que le succès de reprise soit moins important que les trois

espèces de saules ci-haut. Il offre l'avantage de croître en milieu ombragé, alors que les saules arbustifs sont des espèces de lumière. En plus de la plantation d'arbustes, il est fortement recommandé de semer le haut de berge. Un mélange grainier d'espèces mellifères ou à forte biodiversité sera préféré. Pour un haut potentiel de stabilisation des couches superficielles du sol, des espèces à port cespiteux (en touffe) ou à rhizomes (tige souterraine) sont à favoriser, par exemple le barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*), la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) ou la fétuque rouge (*Festuca rubra*).

#### **Batardeau**

Étant donné la nature des travaux et l'ampleur des travaux, l'érection d'un batardeau n'est pas envisagée.

#### **Remise en état**

Après les travaux de construction, il est nécessaire d'effectuer la remise en état des lieux. Les débris de bois seront ramassés et éliminés de façon respectueuse de l'environnement. Les surfaces mises à nu seront consolidées. Tous les matériaux récupérables et les débris de chantier devront être ramassés et transportés hors du site. Les sections de chemin défoncées ou sévèrement endommagées seront réparées.

#### **Mesures de sécurité**

Lors des travaux, il est nécessaire de respecter les mesures recommandées par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Le chargé de projet doit être considéré comme étant le maître d'œuvre dans les relations avec la CNESST.

#### **Permis et certificats d'autorisation**

Avant d'entreprendre des travaux, le promoteur du projet doit obtenir tous les certificats et permis des autorités concernées pour une intervention de ce type.

#### **Respect des permis et certificats**

L'entrepreneur est responsable du respect des conditions stipulées dans les différents permis et certificats émis pour les travaux.



Projet	Restauration d'une rive Muret de béton désuet
No du projet	2021-03-08A
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques
Localisation	N 46° 41' 26,1" W 71° 51' 25,6"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com
	Gabriel Charboneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	17 juin 2022

**Plan 10**

## Mesures de mitigation

### Accès au littoral

L'accès au littoral avec la machinerie devra être limité au minimum afin d'éviter la mise en circulation de matériaux fins. Si possible, l'essentiel des travaux devra donc être effectué à partir de la berge. Si l'accès au littoral est nécessaire, l'emprise doit être minimale et directement alignée vers le site des travaux.

L'accès à des zones submergées avec la machinerie n'est pas permis. De plus, le passage dans les marais intertidaux végétalisés n'est pas permis.

### Approvisionnement en combustible

Le remplissage des réservoirs devra être effectué à l'extérieur du site des travaux dans un endroit jugé sécuritaire en cas de perte ou d'écoulement et situé à au moins 30 m du cours d'eau. Il en va de même pour les travaux d'entretien et de réparation (graissage, vérification des huiles, etc.).

### Propreté des machines

La machinerie utilisée pour l'exécution du mandat devra être propre et ne présenter aucune fuite d'huile ou d'autres liquides.

### Trousse d'urgence (fuite d'hydrocarbures)

L'entrepreneur doit avoir en sa possession une trousse d'urgence en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures dans le cours d'eau.

### Plan d'urgence

Le responsable des travaux de terrain doit élaborer un plan d'urgence dans la possibilité d'un déversement important de contaminants dans le cours d'eau ou les sols environnants. Il doit avoir en sa possession les moyens de communication adéquats afin de pouvoir rapidement avertir les organismes concernés



Projet	Restauration d'une rive
No du projet	2021-03-08
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Particularités techniques
Localisation	N 46° 41' 26,1" W 71° 51' 25,6"
Échelle	
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <small>Miroslav Chum, inc. 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com</small>  Gabriel Charboneau, ing.f. <small>Aubier Environnement, inc. 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com</small>
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	17 juin 2022

**Plan 11**

# Falaise schisteuse instable

Conditions  
Falaise de schiste  
Littoral en schiste



Projet Consolidation d'un talus schisteux

No du projet 2021-03-08E

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Page titre

Localisation N 46° 40' 07,6"  
W 71° 41' 55,9"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 29 septembre 2022

**Plan 1**



**LOCALISATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 110 000



**LOCALISATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE**  
Échelle : 1 : 5 500

**ÉLÉVATIONS**  
Station de Neuville - 03280, localisée à 10 km en aval de la zone d'intervention.

Plus haut niveau d'eau enregistré	6.48	1984-04-15
Pleine mer supérieure, grande marée	5.41	s/o
Niveau moyen de l'eau	2.47	s/o
Plus bas niveau d'eau enregistré	-0.86	1981-01-03
Système de référence verticale	CGVD2013	- 1,69 m



Projet Consolidation d'un talus schisteux

No du projet 2021-03-08E

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Localisation de la zone à l'étude

Localisation N 46° 40' 07,6"  
W 71° 41' 55,9"

Échelle Indiquée

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 29 septembre 2022

**Plan 2**

## Problématique et critères de conception



La section étudiée est localisée dans une anse relativement protégée à l'est par une pointe (pointe à Pagé) et à l'ouest par le quai enroché des Écureuils.



La falaise entière est composée de schiste argileux relativement friable. Naturellement, la partie la plus sollicitée est le pied de la falaise, exposé à l'action hydrodynamique du fleuve. La partie supérieure de la falaise est sporadiquement colonisée par des végétaux.



Quelques drains provenant des terrains situés sur le plateau déversent leurs eaux directement sur la falaise. Notamment lors du régime hivernal, le surplus d'eau favorise l'érosion et l'effritement du schiste.



En général, les couches de schiste ont quelques millimètres d'épaisseur et une inclinaison pratiquement horizontale. La présence de l'eau et un très fort gradient thermique lors des températures inférieures à 0°C produisent les dilatations différentielles des strates. Elles sont responsables de la désagrégation rapide des plaques



Les fragments de la falaise s'accumulent au pied du talus et forment une plage.



Les extrémités de la section étudiée sont consolidées par un enrochement massif. De façon mécanique, l'enrochement protège la falaise friable de l'action des vagues et des glaces. En outre, la couverture de l'enrochement adoucit le gradient thermique et rend la surface de la falaise moins sensible au cycle gel-dégel.



Projet Consolidation d'un talus schisteux

No du projet 2021-03-08E

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique et critères de conception

Localisation N 46° 40' 07,6"  
W 71° 41' 55,9"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 29 septembre 2022

**Plan 3**



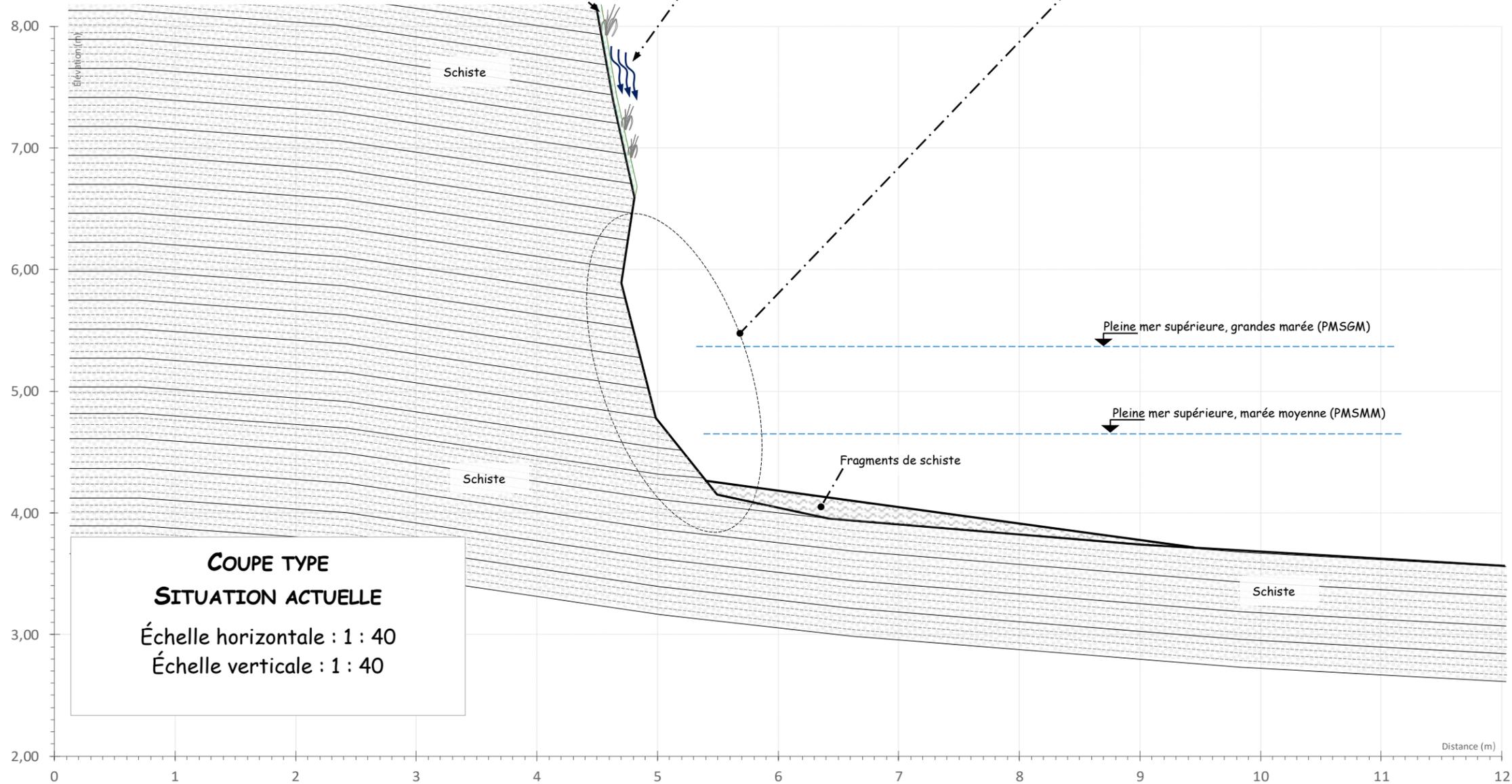
La partie supérieure du talus est colonisée par un couvert végétal. Étant donné la forte pente et la faible profondeur d'enracinement, son effet stabilisateur est modeste.



Les voies d'écoulement préférentielles saturent en permanence la couche superficielle de la falaise et accélèrent les processus érosifs.



La partie affectée par la présence de la marée, le pied de la falaise, est la plus sollicitée et exempte de toute végétation.



**COUPE TYPE**  
**SITUATION ACTUELLE**  
 Échelle horizontale : 1 : 40  
 Échelle verticale : 1 : 40



Projet Consolidation d'un talus schisteux

No du projet 2021-03-08E

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Coupe type  
 Situation actuelle

Localisation N 46° 40' 07,6"  
 W 71° 41' 55,9"

Échelle 1 : 40 (horizontale)  
 1 : 40 (verticale)

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
 Miroslav Chum, inc.  
 4418, de la Promenade  
 Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
 (418) 326-2186  
 miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
 Aubier Environnement, inc.  
 3800, 1er Rang de Doncaster  
 Val-David (Qc) J0T 2N0  
 (819) 507-0002  
 gabriel@aubier-enviro.com

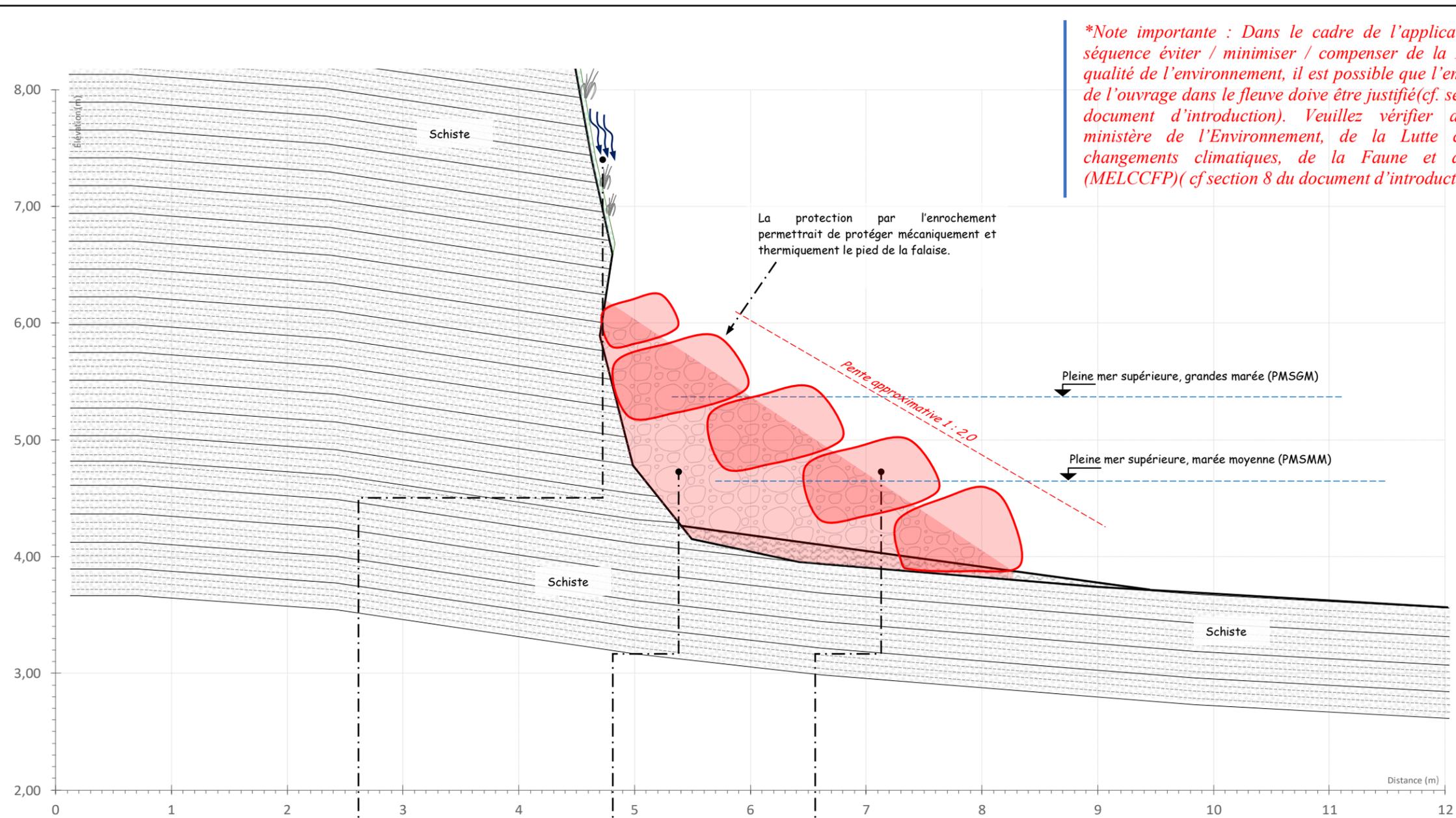
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
 Distances en mm  
 Élévations en m

Date 29 septembre 2022

**Plan 4**



*\*Note importante : Dans le cadre de l'application de la séquence éviter / minimiser / compenser de la Loi sur la qualité de l'environnement, il est possible que l'empiètement de l'ouvrage dans le fleuve doive être justifié (cf. section 7 du document d'introduction). Veuillez vérifier auprès du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (cf section 8 du document d'introduction)*

La protection par l'enrochement permettrait de protéger mécaniquement et thermiquement le pied de la falaise.

**Déviations des voies d'écoulement préférentielles**  
L'écoulement de surface devrait être dévié de la falaise.

**Filtre granulaire**  
Granulométrie Ø 100 - 500 mm  
Mélangé avec la terre argileuse lourde.

**Enrochement, carapace**  
Empierrement Ø 700 - 1 200 mm  
Tous les interstices entre les pierres doivent être remplis avec le matériel approprié pour former une masse compacte.

**COUPE TYPE  
RECOMMANDATIONS  
D'INTERVENTION**  
Échelle horizontale : 1 : 40  
Échelle verticale : 1 : 40



Projet	Consolidation d'un talus schisteux
No du projet	2021-03-08E
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Coupe type Profil transversal Recommandations d'intervention
Localisation	N 46° 40' 07,6" W 71° 41' 55,9"
Échelle	1 : 40 (horizontale) 1 : 40 (verticale)
Projeté par	Miroslav Chum, ing., M.Sc. <i>Miroslav Chum, inc.</i> 4418, de la Promenade Saint-Antoine-de-Tilly (Qc) (418) 326-2186 miroslavchum@gmail.com
	Gabriel Charbonneau, ing.f. <i>Aubier Environnement, inc.</i> 3800, 1er Rang de Doncaster Val-David (Qc) J0T 2N0 (819) 507-0002 gabriel@aubier-enviro.com
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	
Unités	Système métrique SI Distances en mm Élévations en m
Date	29 septembre 2022



# Falaise argileuse instable

Conditions :  
Falaise argileuse



Projet	Intervention sur un talus de sols argileux
No du projet	2021-03-08F
Référence du client	
Plan d'eau	Fleuve St-Laurent
Plan	Page titre

Localisation N 46° 38' 52,5"  
W 71° 55' 34,0"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
*Miroslav Chum, inc.*  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
*Aubier Environnement, inc.*  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 octobre 2022

**Plan 1**



Projet Intervention sur un talus de sols argileux

No du projet 2021-03-08F

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Localisation de la zone à l'étude

Localisation N 46° 38' 52,5"  
W 71° 55' 34,0"

Échelle Indiquée

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 octobre 2022

Plan 2



LOCALISATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE  
Échelle : 1 : 105 000

Zone potentiellement affectée par l'instabilité géotechnique  
N 46° 38' 52,5"  
W 71° 55' 34,0"

LOCALISATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE  
Échelle : 1 : 9 500

ÉLÉVATIONS

Station de Neuville - 03280, Localisée à 10 km en aval de la zone d'intervention.

Plus haut niveau d'eau enregistré	6.48	1984-04-15
Pleine mer supérieure, grande marée	5.41	s/o
Niveau moyen de l'eau	2.47	s/o
Plus bas niveau d'eau enregistré	-0.86	1981-01-03
Système de référence verticale	CGVD2013	- 1,69 m

# Problématique



Le talus sollicité est étalé sur le périmètre d'une pointe semi-circulaire (cap Lauzon). La longueur du talus est d'environ 1 000 m.



Sur la partie supérieure du talus, on retrouve le terrain du presbytère de Deschambault qui comprend quelques bâtiments patrimoniaux.



Le secteur à l'étude est localisé au niveau des rapides de Deschambault. La section d'écoulement du fleuve est relativement restreinte, générant des vitesses d'écoulement importantes. Ces conditions hydrodynamiques sollicitent fortement la rive.



Étant donné la composition des sols, le pied du talus est érodé par les conditions hydriques du fleuve. De plus, une rupture sur le plan circulaire peut se produire sur une grande partie du talus. La possibilité de l'instabilité géotechnique et d'un glissement important rend nécessaire la réalisation d'une étude géotechnique pour déterminer la stabilité du talus et la possibilité d'intervention.



L'érosion du talus progresse de la base vers la partie supérieure. L'inclinaison de la pente suit l'angle de frottement interne du sol en place.



À quelques endroits, on retrouve des amoncellements de roches. Il semble que cette protection soit efficace pour freiner la progression de l'érosion de la falaise.

## RECOMMANDATIONS :

ÉTANT DONNÉ LA HAUTEUR ET LA COMPOSITION DU TALUS, LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE GÉOTECHNIQUE S'AVÈRE NÉCESSAIRE AFIN DE DÉTERMINER LES PARAMÈTRES DE STABILITÉ.



Projet Intervention sur un talus de sols argileux

No du projet 2021-03-08F

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Problématique

Localisation N 46° 38' 52,5"  
W 71° 55' 34,0"

Échelle

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
Miroslav Chum, inc.  
4418, de la Promenade  
Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
(418) 326-2186  
miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
Aubier Environnement, inc.  
3800, 1er Rang de Doncaster  
Val-David (Qc) J0T 2N0  
(819) 507-0002  
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 octobre 2022

**Plan 3**



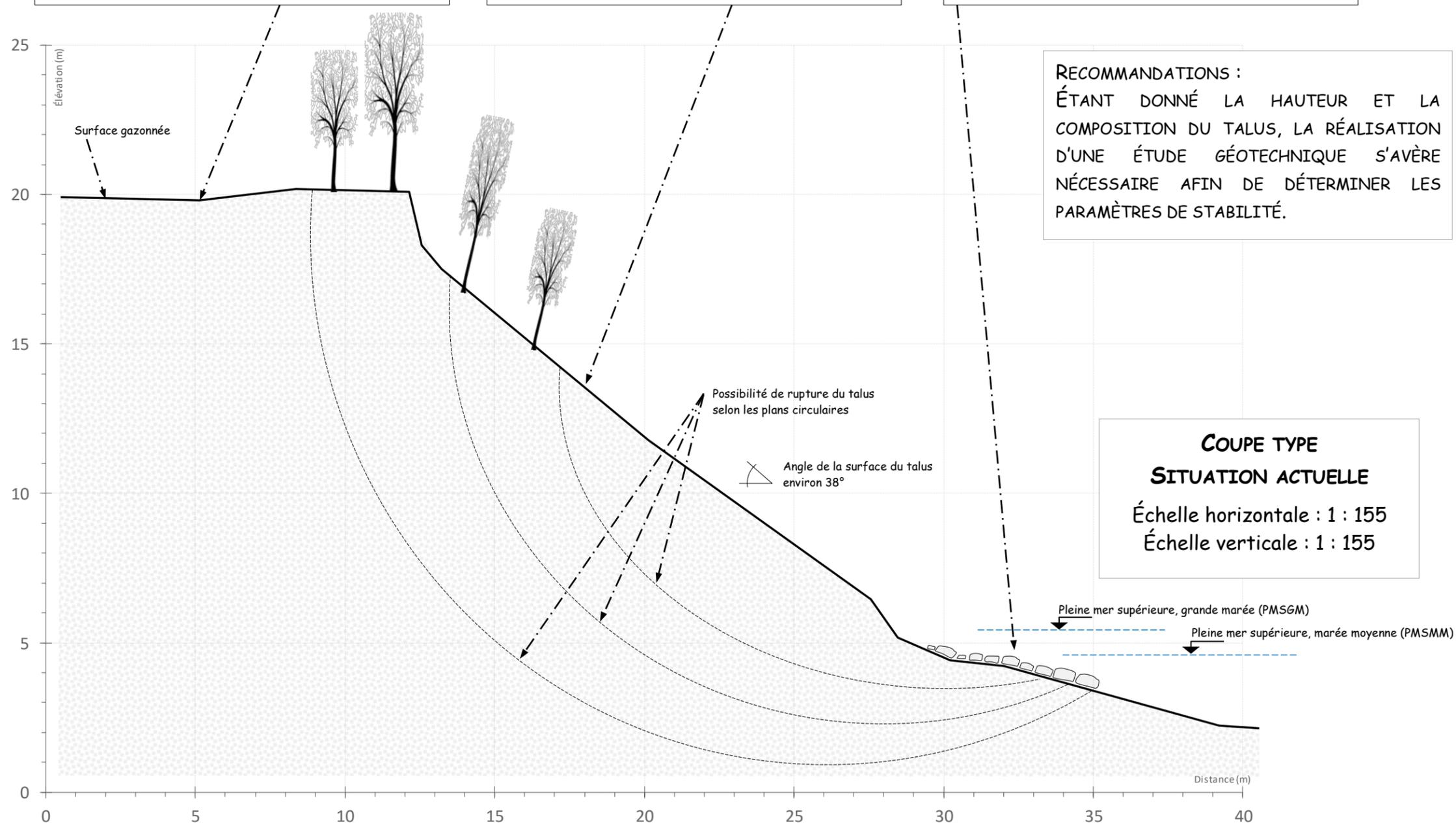
Le site patrimonial occupe le plateau du talus.



La majeure partie de la pente est dans un état de stabilité précaire.



La forte granulométrie et la pente prononcée de la plage au pied du talus témoignant l'exposition aux forces hydrodynamique du fleuve.



Projet Intervention sur un talus de sols argileux

No du projet 2021-03-08F

Référence du client

Plan d'eau Fleuve St-Laurent

Plan Coupe type  
Situation actuelle

Localisation N 46° 38' 52,5"  
W 71° 55' 34,0"

Échelle 1 : 155 (horizontale)  
1 : 155 (verticale)

Projeté par Miroslav Chum, ing., M.Sc.  
 Miroslav Chum, inc.  
 4418, de la Promenade  
 Saint-Antoine-de-Tilly (Qc)  
 (418) 326-2186  
 miroslavchum@gmail.com

Gabriel Charbonneau, ing.f.  
 Aubier Environnement, inc.  
 3800, 1er Rang de Doncaster  
 Val-David (Qc) J0T 2N0  
 (819) 507-0002  
 gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI  
Distances en mm  
Élévations en m

Date 2 octobre 2022

**Plan 4**

