

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	Fluve St-Laurent
Plan	Page titre
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



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
-------------	--

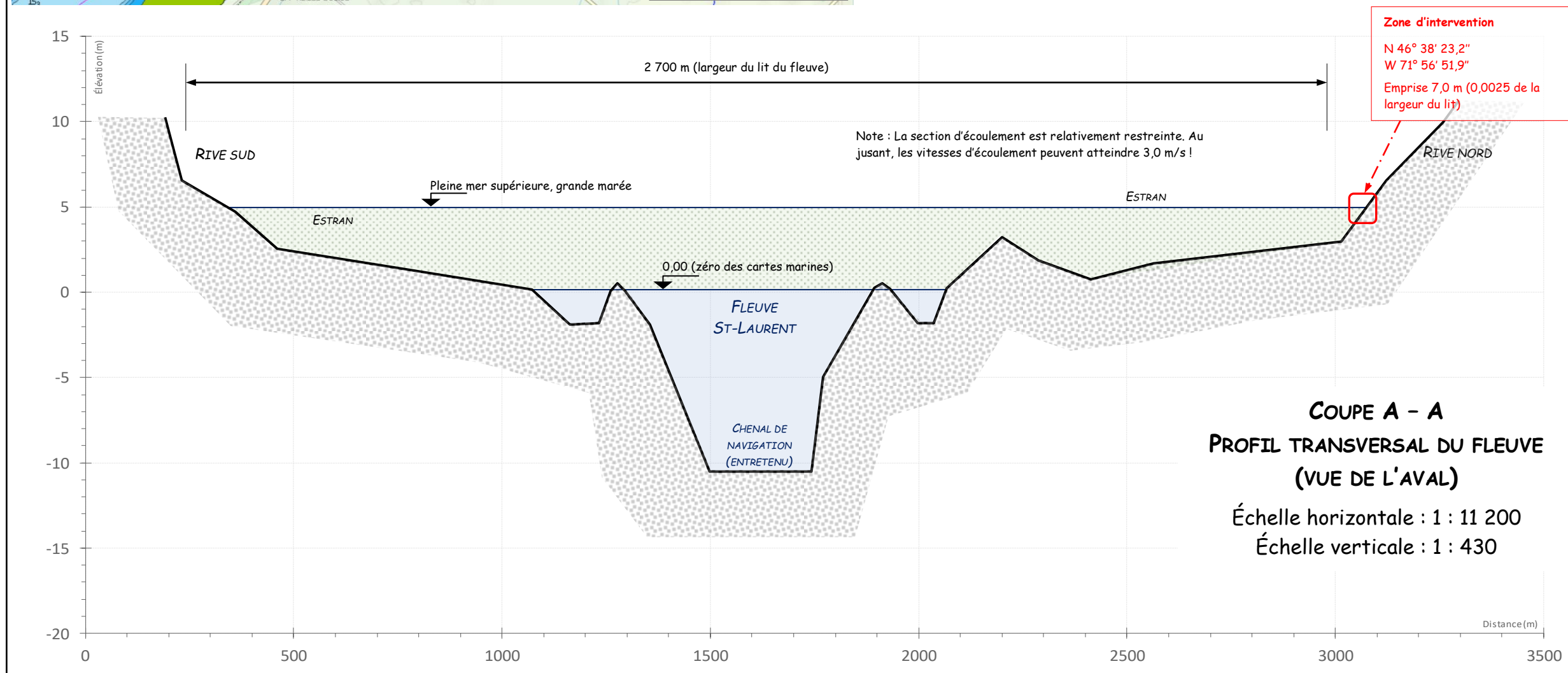
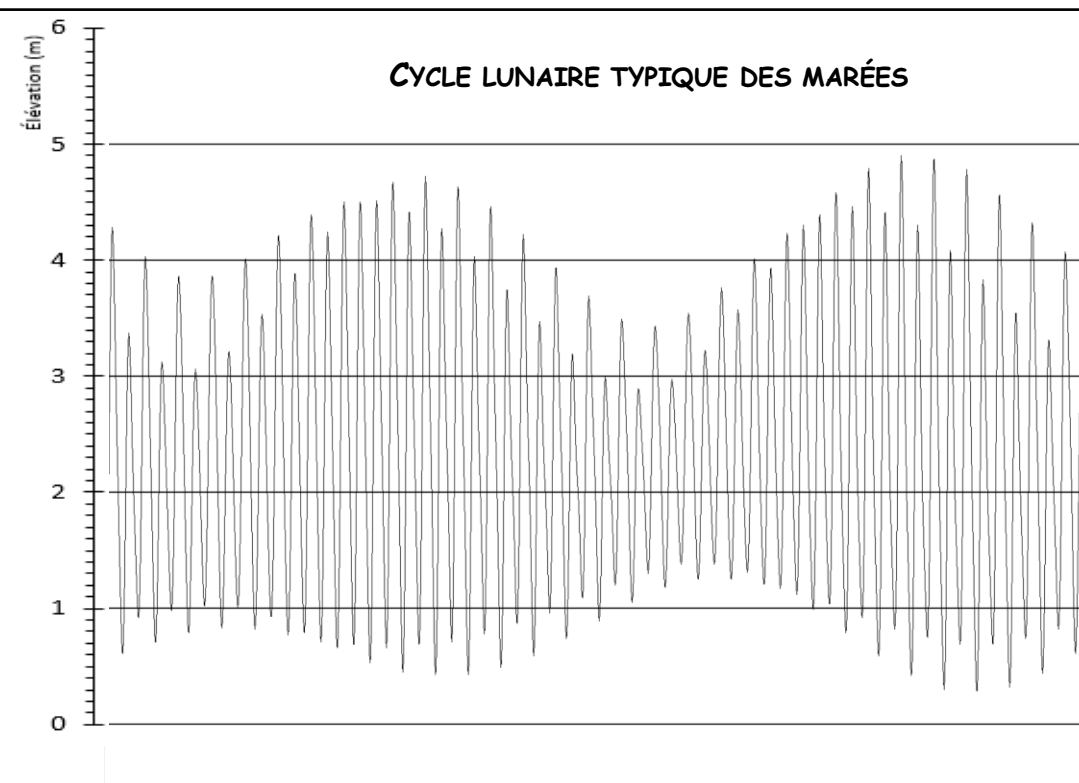
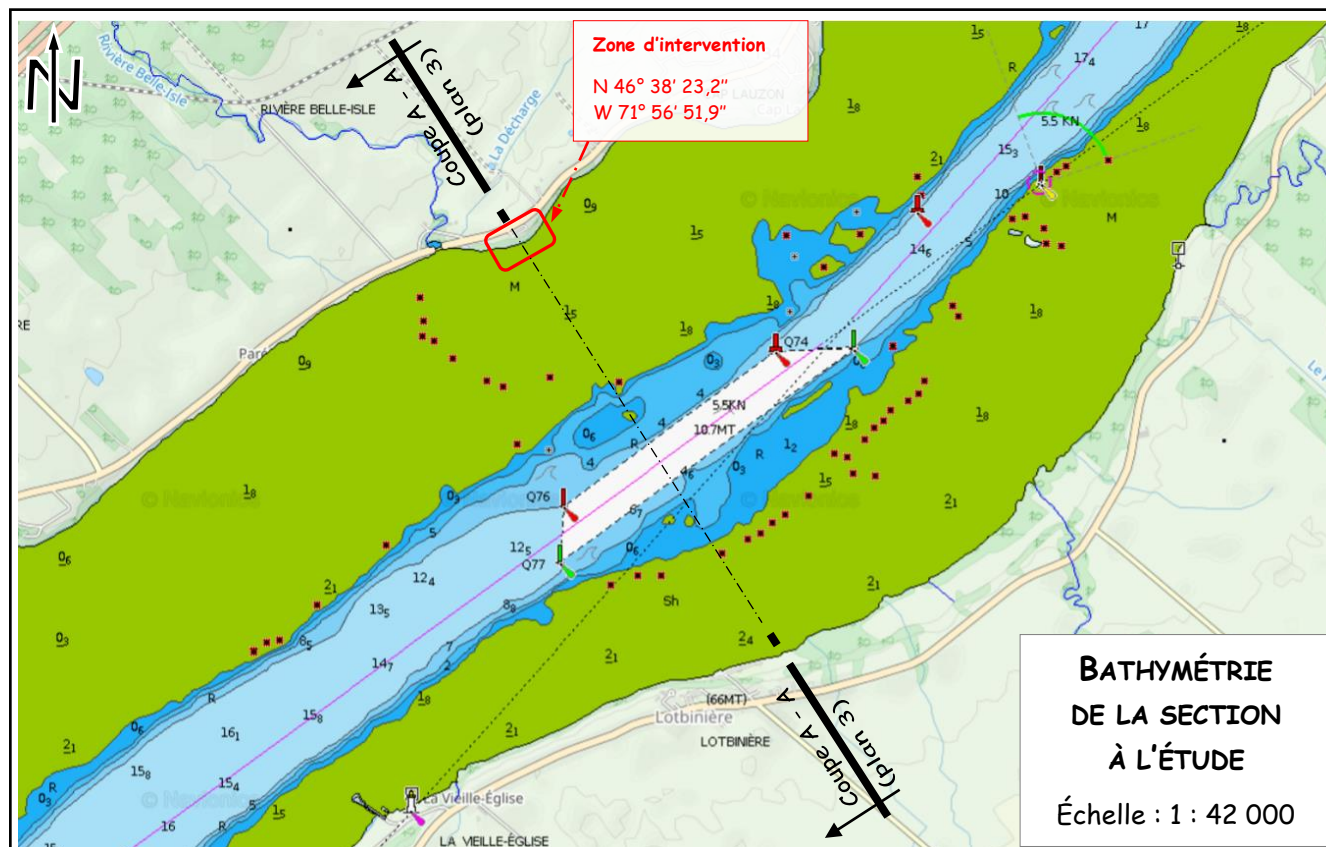
Dessiné par	Miroslav Chum
Sceau	

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

Plan 3

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

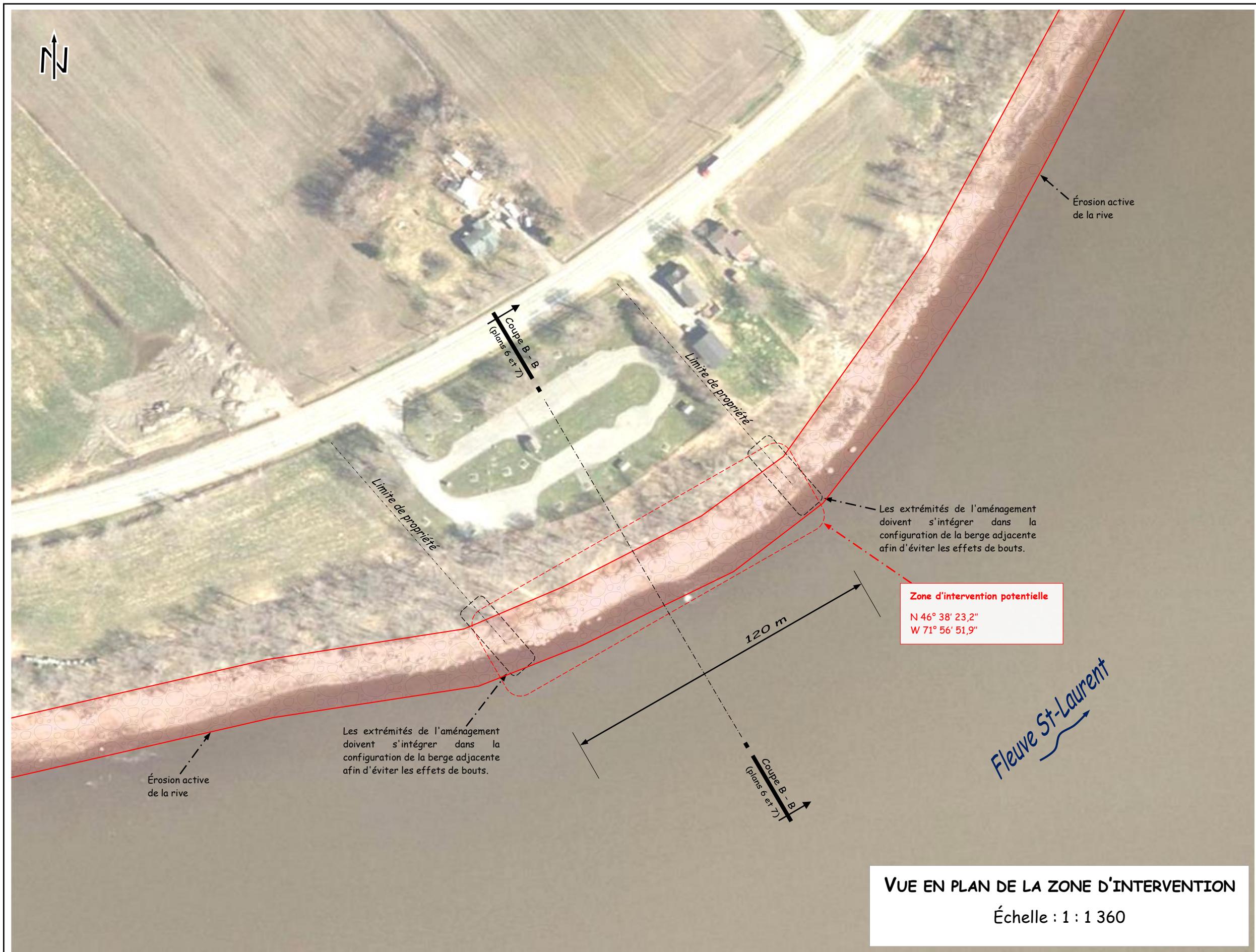
Gabriel Charbonneau, ing.f.
Aubier Environnement, inc.
3800, 1er Rang de Doncaster
Val-David (Qc) J0T 2N0
(819) 507-0002
gabriel@aubier-enviro.com

Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI
Distances en mm
Élévations en m

Date 14 septembre 2022



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	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

Plan 5



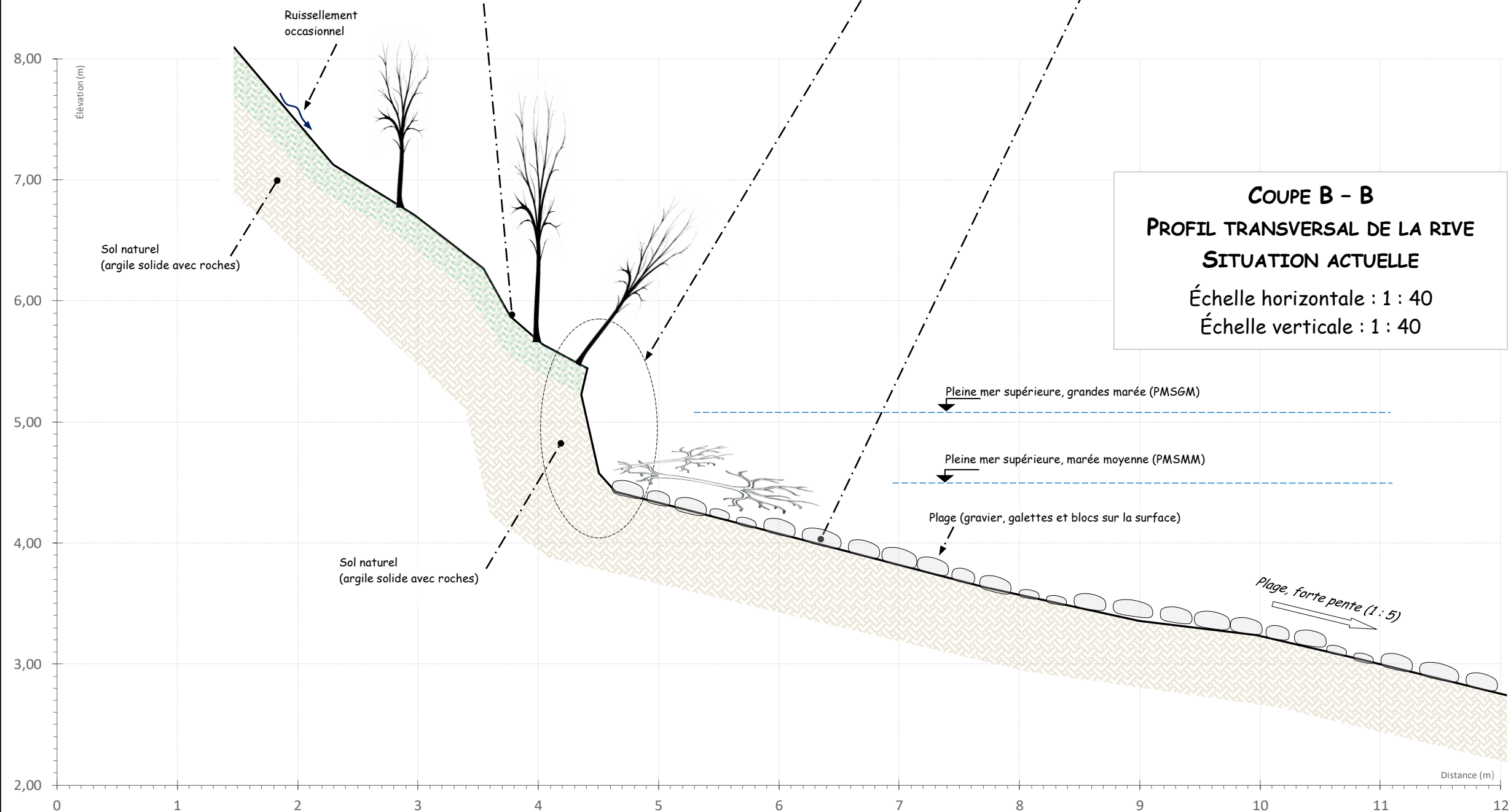
La partie supérieure du talus est consolidée par un couvert végétal.



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

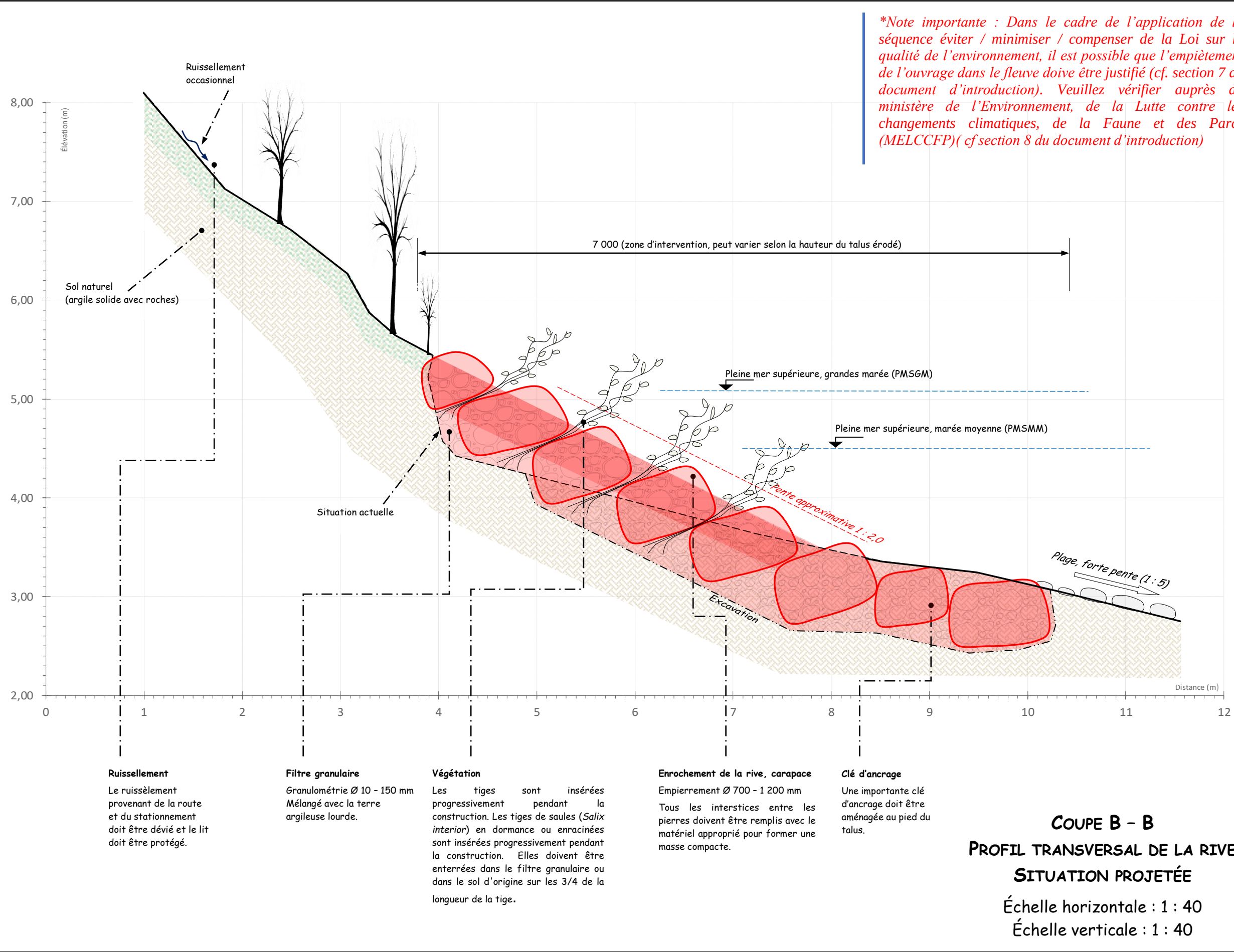
Dessiné par Miroslav Chum

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

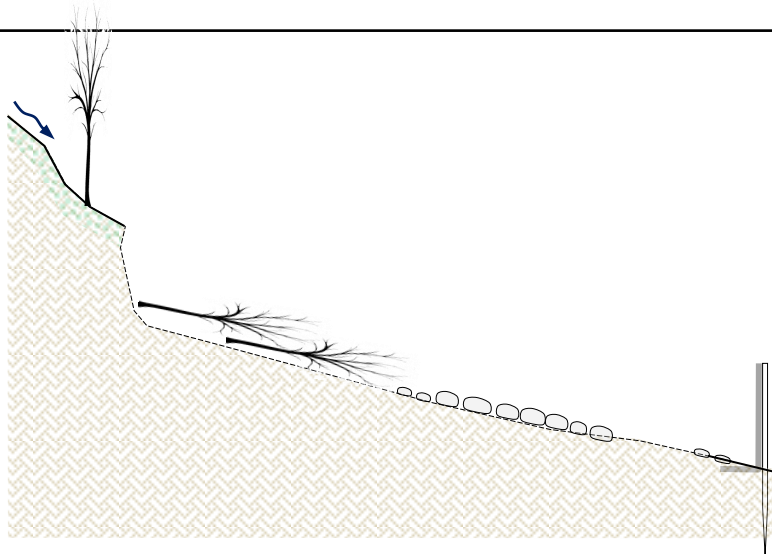
Dessiné par Miroslav Chum

Sceau

Unités Système métrique SI
Distances en mm
Élévations en m

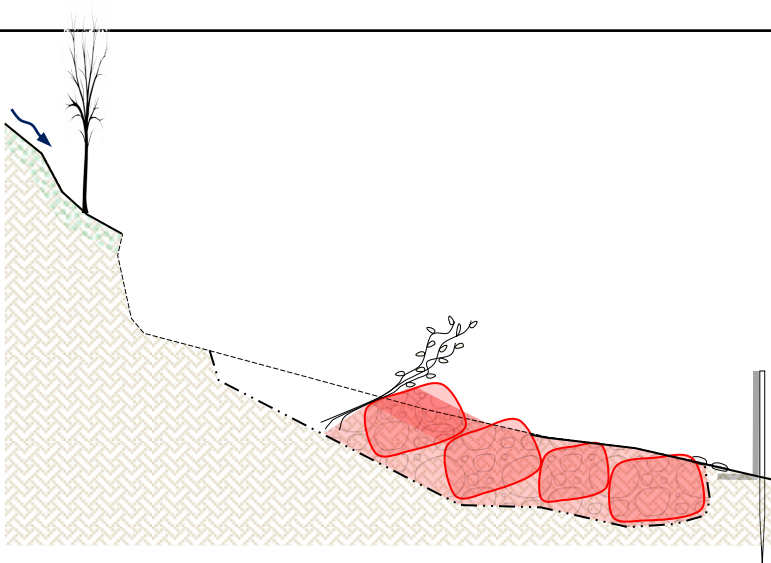
Date 14 septembre 2022

Plan 7



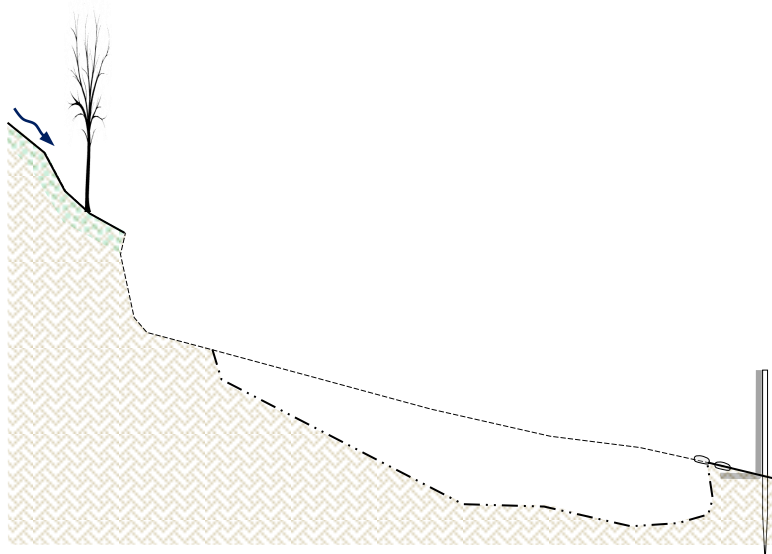
Étape 1

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



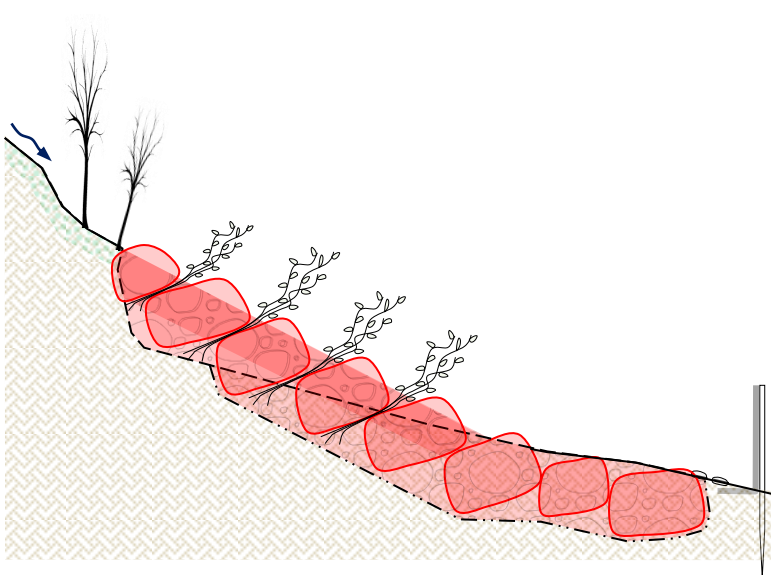
Étape 4

- 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.



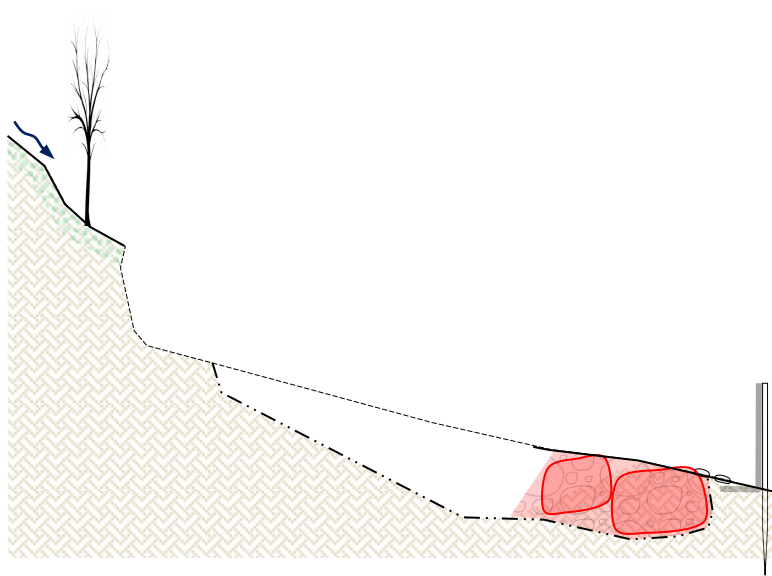
Étape 2

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



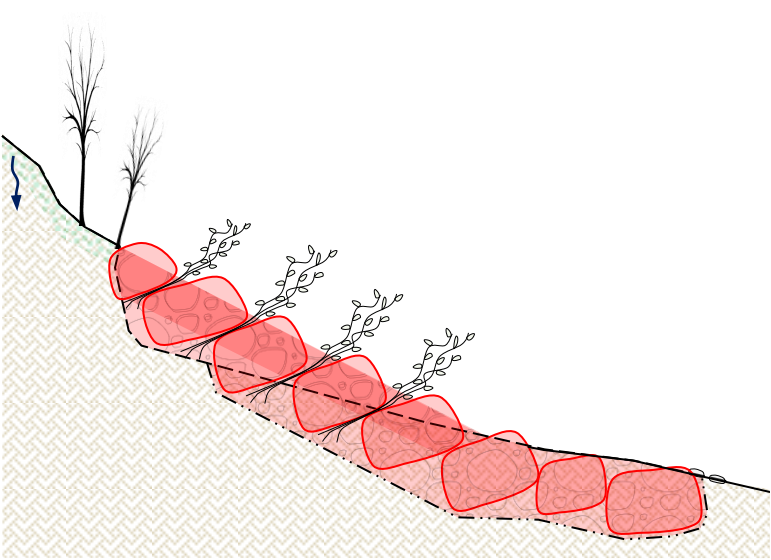
Étape 5

- 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 dans l'espace excavé. Les interstices sont remplis par le matériel approprié.
- Les longues tiges de végétaux sont progressivement insérées dans les interstices.



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. <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

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/cm³. 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. <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

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 façons 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 hélophytes 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 (CNESTT). Le chargé de projet doit être considéré comme étant le maître d'œuvre dans les relations avec la CNESTT.

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

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 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