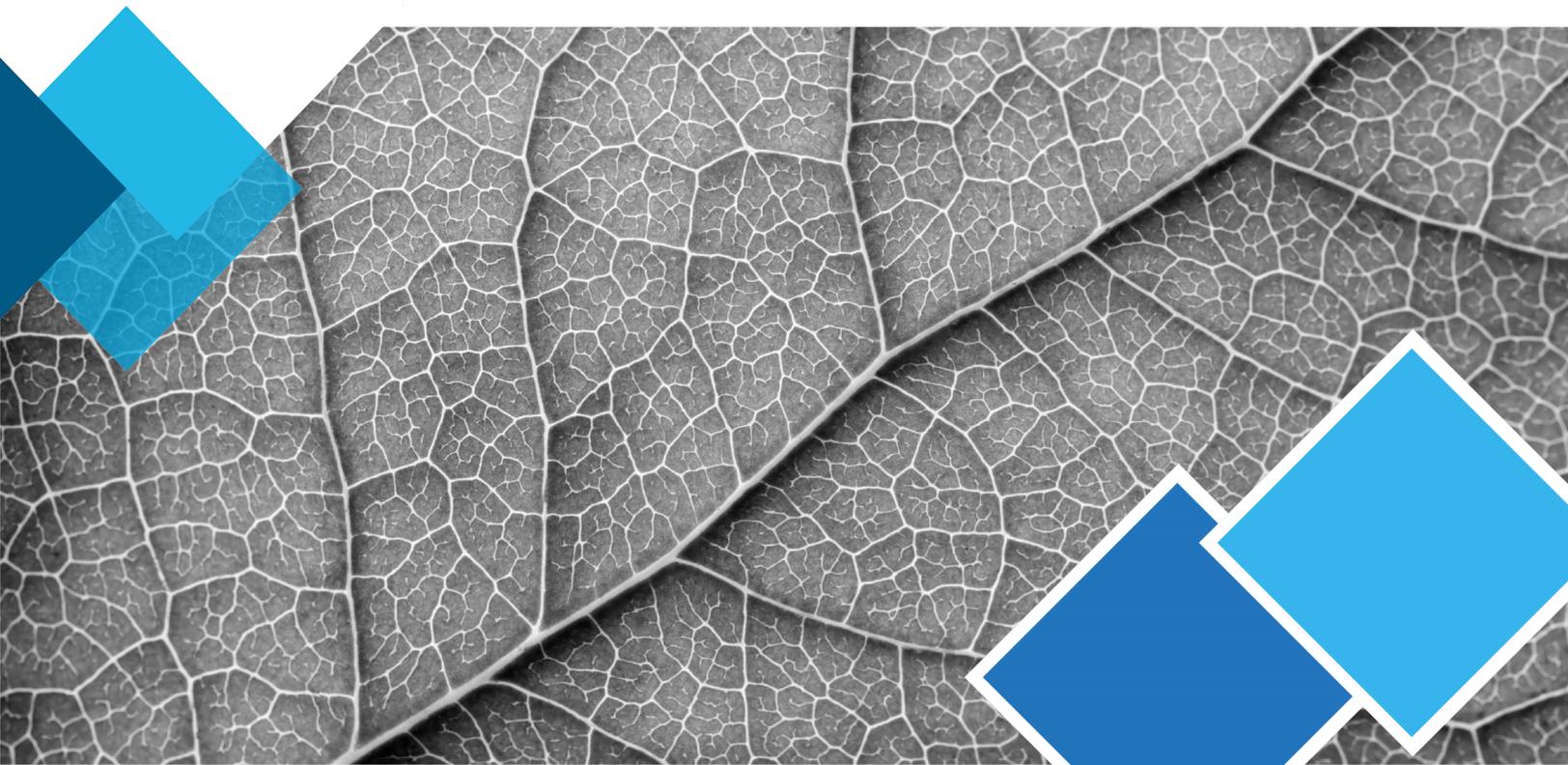




## Plan de restauration de la rive

Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse  
61, boulevard de Melocheville  
Beauharnois (Québec)

Elkem Métal Canada inc.



Ingénierie, conception et gestion de projet

février 2022

Rapport  
Réf. Interne Dossier : 607871 - Rapport : 607871-EG-L08-00

## Plan de restauration de la rive

Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse  
61, boulevard de Melocheville  
Beauharnois (Québec)

**Elkem Métal Canada inc.**  
2020, chemin de la Réserve  
Chicoutimi (Québec) G7J 0E1

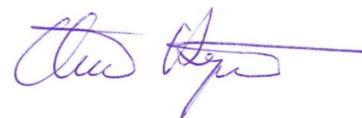
Préparé par :

**Mélanie Bourque, ing., M.ing.**  
Directrice de projets

N/Dossier n° : 607871  
N/rapport n° : 607871-EG-L08-00

Distribution : M. Jean Villeneuve et M. Pierre Gauthier – Elkem Métal Canada (version électronique)  
M. Yvan Loubier - Le Cabinet de relations publiques NATIONAL (version électronique)

Révisé par :



**Martin Duquette, Ph.D.**  
Directeur de projets

Février 2022



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Historique du projet de restauration de la rive	1
1.3	Conclusions du BAPE et dispositions du projet	4
<b>2</b>	<b>Description du site à l'étude</b>	<b>7</b>
2.1	Localisation et délimitation de la rive	7
2.2	Document foncier	7
2.3	Caractérisation de la rive	8
2.3.1	Topographie	8
2.3.2	Caractérisation environnementale	8
2.4	Localisation et identification des arbres	10
<b>3</b>	<b>Scénario de restauration environnementale de la rive</b>	<b>11</b>
3.1	Maintien en place des matériaux	11
3.2	Stabilisation et profilage de la rive	12
3.2.1	Enrochement	12
3.2.2	Profilage de la pente	13
3.3	Mise en place de matériaux de recouvrement	13
3.4	Aménagements à la limite sud de la rive	14
3.5	Déblais ou de matériaux de recouvrement	14
3.5.1	Gestion des matériaux excavés (déblais)	14
3.5.2	Matériaux de recouvrement	15
3.6	Renaturalisation de la rive	15
3.6.1	Plantation	16
3.6.2	Ensemencement	18
<b>4</b>	<b>Surveillance environnementale des travaux</b>	<b>19</b>
4.1	Prévention des affaissements et éboulements vers le lac Saint-Louis	19
4.2	Mesures d'atténuation	19
4.3	Protection de la faune	20
<b>5</b>	<b>Suivi environnemental consécutif aux travaux</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Restriction d'utilisation</b>	<b>22</b>

---

7	Échéancier global des travaux	23
---	-------------------------------	----

---

## Liste des tableaux

Tableau 1	Volumes de sols et de matériaux éliminés en fonction des différents niveaux de contamination (m <sup>3</sup> )	15
Tableau 2	Espèces proposées pour la végétalisation de la rive	17

## Liste des annexes

### Annexe 1

---

Portée du rapport

### Annexe 2

---

Figures

### Annexe 3

---

Document foncier

### Annexe 4

---

Reportage photographique

### Annexe 5

---

Inventaires des arbres de la rive

### Annexe 6

---

Mémo géotechnique et études vagues et glace

---

Ce rapport est composé de 131 pages incluant les annexes et ne peut être reproduit en tout ou en partie sans l'autorisation de SNC-Lavalin GEM Québec inc.

# 1 Introduction

## 1.1 Mise en contexte

La propriété faisant l'objet du présent document est sise au 61, boulevard de Melocheville à Beauharnois (Québec).

Entre avril 1972 et septembre 1973, Union Carbide Canada inc. a construit, sur ce site, une usine de ferromanganèse. En juillet 1984, la compagnie Elkem Canada inc. (Elkem) a fait l'acquisition de la division des métaux de la compagnie Union Carbide, dont l'usine de ferromanganèse de Beauharnois. Elkem s'est servi de l'usine pour produire du silicomanganèse, en alternance avec du ferromanganèse, jusqu'à sa fermeture en mai 1991. Au cours des années d'opération de l'usine, des scories ont été utilisées pour solidifier le fond du terrain à certains endroits et des dalles de béton ont été installées pour la manutention de produits. En septembre 1995, le terrain a été vendu à Centre de Recyclage Beauharnois inc. et à Excavation René St-Pierre inc. qui opèrent toujours le site jusqu'à présent.

Elkem prend en charge la conduite du présent plan de restauration de la rive dans un souci de collaboration avec les différents acteurs impliqués, sans aucune admission de responsabilité de sa part ni renonciation à invoquer la responsabilité de tiers quant à la présence des matières en cause sur son ancienne propriété.

Les services professionnels de SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin) ont été retenus par Elkem Métal Canada inc. pour élaborer le plan de restauration de la rive.

Le présent document est une nouvelle version du « Plan de restauration environnementale de la berge – Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse, Beauharnois, Québec » (SNC-Lavalin, septembre 2019) présenté en septembre 2019, et mis à jour suite à la réception des questions et commentaires<sup>1</sup> du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) datée du 8 juillet 2020.

La portée du rapport est présentée à l'annexe 1.

## 1.2 Historique du projet de restauration de la rive

En décembre 2004, Elkem Métal Canada inc. (ci-après Elkem) a déposé un avis de projet de restauration de la rive de son ancien site industriel à Beauharnois (HDS Environnement, 2004) à la direction des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement. Cela a constitué la première étape de la Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement dans le cadre de ce projet de restauration. Une brève description des travaux de restauration y était donnée.

---

<sup>1</sup> Lettre de Mélissa Gagnon adressée à Yvon Loubier et ayant comme objet : Question et commentaires concernant l'analyse de l'acceptabilité environnementale pour le projet de plan de restauration de la berge du site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse par ELKEM MÉTAL CANADA INC. à Beauharnois (Dossier 3211-02-231), MELCC, 8 juillet 2020.

En réponse, la direction des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement, du Développement durable et des Parcs<sup>2</sup> (MDDEP) a fourni en avril 2005 des directives pour mener à bien l'évaluation de ce projet (MDDEP, 2005).

Une description détaillée des travaux de restauration envisagés (un projet principal et une alternative) a ensuite été présentée dans une première version de l'étude d'impact du projet soumis au MDDEP en juin 2008 (HDS Environnement, 2008). Le projet principal prévoyait l'enlèvement sur 3 ans de 5 305 m<sup>3</sup> de remblais de scories au niveau de la rive et du littoral principalement dans la partie est du terrain. Des questions et commentaires concernant ces travaux de restauration ont été formulés par le MDDEP ainsi que par certains autres ministères et organismes dans un document daté du 30 octobre 2008 (MDDEP, 2008).

Une description révisée des travaux de restauration tenant compte des questions et commentaires précédents a été présentée dans une seconde version de l'étude d'impact du projet soumis au MDDEP en juin 2009. Des précisions quant à la localisation et la profondeur de l'enlèvement des remblais de scories ont notamment été apportées. L'enlèvement des remblais ne concernait à ce moment que la partie est de la rive. Les remblais présents dans la partie ouest, de plus faible épaisseur et sans contact avec l'eau de surface, ne devaient qu'être confinés sous une couche de 25 cm de terre végétale. Une seconde série de questions et commentaires des ministères et organismes concernés (MDDEP, 2009) a alors été émise par le MDDEP le 8 octobre 2009.

Un document de réponses à la seconde série de questions et commentaires incluant les ajustements aux travaux de restauration prévus (HDS Environnement, 2009) a été soumis au MDDEP sous forme d'addenda à l'étude d'impact du projet en décembre 2009. Des précisions concernant le réenrochement et la végétalisation de la rive ainsi que concernant les niveaux d'eau pris en compte ont notamment été données. Une troisième série de questions et commentaires des ministères et organismes concernés (MDDEP, 2010) a alors été émise par le MDDEP le 12 février 2010.

Un document de réponses à la troisième série de questions et commentaires incluant les ajustements aux travaux de restauration prévus (HDS Environnement, 2010) a été soumis au MDDEP sous forme d'un second addenda à l'étude d'impact du projet en avril 2010. Des précisions sur les mesures d'atténuation prévues pour la protection de la faune ont notamment été données.

Un avis sur la recevabilité de l'étude d'impact du projet (MDDEP, 2010) a finalement été émis par le MDDEP le 5 mai 2010 recommandant que l'étude d'impact soit rendue publique et que soit entreprise l'étape d'information et de consultation publique.

---

<sup>2</sup> Aujourd'hui le MELCC.

Un plan de restauration environnementale de la rive basé sur les conclusions du BAPE prévoyant l'enlèvement complet des remblais au niveau de la rive a dans un premier temps été élaboré. Ce plan de restauration était basé sur la prémisse que les matériaux excavés pouvaient posséder une certaine valeur économique qui permettrait la faisabilité économique du projet. Ce plan de restauration a été déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs<sup>3</sup> (MDDEFP) en février 2014.

Devant l'impossibilité de trouver une filière de valorisation des matériaux et considérant que le plan de réhabilitation approuvé par le MELCC pour le reste du terrain prévoyait, le maintien en place des matériaux, il a été convenu avec les représentants du MELCC d'élaborer un nouveau plan de restauration pour la rive incluant le maintien en place des matériaux.

Les représentants du MELCC ont toutefois demandé à ce qu'une évaluation de plusieurs scénarios de restauration soit réalisée afin de déterminer l'impact de plusieurs éléments du plan de restauration (ex. profilage du talus, préservation des arbres) sur la bonification ou la faisabilité du projet. Ce plan de restauration prévoyant le maintien des matériaux et incluant plusieurs scénarios a été présenté au MELCC en novembre 2018 (SNC-Lavalin, 2018).

Le MELCC a ensuite transmis un avis technique de la Direction du Programme de réduction des rejets industriels et des Lieux contaminés (DPRRILC) mentionnant que, dans le cas actuel, il est possible de présenter un plan de restauration prévoyant le maintien des matériaux, mais que le MELCC ne peut se prononcer avant d'avoir reçu et étudié les études nécessaires à une telle restauration. Les documents demandés et transmis étaient notamment le plan de restauration, les études de caractérisation du site, l'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques ainsi que des impacts sur l'eau souterraine, et un projet d'avis de restriction d'utilisation. Tous ces documents ont été transmis au MELCC à l'automne 2019 conjointement avec une version révisée du Plan de restauration.

Le 8 juillet 2020, un document de questions et de commentaires provenant du MELCC a été transmis et demande entre autres, plusieurs modifications au plan de restauration proposé. Les différents commentaires ont été discutés en réunion avec les représentants du MELCC au début août 2020.

Le présent document correspond donc au plan de restauration modifié en fonction des commentaires et discussions. Les autres documents font l'objet de rapports distincts.

Le présent document doit être lu conjointement avec les autres documents déposés antérieurement et ceux déposés conjointement avec le présent Plan de restauration de la rive.

Un des commentaires du MELCC qui a fait l'objet de discussion en août 2020, est le dépôt d'un Plan de réhabilitation en vertu de l'article 31.57 de la LQE. Ce Plan de réhabilitation fait partie des autres documents et est requis puisque certains sols contaminés sont laissés en place sous le remblai de scories.

---

<sup>3</sup> Aujourd'hui le MELCC.

### 1.3 Conclusions du BAPE et dispositions du projet

Cette section reprend chacune des conclusions formulées par le BAPE à la suite de son évaluation du projet de restauration de la rive et indique de quelle manière elles ont été prises en compte dans cette version du projet de restauration.

À noter qu'à la suite des discussions avec les représentants du MELCC en 2020, le terme « berge » n'est plus utilisé et a été remplacé par « rive » afin de se conformer à la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI).

*« ... nécessité d'enlever tous les remblais et blocs de scories de la berge<sup>4</sup>, en plus de la végétation qui s'y trouve. »*

*« ... restauration complète du site de l'ancienne usine (...) afin de garantir la durabilité de la restauration de la berge située en aval hydraulique (...) la restauration du site et de la berge ne constitue qu'un seul et même projet (...) celle du site doit logiquement procéder avant celle de la berge ou, à tout le moins, en même temps et selon les mêmes modalités et conditions. »*

Le plan de restauration est désormais prévu être réalisé selon les mêmes modalités et conditions que le reste du terrain, à savoir le maintien en place des matériaux et la mise en place de mesures de mitigation.

*« ... remise à l'état naturel de la berge afin d'assurer les conditions les plus favorables au rétablissement de la biodiversité... »*

À la suite des travaux de reprofilage, d'excavation et d'enrochement de la rive, une végétalisation de celle-ci à l'aide d'espèces indigènes est prévue afin de lui redonner un état naturel et ainsi de favoriser le rétablissement de la biodiversité.

*« ... compte tenu des trois dimensions du développement durable (...), la portée de la restauration de la berge et du site de l'ancienne usine ne doit pas être déterminée exclusivement ou principalement par des considérations de coût. (...) essentiel que cette restauration soit déterminée en fonction des meilleures connaissances et pratiques établies dans le domaine... »*

En se conformant aux conclusions du BAPE, l'élaboration finale du projet intègre pleinement la dimension sociale.

L'évaluation et la gestion des risques reliés aux remblais de matières résiduelles/sols qui seront maintenus en place font en sorte que la dimension environnementale est pleinement considérée.

---

<sup>4</sup> Le terme « berge » cité signifie « rive » selon la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) du MELCC.

De plus, la consultation de spécialistes dans le domaine de l'océanographie (impact des glaces et des vagues sur la rive), dans le domaine de la géotechnique (protection de la rive contre les glaces et les vagues, et stabilisation de la rive) et dans le domaine de la biologie (végétalisation), permet de répondre à la demande que la rive soit restaurée en fonction des meilleures connaissances et pratiques établies dans le domaine.

*« ... réalisée dans le respect des exigences de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés... »*

Le projet de réhabilitation sera réalisé dans le respect des exigences du *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* (MELCC, mai 2021)<sup>5</sup>.

*« ... et de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. »*

Le projet de réhabilitation sera réalisé dans le respect des exigences de cette Politique.

La rive s'étend de la ligne des hautes eaux vers l'intérieur des terres sur un minimum de 10 m lorsque la pente du talus est supérieure à 30 % et présente un talus de moins de 5 m de hauteur (a. 2.1 et a. 2.2).

Tous les travaux qui sont susceptibles de détruire la couverture végétale des rives doivent faire l'objet d'une autorisation préalable (a. 3.1).

Dans la rive, sont en principe interdits tous les travaux. Peuvent toutefois être permis les travaux à des fins industrielles s'ils sont assujettis à l'obtention d'une autorisation en vertu de la LQE (a. 3.2.b).

*« ... la restauration doit tenir compte des valeurs de référence retenues par les autorités publiques en matière de protection de la santé du public ainsi que des travailleurs, eu égard à l'exposition au manganèse par voie aérienne. »*

Durant la période des travaux, des mesures de protection seront mises en place afin de limiter les émissions de poussières contaminées en deçà des limites acceptables tant en termes de protection de la santé du public que pour les travailleurs assignés à la réhabilitation.

Le projet prévoit qu'une fois restauré, le site ne sera plus une source significative d'exposition au manganèse tant pour le public que pour les travailleurs sur le site.

*« ... nécessaire que les sédiments lacustres fortement contaminés au manganèse près du site soient retirés, afin de rendre le secteur compatible avec les plans de développement récréatif de la Ville. »*

---

<sup>5</sup> Le *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* remplace la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

Lors des travaux du BAPE, un usage récréatif futur du terrain était envisagé et cette conclusion en découlait naturellement. Le zonage du terrain a été changé pour un usage récréatif, cependant (pour le propriétaire actuel, les opérations sur le terrain pourront demeurer industrielles.

La problématique des sédiments ne relève pas du projet de restauration de la rive.

*« ... la Ville de Beauharnois doit être associée aux délibérations entre les ministères concernés et Elkem en vue de restaurer le site... »*

Elkem a participé à 9 sessions de travail à Beauharnois avec le maire, Claude Haineault, et/ou son directeur général, Alain Gravel, entre le 31 mars 2011 et le 19 septembre 2012 et a assuré un suivi téléphonique hebdomadaire (70 appels) du 31 mars 2011 au 19 octobre 2012, soit aussi longtemps qu'il a été envisagé que le site puisse changer d'usage pour devenir un site récréatif.

Le refus de changement d'usage par le comité interministériel couplé à la découverte de l'existence de deux précédents refus de changement d'usage par ce même comité ont mis fin aux discussions avec la Ville de Beauharnois.

Le site ne fait plus partie du plan stratégique de la Ville de Beauharnois qui prévalait au moment des travaux du BAPE.

De plus, un nouveau maire est entré en fonction aux élections municipales d'automne 2017, selon des discussions qui ont été tenues avec ce dernier, aucun changement qu'en à la position de la Ville n'est à prévoir.

*« ... pour ce qui est de la propriété résidentielle avoisinant le site (...) la restauration de cette propriété conserve pleinement sa pertinence, indépendamment de l'éventuelle réalisation du projet. (...) cette propriété doit être restaurée à brève échéance conformément aux dispositions de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. (...) effectuée conformément aux usages actuels et futurs propres à un milieu bâti à vocation résidentielle. »*

Des discussions ont cours avec le propriétaire, sans admission de responsabilité. Dans l'attente d'un règlement.

## 2 Description du site à l'étude

### 2.1 Localisation et délimitation de la rive

Le site de l'ancienne usine de ferromanganèse est localisé sur le boulevard de Melocheville à Beauharnois, à l'est du canal de Beauharnois et correspond à une partie du lot 4 714 988 du cadastre du Québec, dans la circonscription foncière de Beauharnois. Les coordonnées géographiques approximatives au centre du site sont : 45,3166 N et -73,8924 O.

La rive de ce site consiste en une bande de terrain de 10 m de large sur environ 800 m de long, longeant le lac Saint-Louis, du fleuve Saint-Laurent. Conformément à la définition édictée dans la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, la délimitation de la zone d'étude a été définie comme la portion de terrain comprise entre la ligne des hautes eaux et une ligne distante horizontalement de 10 m vers l'intérieur du terrain. En effet, la pente moyenne du site de plus de 30 % et la hauteur de la rive de moins de 5 m permettent de définir la rive sur une largeur de 10 m. Dans le contexte d'une rive artificialisée avec présence d'enrochement, la ligne des hautes eaux (LHE) a été définie sur la base de la ligne d'inondation de récurrence 2 ans (LHE<sub>2</sub>). Celle-ci a été déterminée à une élévation de 22,17 m. La délimitation de la rive est illustrée aux figures 607871-2021-PR-01 et 607871-2021-PR-02, à l'annexe 2. Ces figures montrent que la limite nord de la rive se situe en territoire non cadastré. En effet, la LHE<sub>2</sub> étant considérée comme la limite nord de la rive, elle se situe à l'extérieur du lot 4 714 988 du cadastre du Québec. De plus, tels que présentés sur ces figures, trois principaux axes y ont été définis en fonction des caractéristiques topographiques et physiques de la rive.

Mentionnons que deux secteurs le long de la rive sont exclus du plan de restauration, soit l'ancienne station de pompage (entre les axes 1 et 2 du projet) ainsi que l'ancienne prise d'eau construite sur une pointe d'enrochement (entre les axes 2 et 3 du projet). En ce qui concerne le secteur entre les axes 1 et 2, la rive sera restaurée jusqu'à l'atteinte de l'ancienne usine, qui sera laissée en place. Pour le secteur entre les axes 2 et 3, considérant sa composition d'enrochement, tel que précisé dans l'étude d'impact de 2009<sup>6</sup>, la rive sera restaurée jusqu'à l'atteinte de l'enrochement composant cette pointe.

La rive, tout comme la totalité du lot, est située dans la zone R-73 de la Ville de Beauharnois. Cette zone permet des usages récréatifs, d'observation et de conservation de la nature.

### 2.2 Document foncier

En 2014, un avis de contamination a été inscrit sur le lot à l'étude, soit le lot 4 714 988. L'annexe 3 présente une copie de cet avis. Une inscription d'avis de contamination pour la partie du lot 4 714 988 à l'étude (10m de rive) est actuellement en cour. Une copie de cet avis vous sera transmise en version papier lorsque publié.

---

<sup>6</sup> Projet de restauration environnementale de la berge bordant le site d'une ancienne usine d'alliages de ferro-manganèse à Beauharnois – Étude d'impact sur l'environnement déposée au Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc. (HDS), Juin 2009.

## 2.3 Caractérisation de la rive

### 2.3.1 Topographie

La topographie de la rive est assez abrupte sur presque toute sa longueur, une zone d'accès à l'eau faisant exception dans la partie ouest. De manière générale, le dessus de la rive est relativement plat puis s'incline vers le fleuve selon une pente plus ou moins forte (entre 12 et 51 % - pour des moyennes entre 32 et 40 % pour les 3 axes du projet), le dénivelé étant plus important à l'est (3 à 4 m) qu'à l'ouest (2 à 3 m)<sup>7</sup>. Un replat est présent au niveau du littoral en bas du talus, à l'exception du secteur du quai fédéral où la bathymétrie est plus profonde.

Un relevé Lidar (2017) a été effectué tout au long de la rive permettant d'établir un profil topographique actuel précis sur la totalité de son emprise. De plus, les relevés bathymétriques ont été obtenus de Pêches et Océans Canada ce qui a permis d'élaborer un profil topographique complet s'étendant du dessus de la rive jusque dans le littoral, à l'exception de l'axe 3 où aucune donnée bathymétrique ne se trouvait à proximité de la rive. Un relevé bathymétrique sommaire, à proximité de la rive, a été effectué à l'hiver 2019. Une figure illustrant l'inclinaison du talus de la rive, pour chaque axe, est présentée aux figures 607871-2021-PR-03, tandis que le relevé topographique de la rive et la bathymétrie à proximité est présenté sur les figures 607871-2021-PR-04a à 04 d.

Un reportage photographique effectué au long de la rive est présenté à l'annexe 4.

### 2.3.2 Caractérisation environnementale

L'écoulement de l'eau souterraine est orienté vers le nord, soit le fleuve Saint-Laurent, avec des vitesses d'écoulement pouvant varier pour les dépôts meubles situés à l'extrémité est du site serait de l'ordre de 30 m/an tandis que la vitesse d'écoulement pour l'unité du roc serait de l'ordre de 40 m/an (extrémité ouest) à 100 m/an (au centre). La profondeur de l'eau souterraine à partir de la surface varie de 1,2 m à 4,4 m.

La stratigraphie du site est caractérisée par la présence d'un remblai de matières résiduelles/sols, assimilable à un sol, sur une épaisseur variant de 0,25 m à 5,5 m. Ce remblai repose à quelques endroits sur le terrain naturel, mais dans la majeure partie du site directement sur le roc à des profondeurs de 0,6 m à 5,5 m.

L'étude de caractérisation complémentaire a comporté la réalisation de 16 sondages additionnels en plus des 49 sondages déjà présents, ce qui représente une densité de sondage d'un sondage par 123 m<sup>2</sup>.

Les résultats de la caractérisation environnementale complémentaire indiquent que les concentrations des paramètres mesurés dans les sols provenant du terrain naturel respectent les valeurs limites de l'annexe I du *Règlement sur la protection et réhabilitation des terrains* (RPRT). Cependant, certains échantillons provenant des études antérieures ont montré des concentrations excédant les valeurs limites de l'annexe II du RPRT pour soit le manganèse, et cuivre, sans jamais dépasser les valeurs limites de l'annexe I du *Règlement sur l'enfouissement*

<sup>7</sup> Afin de définir le haut du talus, soit le replat au sommet de la rive, il a été considéré que le replat avait une pente de 8H : 1V.

*des sols contaminés* (RESC). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ont été mesurés dans un échantillon à des concentrations entre les valeurs limites de l'annexe I et celles de l'annexe II du RPRT. Par contre, le type d'HAP identifié dans ces échantillons laisse présager que les sols composant ces échantillons ne sont pas d'origine naturelle.

Les remblais du site sont composés de matières résiduelles/sols assimilables à des sols. Ils sont composés en divers pourcentage de scories, mâchefers et débris provenant des activités industrielles antérieures.

Les analyses effectuées sur les lixiviats respectent les valeurs de l'article 3 du *Règlement sur les matières dangereuses* (RMD). À titre indicatif, principalement pour les fins de l'*Évaluation des risques toxicologique et écotoxicologique et impacts sur l'eau souterraine*, des analyses en teneurs totales ont été réalisées sur les remblais. Les résultats ont montré une contamination en HAP, teneurs excédant par endroit les critères B et C du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains* (le Guide d'intervention), une contamination en hydrocarbures pétroliers (HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>), teneurs excédant par endroit le critère B du Guide d'intervention, ainsi qu'une contamination en métaux, teneurs excédant sur la majorité du site à l'étude le critère C et les valeurs de l'annexe I du RESC. Ces dépassements sont essentiellement associés au manganèse.

Aucune fibre d'amiante n'a été détectée dans les remblais et aucune émission radioactive n'a été détectée dans les échantillons.

La superficie et le volume de sols contaminés identifiés au terrain naturel ne peuvent être calculés puisque leur présence est discontinue sur le site. Par contre, le volume de remblai de matières résiduelles/sols est réparti sur une superficie de 8 000 m<sup>2</sup> et a été calculé à environ 11 120 m<sup>3</sup>. Cette évaluation des volumes de remblais diffère des évaluations passées en raison des relevés beaucoup plus précis d'arpentage réalisés en 2019.

Tous les échantillons d'eau souterraine analysés ont présenté des concentrations inférieures aux valeurs du critère de *Résurgence dans l'eau de surface* (RES) du Guide d'intervention et aux seuils d'alerte, à l'exception d'une concentration en manganèse qui excède les seuils d'alerte de 50 % et de 70 % pour l'échantillon prélevé dans les puits d'observation PO-209 et P -112, et d'une concentration en manganèse qui excède le seuil d'alerte de 50 % pour l'échantillon prélevé dans les puits d'observation PO-108 et P-106.

Selon les documents du MELCC, « *un impact réel est défini comme une situation effective au lieu d'impact alors qu'un impact appréhendé est défini comme un impact prévisible, considérant la nature dynamique de la contamination des eaux souterraines* ». En considérant cette définition et les concentrations mesurées des différents paramètres chimiques dans l'eau souterraine principalement pour le manganèse, pour le lot 4 714 988, tel que décrit dans l'étude de Sanexen (2014), il est considéré qu'un impact appréhendé existe. En effet, il peut y avoir une résurgence dans les eaux de surface d'une eau souterraine contaminée au-delà des critères fixés pour la protection des eaux de surface. Par contre, pour le secteur de la rive, en fonction des résultats analytiques obtenus en 2019, il n'y a aucun impact appréhendé.

L'emplacement des sondages effectués sur le site ainsi que les résultats analytiques sont présentés aux figures 607871-2021-PR-05a à 05c.

Le rapport *Caractérisation environnementale complémentaire* (SNC-Lavalin, septembre 2019) doit être lu conjointement avec le présent document.

## 2.4 Localisation et identification des arbres

Un certain nombre d'arbres matures sont présents dans l'emprise de la rive. En prévision des travaux de restauration et en vue de l'éventuelle préservation de ces arbres, un inventaire exhaustif a été réalisé en 2017.

L'inventaire complet est présenté sous forme de fiches à l'annexe 5. La figure 607871-2021-PR-06 localise l'emplacement des arbres et leurs espèces.

### 3 Scénario de restauration environnementale de la rive

Basé sur les exigences géotechniques et hydrauliques minimales requises en termes de stabilisation de la rive par enrochement, ainsi que des commentaires du MELCC<sup>8</sup>, le scénario suivant a été élaboré comme option de restauration.

Les plans 607871-2021-PR-07 et 607871-2021-PR-08 présentés à l'annexe 2 ont été réalisés afin de visualiser les portions de la rive où l'on retrouve les déblais et la mise en place de matériaux de recouvrement nécessaires pour restaurer le terrain selon le scénario retenu. La simulation de profilage est globale pour la rive et figure en aménagement régulier en suivant le tracé de la LHE<sub>2</sub><sup>9</sup>. Selon la topographie, les vues en coupe peuvent ainsi varier d'un endroit à l'autre. Des vues en coupe typiques sont présentées pour illustrer le scénario.

Les figures 607871-2012-PR-09a et 09 b, à l'annexe 2, montrent quant à elles des coupes du scénario de restauration choisi avec une configuration de la végétalisation qui sera effectuée.

#### 3.1 Maintien en place des matériaux

La restauration de la rive prévoit le maintien en place des remblais de matières résiduelles assimilables à un sol ainsi que des sols contaminés qui s'y trouvent. Cette orientation est cohérente avec le plan de réhabilitation environnementale élaboré pour le reste de la propriété et qui prévoit également le maintien en place des mêmes matériaux en s'appuyant sur une évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques et de l'impact sur l'eau souterraine.

Tous les matériaux présents dans la rive, non contaminés en produits pétroliers ou composés volatils, dont notamment des sols dont les teneurs en manganèse et en cuivre excèdent les valeurs de l'annexe II du RPRT (échantillon présent dans la tranchée d'exploration TR-139-3), seront conservés sur le site et gérés sur la base de l'évaluation des risques préparée par SNC-Lavalin (septembre 2019). En effet, l'évaluation des risques a permis d'identifier que le potentiel de risque associé à ces matériaux peut être réduit à un niveau sécuritaire pour les personnes fréquentant la rive et ses environs ainsi que pour la faune et la flore locales par des mesures de recouvrement pérennes.

Les mesures de recouvrement de la rive prévues aux fins de stabilisation et décrites aux sections suivantes (enrochement, géotextile, remblai de sols propres) sont adéquates pour servir de mesures de mitigation et assurer une protection suffisante et pérenne.

---

<sup>8</sup> Questions et commentaires concernant l'analyse de l'acceptabilité environnementale pour le projet de plan de restauration de la berge du site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse par ELKEM MÉTAL CANADA INC. à Beauharnois. (Dossier n° : 3211-02-231), 8 juillet 2020, Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels du MELCC.

<sup>9</sup> Aucune intervention dans le littoral ne sera effectuée, malgré qu'il puisse apparaître sur certains plans que des excavations seraient effectuées au-delà de la LHE<sub>2</sub>. Il est important de mentionner que l'illustration suit la LHE<sub>2</sub> la plus près possible. Toutefois, dans les plans et devis qui seront rédigés pour les fins d'appel d'offre pour la restauration de la rive, il sera mentionné qu'aucun travail ne pourra être effectué dans le littoral et la LHE<sub>2</sub> devra être implanté sur le site au moment des travaux.

Le rapport *Évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques et impacts sur l'eau souterraine* (SNC-Lavalin, septembre 2019) doit être lu conjointement avec le présent document.

## 3.2 Stabilisation et profilage de la rive

Bien qu'il soit prévu de maintenir les matériaux en place, la nécessité d'assurer une stabilité géotechnique à la rive une fois restaurée et en prévision du recouvrement de matériaux propres à mettre en place, l'excavation de matériaux et le reprofilage de la rive sont nécessaires.

Les travaux décrits par la suite concernent exclusivement l'emprise de la rive, soit la bande de terrain de 10 m à partir de la ligne des hautes eaux à récurrence de 2 ans (LHE<sub>2</sub>). Aucun matériau de remblai ne sera mis en place en bas de la LHE<sub>2</sub>.

### 3.2.1 Enrochement

Afin d'assurer une protection adéquate de la rive contre l'érosion causée par l'eau et les glaces et d'assurer la stabilité géotechnique de la rive, un enrochement devra être installé. Cet enrochement sera installé sur toute la longueur de la rive à l'exception de la zone d'accès à l'eau dont la pente du talus est plus douce.

À la lumière des documents géotechnique<sup>10</sup> et hydraulique<sup>11</sup> présentés dans le *Plan de restauration environnementale de la berge* (SNC-Lavalin, novembre 2018), ainsi qu'à l'annexe 6 du présent document, l'enrochement aura les caractéristiques suivantes :

- › La mise en place de l'enrochement se fera de la base de la rive, soit à partir de la LHE<sub>2</sub>, jusqu'à l'élévation 24,0 m;
- › La pente du talus sous l'enrochement sera de 1,75 H : 1V;
- › Le diamètre moyen (D<sub>50</sub>) de l'enrochement sera de 900 mm. Le diamètre minimal (D<sub>min</sub>) sera de 675 mm et le diamètre maximal (D<sub>max</sub>) sera de 1 150 mm;
- › L'enrochement aura une épaisseur minimale de 1,8 m mesurée perpendiculairement au talus;
- › Un géotextile de gros calibre (Texel 934 minimal) sera mis sur la rive, avant la mise en place de l'enrochement. Ce géotextile permettra notamment d'empêcher l'érosion des matériaux présents dans la rive.

Le géotextile Texel 934 est composé de fibres de polypropylène et de polyester, d'une épaisseur de 5,5 mm et est conçu pour être mis en place pour la protection de berges, pour la filtration et la séparation des matériaux. Il tolère des sollicitations mécaniques pour des pierres de plus de 1 000 mm. Ce géotextile est imputrescible, permanent et insensible aux acides que l'on retrouve à l'état naturel des sols. Sa composition de fibres de polypropylènes et de polyester lui confère une durée de vie excédant celle des ouvrages qu'ils protègent;

<sup>10</sup> *Stabilisation des berges – Conception géotechnique préliminaire* (SNC-Lavalin, août 2019).

<sup>11</sup> *Estimation de la vague critique et de l'épaisseur de glace pour la restauration de berges* (SNC-Lavalin, août 2019).

- › Les pierres du perré devront être constituées de roc dur, dense et durable;
- › La mise en place d'une clé d'enrochement pourrait être nécessaire dans les cas où le roc est situé plus en profondeur que la base de la rive. En effet, l'ancrage de l'enrochement doit se faire soit dans le roc soit jusqu'à une élévation d'au moins 0,3 m en bas de la ligne d'étiage.

Mentionnons que les observations effectuées sur le terrain ont montré que parmi les blocs de pierre présents sur l'ensemble de la rive, un grand nombre d'entre eux étaient des blocs de grès quartzitique, typiques du roc sous-jacent aux remblais. La réutilisation de ces blocs de pierre sera préconisée. Tels que convenus avec les représentants du MELCC lors de la visite du site, les gros blocs de scories, aussi présents au pied de la rive, pourront également être réutilisés sans toutefois qu'ils ne soient visibles au moment de l'aménagement final.

### 3.2.2 Profilage de la pente

La rive sera excavée sur 1,8 m d'épaisseur, à sa base, afin de pouvoir mettre en place l'enrochement à l'intérieur des limites déterminées de la rive. La base de la rive sera alors profilée avec une pente de 1,75 H : 1V entre l'élévation de la LHE<sub>2</sub>, soit 22,17 m, jusqu'à l'élévation 24,0 m, soit jusqu'au sommet de l'enrochement. Par la suite, une pente de 3H : 1V sera profilée sur la longueur totale de la rive, à l'exception des secteurs, principalement dans l'axe 1 où la pente est déjà plus douce à 3H : 1V.

Le profilage de la pente prend compte que la mise en place des mesures de mitigation ne doit pas augmenter le profil actuel de la rive.

### 3.3 Mise en place de matériaux de recouvrement

Un recouvrement de matériaux exempt de contaminants sera mis en place sur une épaisseur d'un mètre, sur toute la longueur de la rive, par-dessus des matériaux laissés en place, et ce, aux élévations supérieures à l'enrochement.

Plus précisément, le recouvrement des remblais maintenus en place dans la rive sera réalisé à l'aide d'un matériau d'emprunt externe classe « B »<sup>12</sup> ou d'un autre matériau de qualité géotechnique équivalente ou supérieure, sur une épaisseur de 0,85 m. Ce matériel sera érigé par une couche de 250 mm d'épaisseur compactée. Les matériaux de remblai présenteront des caractéristiques (granulométrie et teneur en eau) permettant une densification facile et efficace. De plus, le matériel de recouvrement proviendra de source naturelle (exempt de débris et d'odeurs de produits pétroliers) et présentera une qualité environnementale respectant le critère « B » en ce qui a trait au paramètre des métaux (teneurs naturelles) et le critère « A » en ce qui a trait aux paramètres des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des hydrocarbures pétroliers (HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>) et des composés organiques volatils (COV), critères provenant du *Guide*

<sup>12</sup> Sols qui ne proviennent pas d'une source commerciale, pouvant être adéquatement compactés et respectant les critères suivants :

- › Teneur en eau qui en permette la densification à la masse volumique requise;
- › Absence de blocs et de débris solides de plus de 200 mm de diamètre;
- › Absence de matières organiques et de sols saturés ou gelés;
- › Être exempt de matériaux gonflants (par exemple du shale);
- › Avoir une qualité environnementale conforme pour l'usage prévu du site.

*d'intervention* du MELCC. Le remblayage se fera en conformité avec le *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés, le RPRT, ainsi qu'avec le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (RÉAFIE)*. En l'absence de disponibilité de tels matériaux, des sols propres, dont les teneurs sont inférieures au critère A du Guide d'intervention, seront utilisés pour les fins de recouvrement.

Une couche de terre végétale sera par la suite mise en place sur une épaisseur 0,15 m, jusqu'à l'atteinte de la cote finale. Il est à noter que dans le cas de la présence d'enrochement au-delà de l'élévation 23,25 m, de la terre végétale sera également mise en place dans ces structures afin de permettre leur végétalisation.

Au niveau de la zone d'accès à l'eau, l'épaisseur de recouvrement sera de 0,40 m de pierre concassée 10–20 mm (pierre nette  $\frac{3}{4}$  po).

Un géotextile sera mis en place préalablement à toute mise en place de recouvrement. En effet, tout comme en dessous de l'enrochement, le géotextile Texel 934 sera mis en place sous les sols de recouvrement. Tel que mentionné précédemment, ce géotextile est composé de fibres de polypropylène et de polyester, d'une épaisseur de 5,5 mm et est conçu pour être mis en place pour la protection de berges, pour la filtration et la séparation des matériaux. Il tolère des sollicitations mécaniques pour des pierres de plus de 1 000 mm. Ce géotextile est imputrescible, permanent et insensible aux acides que l'on retrouve à l'état naturel des sols. Sa composition de fibres de polypropylènes et de polyester lui confère une durée de vie excédant celle des ouvrages qu'ils protègent.

### 3.4 Aménagements à la limite sud de la rive

À la limite établie de 10 m de la rive, là où cela est requis, un muret de blocs de béton sera mis en place afin de combler la différence engendrée avec le reste de la propriété. Ce muret sera composé d'un ou deux blocs de béton superposés verticalement et ancré aux sols. La mise en place d'une couche de pierre concassée compactée et d'un géotextile est prévue afin d'assurer une stabilité.

### 3.5 Déblais ou de matériaux de recouvrement

#### 3.5.1 Gestion des matériaux excavés (déblais)

La caractérisation des matériaux de remblai, identifiés comme un mélange de matières résiduelles non dangereuses et de sols, les surplus de sols excavés et non utilisés comme remblai lors des opérations de profilage de la rive seront éliminés hors site en conformité avec la réglementation. Les matières résiduelles assimilables à des sols excavés seront éliminées hors site en conformité avec la réglementation. Le tableau 1 suivant présente les volumes de sols et de matériaux éliminés en fonction des différents niveaux de contamination.

**Tableau 1 Volumes de sols et de matériaux éliminés en fonction des différents niveaux de contamination (m<sup>3</sup>)**

	<A	A-B <annexe I du RPRT	B-C >annexe I du RPRT et <annexe II du RPRT	C-RESC >annexe II du RPRT et <annexe I du RESC	>annexe I du RESC	Sols de qualité environnementale inconnue (à déterminer par une caractérisation au moment des travaux)	MRND	MRD
Matières résiduelles assimilables à un sol	-	-	-	-	-	-	6 960	-
Sols naturels	170	10	5	0	0	120	-	-
Sédiments	-	-	-	-	-	-	-	-

Aucun déblai ne sera valorisé sur le terrain.

Toute élimination hors site le sera dans un lieu d'élimination ou de traitement autorisé par le MELCC.

### 3.5.2 Matériaux de recouvrement

Dans le cadre du scénario de restauration environnementale de la rive, il est prévu mettre en place les volumes de matériaux de recouvrement suivants :

- › 3 180 m<sup>3</sup> de sols de recouvrement;
- › 4 800 m<sup>3</sup> d'enrochement;
- › 50 m<sup>3</sup> de pierre concassée 10-20 mm pour la descente de bateau;
- › 200 m<sup>3</sup> de pierre concassée 0-20 mm pour la stabilisation du muret de béton;
- › 570 m<sup>3</sup> de blocs de béton (muret de béton).

## 3.6 Renaturalisation de la rive

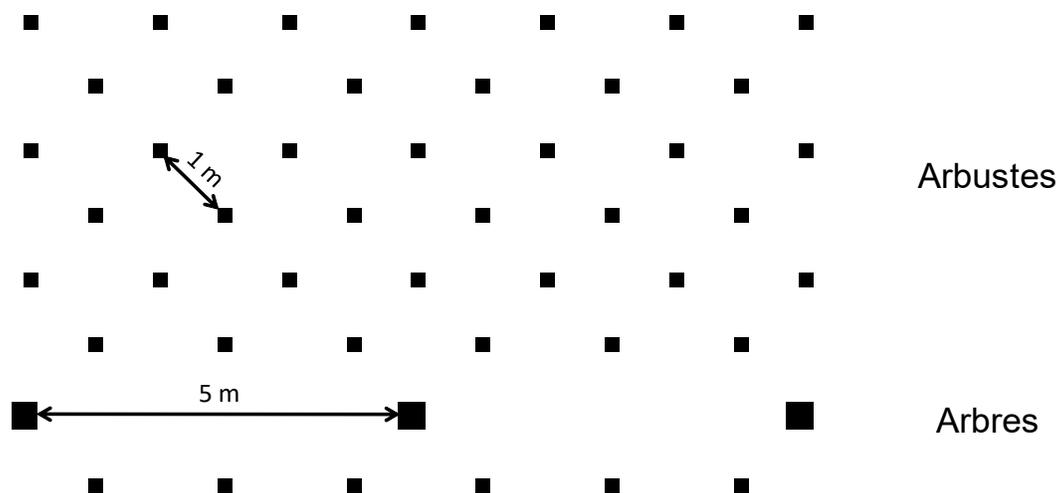
L'excavation de la rive et son profilage dans le cadre des travaux de restauration font en sorte que tous les arbres, arbustes ou végétaux situés dans les limites de la rive devront être abattus.

Par conséquent, à la suite des travaux de recouvrement, la zone de la rive, dont la surface finale sera constituée de terre végétale, sera végétalisée afin de permettre d'une part sa stabilisation et d'autre part de faciliter l'implantation éventuelle de la végétation naturelle et de favoriser la présence de la faune. Deux types de techniques de génie végétal seront utilisés : l'ensemencement et la plantation. Des espèces herbacées indigènes ainsi que des espèces arbustives serontensemencées à partir de la limite de l'enrochement alors que des espèces arborescentes indigènes seront plantées dans le replat en haut de la rive. L'enrochement à la base du talus sera également végétalisé afin d'augmenter la couverture végétale de la rive.

La végétalisation de la rive décrite plus en détail ci-dessous reprend les modalités révisées par la direction des évaluations environnementales dans le document d'étude d'impact du projet de réhabilitation de la rive déposé par HDS en 2009 pour le compte d'Elkem et prend en considération les commentaires reçus par le MELCC dans sa lettre du 8 juillet 2020.

### 3.6.1 Plantation

Les plants seront répartis en quinconce et la distance entre les arbustes sera d'un mètre tandis qu'elle sera de 5 mètres entre les arbres. Des trous seront creusés suffisamment larges et profonds pour permettre l'étalement des racines, mais sans excéder la profondeur des mesures de mitigation. Les espèces d'arbustes et d'arbres seront de hauteurs différentes et seront implantées en commençant par le milieu du talus jusqu'au replat. Les arbustes seront plantés dans les premiers 4 m à partir du haut du talus, tandis que les arbres seront plantés dans les derniers mètres de la bande riveraine, suivie d'une dernière rangée d'arbustes près du 10 m. Un patron de plantation est présenté ci-après.



Des rangs de plançons de saule seront également mis en place dans l'enrochement au bas du talus.

Des plantes rampantes comme la vigne seront plantées à l'arrière des murets de béton afin que ces plants rampent devant les murets et donnent un aspect plus naturel de ces segments de la rive.

Une fois les arbustes et les arbres plantés, le sol sera légèrement tassé pour éviter la formation de poches d'air et la plantation sera suivie d'un arrosage. Un paillis des copeaux de bois de 50 millimètres d'épaisseur sera placé autour des arbres pour éliminer la compétition herbacée et pour conserver l'humidité du sol, en prenant bien soin de dégager les troncs de 15 à 20 millimètres.

Les espèces, mentionnées dans le tableau 2 suivant, seront sélectionnées lors de la végétalisation de la rive. La variété d'au moins 2 ou 3 espèces par strates sera favorisée.

**Tableau 2** Espèces proposées pour la végétalisation de la rive<sup>13</sup>

Position	Espèce	Enracinement (cm)
Haut de pente	Cerisier de Pennsylvanie ( <i>Prunus pensylvanica</i> )	Superficiel (36-61)
	Rosier inerme ( <i>Rosa blanda</i> )	Enracinement étalé, racines drageonnantes.
	Vigne vierge ( <i>Parthenocissus quinquefolia</i> ).	Superficiel (41-ND)
	Sumac vinaigrier ( <i>Rhus typhina</i> ).	Superficiel (51-ND)
	<b>Amélanchier du Canada (<i>Amelanchier canadensis</i>)</b>	Superficiel (51-ND)
	Sureau du Canada ( <i>Sambucus canadensis</i> )	Superficiel (ND)
	Aulne crispé ( <i>Alnus alnobetula ssp. crispa</i> )	Superficiel (ND)
	<b>Épinette rouge (<i>Picea rubens</i>)</b>	Superficiel (33-56)
	<b>Érable de Pennsylvanie (<i>Acer pennsylvanicum</i>)</b>	Superficiel (71-ND)
Milieu de pente	Rosier inerme ( <i>Rosa blanda</i> )	Enracinement étalé, racines drageonnantes.
	Sumac vinaigrier ( <i>Rhus typhina</i> ).	Superficiel (51-ND)
	Vigne vierge ( <i>Parthenocissus quinquefolia</i> ).	Superficiel (41-ND)
	<b>Saule noir (<i>Salix nigra</i>)</b>	Superficiel (81-ND)
	Sureau du Canada ( <i>Sambucus canadensis</i> )	Superficiel (ND)
	Aulne crispé ( <i>Alnus alnobetula ssp. crispa</i> )	Superficiel (ND)
	<b>Sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>)</b>	Enracinement superficiel. Les racines pénètrent rarement à plus de 75 cm sous la surface du sol, excepté dans les sols sableux (51-300)
	<b>Bouleau gris (<i>Betula populifolia</i>)</b>	Superficiel (46-ND)
Bas de pente	Saule brillant ( <i>Salix lucida</i> )	Superficiel (25-ND)
	Chèvrefeuille involucre ( <i>Lonicera involucrata</i> )	Superficiel (30-ND)
	<b>Saule noir (<i>Salix nigra</i>)</b>	Superficiel (81-ND)
	Sureau du Canada ( <i>Sambucus canadensis</i> )	Superficiel (ND)
	Aulne crispé ( <i>Alnus alnobetula ssp. crispa</i> )	Superficiel (ND)
	<b>Mélèze laricin (<i>Larix laricina</i>)</b>	Enracinement superficiel. Les racines pénètrent rarement à plus de 46 cm sous la surface du sol (30-120)

\* Les espèces en gras sont des arbres.

<sup>13</sup> Références :

FIHOQ et AQPP. 2008. Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec. *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec*. 28 pages. MELCC. 2017. Ministère du développement durable et la lutte contre les changements climatiques. *Arbres et arbustes à utiliser pour la végétalisation des terrains réhabilités par analyse de risque*. Gouvernement du Québec. ISBN-978-2-550-79371-7. 34 pages.

### 3.6.2 Ensemencement

L'ensemencement se fera avec un mélange de graines de plantes herbacées adapté pour les terrains secs. Il renfermera 40 % de Fétuque rouge traçante (*Festuca rubra*), 20 % de Pâturin des prés (*Poa pratensis*), 20 % d'Ivraie vivace (*Lolium perenne*), 10 % d'Agrostide blanche (*Agrostis gigantea*) et 10 % de Trèfle blanc (*Trifolium repens*). Outre le paillis de graines dont la période de germination est de 2 à 3 semaines, l'ensemencement comprendra un accélérateur de croissance et des fixatifs de paillis.

Les figures 607871-2012-PR-09a et 09 b, à l'annexe 2, montrent des coupes du scénario de restauration choisi avec une configuration de la végétalisation qui sera effectuée.

## 4 Surveillance environnementale des travaux

Une surveillance environnementale sera effectuée à temps plein lors des travaux de restauration. Elle sera assurée par l'initiateur du projet et son consultant en environnement. Elle concernera les différents volets des travaux des entrepreneurs, notamment ceux liés au profilage de la rive, à l'excavation et à l'élimination des matériaux, à la mise en place des mesures de recouvrement, à l'enrochement de la rive et à la stabilisation de la rive par la végétation.

Le surveillant s'assurera que ces travaux soient réalisés en conformité avec les spécifications présentées précédemment ainsi que celles détaillées ci-après.

### 4.1 Prévention des affaissements et éboulements vers le lac Saint-Louis

Conformément à ce qui a été prévu dans la documentation déposée précédemment, une marge de recul d'au moins 2 m de la machinerie par rapport au haut du talus sera maintenue en tout temps, et ce afin de contrer les conséquences pouvant découler de l'affaissement du talus. La marge de recul est réalisable et suffisamment importante pour assurer la sécurité de l'opérateur et la stabilité du talus tout en offrant la possibilité de travailler jusqu'au pied du talus.

Non prévu initialement dans la documentation déposée à la direction des évaluations environnementales, un rideau de confinement sera mis en place le long de la rive. Une toile de géotextile sera accrochée à des boudins flottants et tendue jusqu'au fond à l'aide de poches de lest. Les travaux dans la rive se dérouleront par secteur, ainsi la longueur de cette barrière correspondra minimalement à celle d'un secteur. Cette barrière sera réutilisable et déplacée le long de la rive pour suivre l'avancement des travaux.

Si des travaux au bas de la rive sont nécessaires, un accès sera aménagé à même la rive. Cet accès sera démantelé à la fin des travaux et les mesures de recouvrement y seront appliquées.

### 4.2 Mesures d'atténuation

La proscription des travaux en dehors des périodes prescrites par la réglementation municipale, soit entre 7h00 et 21h00, constitue une mesure d'atténuation. Elle permettra de restreindre le bruit, diminuant l'ampleur des impacts anticipés sur la population et les adeptes de plein air locaux.

En tout temps pendant les travaux, un contrôle de l'émission de poussières sera assuré afin que celle-ci soit minimale et il sera prévu l'utilisation d'abat-poussières si cette condition n'est pas respectée.

L'interdiction pour les différents entrepreneurs de procéder à des changements d'huile ou des remplissages de carburant en bordure du lac Saint-Louis constitue une autre mesure d'atténuation. De plus, toutes les précautions nécessaires pour respecter les directives et/ou les réglementations municipales, provinciales et fédérales relativement à des travaux en bordure de rive seront prises.

Les camions transportant les remblais seront munis de bennes étanches et de bâches de transport. Aucun camion chargé ne franchira le site et ne circulera sur les voies publiques sans avoir préalablement procédé au nettoyage des pneus dans l'aire de lavage aménagée sur le site.

Une attention sera portée à ce que les chemins publics empruntés pour le transport des matériaux de déblai et de remblai au cours des opérations de transport des matériaux soient maintenus propres. Tout déversement d'eau, de remblai ou de matériaux sur les chemins publics sera enlevé et le chemin nettoyé le cas échéant.

Par ailleurs, advenant des plaintes des citoyens du voisinage, des mesures de bruit et de poussière dans l'air pourront être effectuées.

Toutes les actions de surveillance environnementale seront consignées dans un rapport.

### 4.3 Protection de la faune

Contrairement à un engagement pris dans la documentation déposée précédemment, il semble irréalisable d'arrêter les travaux de restauration à chaque fois qu'un cormoran à aigrette s'approchera à moins de 100 m de la zone des travaux en fonction des survols réguliers observés lors des travaux de caractérisation.

Les travaux de restauration de la rive seront effectués entre l'été et l'automne 2023. Les travaux de restauration devraient ainsi se faire en majorité après la période de nidification et ne devraient pas représenter une perturbation de la faune aviaire locale telle qu'elle justifierait leur arrêt à chaque observation d'un individu à proximité. Toutefois, si des nids d'oiseaux migrateurs sont détectés dans la zone des travaux, les travaux seront arrêtés, un périmètre de sécurité sera établi afin de les protéger et le Service canadien de la faune (SCF) sera contacté pour la suite des choses.

De même pour des espèces en péril, si jamais ces espèces sont détectées dans la zone des travaux ou à proximité, les travaux seront arrêtés, un périmètre de sécurité sera établi afin de les protéger et le Service canadien de la faune (SCF) sera contacté pour la suite des choses.

Finalement, conformément à l'engagement pris dans la documentation déposée précédemment, advenant le cas où des espèces d'amphibiens et de reptiles seraient rencontrées lors des travaux, l'interruption des travaux sera immédiate afin de leur donner la chance de s'éloigner ou sinon, les personnes assurant la surveillance prendront soin de déplacer les espèces en lieu sûr.

## 5 Suivi environnemental consécutif aux travaux

Un suivi environnemental pour les 10 ans suivant la restauration sera effectué afin de s'assurer que les plantations survivent à un taux de succès acceptable, que des mesures correctives soient apportées dans le cas contraire, et que les mesures de mitigation et de protection de la rive en place soient en bon état.

Le suivi environnemental de la qualité de la restauration de la rive portera notamment sur les éléments suivants :

- 1) Les 5 premières années du suivi (aux années 1,3,5) serviront principalement à faire un contrôle de la végétation et ainsi empêcher l'apparition de plantes envahissantes ou plus compétitives. Le contrôle inclut notamment des arrosages, si des périodes de sécheresse surviennent, et une fertilisation printanière pour éviter la perte des végétaux qui n'auront pas encore développé de réseau racinaire adéquat. Dans l'éventualité où des dommages seraient constatés, en particulier après le premier hiver, les correctifs requis et le remplacement des végétaux qui dépériront;
- 2) Les 5 dernières années (aux années 8 et 10) serviront à faire des vérifications de la survie des espèces.
- 3) La vérification de l'intégrité de l'enrochement et du muret de béton, le cas échéant, le rétablissement des pierres et des blocs en saillie ou en surplomb qui pourraient facilement débouler ou être arrachés par les glaces ou les matériaux transportés par l'eau et menacer la stabilité de l'enrochement.

Un rapport de suivi aux deux ans sera produit par l'initiateur sur la reprise de la végétation, les activités effectuées et les observations notées tout au long des dix années à la suite de l'exécution des travaux.

## 6 Restriction d'utilisation

Une fois les travaux de construction complétés et de façon à contrôler l'intégrité des mesures de recouvrement visées au présent plan de restauration, toute personne ayant la garde de l'immeuble ou toute personne nommée par elle devra tenir un registre relatif à tous travaux d'aménagement et d'entretien impliquant des travaux d'excavation ou de recouvrement.

Si l'usage du terrain implique des excavations dans le futur, la gestion des remblais de matières résiduelles et sols excavés devra être conforme aux normes législatives et réglementaires alors en vigueur.

Les activités de quiconque ayant accès au terrain ne peuvent porter atteinte à l'intégrité du sol tel que décrit dans la présente demande.

Les futurs travaux d'aménagement effectués sur le terrain, le cas échéant, doivent respecter l'intégrité des mesures, telles que définies dans la présente demande.

Quiconque ayant accès au terrain doit respecter l'ensemble des conditions et des restrictions relatives à l'utilisation du terrain.

## 7 Échéancier global des travaux

Les travaux de restauration de la rive sont prévus débuter au printemps 2023 pour se finir à l'automne de la même année. Toutefois, les travaux de déboisement se feront entre le mois de septembre 2022 et le mois de mai 2023, soit à l'extérieur de la période de nidification.

## Annexe 1

---

Portée du rapport

## 1. Utilisation du rapport

### a. Utilisation du rapport

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin) exclusivement à l'intention du client (le Client) auquel le rapport est adressé, qui a pris part à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été émis. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. SNC-Lavalin n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu. Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement de SNC-Lavalin en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires. Les résultats de cette étude ne constituent en aucune façon une garantie que le terrain à l'étude est exempt de toute contamination. Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique. Le contenu du présent rapport est de nature confidentielle et exclusive. Il est interdit à toute personne, autre que le Client, de reproduire ou de distribuer ce rapport, de l'utiliser ou de prendre une décision fondée sur son contenu, en tout ou en partie, sans la permission écrite expresse du Client et de SNC-Lavalin.

### b. Modifications au projet

Les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport ont trait au projet spécifique tel que décrit dans le rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni autre site. Si le projet est modifié du point de vue conception, dimensionnement, emplacement ou niveau, SNC-Lavalin devra être consulté de façon à confirmer que les recommandations déjà données demeurent valides et applicables.

### c. Nombre de sondages

Les recommandations données dans ce rapport n'ont pour but que de servir de guide à l'ingénieur en conception. Le nombre de sondages pour déterminer toutes les conditions souterraines qui peuvent affecter les travaux de construction (coûts, techniques, matériel, échancier), devrait normalement être plus élevé que celui pour les besoins du dimensionnement. Le nombre de points d'échantillonnage et d'analyses chimiques ainsi que la fréquence d'échantillonnage et le choix des paramètres peuvent influencer la nature et l'envergure des actions correctives ainsi que les techniques et les coûts de traitement ou de disposition. Les entrepreneurs qui soumissionnent ou qui sous-traitent le travail, devraient compter sur leurs propres études ainsi que sur leurs propres interprétations des résultats factuels des sondages pour apprécier de quelle façon les conditions souterraines peuvent affecter leur travail et les coûts des travaux.

### d. Interprétation des données, commentaires et recommandations

À moins d'avis contraire, l'interprétation des données et des résultats, les commentaires et les recommandations contenus dans ce rapport sont fondés, au mieux de notre connaissance, sur les politiques, les critères et les règlements environnementaux en vigueur à l'emplacement du projet et à la date de production du rapport. Si ces politiques, critères et règlements font l'objet de modifications après la soumission du rapport, SNC-Lavalin devra être consulté pour réviser les recommandations à la lumière de ces changements. Lorsqu'aucune politique, critère ou réglementation n'est disponible pour permettre l'interprétation des données et des résultats analytiques, les commentaires ou recommandations exprimés par SNC-Lavalin sont basés sur la meilleure connaissance possible des règles acceptées dans la pratique professionnelle. Les analyses, commentaires et recommandations contenus dans ce rapport sont fondés sur les données et observations recueillies sur le site, lesquelles proviennent de travaux d'échantillonnage effectués sur le site. Il est entendu que seules les données directement recueillies à l'endroit des sondages, des sites d'échantillonnage et à la date de l'échantillonnage sont exactes et que toute interpolation ou extrapolation de ces résultats à l'ensemble ou à une partie du site comporte des risques d'erreurs qui peuvent elles-mêmes influencer la nature et l'ampleur des actions requises sur le site.

## 2. Rapports de sondage et interprétation des conditions souterraines

### a. Description des sols et du roc

Les descriptions des sols et du roc données dans ce rapport proviennent de méthodes de classification et d'identification communément acceptées et utilisées dans la pratique de la géotechnique. La classification et l'identification du sol et du roc font appel à un jugement. SNC-Lavalin ne garantit pas que les descriptions seront identiques en tout point à celles faites par un autre géotechnicien possédant les mêmes connaissances des règles de l'art en géotechnique, mais assure une exactitude seulement à ce qui est communément utilisé dans la pratique de la géotechnique.

### b. Conditions des sols et du roc à l'emplacement des sondages

Les rapports de sondage ne fournissent que des conditions du sous-sol à l'emplacement des sondages seulement. Les limites entre les différentes couches sur les rapports de sondage sont souvent approximatives, correspondant plutôt à des zones de transition, et ont donc fait l'objet d'une interprétation. La précision avec laquelle les conditions souterraines sont indiquées dépend de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage ainsi que de l'uniformité du terrain rencontré. L'espacement entre les sondages, la fréquence d'échantillonnage et le type de sondage sont également le reflet de considérations budgétaires et de délais d'exécution qui sont hors du contrôle de SNC-Lavalin.

### c. Conditions des sols et du roc entre les sondages

Les formations de sol et de roc sont variables sur une plus ou moins grande étendue. Les conditions souterraines entre les sondages sont interpolées et peuvent varier de façon significative autant en plan qu'en profondeur des conditions rencontrées à l'endroit des sondages. SNC-Lavalin ne peut en effet garantir les résultats qu'à l'endroit des sondages effectués. Toute interprétation des conditions présentées entre les sondages comporte des risques. Ces interprétations peuvent conduire à la découverte de conditions différentes de celles qui étaient prévues. SNC-Lavalin ne peut être tenu responsable de la découverte de conditions de sol et de roc différentes de celles décrites ailleurs qu'à l'endroit des sondages effectués.

### d. Niveaux de l'eau souterraine

Les niveaux de l'eau souterraine donnés dans ce rapport correspondent seulement à ceux observés à l'endroit et à la date indiqués dans le rapport ainsi qu'en fonction du type d'installation piézométrique utilisé. Ces conditions peuvent varier de façon saisonnière ou suite à des travaux de construction sur le site ou sur des sites adjacents. Ces variations sont hors du contrôle de SNC-Lavalin.

## 3. Niveaux de contamination

Les niveaux de contamination décrits dans ce rapport correspondent à ceux détectés à l'endroit et à la date indiqués dans le rapport. Ces niveaux peuvent varier selon les saisons ou par suite d'activités sur le site à l'étude ou sur des sites adjacents. Ces variations sont hors de notre contrôle. Les niveaux de contamination sont déterminés à partir des résultats des analyses chimiques effectuées sur un nombre limité d'échantillons de sol, d'eau de surface ou d'eau souterraine. La nature et le degré de contamination entre les points d'échantillonnage peuvent varier de façon importante de ceux à ces points. La composition chimique des eaux souterraines à chaque point d'échantillonnage est susceptible de changer en raison de l'écoulement souterrain, des conditions de recharge par la surface, de la sollicitation de la formation investiguée (i.e. puits de pompage ou d'injection à proximité du site) ainsi que de la variabilité saisonnière naturelle. La précision des niveaux de contamination de l'eau souterraine dépend de la fréquence et du nombre d'analyses effectuées. La liste des paramètres analysés est basée sur notre meilleure connaissance de l'historique du site et des contaminants susceptibles d'être trouvés sur le site et est également le reflet de considérations budgétaires et de délais d'exécution. Le fait qu'un paramètre n'ait pas été analysé n'exclut pas qu'il soit présent à une concentration supérieure au bruit de fond ou à la limite de détection de ce paramètre.

## 4. Suivi de l'étude et des travaux

### a. Vérification en phase finale

Tous les détails de conception et de construction ne sont pas connus au moment de l'émission du rapport. Il est donc recommandé que les services de SNC-Lavalin soient retenus pour apporter toute la lumière sur les conséquences que pourraient avoir les travaux de construction sur l'ouvrage final.

### b. Inspection durant l'exécution

Il est recommandé que les services de SNC-Lavalin soient retenus pendant la construction, pour vérifier et confirmer d'une part que les conditions souterraines sur toute l'étendue du site ne diffèrent pas de celles données dans le rapport et d'autre part, que les travaux de construction n'auront pas un effet défavorable sur les conditions du site.

## 5. Changement des conditions

Les conditions de sol décrites dans ce rapport sont celles observées au moment de l'étude. À moins d'indication contraire, ces conditions forment la base des recommandations du rapport. Les conditions de sol peuvent être modifiées de façon significative par les travaux de construction (trafic, excavation, etc.) sur le site ou sur les sites adjacents. Une excavation peut exposer les sols à des changements dus à l'humidité, au séchage ou au gel. Sauf indication contraire, le sol doit être protégé de ces changements ou remaniements pendant la construction. Lorsque les conditions rencontrées sur le site diffèrent de façon significative de celles prévues dans ce rapport, dues à la nature hétérogène du sous-sol ou encore à des travaux de construction, il est du ressort du Client et de l'utilisateur de ce rapport de prévenir SNC-Lavalin des changements et de fournir à SNC-Lavalin l'opportunité de réviser les recommandations de ce rapport. Reconnaître un changement des conditions de sol demande une certaine expérience. Il est donc recommandé qu'un ingénieur géotechnicien expérimenté soit dépêché sur le site afin de vérifier si les conditions ont changé de façon significative.

## 6. Drainage

Le drainage de l'eau souterraine est souvent requis aussi bien pour des installations temporaires que permanentes du projet. Une conception ou exécution impropre du drainage peut avoir de sérieuses conséquences. SNC-Lavalin ne peut en aucun cas prendre la responsabilité des effets du drainage à moins que SNC-Lavalin ne soit spécifiquement impliqué dans la conception détaillée et le suivi des travaux de construction du système de drainage.

## 7. Caractérisation environnementale – Phase I (Phase I)

Ce rapport a été rédigé suite à des activités de recherche diligentes et à partir d'une évaluation de sources de données ponctuelles ou des renseignements obtenus auprès de tiers et qui peuvent comporter des incertitudes, lacunes ou omissions. Ces sources d'informations sont sujettes à des modifications au fil du temps, par exemple, selon l'évolution des activités sur le terrain à l'étude et ceux environnants. La Phase I n'inclut aucun essai, échantillonnage ou analyse de caractérisation par un laboratoire. Sauf exception, la Phase I s'appuie sur l'observation des composantes visibles et accessibles sur la propriété et celles voisines et qui pourraient porter un préjudice environnemental à la qualité du terrain à l'étude. Les titres de propriété mentionnés dans ce rapport sont utilisés pour identifier les anciens propriétaires du site à l'étude et ils ne peuvent en aucun cas être considérés comme document officiel pour reproduction ou d'autres types d'usages. Enfin, tout croquis, vue en plan ou schéma apparaissant dans le rapport ou tout énoncé spécifiant des dimensions, capacités, quantités ou distances sont approximatifs et sont inclus afin d'assister le lecteur à visualiser la propriété.

## Annexe 2

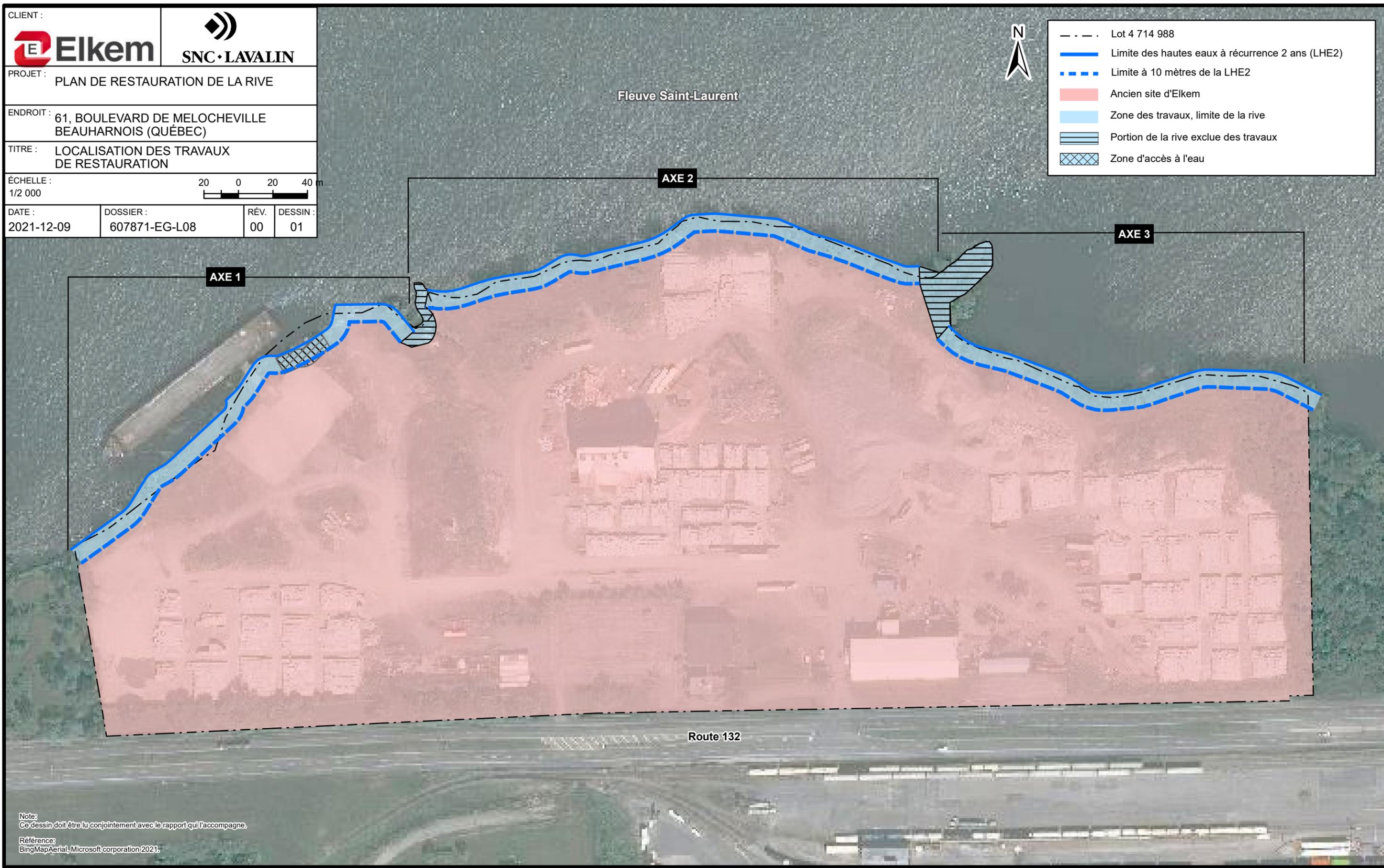
---

Figures

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES TRAVAUX DE RESTAURATION					
ÉCHELLE : 1/2 000		20 0 20 40 m			
DATE :	DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :		
2021-12-09	607871-EG-L08	00	01		



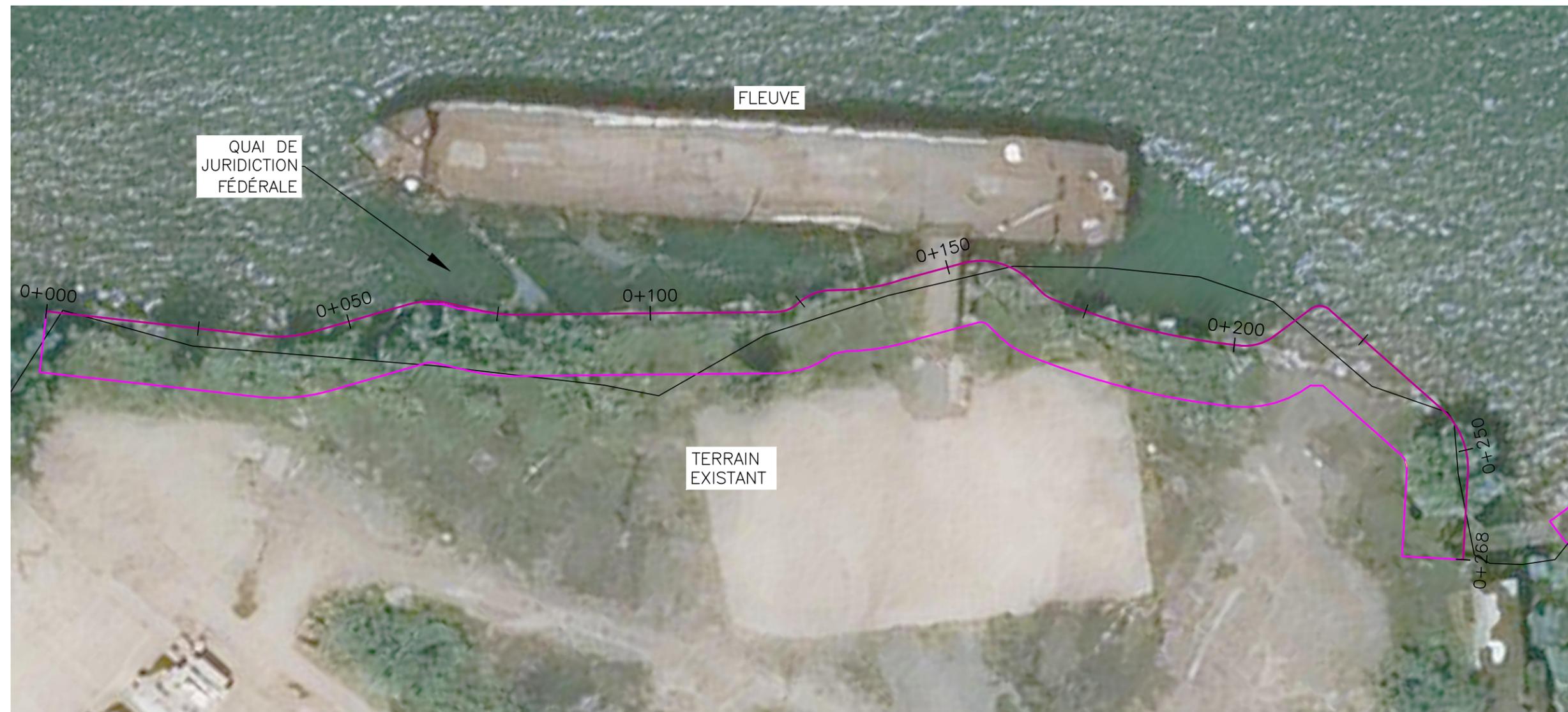
	Lot 4 714 988
	Limite des hautes eaux à récurrence 2 ans (LHE2)
	Limite à 10 mètres de la LHE2
	Ancien site d'Elkem
	Zone des travaux, limite de la rive
	Portion de la rive exclue des travaux
	Zone d'accès à l'eau



Note:  
Ce dessin doit être lu conjointement avec le rapport qui l'accompagne.

Référence:  
BingMapAerial, Microsoft corporation 2021.

I:\enviro\public\Proj\607871 - ELKEM\DAO\_2021\4-Plan2-Berge\607871-2021-PR-01-Loc-Travaux.mxd



**LÉGENDE**

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- ▭ LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LIMITE DE L'AXE 1			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2021-11-30	607871-EG-L08	00	02a

\\sli1127\na-egec\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2021\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\4\_Realisation\Dessins\CIVIL\_3D\Plan de Restauration 2021\Version 2\607871-2021-PR-02.dwg



**LÉGENDE**

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- ▭ LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LIMITE DE L'AXE 2			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2021-11-30	607871-EG-L08	00	02b

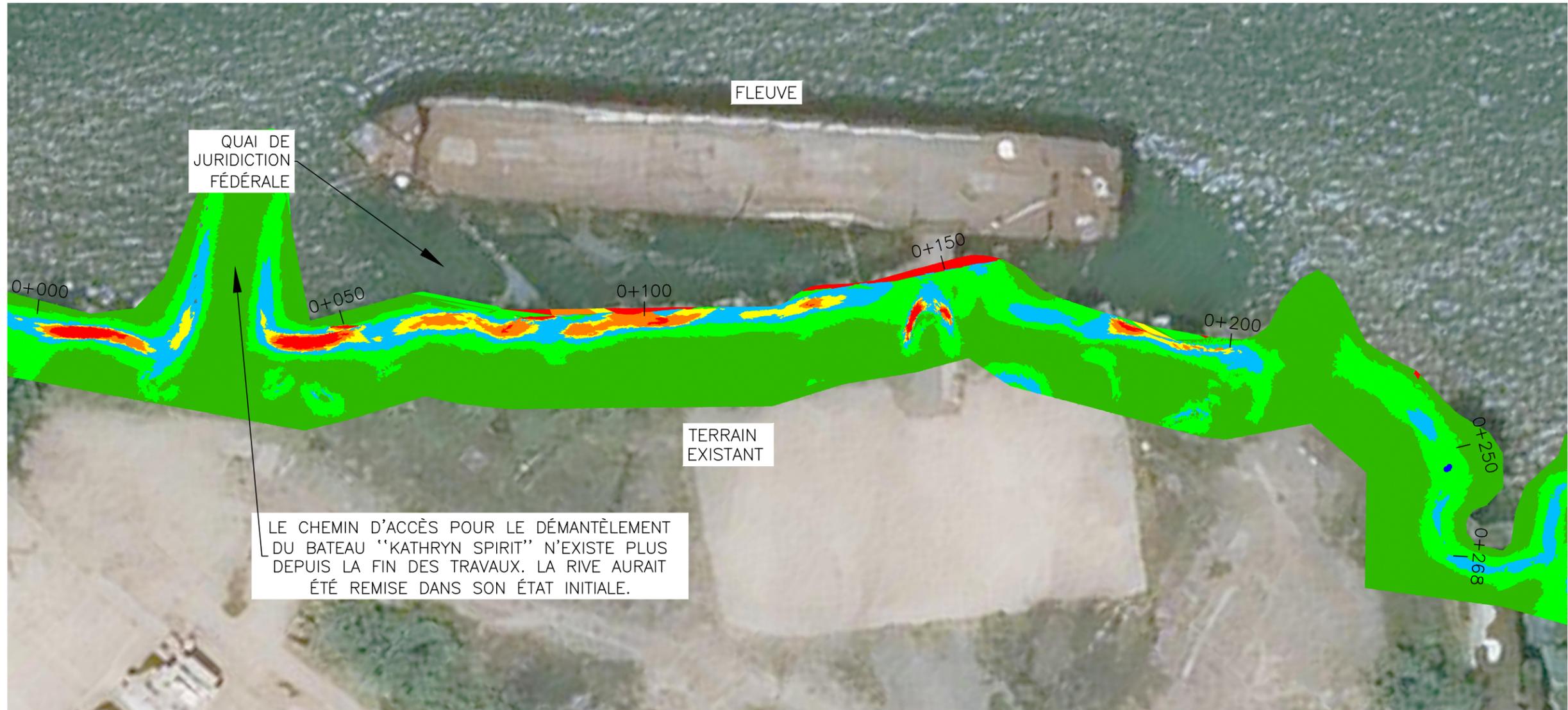


LÉGENDE

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- ▭ LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LIMITE DE L'AXE 3					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2021-11-30	607871-EG-L08	00	02c		



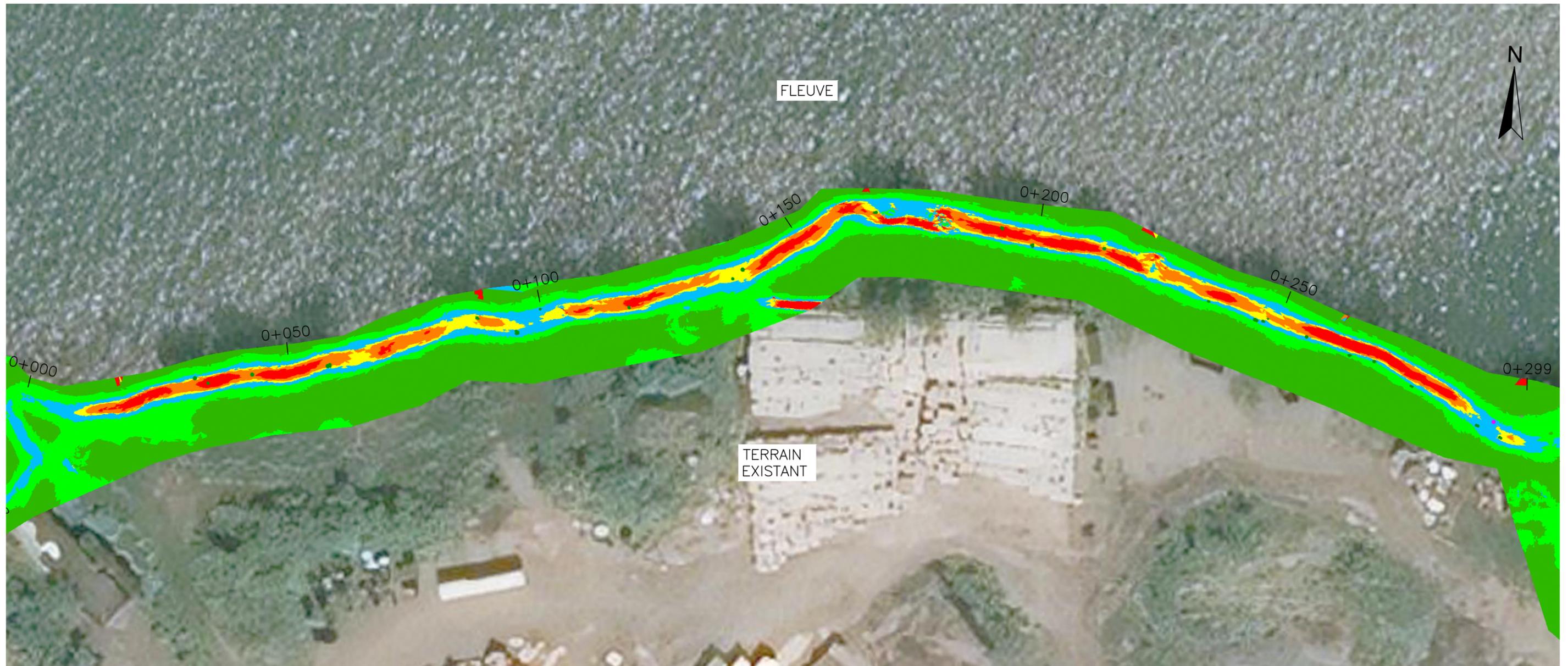
LE CHEMIN D'ACCÈS POUR LE DÉMANTÈLEMENT DU BATEAU "KATHRYN SPIRIT" N'EXISTE PLUS DEPUIS LA FIN DES TRAVAUX. LA RIVE AURAIT ÉTÉ REMISE DANS SON ÉTAT INITIALE.

**LÉGENDE**

- |   |             |   |                |   |       |
|---|-------------|---|----------------|---|-------|
|  | PENTE 8H:1V |  | PENTE 1,75H:1V |  | SAULE |
|  | PENTE 3H:1V |  | PENTE 1,5H:1V  |   |       |
|  | PENTE 2H:1V |  | PENTE 1H:1V    |   |       |

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : VUE EN PLAN DE LA RIVE EXISTANTE (AXE 1)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2021-11-30	607871-EG-L08	00	03a		



**LÉGENDE**

	PENTE 8H:1V		PENTE 1,75H:1V		PEUPLIER
	PENTE 3H:1V		PENTE 1,5H:1V		SORBIER
	PENTE 2H:1V		PENTE 1H:1V		INCONNU

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : VUE EN PLAN DE LA RIVE EXISTANTE (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2021-11-30	607871-EG-L08	00	03b		



**LÉGENDE**

- |   |             |   |                |   |          |   |       |
|---|-------------|---|----------------|---|----------|---|-------|
|  | PENTE 8H:1V |  | PENTE 1,75H:1V |  | PEUPLIER |  | FRÊNE |
|  | PENTE 3H:1V |  | PENTE 1,5H:1V  |  | SAULE    |   |       |
|  | PENTE 2H:1V |  | PENTE 1H:1V    |  | ORME     |   |       |

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : VUE EN PLAN DE LA RIVE EXISTANTE (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2021-11-30	607871-EG-L08	00	03c		



**LÉGENDE**

**CONTOUR BATHYMETRIQUE ET TOPOGRAPHIQUE**

- COURBE MAÎTRESSE
- COURBE SECONDAIRE

CLIENT :



PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE

ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE  
BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE  
VUE EN PLAN DES AXES ET DES SECTIONS

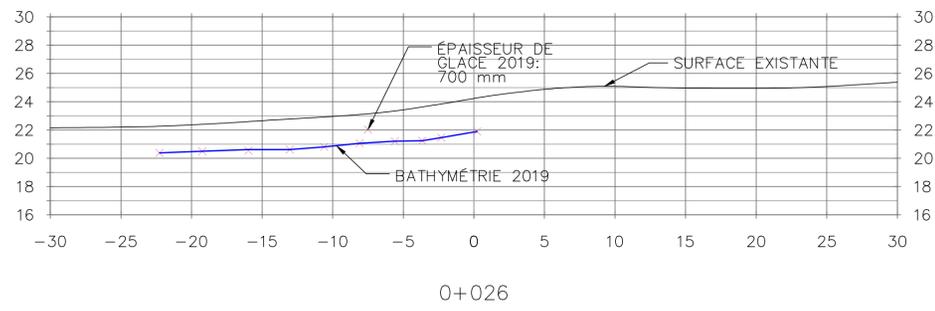
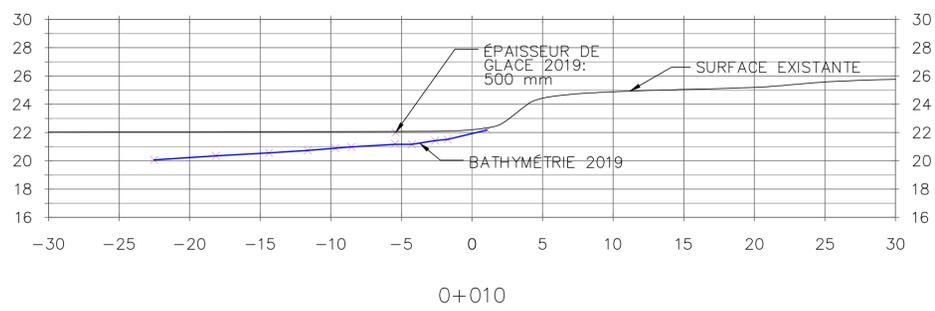
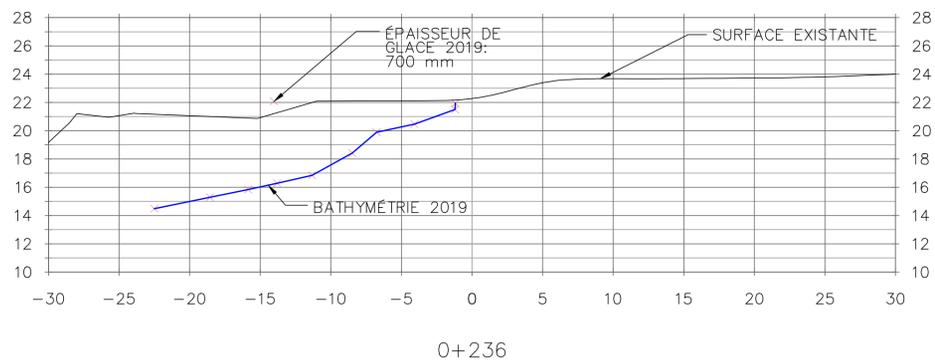
ÉCHELLE : 1:1000

DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08	00	REV. DESSIN : 04a
----------------------	----------------------------	----	----------------------

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note :  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.



VUE EN PLAN  
 AXE 1  
 ÉCHELLE: 1:500



COUPES  
 ÉCHELLE: 1:250

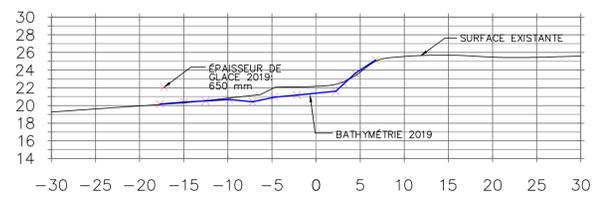
Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE VUE EN PLAN ET COUPES - AXE 1			
ÉCHELLE : TEL QU'INDIQUÉ			
DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08	RÉV : 00	DESSIN : 04b

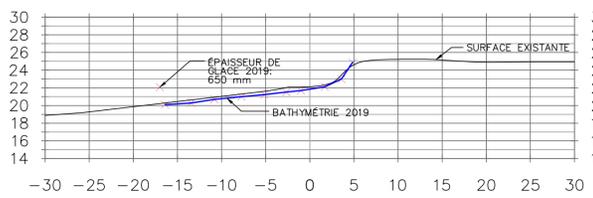
V:\Projets\603990 - Appointes\Projets - Année 2021\607871 - Année 2021\Plan de Restauration 2021\Version 2\607871-2021-PF-04.dwg  
 Format A1



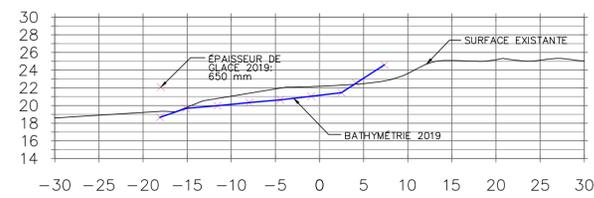
VUE EN PLAN  
 AXE 2  
 ÉCHELLE: 1:500



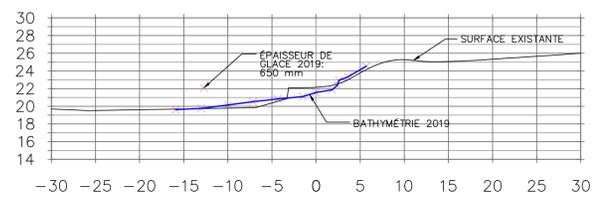
0+221



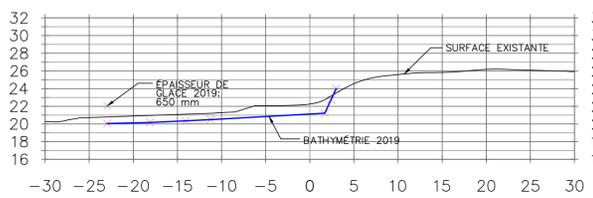
0+263



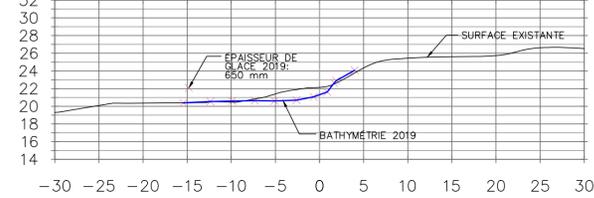
0+298



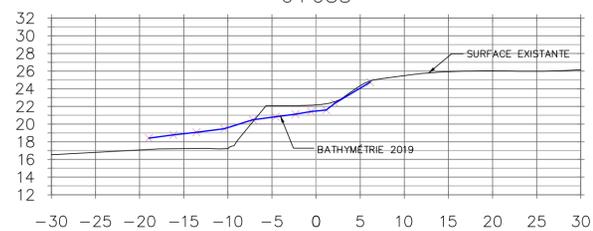
0+088



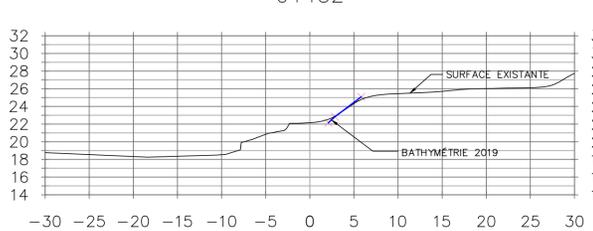
0+132



0+167



0+019



0+053

COUPES  
 ÉCHELLE: 1:400

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT:

PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE

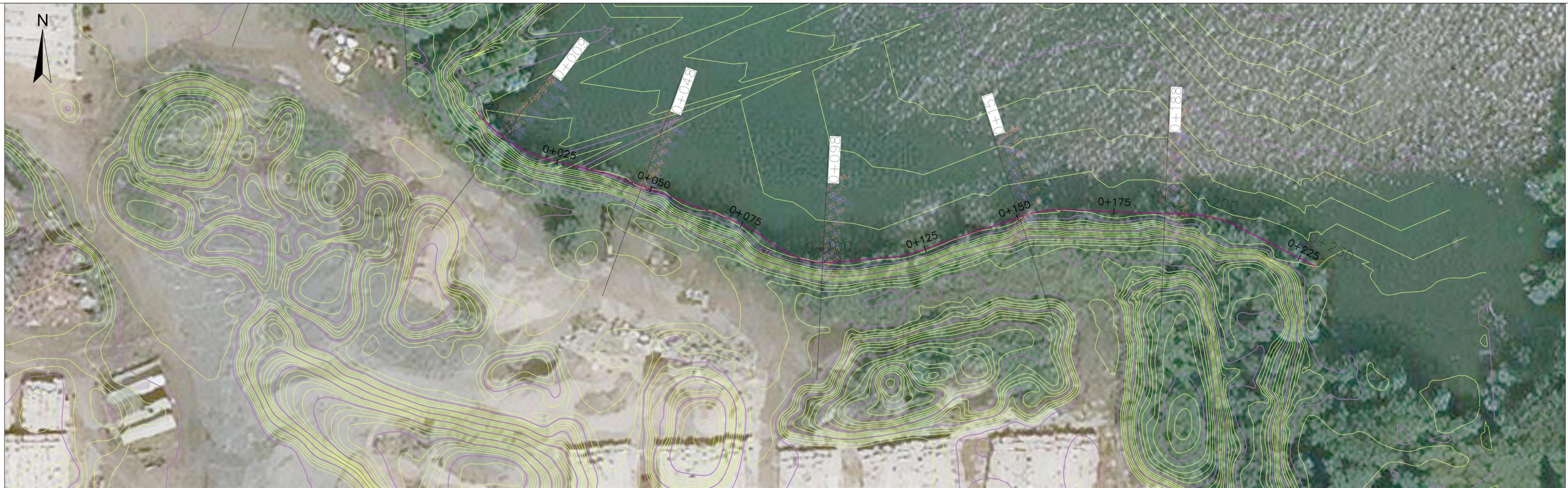
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE  
 BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE  
 VUE EN PLAN ET COUPES - AXE 2

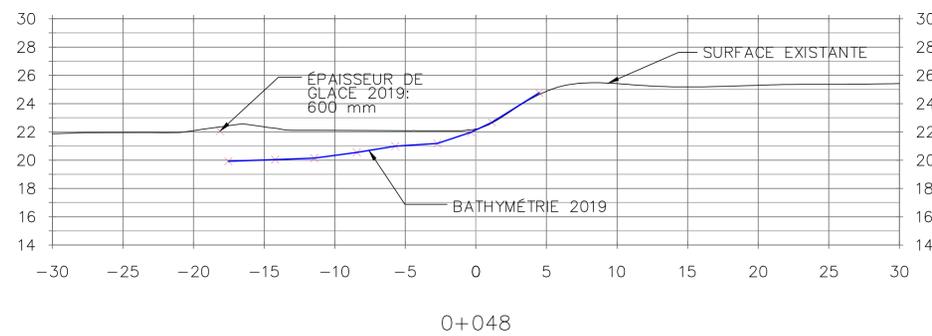
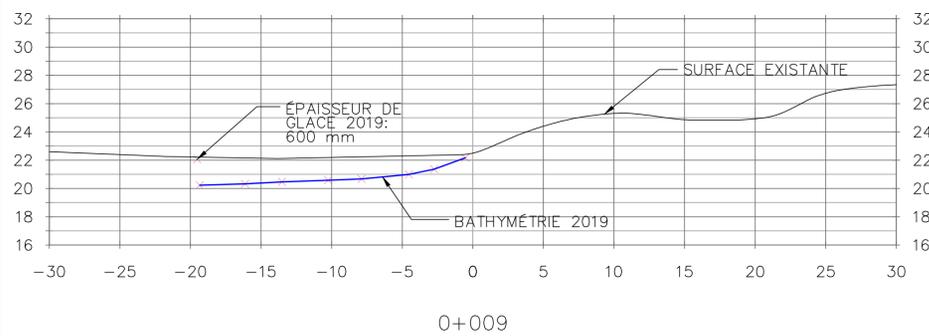
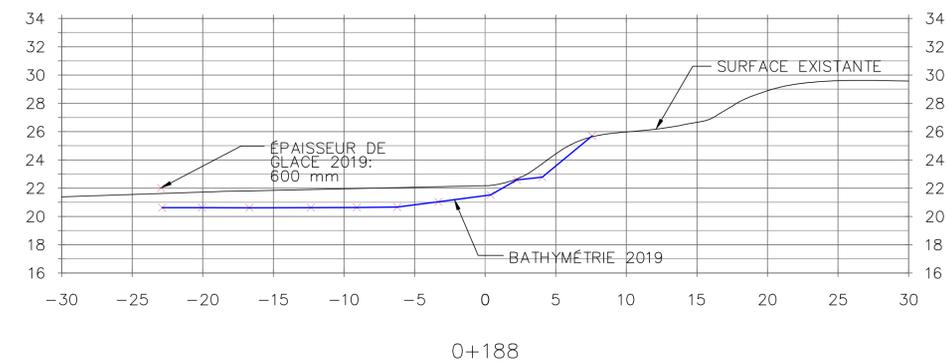
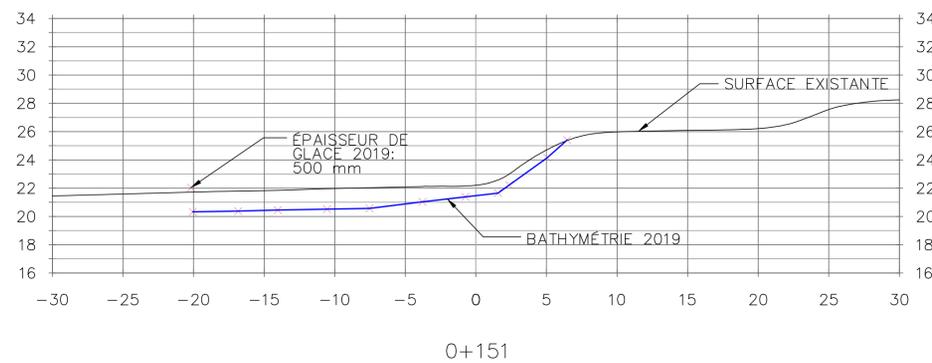
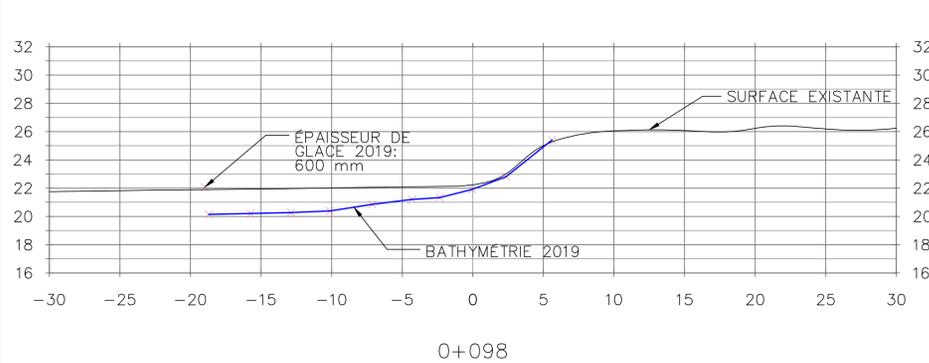
ÉCHELLE : TEL QU'INDIQUÉ

DATE : 2021-10-06	DOSSIER : 607871-EG-L08	00	RÉV. DESSIN : 04¢
----------------------	----------------------------	----	----------------------

V:\Projets\602390 - Appentiss/Voies - Année 2021\607871 - Année 2021\Restoration 2021\Version 2\607871-2021-PB-04.dwg  
 Bouchard, V. - Dessin, 2021-10-06 10:00:00  
 Bouchard, V. - Appentiss/Voies - Année 2021\607871 - Année 2021\Restoration 2021\Version 2\607871-2021-PB-04.dwg  
 Bouchard, V. - Dessin, 2021-10-06 10:00:00



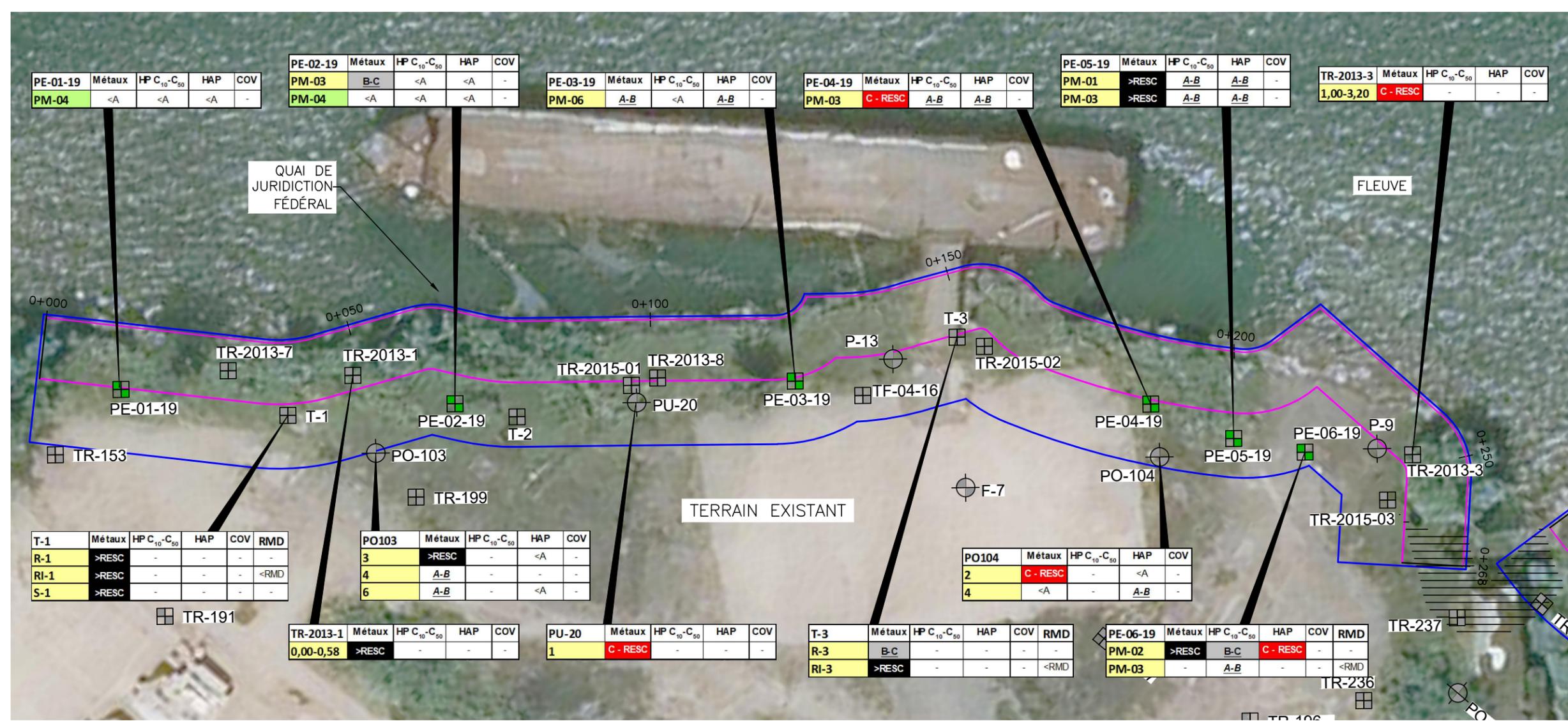
VUE EN PLAN  
 AXE 3  
 ÉCHELLE: 1:500



COUPES  
 ÉCHELLE: 1:250

Référence :  
 - Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
 Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE VUE EN PLAN ET COUPES - AXE 3			
ÉCHELLE : TEL QU'INDIQUÉ			
DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08	00	RÉV. DESSIN : 04d



PE-01-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-04	<A	<A	<A	-

PE-02-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-03	B-C	<A	<A	-
PM-04	<A	<A	<A	-

PE-03-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-06	A-B	<A	A-B	-

PE-04-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-03	C - RESC	A-B	A-B	-

PE-05-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-01	>RESC	A-B	A-B	-
PM-03	>RESC	A-B	A-B	-

TR-2013-3	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
1,00-3,20	C - RESC	-	-	-

T-1	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV	RMD
R-1	>RESC	-	-	-	-
RI-1	>RESC	-	-	-	<RMD
S-1	>RESC	-	-	-	-

PO103	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
3	>RESC	-	<A	-
4	A-B	-	-	-
6	A-B	-	<A	-

PU-20	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
1	C - RESC	-	-	-

PO104	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
2	C - RESC	-	<A	-
4	<A	-	A-B	-

T-3	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV	RMD
R-3	B-C	-	-	-	-
RI-3	>RESC	-	-	-	<RMD

PE-06-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV	RMD
PM-02	>RESC	B-C	C - RESC	-	-
PM-03	-	A-B	-	-	<RMD

### LÉGENDE

- PE-01-19 Puits d'exploration (SNC-Lavalin, 2019)
- TR-191 Tranchée d'exploration antérieure
- F-000 Forage antérieur
- PO-000 ou PU-00 ou P-00 Forage avec puits d'observation antérieur
- Limite considérée dans le cadre de la présente étude
- Portion de la rive exclue des travaux
- Limites de la rive

### Identification des valeurs des résultats analytiques

- < A Concentration inférieure ou égale au critère A des critères du Guide d'intervention du MELCC<sup>1</sup>.
- A-B Concentration dans la plage A-B des critères du Guide d'intervention du MELCC et inférieure ou égale aux normes de l'annexe I du RPRT<sup>2</sup>.
- B-C Concentration dans la plage B-C des critères du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe I et inférieure ou égale aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup>.
- C-RESC Concentration supérieure aux critères C du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup> et inférieure aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- > RESC Concentration supérieure ou égale aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- < RMD <RMD: Concentrations inférieures aux valeurs de l'article 3 du RMD<sup>6</sup>.

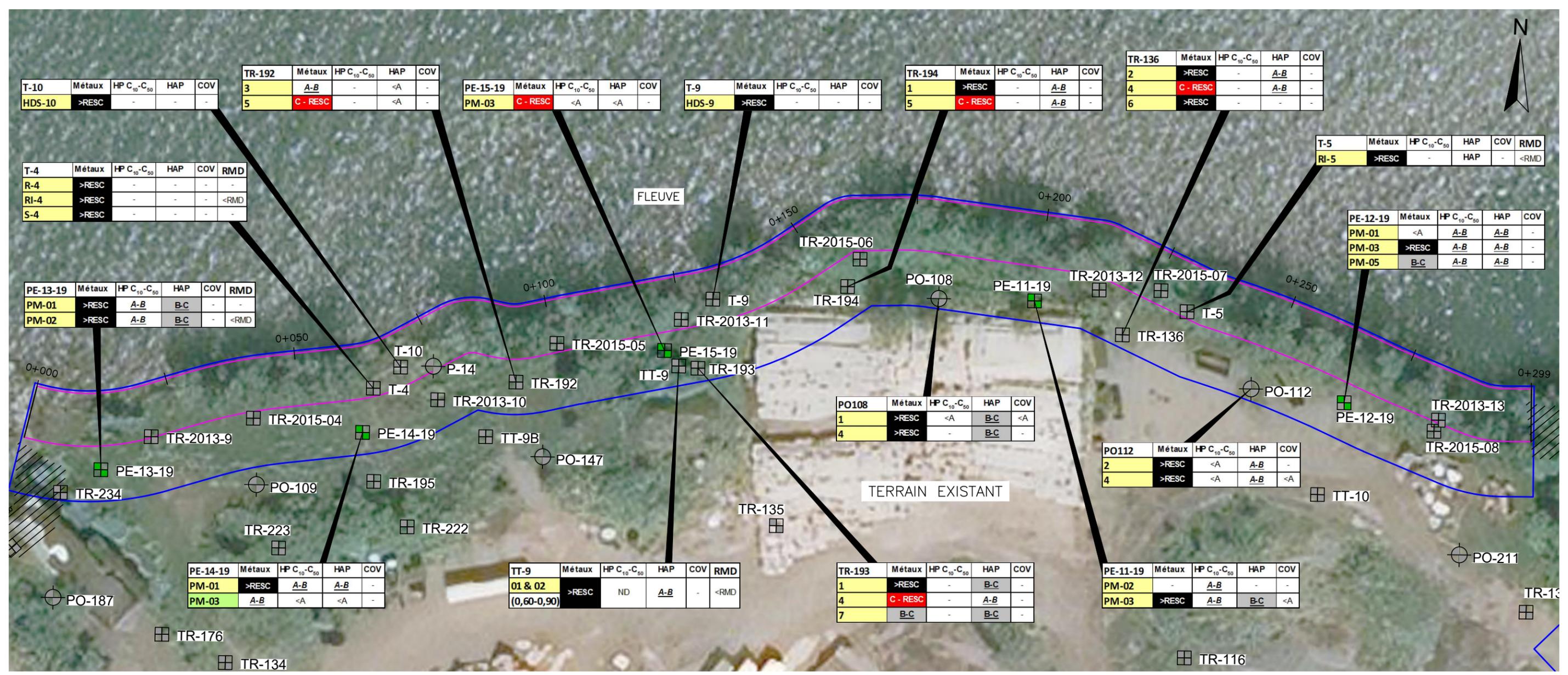
### Identification du sol de l'échantillon<sup>4</sup>

- PM-03 Remblai
- PM-04 Sol naturel

- Notes:
- 1- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
  - 2- Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains.
  - 3- Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.
  - 4- La couleur des cases du nom de l'échantillon distingue entre un échantillon de remblai (jaune) et de sol naturel (vert). Les résultats analytiques de concentration totale pour les différents paramètres chimiques présentés pour les remblais et comparés aux normes du RESC et RPRT ou aux critères ABC, le sont à titre indicatif et pour les besoins de l'évaluation de risque toxicologique et écotoxicologique. Les échantillons de remblai sont considérés comme des matières résiduelles assimilables à un sol.
  - 5- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.
  - 6- Règlement sur les matières dangereuses.

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		<b>Elkem</b>	<b>SNC-LAVALIN</b>
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : SOMMAIRE DES RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOLS ET DE MATIÈRES RÉSIDUELLES (AXE 1)			
ÉCHELLE : 1:750			
DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08	REV. : 00	DESSIN : 05a



**LÉGENDE**

- PE-01-19 Puits d'exploration (SNC-Lavalin, 2019)
- TR-191 Tranchée d'exploration antérieure
- F-000 Forage antérieur
- PO-000 ou PU-00 ou P-00 Forage avec puits d'observation antérieur
- Limite considérée dans le cadre de la présente étude
- Portion de la rive exclue des travaux
- Limites de la rive

**Identification des valeurs des résultats analytiques**

- < A Concentration inférieure ou égale au critère A des critères du Guide d'intervention du MELCC<sup>1</sup>.
- A-B Concentration dans la plage A-B des critères du Guide d'intervention du MELCC et inférieure ou égale aux normes de l'annexe I du RPRT<sup>2</sup>.
- B-C Concentration dans la plage B-C des critères du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe I et inférieure ou égale aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup>.
- C-RESC Concentration supérieure aux critères C du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup> et inférieure aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- > RESC Concentration supérieure ou égale aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- < RMD <RMD: Concentrations inférieures aux valeurs de l'article 3 du RMD<sup>6</sup>.

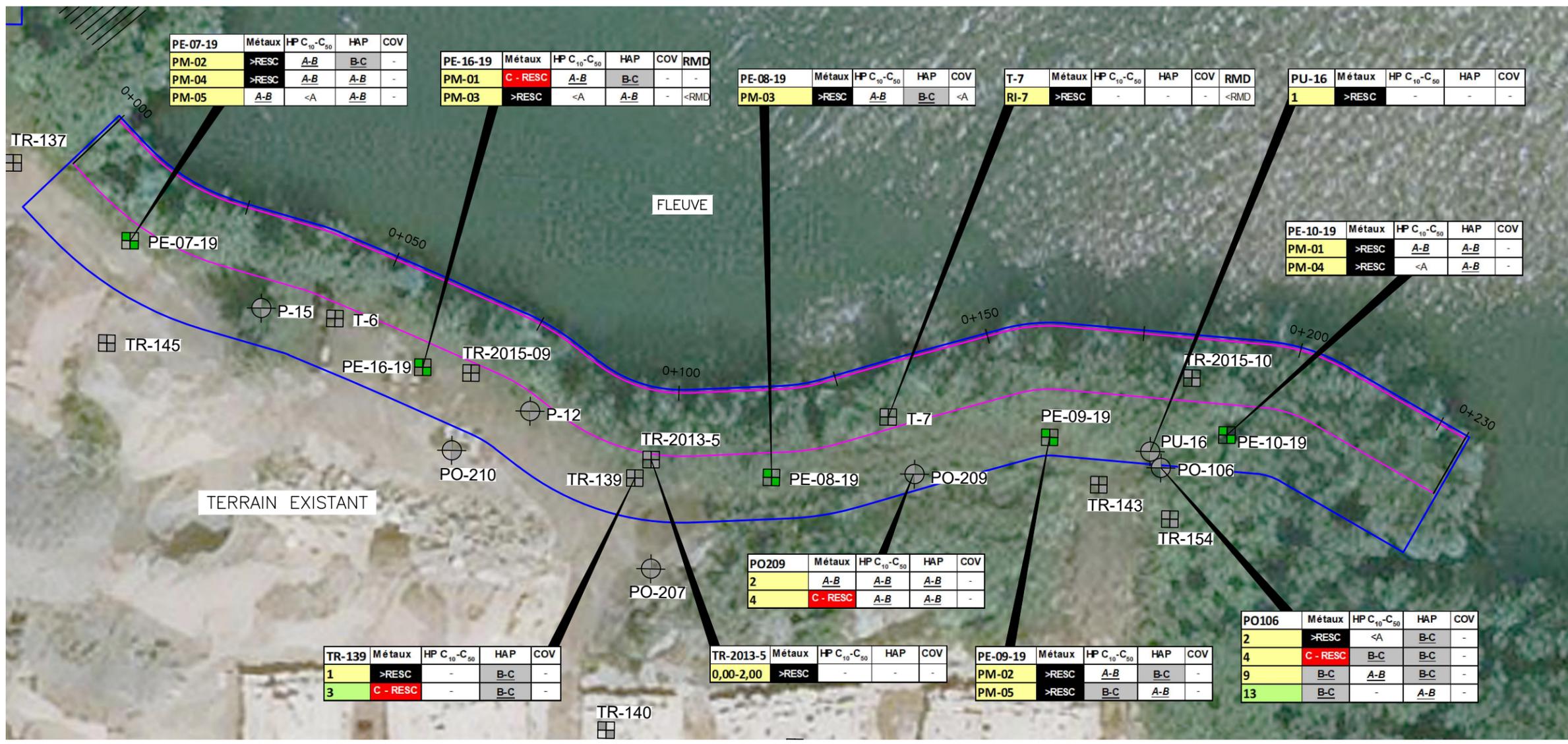
**Identification du sol de l'échantillon<sup>4</sup>**

- PM-03 Remblai
- PM-04 Sol naturel

- Notes:
- 1- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
  - 2- Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains.
  - 3- Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.
  - 4- La couleur des cases du nom de l'échantillon distingue entre un échantillon de remblai (jaune) et de sol naturel (vert). Les résultats analytiques de concentration totale pour les différents paramètres chimiques présentés pour les remblais et comparés aux normes du RESC et RPRT ou aux critères ABC, le sont à titre indicatif et pour les besoins de l'évaluation de risque toxicologique et écotoxicologique. Les échantillons de remblai sont considérés comme des matières résiduelles assimilables à un sol.
  - 5- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.
  - 6- Règlement sur les matières dangereuses.

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE	
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)	
TITRE : SOMMAIRE DES RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOLS ET DE MATIÈRES RÉSIDUELLES (AXE 2)	
ÉCHELLE : 7,5 0 7,5 22,5 37,5 1:750	
DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08
REV. : 00	DESSIN : 05b



PE-07-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-02	>RESC	A-B	B-C	-
PM-04	>RESC	A-B	A-B	-
PM-05	A-B	<A	A-B	-

PE-16-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV	RMD
PM-01	C - RESC	A-B	B-C	-	-
PM-03	>RESC	<A	A-B	-	<RMD

PE-08-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-03	>RESC	A-B	B-C	<A

T-7	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV	RMD
RI-7	>RESC	-	-	-	<RMD

PU-16	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
1	>RESC	-	-	-

PE-10-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-01	>RESC	A-B	A-B	-
PM-04	>RESC	<A	A-B	-

PO209	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
2	A-B	A-B	A-B	-
4	C - RESC	A-B	A-B	-

PO106	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
2	>RESC	<A	B-C	-
4	C - RESC	B-C	B-C	-
9	B-C	A-B	B-C	-
13	B-C	-	A-B	-

TR-139	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
1	>RESC	-	B-C	-
3	C - RESC	-	B-C	-

TR-2013-5	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
0,00-2,00	>RESC	-	-	-

PE-09-19	Métaux	HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	HAP	COV
PM-02	>RESC	A-B	B-C	-
PM-05	>RESC	B-C	A-B	-

### LÉGENDE

- PE-01-19 Puits d'exploration (SNC-Lavalin, 2019)
- TR-191 Tranchée d'exploration antérieure
- F-000 Forage antérieur
- PO-000 ou PU-00 ou P-00 Forage avec puits d'observation antérieur
- Limite considérée dans le cadre de la présente étude
- Portion de la rive exclue des travaux
- Limites de la rive

### Identification des valeurs des résultats analytiques

- <A Concentration inférieure ou égale au critère A des critères du Guide d'intervention du MELCC<sup>1</sup>.
- A-B Concentration dans la plage A-B des critères du Guide d'intervention du MELCC et inférieure ou égale aux normes de l'annexe I du RPRT<sup>2</sup>.
- B-C Concentration dans la plage B-C des critères du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe I et inférieure ou égale aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup>.
- C-RESC Concentration supérieure aux critères C du Guide d'intervention du MELCC, supérieure aux normes de l'annexe II du RPRT<sup>2</sup> et inférieure aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- >RESC Concentration supérieure ou égale aux normes de l'annexe I du RESC<sup>3</sup>.
- <RMD <RMD: Concentrations inférieures aux valeurs de l'article 3 du RMD<sup>6</sup>.

### Identification du sol de l'échantillon<sup>4</sup>

- PM-03 Remblai
- PM-04 Sol naturel

- Notes:
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
  - Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains.
  - Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.
  - La couleur des cases du nom de l'échantillon distingue entre un échantillon de remblai (jaune) et de sol naturel (vert). Les résultats analytiques de concentration totale pour les différents paramètres chimiques présentés pour les remblais et comparés aux normes du RESC et RPRT ou aux critères ABC, le sont à titre indicatif et pour les besoins de l'évaluation de risque toxicologique et écotoxicologique. Les échantillons de remblai sont considérés comme des matières résiduelles assimilables à un sol.
  - Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.
  - Règlement sur les matières dangereuses.

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : SOMMAIRE DES RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOLS ET DE MATIÈRES RÉSIDUELLES (AXE 3)					
ÉCHELLE : 1:750					
DATE : 2021-11-30	DOSSIER : 607871-EG-L08	REV. : 00	DESSIN : 05c		

73°53'40"

73°53'30"

73°53'20"



Fleuve Saint-Laurent

**ESSENCE D'ARBRE**

- Peuplier deltoïde
- Orme d'Amérique
- Saule noir
- Érable rouge
- Frene rouge
- Sorbier des oiseleurs

**DIAMÈTRE DU TRONC (mètres)**

- 0,18 à 0,4
- 0,4 à 0,7
- 0,7 à 1,2

45°19'

45°19'

45°18'50"

45°18'50"

Route 132

73°53'40"

73°53'30"

CLIENT :



SNC • LAVALIN

PROJET :

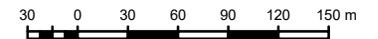
PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE

ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE  
BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : LOCALISATION ET DESCRIPTIF  
DES ARBRES PRÉSENTS SUR LA RIVE

ÉCHELLE :

1/4 500



DATE :

2021-12-09

DOSSIER :

607871-EG-L08

RÉV. :

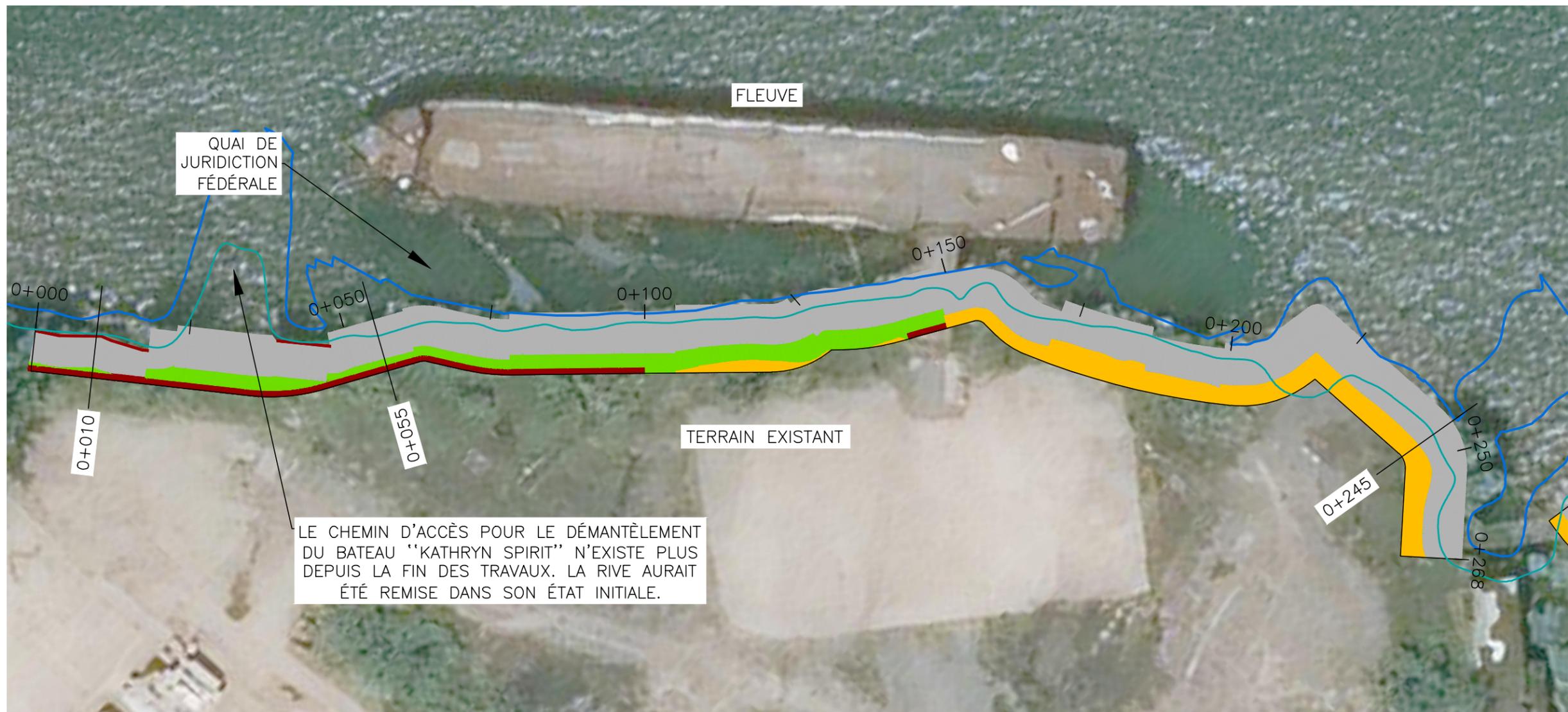
00

DESSIN :

06

Note:  
Ce dessin doit être lu conjointement avec le rapport qui l'accompagne.

Référence:  
BingMapAerial, Microsoft corporation 2021.



**LÉGENDE**

- LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 2 ANS À 22,17m (LHE<sub>2</sub>)  
(LA LHE<sub>2</sub> REPRÉSENTE LA LHE DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET)
- LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 100 ANS À 23,20m (LHE<sub>100</sub>)
- ENROCHEMENT
- PROFILAGE 3H:1V À L'INTÉRIEUR DE LA LIMITE DES TRAVAUX
- PROFILAGE SELON LE PROFIL ACTUEL (PENTE VARIABLE INFÉRIEURE À 3H:1V)
- MURET DE BÉTON
- LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : PROFILAGE DE LA RIVE - PENTE 3H:1V AVEC MURET DE BÉTON (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2021-12-01	607871-EG-L08	00	07a



**LÉGENDE**

- LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 2 ANS À 22,17m (LHE<sub>2</sub>)  
(LA LHE<sub>2</sub> REPRÉSENTE LA LHE DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET)
- LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 100 ANS À 23,20m (LHE<sub>100</sub>)
- ENROCHEMENT
- PROFILAGE 3H:1V À L'INTÉRIEUR DE LA LIMITE DES TRAVAUX
- PROFILAGE SELON LE PROFIL ACTUEL (PENTE VARIABLE INFÉRIEURE À 3H:1V)
- MURET DE BÉTON
- LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM		
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)		
TITRE : PROFILAGE DE LA RIVE - PENTE 3H:1V AVEC MURET DE BÉTON (AXE 2)		
ÉCHELLE : AUCUNE		
DATE : 2021-12-01	DOSSIER : 607871-EG-L08	RÉV. : 00
		DESSIN : 07b

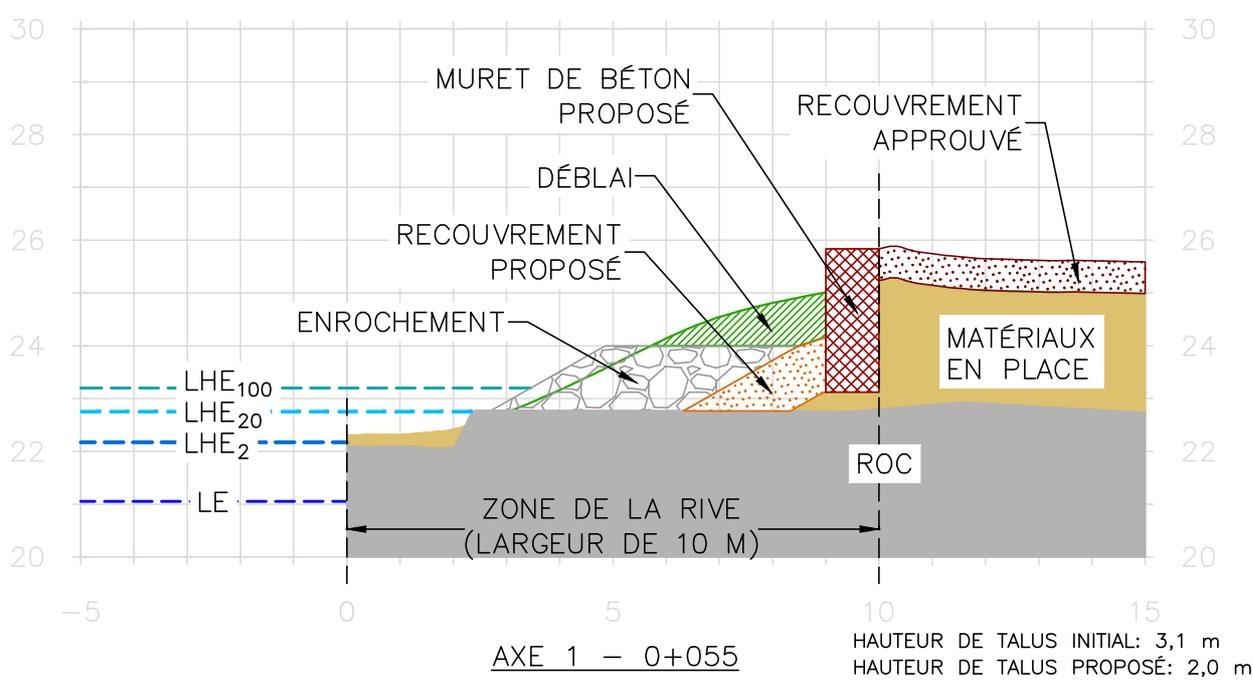
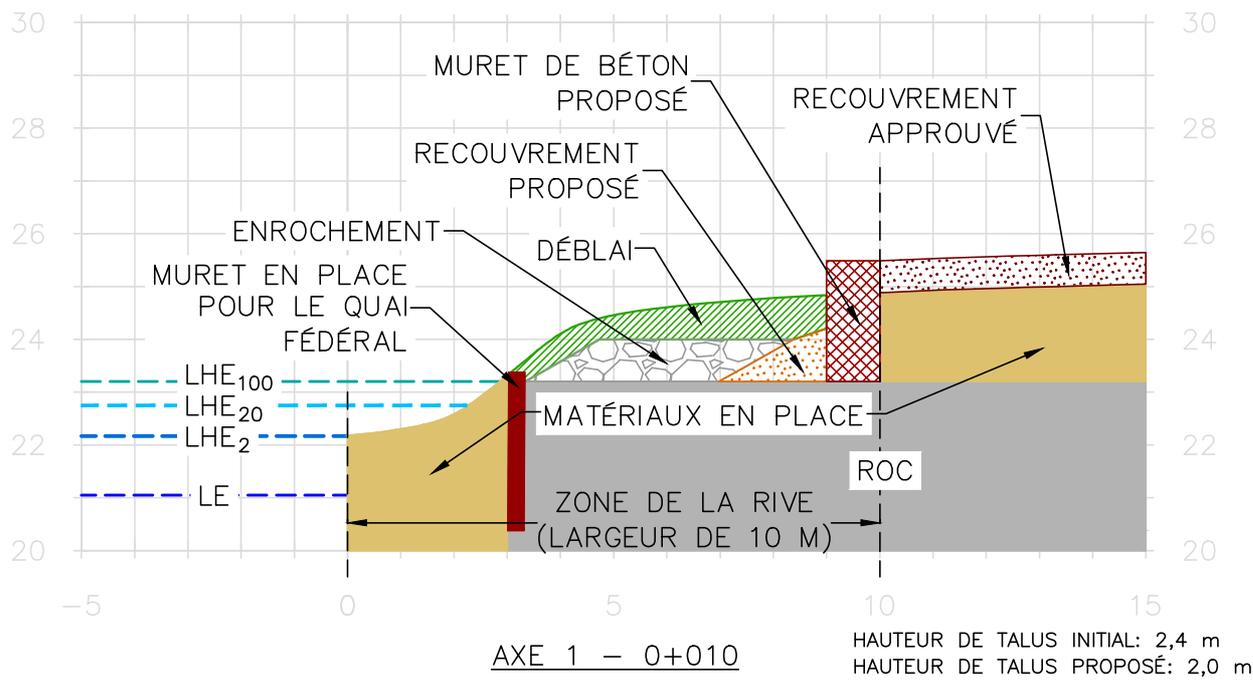


**LÉGENDE**

-  LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 2 ANS À 22,17m (LHE<sub>2</sub>)  
(LA LHE<sub>2</sub> REPRÉSENTE LA LHE DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET)
-  LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURENCE DE 100 ANS À 23,20m (LHE<sub>100</sub>)
-  ENROCHEMENT
-  PROFILAGE 3H:1V À L'INTÉRIEUR DE LA LIMITE DES TRAVAUX
-  PROFILAGE SELON LE PROFIL ACTUEL (PENTE VARIABLE INFÉRIEURE À 3H:1V)
-  MURET DE BÉTON
-  LIMITE DES TRAVAUX

Référence :  
- Microsoft Bing, prise de vue 2021.  
Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : PROFILAGE DE LA RIVE - PENTE 3H:1V AVEC MURET DE BÉTON (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2021-12-01	607871-EG-L08	00	07c		



**LÉGENDE**

- SURFACE ACTUELLE DE LA RIVE
- LHE<sub>100</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE<sub>20</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
- LHE<sub>2</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m

Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.  
2- La LHE<sub>2</sub> représente la LHE dans le cadre du présent projet.

PROJET :	RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM
ENDROIT :	61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)
TITRE :	SIMULATION 3H:1V - MURET DE BÉTON VUE EN COUPE - AXE 1

CLIENT :

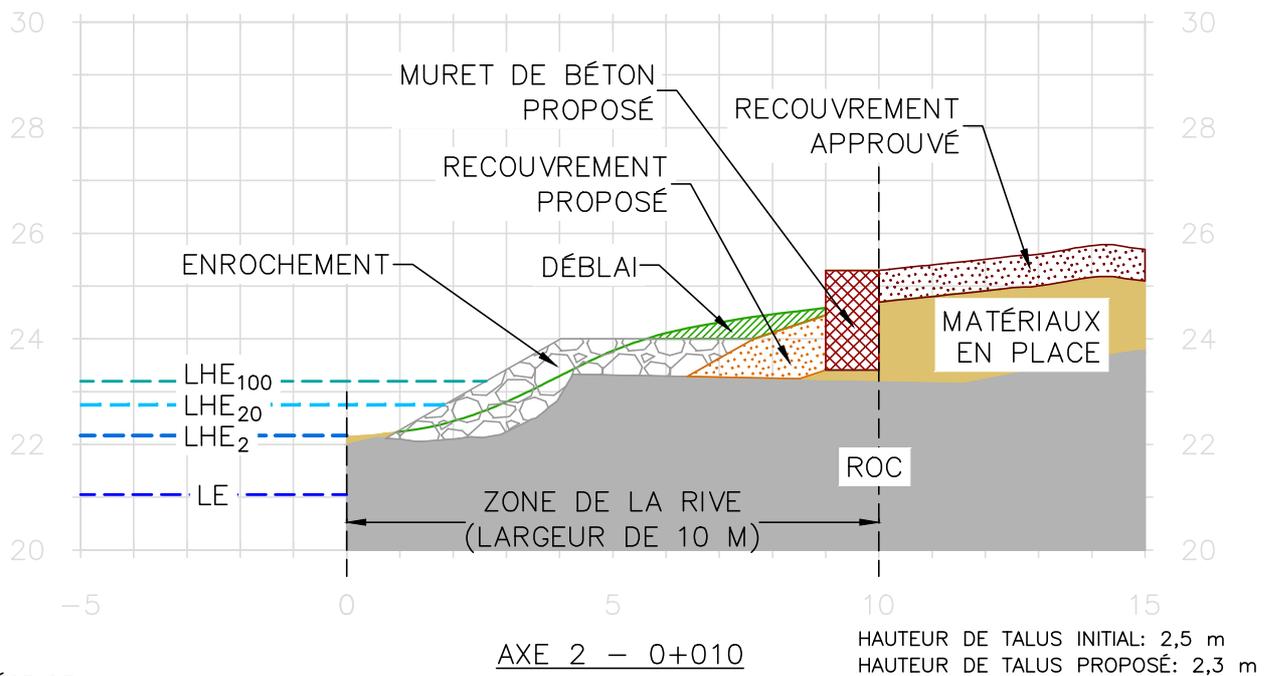
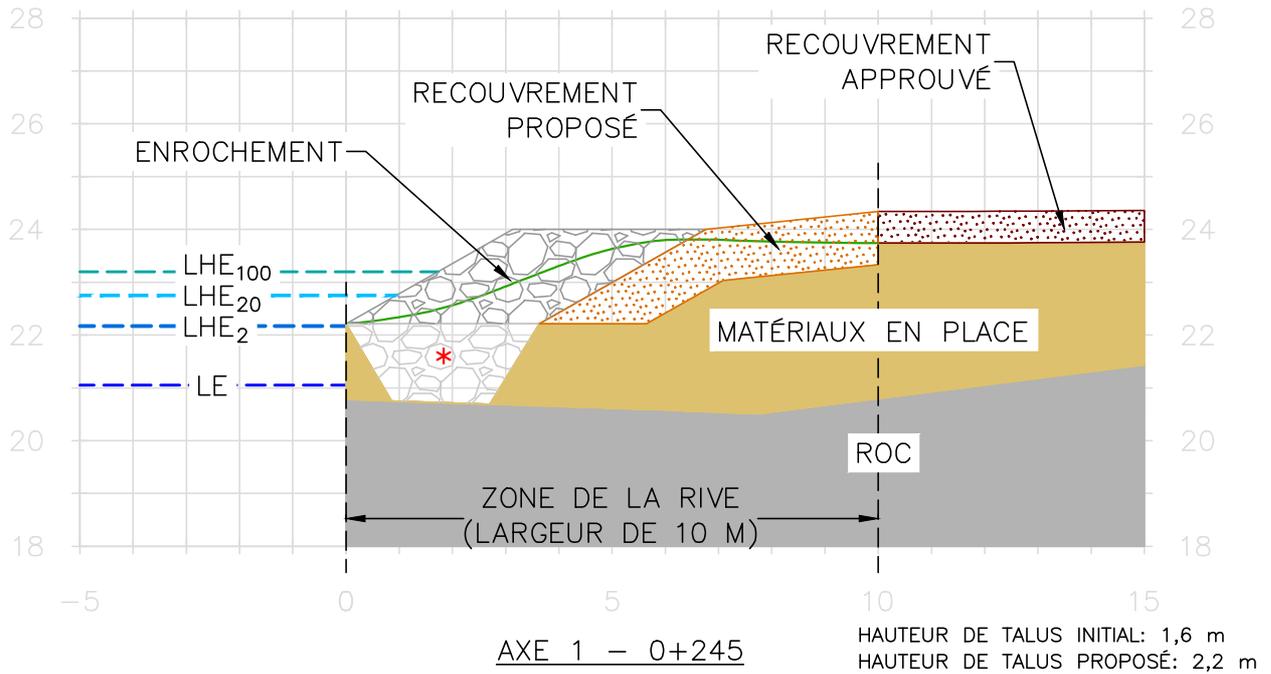


ÉCHELLE : AUCUNE      DATE : 2021-12-01



DOSSIER : 607871-L08      RÉV. : 00      DESSIN : 08a

C:\Users\logam2\Desktop\Elkem\607871 - 2021 - PR - D02 - Demarche.dwg

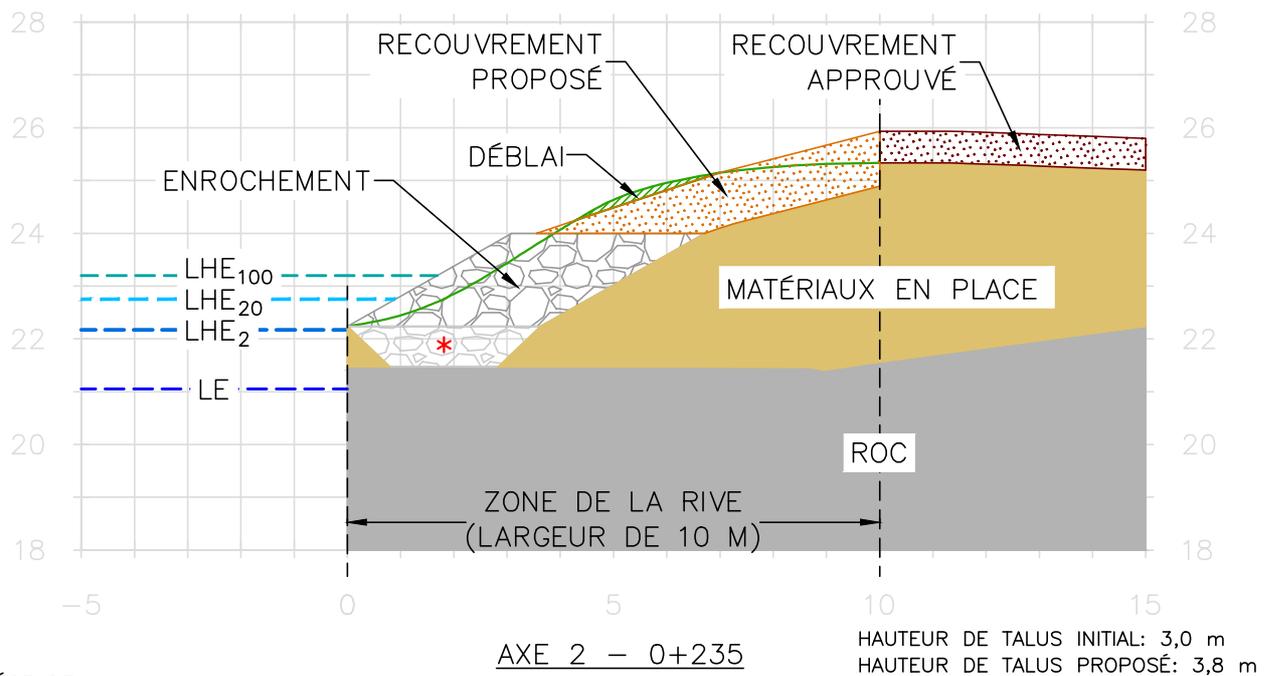
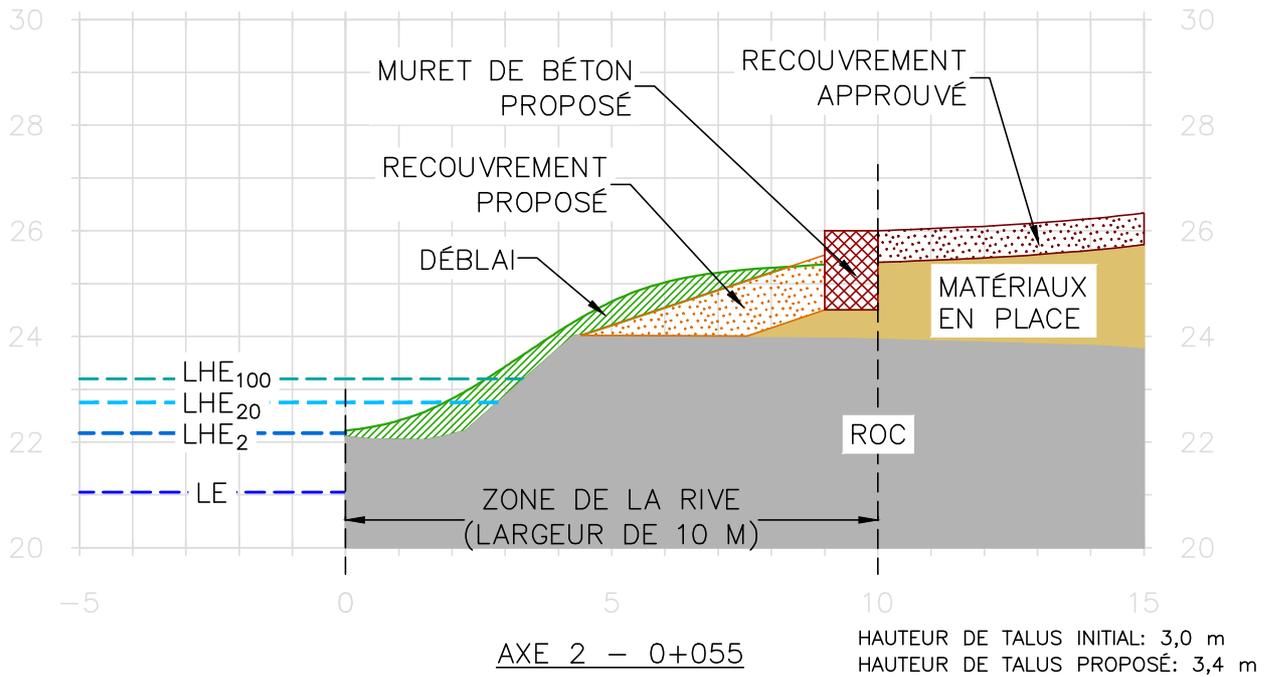


**LÉGENDE**

- SURFACE ACTUELLE DE LA RIVE
- LHE<sub>100</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE<sub>20</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
- LHE<sub>2</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m
- \* CLÉ D'ENROCHEMENT PRÉLIMINAIRE. CONCEPTION À VENIR

Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.  
 2- La LHE<sub>2</sub> représente la LHE dans le cadre du présent projet.

PROJET :	RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM	CLIENT :	 								
ENDROIT :	61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)	ÉCHELLE :	AUCUNE	DATE :	2021-12-01	DOSSIER :	607871-L08	RÉV. :	00	DESSIN :	08b
TITRE :	SIMULATION 3H:1V - MURET DE BÉTON VUE EN COUPE - AXE 1 ET 2										

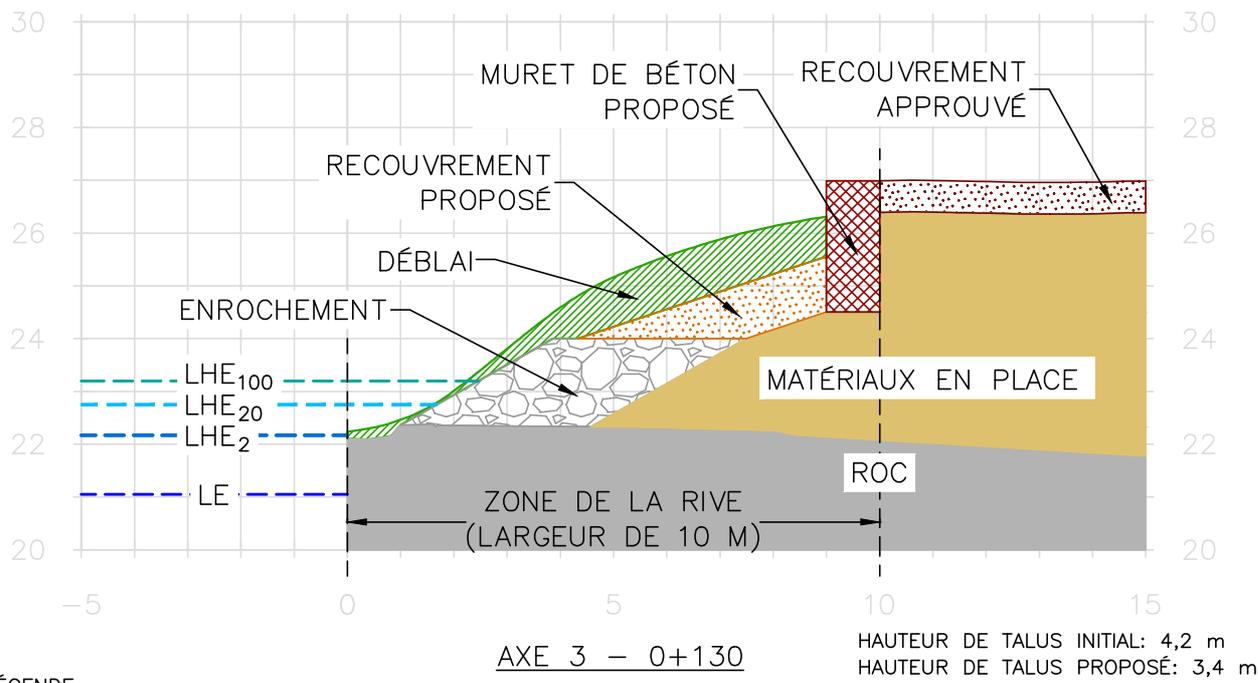
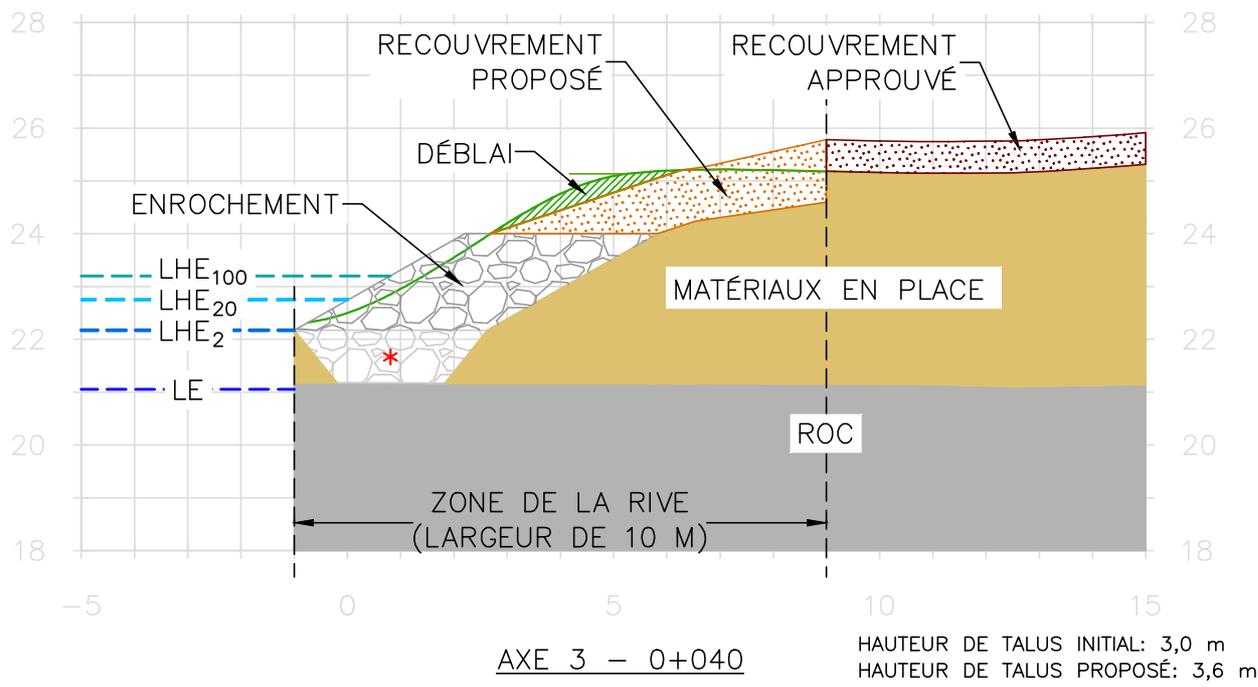


**LÉGENDE**

- SURFACE ACTUELLE DE LA RIVE
- LHE<sub>100</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE<sub>20</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
- LHE<sub>2</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m
- \* CLÉ D'ENROCHEMENT PRÉLIMINAIRE. CONCEPTION À VENIR

Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.  
2- La LHE<sub>2</sub> représente la LHE dans le cadre du présent projet.

PROJET :	RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM	CLIENT :	 								
ENDROIT :	61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)	ÉCHELLE :	AUCUNE	DATE :	2021-12-01	DOSSIER :	607871-L08	RÉV. :	00	DESSIN :	08c
TITRE :	SIMULATION 3H:1V - MURET DE BÉTON VUE EN COUPE - AXE 2										



**LÉGENDE**

- SURFACE ACTUELLE DE LA RIVE
- LHE<sub>100</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE<sub>20</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
- LHE<sub>2</sub> LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m
- \* CLÉ D'ENROCHEMENT PRÉLIMINAIRE. CONCEPTION À VENIR

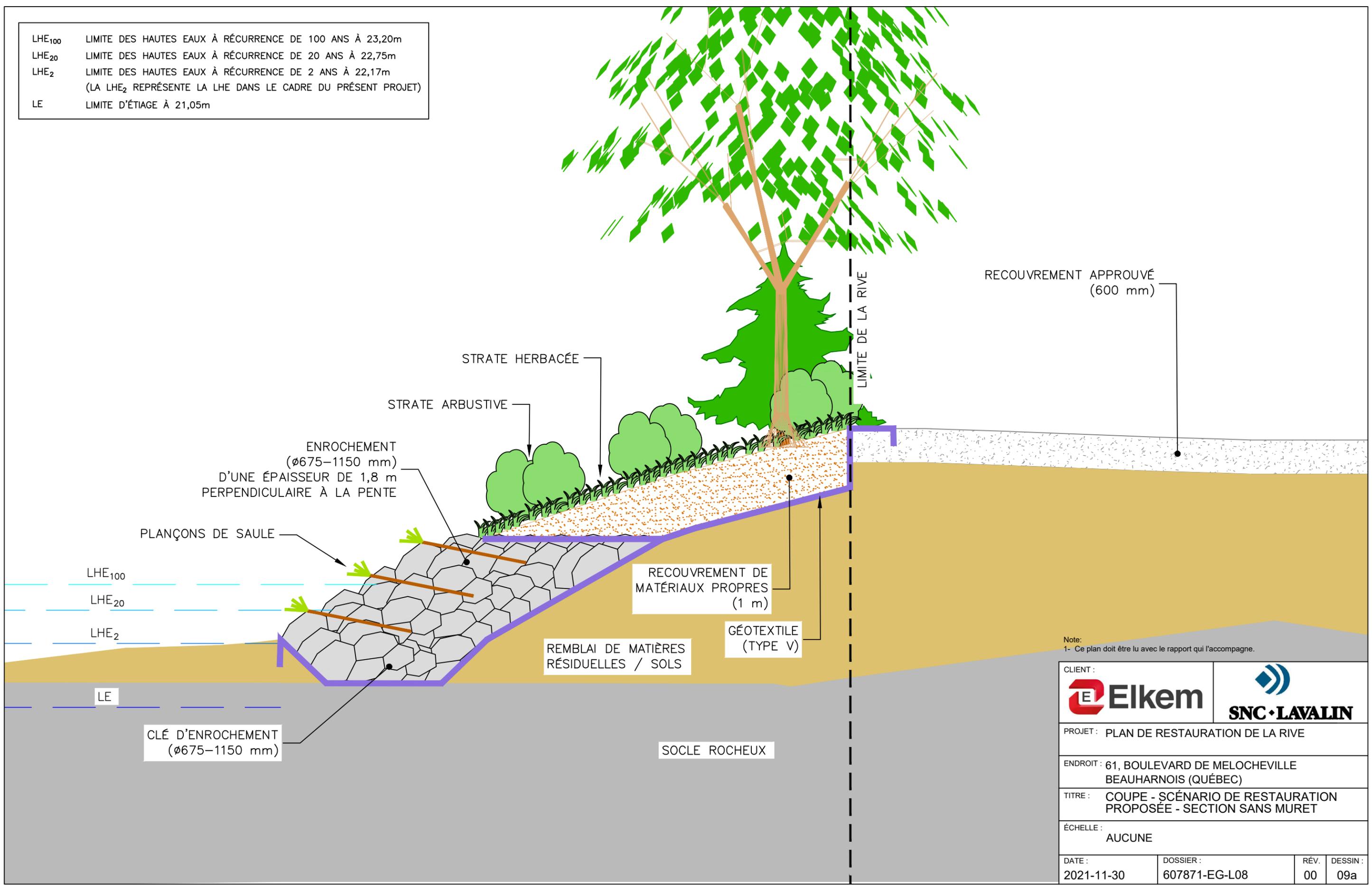
Note:  
 1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.  
 2- La LHE<sub>2</sub> représente la LHE dans le cadre du présent projet.

PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA RIVE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC) TITRE : SIMULATION 3H:1V - MURET DE BÉTON VUE EN COUPE - AXE 3	CLIENT :  ÉCHELLE : AUCUNE DATE : 2021-12-01	 DOSSIER : 607871-L08 RÉV. : 00 DESSIN : 08d
---	---	--

C:\Users\logam2\Desktop\Elkem\607871 - 2021 - PR - D02 - Demarche.dwg

\\sli1127\na-egec\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2021\607871 - Beauharnois\4\_Realisation\Dessins\CIVIL\_3D\Plan de Restauration 2021\Version 2\607871-2021-PR-11.dwg

LHE <sub>100</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
LHE <sub>20</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
LHE <sub>2</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m (LA LHE <sub>2</sub> REPRÉSENTE LA LHE DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET)
LE	LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m

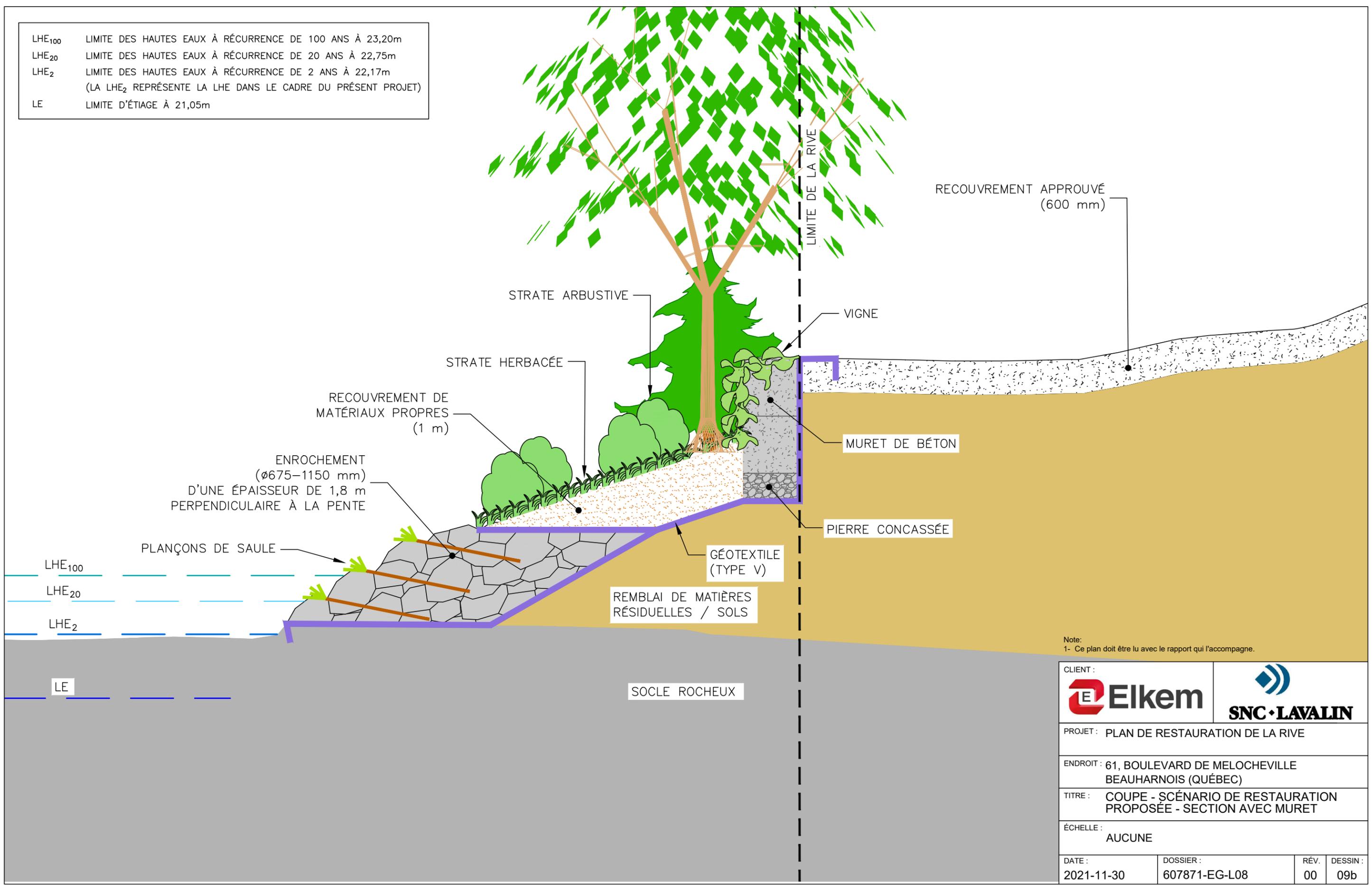


Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : COUPE - SCÉNARIO DE RESTAURATION PROPOSÉE - SECTION SANS MURET			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2021-11-30	607871-EG-L08	00	09a

\\si1127\na-egec\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2021\607871 - Beauharnois\4\_Realisation\Dessins\CIVIL\_3D\Plan de Restauration 2021\Version 2\607871-2021-PR-11.dwg

LHE <sub>100</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
LHE <sub>20</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 20 ANS À 22,75m
LHE <sub>2</sub>	LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m (LA LHE <sub>2</sub> REPRÉSENTE LA LHE DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET)
LE	LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m



Note:  
1- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

CLIENT :		 	
PROJET : PLAN DE RESTAURATION DE LA RIVE			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : COUPE - SCÉNARIO DE RESTAURATION PROPOSÉE - SECTION AVEC MURET			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2021-11-30	607871-EG-L08	00	09b

## Annexe 3

---

Document foncier

Dossier notaire : 14L04780096

**AVIS DE CONTAMINATION**

(Article 31.58 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q. c. Q-2)

**CIRCONSCRIPTION FONCIÈRE  
DE BEAUHARNOIS**

Ville de Sherbrooke, ce quatorzième. ( 14<sup>e</sup>) jour d' octobre de l'an deux mille quatorze (2014).

COMPARAÎT :

**Les Investissement René St-Pierre Ltée**,  
personne morale de droit privé constituée en vertu  
de la *Loi canadienne sur les sociétés par actions*,  
ayant son siège social situé au 3055, boulevard  
Queen Victoria, Sherbrooke (Québec) J1J 4N8,  
représentée par Monsieur Bernard St-Pierre,  
représentant spécial dûment autorisé à l'effet des  
présentes tel qu'il le déclare;

(ci-après le « Comparant »)

**LEQUEL DONNE LE PRÉSENT AVIS** et demande à l'officier du bureau de la  
publicité des droits de la circonscription foncière de Beauharnois d'inscrire sur le  
registre le présent avis de contamination concernant le terrain désigné ci-après, soit  
l'exposé de la nature des contaminants présents dans le terrain au-delà des valeurs  
limites de l'annexe 1 du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains  
(chapitre Q-2, r.37) réglementaires, tel qu'il apparaît dans le résumé de l'étude de  
caractérisation présenté ci-dessous et attesté par un expert visé par l'article 31.65 de  
la *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q. c. Q-2.

**1. DÉSIGNATION DU TERRAIN**

1.1 Un terrain ou emplacement connu et désigné comme étant:

Le lot QUATRE MILLIONS SEPT CENT QUATORZE MILLE NEUF CENT  
QUATRE-VINGT-HUIT (4 714 988) du cadastre du Québec, circonscription  
foncière de Beauharnois.

Le lot 4 714 988 a remplacé par rénovation cadastrale différents lots  
appartenant au comparant étant une partie des lots 268 et 269, lot Bloc1 du  
cadastre de la Paroisse de Saint-Clément ainsi qu'une partie du lot 562 du  
cadastre de la Ville de Beauharnois et qui est l'emplacement spécifiquement  
concerné par le présent avis de contamination.

1.2 L'immeuble porte l'adresse 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois  
(Québec) **J0S 1J0**.

(ci-après « l'immeuble »)

**2. IDENTIFICATION DU PROPRIÉTAIRE ET PERSONNE VISÉE PAR L'AVIS**

Les Investissement René St-Pierre Ltée est propriétaire de l'immeuble en vertu d'un  
titre de propriété publié au bureau de la publicité des droits de la circonscription  
foncière de Beauharnois sous le numéro 262211 et l'adresse du propriétaire est le  
3055, boulevard Queen Victoria, Sherbrooke (Québec) J1J 4N8.

**3. DÉSIGNATION DE LA MUNICIPALITÉ ET DE LA VILLE ET DE L'UTILISATION AUTORISÉE**

Le terrain est situé dans la ville de Beauharnois et l'utilisation suivante  
« majoritairement industrielle » est autorisée sur ce terrain en vertu de la  
réglementation de zonage de cette ville.

**4. RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE DE CARACTÉRISATION**

Le résumé ci-joint de l'étude de caractérisation (caractérisation environnementale (Phase II), propriété située au 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois, Sanexen Services Environnementaux Inc., RA13-206-6, 16 juin 2014, contresigné par le Comparant, fait partie intégrante du présent avis et contient :

- 4.1 un énoncé de la nature des contaminants présents dans le terrain et dont la concentration excède les valeurs limites de l'annexe 1 *du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*;
- 4.2 Un énoncé des catégories d'usages permis sur le terrain, le cas échéant, en fonction des valeurs limites réglementaires applicables;
- 4.3 un bref historique des activités qui ont eu lieu sur l'immeuble;
- 4.4 la superficie du terrain occupée par les sols contaminés ainsi que la localisation et les volumes de ces sols en surface et en profondeur;
- 4.5 un énoncé de la nature et de l'importance des contaminants présents dans l'eau souterraine, s'il en est;
- 4.6 une indication de la présence d'une installation de captage d'eau destinée à la consommation humaine à moins d'un kilomètre ainsi que la proximité d'un cours ou un plan d'eau de surface, le cas échéant.

Ce résumé est attesté par Monsieur Jean HALDE, ing., M. Sc., Directeur – Projets spéciaux, Expert inscrit sur la liste du MDDELCC, en date du 16 juin 2014, dont copie conforme du formulaire d'attestation est annexée.

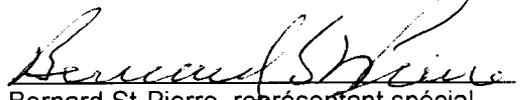
**5. MODALITÉ PARTICULIÈRE À L'AVIS DE CONTAMINATION**

Le présent avis demeure en vigueur tant et aussi longtemps qu'un avis de décontamination n'a pas été inscrit sur le registre contre l'immeuble, ou partie de celui-ci.

**EN FOI DE QUOI, LE COMPARANT A SIGNÉ**

**Signature du Comparant :**

**Les Investissement René St-Pierre Ltée**

Par :   
Bernard St-Pierre, représentant spécial

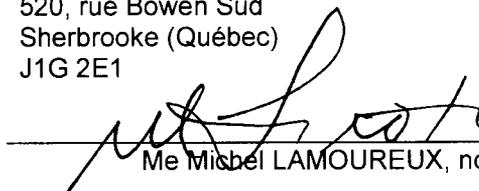
**DÉCLARATION D'ATTESTATION**

Je, soussigné, Me Michel LAMOUREUX, notaire, atteste que :

- 1. J'ai vérifié l'identité, la qualité et la capacité du **Comparant**;
- 2. Le document traduit la volonté exprimée par le **Comparant**;
- 3. Le document est valide quant à sa forme.

Attesté à Sherbrooke, province de Québec, le **quatorze octobre deux mille quatorze.**

Nom : Michel LAMOUREUX  
Qualité : Notaire  
Adresse : 520, rue Bowen Sud  
Sherbrooke (Québec)  
J1G 2E1

  
Me Michel LAMOUREUX, notaire

## FORMULAIRE D'ATTESTATION

### RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE DE CARACTÉRISATION

<b>1. LOCALISATION DU TERRAIN</b>	
Adresse : 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois (Québec)	
N <sup>os</sup> de lots : Une partie du lot 268, une partie du lot 269 et Bloc 1 du cadastre de la paroisse de Saint-Clément ainsi qu'une partie du lot 562 du cadastre de la Ville de Beauharnois.	Coordonnées : DEG.DEC.NAD83 Latitude : 45,315377 Longitude : -73,891991
Nom du cadastre : Cadastre de la paroisse de Saint-Clément et cadastre de la Ville de Beauharnois	
<b>2. IDENTIFICATION DU PROPRIÉTAIRE <input checked="" type="checkbox"/> OU DU LOCATAIRE <input type="checkbox"/></b>	
Nom : Bernard St-Pierre	
Nom de l'entreprise : Les Investissements René St-Pierre Ltée	
Adresse : 3055, boulevard Queen-Victoria, Sherbrooke	Code postal : J1J 4N8
N <sup>o</sup> de téléphone : 819 565-1494	N <sup>o</sup> de télécopieur : 819 822-1403
<b>3. IDENTIFICATION DU DOCUMENT ATTESTÉ</b>	
Titre : Résumé de l'étude « Caractérisation environnementale (Phase II) – Propriété située au 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois (Québec) »	
Firme : Sanexen Services Environnementaux inc.	
Auteur : Véronique Cyr	Date : 16 juin 2014

Après vérification, j'atteste que le résumé représente bien le contenu de l'étude de caractérisation et est conforme aux exigences du *Guide de caractérisation des terrains* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

JEAN HALDE

161

Nom de l'expert (en lettres moulées)

Numéro d'identification  
de l'expert

  
Signature de l'expert

2014/06/16  
Date

p. j. Résumé de l'étude de caractérisation

## RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE

« *Caractérisation environnementale (Phase II) – Propriété située au 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois (Québec)* », Sanexen Services Environnementaux inc., réf. : RA13-206-6, 16 juin 2014.

Sanexen Services Environnementaux inc. (Sanexen) a été mandatée par la compagnie Les Investissements René St-Pierre Ltée (St-Pierre) afin de procéder à une caractérisation environnementale (Phase II) de la propriété située au 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois (Québec). La propriété correspond à une partie du lot 268, une partie du lot 269 et au Bloc 1 du cadastre de la paroisse de Saint-Clément ainsi qu'une partie du lot 562 du cadastre de la Ville de Beauharnois.

Le site à l'étude a supporté une usine de production de ferromanganèse ayant été construite en 1972 par la compagnie Union Carbide Canada Ltd. (Union Carbide), anciennement St-Lawrence Alloys & Metals Ltd. La production a débuté en 1974. En 1984, Elkem Metal Canada Ltd (Elkem) s'est portée acquéreur du site et a produit du ferromanganèse et du silicomanganèse en alternance pendant une certaine période jusqu'en 1991, date de fermeture de l'usine. En 1995, St-Pierre acquiert le site à l'étude.

Le site est présentement occupé par le Centre de recyclage Beauharnois inc. qui y exploite le centre de valorisation de matériaux de démolition. Des équipements de chantier appartenant à Excavation René St-Pierre sont aussi entreposés sur le site et les activités de maintenance de sa machinerie (pelles mécaniques et autres équipements) y sont également effectuées. Des espaces intérieurs et extérieurs sont aussi loués par la firme Kruger inc. pour de l'entreposage de papier et de carton. CSX Intermodal inc. loue également une partie du site (portion sud-ouest) pour l'entreposage de conteneurs.

Cette étude s'inscrit dans un contexte particulier impliquant le propriétaire antérieur (Elkem), le propriétaire actuel (St-Pierre) et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). En effet, bien que la berge<sup>1</sup> du site soit contiguë au lac Saint-Louis, celle-ci n'a pas été considérée dans cette étude puisqu'elle fera ultérieurement l'objet de travaux distincts de réhabilitation qui seront effectués sous la responsabilité d'Elkem.

Le propriétaire du site désire réhabiliter la propriété sur la base d'une analyse de risques, en considérant que les activités en cours sur la propriété se poursuivront dans le futur. La présente étude est donc assujettie au processus réglementaire en vertu de l'article 31.57 (réhabilitation volontaire avec maintien de contamination où une analyse de risques est nécessaire) de la section IV.2.1 de la LQE<sup>2</sup>.

...2

1. Bande de 10 m à partir de la limite des hautes eaux de récurrence de 2 ans (correspondant à une élévation géodésique de 22,17 m).
2. Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2).

9935, avenue de Catania  
Entrée 1 – Bureau 200  
Brossard (Québec) J4Z 3V4  
CANADA

T. : 450 466-2123 • F. : 450 466-2240

Courriel : [info@sanexen.com](mailto:info@sanexen.com)  
<http://www.sanexen.com>

Le site est actuellement zoné majoritairement industriel (de type I-8), à l'exception d'une petite bande de terrain à l'est sur le site qui est zonée résidentielle (H-20) (section boisée non utilisée par St-Pierre). Le zonage des terrains avoisinants est résidentiel à l'est, industriel au sud et récréatif à l'ouest. Aucun changement d'usage n'est projeté par le propriétaire actuel.

Le terrain de forme irrégulière est bordé par le lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent). Selon le certificat de localisation, la superficie totale du site est de 153 771 m<sup>2</sup> et la superficie sans la berge est estimée à environ 150 000 m<sup>2</sup> (après clarification de certaines limites). Le terrain supporte 7 bâtiments qui occupent environ 10 % de sa superficie totale. Le revêtement est composé de béton bitumineux (environ 10 %), de béton de ciment (environ 15 %), de pierre concassée et de béton concassé (environ 55 %), de pelouse (environ 5 %) et d'une portion en friche (environ 5 %).

La recherche historique effectuée dans le cadre de l'évaluation environnementale (Phase I)<sup>1</sup> a indiqué la présence d'éléments pouvant affecter la qualité environnementale du site. Le lourd passé industriel du secteur en général et les activités passées et actuelles ayant eu cours sur le site comprenant la présence de remblai (principalement des scories), de réservoirs de carburants divers (passés et présents), d'anciens transformateurs, d'anciennes voies ferrées, d'entreposage de matières résiduelles sur le sol, d'une aire de lavage de véhicules lourds à l'extérieur, d'entreposage et de conditionnement de métaux et de débris de démolition à l'extérieur, de la présence possible d'un séparateur dans un atelier d'entretien mécanique, de taches notées au sol et de déversements accidentels survenus par le passé et de dalles tachées. Également, les études ont montré la présence de sols et d'eau contaminés sur le site, principalement en métaux.

➤ ***Étendue de la contamination des sols et des matières résiduelles associées***

Les résultats analytiques des échantillons prélevés des sondages ainsi que les observations notées sur le terrain indiquent la présence de sols comportant des concentrations supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT (valeurs limites acceptables pour un site industriel) ainsi que des matières résiduelles non dangereuses. Sur la base des hypothèses mentionnées à la section 6.1.1, les volumes de sols contaminés et de matières résiduelles, répartis sur l'ensemble de la superficie du site, sont estimés de façon très approximative et à titre indicatif seulement à :

- Environ 140 000 m<sup>3</sup> de sols présentant des concentrations inférieures aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT (< B);
- Environ 52 000 m<sup>3</sup> de sols présentant des concentrations supérieures aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT et inférieures à celles de l'annexe II du RPRT (plage B-C);

1. « Évaluation environnementale de site (Phase I) – Propriété située au 61, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois », Sanexen Services Environnementaux inc., réf. : RA13-206-1, 13 janvier 2014.

- Environ 47 000 m<sup>3</sup> de sols présentant des concentrations supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT et inférieures aux valeurs limites de l'annexe I du RESC<sup>1</sup> (plage C-D);
- Environ 55 000 m<sup>3</sup> de sols supérieurs à l'annexe I du RESC (> D);
- Environ 107 000 m<sup>3</sup> de matières résiduelles non dangereuses.

Dans le cadre d'une réhabilitation du site par analyse de risques (impliquant le maintien des contaminants sur le site), comme privilégié par le client, certains secteurs de sols présentant des concentrations en HP (C<sub>10-50</sub>)<sup>2</sup> et en HAP<sup>3</sup> (naphtalènes<sup>4</sup>) supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT devront tout de même être excavés. Ces sols ont été rencontrés dans 3 différents secteurs, soit à l'ouest du bâtiment C, dans le secteur des anciens réservoirs de carburant, d'essence et de diesel souterrains (secteurs 9 et 10 de la Phase I), ainsi que dans le secteur du bâtiment B (secteur 34 de la Phase I). Sur la base de l'ensemble des hypothèses énoncées à la section 6.1.2, les volumes approximatifs suivants devront être excavés :

- Environ 1 600 m<sup>3</sup> de sols contenant des concentrations en hydrocarbures pétroliers et en composés de la famille des naphtalènes supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT et inférieures aux valeurs limites de l'annexe I du RESC (plage C-D). Une superficie approximative de 2 100 m<sup>2</sup> a été estimée pour ces secteurs;
- Environ 200 m<sup>3</sup> de matières résiduelles non dangereuses contenant des concentrations en hydrocarbures pétroliers et en naphtalènes supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT, dont environ 150 m<sup>3</sup> supérieures à l'annexe I du RESC (> D). Ces secteurs couvrent une superficie approximative de 200 m<sup>2</sup>.

#### ➤ **Qualité des empilements**

Les résultats analytiques des échantillons prélevés des talus permanents démontrent que ceux-ci sont constitués d'environ :

- 1 020 m<sup>3</sup> de sols indiquant des concentrations en manganèse supérieures aux valeurs limites de l'annexe II du RPRT et inférieures aux valeurs limites de l'annexe I du RESC;
- 6 530 m<sup>3</sup> de sols indiquant des concentrations en manganèse supérieures aux valeurs limites de l'annexe I du RESC;
- 950 m<sup>3</sup> de matières résiduelles indiquant des concentrations en manganèse supérieures à l'annexe I du RESC et des concentrations en arsenic, en baryum, en sélénium et en zinc supérieures à l'annexe II du RPRT. Il est à noter que les échantillons de cette pile ont été analysés en concentration totale parce que les matériaux qui la composent sont similaires à ceux qui sont en place sur le site, lesquels ont également été analysés en concentration totale.

---

1. Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (Q-2, r.18), 2001.  
2. Hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub> à C<sub>50</sub>)  
3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
4. Méthyl-1 naphtalène, méthyl-2 naphtalène, diméthyl-1,2 naphtalène, triméthyl-2,3,5 naphtalène et naphtalène.

➤ **Qualité des autres substances**

Les résultats analytiques de l'échantillon prélevé de la pile de béton indiquent des concentrations inférieures aux critères A pour les métaux visés par les *Lignes directrices*<sup>1</sup>, pour les hydrocarbures pétroliers, les COSV<sup>2</sup>, les cyanures totaux et disponibles ainsi que pour le fluorure. Certains paramètres des HAP excèdent les critères A et sont inférieurs aux critères B.

➤ **Hydrogéologie**

Lors du relevé du 5 décembre 2013, l'élévation de l'eau souterraine variait entre 27,260 m (PO100) et 21,119 m (PO104). La profondeur de l'eau mesurée par rapport à la surface du terrain varie entre 1,107m (PO100) et 4,447 m (PO106). L'eau souterraine de l'aquifère de surface s'écoulerait en direction radiale à la limite de propriété nord, soit vers le lac Saint-Louis. Les résultats des essais de perméabilité en place indiquaient une conductivité hydraulique variant entre  $2,16 \times 10^{-6}$  m/s et  $3,23 \times 10^{-5}$  m/s.

La vitesse moyenne d'écoulement horizontal (V) de l'eau souterraine sur le site serait de 31,2 m/année. Toutefois, celle-ci est très variable selon les secteurs.

Au total, 2 puits sont situés à moins de 1 km du site à l'étude. Cependant, un des puits étant en amont hydraulique et le second puits étant en parallèle hydraulique à plus de 800 m du centre du site, ceux-ci n'ont pas été retenus comme récepteurs potentiels. L'eau souterraine de l'aquifère de surface ne constitue pas une source actuelle ou future d'approvisionnement en eau. Ainsi, il est possible de conclure que l'unité considérée est de classe III. Les récepteurs potentiels de l'eau souterraine sont le lac Saint-Louis et les conduites d'égouts unitaire de la Ville.

➤ **Qualité de l'eau souterraine et impacts associés**

Au cours des 2 campagnes d'échantillonnage, la majorité des résultats analytiques de l'eau souterraine a montré des concentrations inférieures aux critères RESIE<sup>3</sup>. Les concentrations obtenues au niveau du manganèse dans l'eau souterraine respectent majoritairement le critère calculé, à l'exception d'une valeur jugée non représentative obtenue lors du deuxième relevé effectué dans le puits PO160. Des dépassements ponctuels du critère RESIE en cuivre, en aluminium, en HAP (fluoranthène) et en mercure ont été mesurés dans certains puits.

Aucun produit en phase libre n'a été détecté dans les puits d'observation.

1. *Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus de la pierre de taille*, MDDEP, juin 2009.
2. Composés organiques semi-volatils
3. *Critères d'eau souterraine résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, ministère de l'Environnement du Québec, 1998, mise à jour en 2001.

**SANEXEN**

En considérant les puits situés en aval hydraulique du site, un impact est appréhendé sur le lac Saint-Louis dans le cas de certains métaux et des HAP retrouvés en excès des critères *RESIE* dans certains puits. Aucun impact n'est appréhendé sur le réseau d'égout municipal.

Ainsi, l'impact appréhendé sur le lac Saint-Louis en HAP serait possiblement associé au site, compte tenu de la présence de sols contaminés par des HAP à divers endroits sur le site. En ce qui a trait aux métaux, l'impact appréhendé sur le lac Saint-Louis pourrait provenir du site, mais aussi du secteur industriel situé en amont, puisque les concentrations rencontrées pour les paramètres visés sont aussi élevées en amont qu'en aval du site.

Étant donné qu'un cours d'eau (lac Saint-Louis) est localisé en aval hydraulique du site et que l'eau souterraine dépasse le seuil d'alerte pour l'aluminium, le manganèse, le mercure et le zinc dans 7 puits en 2013 (première campagne) et pour le cuivre, le manganèse, le mercure, les HAP et les fluorures totaux dans 4 puits en 2014, tous localisés en aval de la propriété, un impact potentiel sur le lac Saint-Louis est donc identifié.

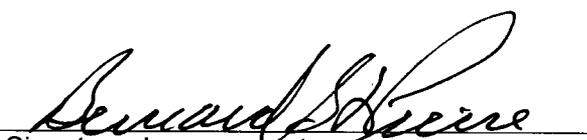
Compte tenu des impacts décrits, il y aurait possiblement un risque de migration hors site de l'eau souterraine contaminée par des HAP et des métaux à partir de la limite nord du terrain et en direction du lac Saint-Louis. Toutefois, en considérant les variations obtenues dans les résultats analytiques entre les 2 campagnes d'échantillonnage, un suivi de l'eau souterraine est recommandé afin de valider les impacts appréhendés relevés et les risques de migration hors site.

  
Signature de l'expert

Jean Halde, ing., M. Sc.  
Directeur – Projets spéciaux  
Expert inscrit sur la liste du MDDELCC  
(section IV.2.1 de la LQE)

161  
Numéro  
d'identification  
de l'expert

2014/06/16  
Date

  
Signature du comparant

Bernard St-Pierre  
Président  
Les Investissements René St-Pierre Ltée

2014-06-20  
Date

**SANEXEN**

## Annexe 4

---

Reportage photographique



Photo n° 1 : Axe 1 de la berge. Partie ouest, vue en direction ouest. Présence d'un muret de béton. (2017-10-26).



Photo n° 2 : Axe 1 de la berge. Vue en direction est. Quai de juridiction fédérale. Présence d'un muret de béton. (2013-05-27).

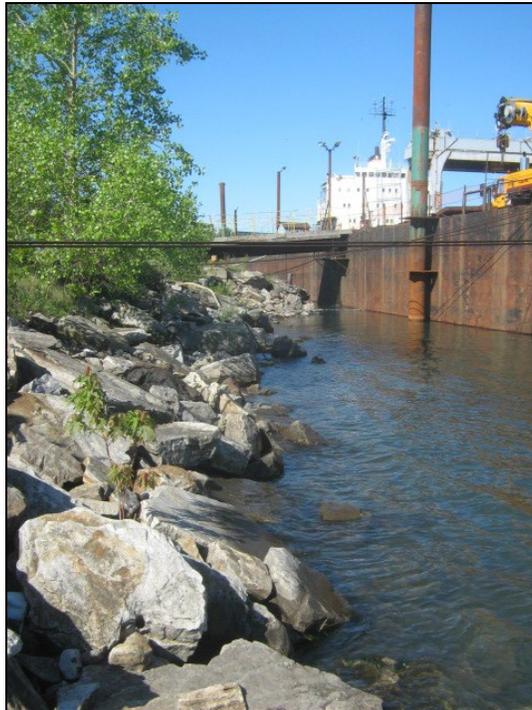


Photo n° 3 : Axe 1 de la berge. Vue en direction ouest. Quai de juridiction fédérale. (2017-10-26).



Photo n° 4 : Limite entre l'axe 1 et l'axe 2 de la berge. Vue en direction est. Ancienne station de pompage. (2017-06-27).



Photo n° 5 : Axe 2 de la berge. Vue en direction est. (2013-06-21).



Photo n° 6 : Axe 2 de la berge. Vue en direction est. (2013-06-21).



Photo n° 7 : Axe 2 de la berge. Partie est, vue en direction ouest. (2013-06-21).



Photo n° 8 : Limite de l'axe 2 et de l'axe 3 de la berge. Vue en direction nord. Station de pompage. (2013-02-20).



Photo n° 9 : Axe 3 de la berge. Partie ouest, vue en direction ouest. (2013-06-21).



Photo n° 10 : Axe 3 de la berge. Vue en direction ouest. (2017-10-26).



Photo n° 11 : Axe 3 de la berge. Vue en direction est. (2017-10-26).

## Annexe 5

---

Inventaires des arbres de la rive

<b>Orme d'Amérique (ORA)</b>	<b>Érable rouge (ERR)</b>
White elm	Red maple
<i>Ulmus americana L.</i>	<i>Acer rubrum L.</i>

**Localisation**

Répartition	Indigène	Indigène
Aire de distribution naturelle		

Rameaux en hiver		
------------------	--	--

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Feuille		
Sous-domaine bioclimatique où	1, 2, 3	Tous les domaines bioclimatiques du Québec excepté le domaine 6
Statut hydrique	Facultative des milieux humides	Facultative des milieux humides
<b>Climat régional</b>		
Température annuelle moyenne par sous-domaine bioclimatique (°C)	- 1 : 6,2	- 1 : 5,9
Précipitations totales annuelles par	- 1 : 1 000 (830 - 1 169)	- 1 : 994 (813 - 1 175)
Durée de la saison de croissance par	- 1 : 182 (169 - 195)	- 1 : 180 (166 - 194)
Principales classes de drainage par sous-	- 1 : 50 > 60 = 40 = 30	- 1 : 60 = 40 = 50 > 30
Fertilité du sol	- Besoins très élevés pour satisfaire sa croissance - Exige un milieu riche en calcaire	Peu exigeante en ce qui a trait à la fertilité du sol : l'érable rouge est l'espèce de feuillu tolérant la moins exigeante de toutes les autres

	<b>Orme d'Amérique (ORA)</b>	<b>Érable rouge (ERR)</b>
Meilleures conditions de croissance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôts d'alluvions en bordure des ruisseaux, des rivières et des lacs, bords de champ, dépressions humides et ouvertes, vallées encaissées</li> <li>- Basses terres argileuses, le bas des pentes enrichies par les eaux minéralisées, les sols riches et moyennement profonds, de nature calcaire surtout à sa limite nord de distribution</li> <li>- Texture moyenne à fine avec un drainage bon à modéré ou texture grossière avec un drainage modéré à imparfait</li> <li>- L'humidité du sol influence beaucoup sa croissance : en été, une nappe phréatique en deçà de 2,4 m de la surface donne une bonne croissance et une nappe entre 1,2 à 2,4 m une croissance moyenne. Sur sol sablonneux avec horizon argileux sous-jacent, bonne croissance lorsque la nappe est à plus de 0,6 m de la surface</li> <li>- pH optimal : 5,5 à 8</li> </ul>	Basse altitude sur des sols de drainage modéré

**Orme d'Amérique (ORA)**

**Érable rouge (ERR)**

**Dynamique**

<p>Sociologie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralement en association avec d'autres feuillus qui tolèrent les sites argileux et mal drainés</li> <li>- Croît parfois en petits peuplement presque purs</li> </ul>	<p>En peuplement pur ou en mélange avec des conifères surtout sur les stations humides ou sèches ou en mélange avec d'autres espèces de feuillus tolérants sur les stations mésiques</p>
<p>Tolérance à l'ombre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stade semis. semi tolérante : 6/9 sur l'échelle de Humbert (1 : très tolérant ; 9 : très intolérant)</li> <li>- Tolérant pour les stades ultérieurs en milieu riverain humide (souvent en concurrence avec les essences pionnières PED, PET, SAL)</li> <li>- semi tolérante pour les stades ultérieurs sur les sites bien drainés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolérant en jeune âge</li> <li>- Stade semis : 5/9 sur l'échelle de Humbert (1 : très tolérant et 9 : très intolérant). - Stade futaie : 5,9 /10 sur l'échelle de Graham. 10 : très tolérant, 0 : très intolérant.</li> <li>- Les besoins en lumière augmentent avec l'âge : semi tolérant à partir du stade de perchis</li> <li>- Nettement plus tolérant que d'autres espèces pionnières comme le cerisier de Pennsylvanie et le tremble</li> </ul>
<p>Facteurs limitatifs ou favorables à l'aménagement de l'essence</p>	<p>Facteurs limitants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sa susceptibilité élevée à la maladie hollandaise de l'orme demeure le principal facteur qui limite l'aménagement durable de cette espèce aux milieux périurbains.</li> <li>- Une nappe phréatique trop élevée ou un sol trop sec nuisent à sa croissance.</li> </ul>	<p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un couvert dense et le manque de lumière</li> <li>- Espèce peu exigeante, adaptée à diverses conditions de drainage et qui a une meilleure croissance que les espèces qui lui sont habituellement associées, surtout dans des conditions marginales (tourbière, sol sec sur un terrain en pente, crête rocheuse)</li> </ul>

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
<b>Morphologie</b>		
Port du tronc	Tronc droit avec présence de contreforts imposants à sa base	Tronc généralement dégarni sur la moitié de sa longueur
Taille	Atteint 35 m de haut, 175 cm de diamètre et 200 ans.	Atteint 25 m de haut, 60 cm de diamètre et 100 ans.
Port de la cime	Cime étalée et évasée (plus marqué en milieu ouvert)	Cime pyramidale devenant ovoïde ou arrondie, irrégulière
Largeur de la cime	10 à 15 m	15 m en conditions ornementales
Densité de la cime	Modérément dense	Non disponible
Type de ramification	Sympodiale	Monopodiale
Élagage naturel	Bon	L'espèce présente une meilleure aptitude à s'élaguer sur les stations riches, comparativement aux stations pauvres, surtout chez les arbres dominants
Branches adventives et gourmands	Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production faible de branches adventives chez les dominants après une éclaircie, sauf si l'ouverture du couvert est importante</li> <li>- Nombreux rejets à la suite d'une perturbation, comme un feu, un verglas ou une forte éclaircie, surtout chez les intermédiaires et les codominants qui poussent sur les stations pauvres</li> <li>- La majorité des gourmands produits disparaissent au cours des 20 ans qui suivent une éclaircie pour ne laisser majoritairement que des noeuds renflés</li> </ul>

	<b>Orme d'Amérique (ORA)</b>	<b>Érable rouge (ERR)</b>
Système racinaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système racinaire superficiel et très étalé dans du sol lourd et humide</li> <li>- Les racines atteignent de 1,5 m à 3 m de profondeur dans du sol au drainage modéré</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système racinaire s'adapte à des conditions extrêmes, tolérant tant les sols tourbeux que ceux très secs</li> <li>- Les racines occupent généralement les premiers 25 cm du sol, mais elles peuvent parfois atteindre de 2 m à 3 m de profondeur</li> <li>- Les racines principales peuvent mesurer jusqu'à 25 m de longueur</li> </ul>
<b>Croissance (stades perchis et futaie)</b>		
Période de débournement	Non disponible	Au printemps quelques jours après l'ERS
Période d'aoûtement	Non disponible	Non disponible
Croissance relative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance habituellement plus rapide que chez ses compétiteurs</li> <li>- L'espèce est capable de maintenir sa position dominante dans le peuplement à long terme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance diminuant lorsque le couvert se referme à cause de la concurrence pour la lumière</li> <li>- La croissance ralentit au stade de perchis, si la densité est élevée</li> </ul>
Longévité naturelle	Jusqu'à 200 ans et parfois plus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- habituellement 80 ans</li> <li>- Elle peut parfois atteindre 200 ans ou un peu plus</li> </ul>
Hauteur à maturité physiologique	35 m	18 à 27 m
Hauteur maximale potentielle	Non disponible	26,4 m
Diamètre à maturité physiologique	Maximum : 175 cm et parfois plus	46 à 76 cm

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
<b>Reproduction</b>		
<b>Modes de reproduction</b>		
Mode de reproduction privilégié	Sexuée et végétative	Sexuée et végétative
Stratégie de régénération sexuée	Production semencière cyclique et abondante	Régénération de semis et de gaules préétablis sous le couvert et accessoirement, d'une réserve limitée de samares enfouies
Mode de reproduction végétative	- Production de rejets de souche : abondante - Drageonnement est plutôt rare chez-nous, bien qu'en Europe il soit fréquent	- Rrejets de souche : production abondante - Marcottage : rare
Vigueur de la reproduction végétative	Production vigoureuse de rejets en jeune âge	- Production abondante de rejets après une forte coupe ou un feu - La production augmente proportionnellement avec le diamètre jusqu'à concurrence de 23 à 30 cm de diamètre au dhp, puis elle décroît par la suite - La croissance en hauteur des rejets est comparable à celle des peupliers à grandes dents dans les peuplements pionniers - Les arbres issus de rejets sont de piètre qualité: ils sont davantage touchés par la carie et ont une mauvaise forme, comparativement à ceux issus de semis.
<b>Floraison</b>		
Période de floraison	- Avril à mai - 2 à 3 semaines avant le débournement	D'avril à mai: plusieurs semaines avant le débournement et la feuillaison
Agent de pollinisation	Vent	Insectes

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
<b>Production semencière</b>		
Type de fruit	Samare	Disamare
Âge de début de production régulière	15 ans	de 4 à 10 ans
Âge de production optimale	40 à 150 ans	Non disponible
Fréquence des bonnes années	Bonnes tous les ans	Bonnes tous les 2 ans, voire tous les ans
Période de maturité	Mi-mai à début juin	Mai à juin
Quantité produite	Fructification abondante : 275 820 semences/arbre	Fructification abondante : 608 930 semences/arbre
<b>Dispersion des semences</b>		
Durée de rétention des semences sur l'arbre	Quelques semaines	< 1 an
Saison de dispersion	Mai à juin	Été: Juin à juillet
Mode de dispersion	- Vent - Eau de ruissellement	- Vent - Eau
Distance de dispersion commune	- Jusqu'à 450 m par le vent - Plusieurs kilomètres par l'eau	> 100 m
Durée de viabilité des semences en milieu naturel	1 an dans le sol	1 an, parfois 2 ans dans le sol

**Orme d'Amérique (ORA)**

**Érable rouge (ERR)**

**Facteurs de stress**

**Aspects phytosanitaire**

Principaux insectes et maladies à surveiller

- Insectes : La chenille épineuse de l'orme (*Nymphalis antiopa*) et la chenille à tente estivale (*Hyphantria cunea*) affectionnent surtout les jeunes ormes en bordure des routes, dans les villes et les parcs. La spongieuse (*Lymantria dispar*) cause parfois de graves dommages. Les scolytes de l'orme (*Hylurgopinus rufipes*, *Scolytus multistriatus*) véhiculent le pathogène responsable de la maladie hollandaise; la saperde de l'orme (*Saperda tridentata*) et le tremex (*Tremex columba*) s'ajoutent à la liste des perceurs du bois des arbres dépérissants.

- Maladies : La maladie hollandaise de l'orme (*Ceratocystis novo-ulmi*) tue les ormes de toutes dimensions. Les ormes des villes et des parcs sont vulnérables à la verticilliose (*Verticillium albo-atrum*) et aux infections causant l'exsudation bactérienne, ou le "wetwood", souvent à l'origine de gélivures. Le pourridié-agaric (*Armillaria* ssp.) touche surtout les arbres en état de stress hydrique. Les ormes de 100 ans ou plus sont atteints de la coloration brune du coeur, de la carie blanche du tronc (*Polyporus squamosus*, *Pleurotus ulmarius*) et de la carie brune madrée (*Pholiota aurivella*). La sécheresse augmente les risques d'infection de la maladie hollandaise de l'orme et la propagation de la carie des racines causée par l'armillaire, surtout chez les arbres malades.

- Animaux : Broutage par l'écureuil (écorces, bourgeons), le cerf de Virginie et le lièvre, parfois (feuilles et rameaux). Les oiseaux mangent les bourgeons et les chatons.

- Insectes : anisote de l'érable (*Dryocampa rubicunda*) et autres défoliateurs tardifs de moindre importance (*Heterocampa guttivita*, *Symmerista leucitys*); les arpenteuses printanières (*Alsophila pometaria*, *Erannis tilaria*, *Operophtera bruceata*); le perceur de l'érable (*Glycobius speciosus*) est dommageable, car les tiges attaquées sont vulnérables à la carie blanche spongieuse. Résistance élevée aux attaques de la livrée des forêts et de la spongieuse en raison des alcaloïdes présents dans le feuillage: lors d'épidémie, cette aptitude contribue à l'envahissement de l'érable rouge au détriments des autres feuillus associés

- Maladies : le pourridié-agaric (*Armillaria ostoyae*) cause le plus souvent la carie du pied et des racines. Les chancre en cible (*E. parasitica*, *N. galligena*) et le dépérissement nectrien (*N. cinnabarina*) sont aussi fréquents; la carie chancreuse (*Inonotus glomeratus*) s'introduit dans le tronc dès l'âge de 30 ans, surtout par les mauvais noeuds; d'autres champignons de carie sont également présents : *Oxyporus populinus* est associé surtout à une fente creuse, un vieux chancre ou aux dégâts de perceur de l'érable; *Cerrena unicolor* dégrade les souches, puis les rejets à l'origine des érables en bouquet qui sont toujours de mauvaise qualité.

- Animaux : broutage par le cerf de Virginie et le lièvre surtout; le rongement des écureuils est parfois une source d'infection à l'origine de chancres en cible.

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
<b>Tolérance et résistance aux stress</b>		
Résistance au vent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élevée en général</li> <li>- Le risque de chablis diminue chez les grands ormes dotés de longues racines</li> <li>- Risques plus élevés chez les ormes de taille moyenne, établis sur un sol mince</li> <li>- Risques accrus dans les ormaies à la suite d'une forte éclaircie</li> </ul>	Élevé ou modérée, en raison de ses racines qui s'étendent en surface, surtout dans les stations mal drainées ou sur les sols minces
Résistance au verglas, à la glace et la neige	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très faible : les fines branches formant une cime étalée sont propices à l'accumulation de glace et à des bris importants lors d'un verglas.</li> <li>- Faible en milieu ouvert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modérée</li> <li>- Les tiges ont souvent des défauts d'embranchement, comme de mauvaises fourches qui les rendent très vulnérables au verglas, mais l'érable rouge a néanmoins une grande aptitude à reconstruire sa cime au cours des années suivant la tempête.</li> </ul>
Tolérance au gel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le gel affecte plus souvent les racines que les parties aériennes de l'arbre.</li> <li>- Les gels printanniers tardifs intenses peuvent détruire les fruits, les bourgeons et les fleurs.</li> <li>- Risque faible de gélivure sur le tronc, sauf chez les arbres infectés par le "wetwood".</li> <li>- Tolérance aux basses températures: 3,9 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible au gel printanier tardif (fleurs), surtout à la limite nord de son aire de distribution.</li> <li>- Faible au gel printanier tardif (pousses annuelles), surtout en milieu ouvert et sur les sommets de moyenne altitude.</li> <li>- Tolérance aux basses températures: 2,6 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant.</li> </ul>

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Tolérance à la sécheresse	Modérée	Modérée
Tolérance aux inondations et à la remontée de la nappe phréatique	- Modérée - Des inondation fréquentes et prolongées provoquent la flétrissure des feuilles, stimulent la production d'éthylène (une hormone de croissance responsable de la formation de racines aériennes) et causent parfois l'asphyxie des racines et la mort des ormes.	Modérée : Il bénéficie des ouvertures créées dans les sites humides souvent inondés où les ormes ont été décimés par la maladie hollandaise
Tolérance à la compaction du sol	- Modérée - Les arbres en bordure des routes ou de sentiers très fréquentés sont sujets au dépérissement en cime.	Très faible
Sensibilité aux dommages causés par le feu	- L'écorce épaisse protège bien les grands ormes, mais les jeunes sujets y sont davantage exposés. - Les ormes dont le tronc est endommagé par le feu offrent une très faible résistance à la pourriture du bois.	- Élevée, même lors de feux d'intensité modérée : l'espèce est la plus sensible de toutes les essences forestières - La production de rejets est fortement stimulée après un feu de sorte qu'Québec, il ne réussit pas à mettre en échec la prolifération de l'espèce comme ce fut le cas dans le nord-est des États-Unis au cours du 19e siècle.
Sensibilité aux polluants atmosphériques	- Effet combiné de SO2 et O3 : très élevée - SO2, sylvicides (2,4-D, 2,4,5-T) : élevée, surtout chez les jeunes ormes - O3 : information contradictoire selon les auteurs - Sel : modérée ou élevée - HF1 : faible	- Sel : très élevée. - SO2 : modérée. - HCl, Cl : faible ou modérée - Ozone : élevée

	<b>Orme d'Amérique (ORA)</b>	<b>Érable rouge (ERR)</b>
Autres stress	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolérance élevée aux conditions urbaines: froids intenses (- 40°C), sel de déglçage, compaction du sol et taille des racines</li> <li>- Les grands ormes isolés sont très exposés au froudroiement</li> <li>- L'espèce est apte à revitaliser les sites contaminés par les résidus miniers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance élevée au dépérissement consécutif à l'ouverture du couvert, mais production abondante de rejets de pied sur les sujets en situation de stress.</li> <li>- Faible résistance à l'insolation du cambium à l'origine des infections causées par la carie blanche spongieuse et la rupture soudaine de la tige.</li> <li>- Résistance faible à nulle du bois de cœur à la pourriture.</li> <li>- Espèce très sujette aux défauts d'embranchement qui diminuent la qualité des tiges et qui entraînent la coloration précoce et la carie du cœur, surtout sur les stations mal drainées.</li> </ul>
Principaux dommages causés pas les animaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dommages causés par les pics sur le tronc</li> <li>- Broutage par le cerf de Virginie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance élevée au dépérissement consécutif à l'ouverture du couvert, mais production abondante de rejets de pied sur les sujets en situation de stress.</li> <li>- Faible résistance à l'insolation du cambium à l'origine des infections causées par la carie blanche spongieuse et la rupture soudaine de la tige.</li> <li>- Résistance faible à nulle du bois de cœur à la pourriture.</li> <li>- Espèce très sujette aux défauts d'embranchement qui diminuent la qualité des tiges et qui entraînent la coloration précoce et la carie du cœur, surtout sur les stations mal drainées.</li> </ul>

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
<b>Utilisations</b>		
Autres utilisations	<p>- Arbre ornemental par excellence, qui a conservé ses lettres de noblesse dans la région de Québec, grâce à un programme énergétique de prévention contre la maladie hollandaise- L'espèce était jadis utilisée pour la constructuon navale et la fabrication de moyeux- Ses cendres sont riches en potasse</p>	<p>- Production de sirop: la teneur en sucre de la sève est néanmoins inférieure à celle de l'érable à sucre</p> <p>- L'espèce contribue à l'esthétisme des paysages en raison de son feuillage automnal qui devient jaune, voire écarlate dans la partie septentrionale de son aire de distribution</p>
<b>Divers</b>		
Enjeux de biodiversité	<p>- L'espèce a pratiquement disparu du couvert forestier: depuis les années 1930, près de 90% des grands ormes ont été décimés par la maladie hollandaise de l'orme. Elle se maintient néanmoins par endroits dans la régénération et les strates subordonnées de même que dans les anciennes terres agricoles: la maladie réduit donc les possibilités de l'aménager de façon durable, sauf dans les villes et les parcs</p> <p>- Certains phénotypes montrent une résistance partielle à la maladie, mais les sujets sont souvent trop épars pour être pollinisés efficacement et produire des samares viables et abondantes</p>	<p>L'érable rouge est une espèce peu exigeante, opportuniste et "super-généraliste" : elle est difficile à déloger un fois bien établie ; son importance grandissante au sein des écosystèmes forestiers depuis le début des années 1900 est non seulement attribuable aux perturbations (coupes, brûlis, défrichement, chablis, verglas, épidémies d'insectes, dépérissement de l'érable à sucre), mais aussi à l'abandon de l'agriculture, à la lutte contre les feux de forêt ainsi qu'à l'augmentation substantielle du CO2 dans l'atmosphère : son abondance relative dans un peuplement est d'ailleurs concomittante à un déclin de la biodiversité et de la production</p>

	<b>Orme d'Amérique (ORA)</b>	<b>Érable rouge (ERR)</b>
Valeur générale pour la faune	Intermédiaire	Très élevée : la production régulière et abondante de samares fait en sorte qu'elles sont une assez bonne source de nourriture pour les oiseaux chanteurs, les écureuils et autres petits rongeurs ; les bourgeons sont aussi dévorés par les écureuils ; les arbres matures sont souvent attifés des cavités qui servent de refuge aux animaux
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'espèce améliore la fertilité du sol et stabilise le pH grâce à un apport important et régulier de calcium et de potassium en provenance des feuilles mortes qui se décomposent au sol</li> <li>- Certains hybrides au port similaire à l'espèce indigène (Ulmus accolade (jap. x Wils. ("Morton") et un clone issu d'une sélection d'ormes sains (American Liberty) sont résistants à la maladie hollandaise de l'orme</li> <li>- Un vaccin injectable dans le tronc (Dutch Trig®) mis au point à partir d'un champignon (Verticillium albo-atrum) a été homologué pour prévenir la maladie dans les villes et les parcs : il induit une réaction de défense chez l'hôte (info@dutchtrig.com; www.dutchtrig.com)</li> </ul>	- L'espèce possède une grande diversité génétique et peut s'hybrider naturellement avec l'éclaircie argenté- L'espèce possède un large spectre écologique, ce qui lui confère les attributs à la fois d'espèce pionnière et climacique

Tiré de :

<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/essence.php?e=commerciale>

<https://www.ccdmd.qc.ca/catalogue/description-ecologique-des-forets-du-quebec>

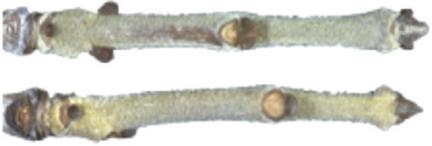
<http://www.repertoirequebecnature.com/index.html>

<https://afsq.org>

<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Green Ash	Eastern cottonwood, Southern cottonwood
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	<i>Populus deltoides</i> Bartr. ex Marsh. var. <i>deltoides</i>

**Localisation**

Répartition	Indigène	Indigène
Aire de distribution naturelle		

Rameaux en hiver		
------------------	--	--

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Feuille		
Sous-domaine bioclimatique où	- 1, 2 est, 3 est, marginal : 2 ouest, 3 ouest	- 1, 2 est, marginal : 2 ouest, 3
Statut hydrique	Facultative des milieux humides	Facultative des milieux humides
<b>Climat régional</b>		
Température annuelle moyenne par sous-domaine bioclimatique (°C)	- 1 : 6,3	- 1 : 6,3
Précipitations totales annuelles par	- 1 : 997 (873 - 1 122)	- 1 : 1 023 (907 - 1 139)
Durée de la saison de croissance par	- 1 : 183 (170 - 196)	- 1 : 184 (174 - 194)
Principales classes de drainage par sous-	- 1 : 50 = 40 = 60	- 1 : 30 = 40 = 50 = 20
Fertilité du sol	Besoins élevés en éléments nutritifs	Besoins élevés pour satisfaire une croissance optimale

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Meilleures conditions de croissance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sols riches des plaines basses, contrairement au frêne blanc, bords des marais et des rivières</li> <li>- Textures moyennes-fines avec un drainage 3 à 4</li> <li>- Textures moyennes avec un drainage 3 à 5</li> <li>- pH optimal de 5,5 à 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milieux riches et humides des basses-terres où les mouchetures sont absentes des 46 premiers cm, et la nappe phréatique à une profondeur de 60 à 180 cm de la surface</li> <li>- Texture moyenne à fine</li> </ul>

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
<b>Dynamique</b>		
Sociologie	En association avec d'autres feuillus nobles des milieux humides: micocoulier, ormes, noyer cendré, érables rouge et argenté	- Généralement en association avec d'autres feuillus associés à la forêt riveraine ou insulaire : ormes, saules, érable rouge, érable argenté, frêne rouge, micocoulier et chêne à gros fruits - En peuplements purs, parfois, surtout en bordure des cours d'eau
Tolérance à l'ombre	Régénération : tolérant, puis semi tolérant avec l'âge	Très intolérant
Facteurs limitatifs ou favorables à l'aménagement de l'essence	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En plantation, adaptation rapide suite à la mise en terre, ce qui lui permet de croître en présence d'une compétition herbacée.</li> <li>- Espèce qui domine souvent les premiers stades de succession, de par une production semencière prolifique et régulière, une croissance dynamique et l'atteinte rapide de sa maturité.</li> <li>- Peut avoir des difficultés à maintenir sa place comme codominant, en présence d'essences à croissance plus rapide comme l'érable argenté et l'orme d'Amérique.</li> <li>- Bonne dominance apicale en milieu ouvert mais peut développer une mauvaise architecture lorsqu'il est sous un couvert trop dense, en combinaison avec le broutage du cerf de Virginie</li> </ul>	Facteurs limitants : Réagit mal au dégagement en conditions de cohorte dense, à moins que les arbres aient développé de bonnes cimes

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
<b>Morphologie</b>		
Port du tronc	Tronc rectiligne, souvent dégarni sur toute sa longueur	- Milieu ouvert : tronc court et massif, se ramifiant souvent près du sol en quelques branches maîtresses très étalées - Milieu fermé : tronc long et rectiligne
Taille	Atteint 25 m de haut, 60 cm de diamètre et 100 ans.	Atteint 30 m de haut, 100 cm de diamètre et 50 ans.
Port de la cime	Cime ovale, à branches basses descendantes et aux extrémités redressées	- Milieu ouvert : cime de forme irrégulière avec de grosses branches charpentières - Milieu fermé : cime courte, symétrique et arrondie
Largeur de la cime	10 à 15 m	20 m en conditions ornementales
Densité de la cime	Cime modérément dense	Clairsemée
Type de ramification	- Monopodiale - Développe des fourches à angle aigu surtout en milieu ouvert	Non disponible
Élagage naturel	Bon	Bon
Branches adventives et gourmands	Production faible à nulle	Non disponible

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Système racinaire	- Système racinaire latéral et profond	- Système racinaire superficiel avec racines puissantes - Système racinaire profond lorsque les conditions sont favorables
<b>Croissance (stades p</b>		
Période de débournement	Non disponible	Non disponible
Période d'aoûtement	Non disponible	Non disponible
Croissance relative	Croissance rapide	- C'est l'espèce commerciale à croissance la plus rapide en Amérique du Nord - En condition dégagée, croissance tellement rapide qu'aucune autre espèce ne peut la dépasser - De 1,2 à 1,5 m par an
Longévité naturelle	- Habituellement 65 ans - Maximum 150 ans	- Habituellement 60 à 75 ans en peuplement - Maximum : 100 ans en milieu ouvert, voire plus où le sol est profond
Hauteur à maturité physiologique	18 à 25 m	30 à 35 m
Hauteur maximale potentielle	Non disponible	Non disponible
Diamètre à maturité physiologique	30 à 60 cm	100 à 150 cm

**Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)****Peuplier deltoïde (PED)****Reproduction****Modes de reproduct**

Mode de reproduction privilégié	Sexuée et végétative	Sexuée et végétative
Stratégie de régénération sexuée	Production cyclique de semences, assistée à une réserve limitée de semences enfouies sol et d'une régénération préétablie sous le couvert	Production semencière cyclique et abondante
Mode de reproduction végétative	Rejets de souche	- Production de rejets de souche : abondante - Drageonnement : secondaire - Le drageonnement à partir des billes coupées obligent le sylviculteur à les transformer sans attendre
Vigueur de la reproduction végétative	Croissance rapide des rejets émis chez les gaules et les perches, une fois la tige principale morte ou coupée	- Les rejets sur des tiges de moins de 25 ans sont une alternative très souhaitable pour la régénération de l'espèce - La production de rejets diminue significativement avec l'âge - La survie des rejets est meilleure dans les sites où la nappe phréatique est élevée

**Floraison**

Période de floraison	- Avril à mai - Avant la feuillaison	Février à avril, soir de 1 à 2 semaines avant l'ouverture des bourgeons de feuilles
Agent de pollinisation	Vent	Vent

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
<b>Production semenci</b>		
Type de fruit	Samare	Capsule
Âge de début de production régulière	20 ans	- 5 à 10 ans - de 10 à 15 ans
Âge de production optimale	40 ans	La production s'accroît rapidement au fur et à mesure que l'arbre devient plus vieux et plus large
Fréquence des bonnes années	Bonne tous les 3 à 5 ans	Bonnes tous les ans
Période de maturité	Fin septembre à début octobre	Début juin
Quantité produite	Fructification abondante : 139 770 semences/arbre	- 48 millions de semences/arbre - De 25 à 28 millions de semences / arbre
<b>Dispersion des seme</b>		
Durée de rétention des semences sur l'arbre	? De quelques semaines à quelques mois	Quelques semaines
Saison de dispersion	Octobre jusqu'au printemps suivant	Juin à juillet
Mode de dispersion	- Vent - Eau	- Vent - Eau de ruissellement
Distance de dispersion commune	- Près du semencier en général - 200 m si transporté par le vent	Plusieurs kilomètres
Durée de viabilité des semences en milieu naturel	Plusieurs années dans le sol	- 2 semaines à 1 mois sur la litière - Plusieurs semaines dans l'eau

## Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)

## Peuplier deltoïde (PED)

## Facteurs de stress

## Aspects phytosanitaires

Principaux insectes et maladies à surveiller

- Insectes : la livrée d'Amérique affectionne les frênes situés en lisière ou sur le bord des routes; les attaques des vers charpentiers (*Prionoxystus robiniae*) et des sésies du frêne (*Podosesia syringae fraxini*) ouvrent la voie à la carie du pied et des racines; récemment introduite dans le sud du Québec, l'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*) constitue une menace d'épidémie.

- Maladies : assez résistant en général, sauf à la carie du pied et des racines causée par *Ganoderma resinaceum* et *Perenniporia fraxinea*, chez les arbres établis sur les terres régulièrement inondées; les fentes sont à l'origine de la coloration et de la carie du tronc causée surtout par *Kretzmaria deusta* et *Phellinus conchatus*.

- Animaux : broutage par le cerf de Virginie.

- Insectes : Le papillon satiné (*Leucoma salicis*), la noctuelle décolorée (*Enargia decolor*), les chrysomèles (*Zeugophora* sp.), la saperde du peuplier (*S. calcarata*), l'agrile du peuplier (*A. liragus*).

- Maladies : Le chancre septorien (*Septoria musiva*), la rouille des feuilles (*Melampsora* sp.) causent des chancres qui entraînent le bris de la tige principale; la carie blanche du tronc causée par le ganoderme plat (*Ganoderma applanatum*) et le polypore du peuplier (*Phellinus tremulae*) est responsable du déclin des vieux peupliers.

- Animaux : Broutage des pousses par le cerf de Virginie, l'original et rongement de l'écorce en hiver par le lièvre.

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
<b>Tolérance et résistan</b>		
Résistance au vent	Élevée	Modérée
Résistance au verglas, à la glace et la neige	- Modérée à élevée - Modérée aux bris causés par la glace, particulièrement les frênes qui poussent à découvert : ceux qui sont encore porteurs de samares, ceux infestés par le phytopte des fleurs, de même que ceux dont la structure est affaiblie par de mauvaises fourches sont les sujets les plus vulnérables.	Faible
Tolérance au gel	- Faible (fleurs et fruits) - Tolérance supérieure chez les bourgeons et les feuilles. - Tolérance aux basses températures: 4,4 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant. - Faible Tolérance au gel des racines qui survient après un redoux hivernal, surtout lorsque la couverture nivale est mince et que le sol est gorgé d'eau, ce qui augmente la conductivité du gel en profondeur.	Faible tolérance aux basses températures: 5 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant.

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Tolérance à la sécheresse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modérée</li> <li>- Le plus résistant des frênes</li> </ul>	Élevée
Tolérance aux inondations et à la remontée de la nappe phréatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élevée</li> <li>- Peut supporter plusieurs semaines d'inondation pendant la période de dormance</li> <li>- Diminution de la tolérance avec l'âge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élevée</li> <li>- Une inondation durant la saison de dormance ou une courte inondation durant la saison de croissance peut être bénéfique, permettant un certain contrôle de la végétation concurrente.</li> <li>- Une inondation prolongée est nuisible pour les arbres établis et les rejets.</li> </ul>
Tolérance à la compaction du sol	Élevée	Élevée
Sensibilité aux dommages causés par le feu	Non disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moyenne chez les gros individus dont l'écorce est très épaisse : les arbres qui survivent sont atteints de la carie des racines et du pied</li> <li>- Faible production de drageons sur les tiges qui ont survécu à un feu</li> <li>- Les grands arbres sont susceptibles aux dégâts causés par la foudre.</li> </ul>
Sensibilité aux polluants atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supporte plus ou moins les conditions urbaines</li> <li>- SO2, Ozone : élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O3 : élevée</li> <li>- SO2, sel : faible</li> </ul>

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Autres stress	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance élevée au dépérissement consécutif à l'ouverture du couvert</li> <li>- Résistance très faible du bois de cœur à la pourriture</li> <li>- Résistance élevée aux grands écarts de température</li> <li>- L'espèce est apte à revitaliser les sites contaminés par les résidus miniers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolérance élevée aux froids intenses (- 45°C)</li> <li>- Faible résistance du bois de cœur à la pourriture</li> <li>- L'espèce est apte à revitaliser les sites contaminés par les résidus miniers</li> </ul>
Principaux dommages causés pas les animaux	- Ramilles : cerf de Virginie	Rongements de l'écorce par le castor

		Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
<b>Utilisations</b>			
Autres utilisations	Non disponible		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brise-vent</li> <li>- Stabilisation du sol, le long des cours d'eau par exemple</li> <li>- Bioénergie</li> <li>- Nourriture pour le bétail du fait de l'absence de tannins et de la richesse des nouvelles pousses en protéines et en minéraux</li> </ul>
<b>Divers</b>			
Enjeux de biodiversité	L'espèce est relativement plus abondante qu'il y a 40 ans, surtout dans le sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest, alors que dans l'Est elle a régressé		Aucun

	<b>Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)</b>	<b>Peuplier deltoïde (PED)</b>
Valeur générale pour la faune	Faible	Élevée
Remarques	Espèce qui colonise les champs agricoles abandonnés des basses terres	- Nombreux hybrides producteurs de bois : hybridation naturelle avec le peuplier faux-tremble - L'espèce se prête bien à la culture intensive en plantation

Tiré de :

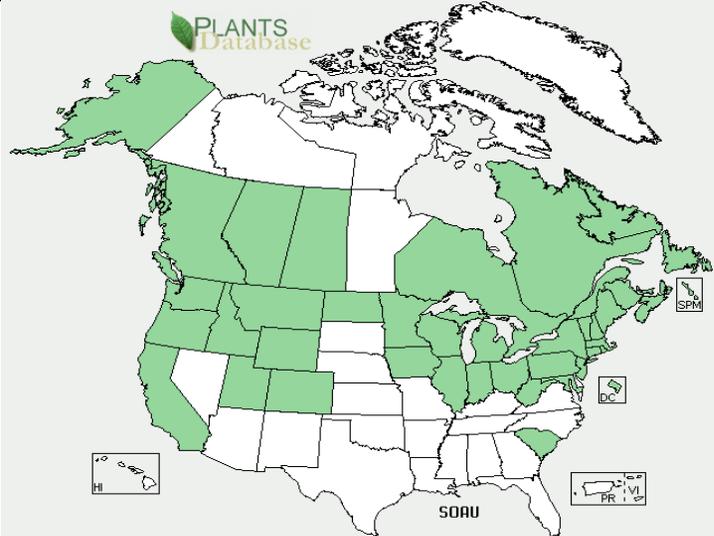
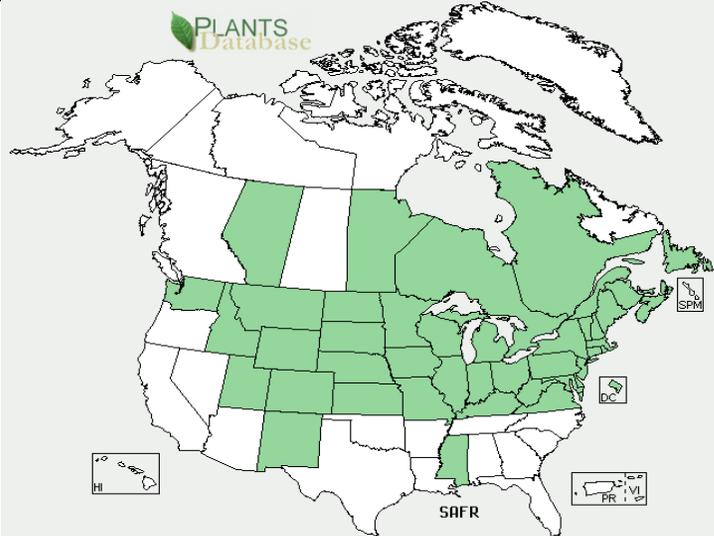
<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/essence.php?e=commerciale>

<https://www.ccdmd.qc.ca/catalogue/description-ecologique-des-forets-du-quebec>

<http://www.repertoirequebecnature.com/index.html>

<https://afsq.org>

<b>Sorbier des oiseleurs</b>	<b>Saule fragile</b>
European mountain-ash	Crack willow
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Salix fragilis</i> L.

<b>Localisation</b>		
Répartition	Introduit	Introduit (Europe et Asie)
Aire de distribution		
Rameaux en hiver	Rameaux pubescents à l'état jeune.	Rameaux rigides, cassants, vert jaunâtre à rouge foncé, luisant.
Feuille	Feuilles portant 9 à 17 folioles de 3 à 5 cm de longueur, très brièvement acuminées, à peine atténuées, grossièrement dentées, sauf près de la base, généralement pubescentes des deux côtés, blanchâtres en dessous. Bourgeons non collant, couvert d'une pubescence blanche laineuse.	Feuilles elliptiques de 7 à 15 cm de longueur, aiguës, allongées; bord garni de grosses dents irrégulières à pointe glanduleuse; dessus vert, dessous blanchâtre; pétiole glanduleux à la jonction du limbe. Stipules petites ou absentes. Bourgeons gommeux.
Sous-domaine bioclimatique où l'essence est représentée	Rustique jusque dans les zones C3	Rustique jusque dans les zones C3
Statut hydrique	Aucun	Facultatif des milieux humides
<b>Climat régional</b>		
Fertilité du sol	Peut croître dans un sol pauvre	
Meilleures conditions de croissance	Sol légèrement acide, argileux et pauvre	Sol légèrement basique, humide et riche

<b>Sorbier des oiseleurs</b>	<b>Saule fragile</b>
European mountain-ash	Crack willow
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Salix fragilis</i> L.

### **Dynamique**

Tolérance à l'ombre	Peu tolérant	Peu tolérant
Facteurs limitatifs ou favorables à l'aménagement de l'essence	Nécessite beaucoup de lumière	Nécessite beaucoup de lumière, de matière organique et d'humidité

### **Morphologie**

Port du tronc	Arbre isolé	Arbre isolé
Hauteur de l'arbre	Atteins 15 m de haut et 25 cm de diamètre.	Atteins 30 m de haut et 100 cm de diamètre.
Port de la cime		Large et arrondie

### **Croissance**

Croissance relative		Rapide
Longévité naturelle		
Hauteur maximale potentielle	15 m	30 m

### **Reproduction**

#### **Modes de reproduction**

Mode de reproduction privilégié	Sexuée	Sexuée
Mode de reproduction végétative	inconnue	Très utilisé
Vigueur de la reproduction végétative		Très forte

#### **Floraison**

Période de floraison	Printanière, fructification à la fin de l'été	Printanière
----------------------	---	-------------

#### **Production semencière**

Type de fruit	Gros, de 10 à 12 mm de diamètre, orangés à rouges, en infrutescences à sommet arrondi.	Chatons sur de courtes pousses feuillées. Capsules à court pédicelle.
---------------	--	---

#### **Dispersion des semences**

Saison de dispersion	Automne, hivers et printemps.	Automne
Mode de dispersion	Oiseaux, animaux	Par le vent et par l'eau.

#### **Facteurs de stress**

#### **Aspects phytosanitaire**

Principaux insectes et maladies à surveiller		Depuis 1928, un champignon parasite, le <i>Fusicladium salici</i> perdue, a complètement détruit tous les grands saules plantés, depuis Gaspé jusqu'à la vallée de la Matapédia.
--	--	--

<b>Sorbier des oiseleurs</b>	<b>Saule fragile</b>
European mountain-ash	Crack willow
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Salix fragilis</i> L.

<b>Tolérance et résistance aux stress</b>		
Résistance au vent		Très fragile, branches très cassantes.
Résistance au verglas, à la glace et la neige		Fragile
Tolérance à la sécheresse		Peu tolérant à la sécheresse
Tolérance aux inondations et à la remontée de la nappe phréatique		Tolérant aux inondations
Tolérance à la compaction du sol		Tolérant à la compaction
Sensibilité aux polluants atmosphériques		Tolérant à la pollution
Autres stress	Très peu tolérant aux sels de déglçage	Tolérant aux sels de déglçage
<b>Utilisations</b>		
Autres utilisations		Stabilise les rives, empêche l'érosion en rive, utilisé comme écran. Utilisé comme bois de chauffage. Sonorité du feuillage, vertus médicinales
<b>Divers</b>		
Valeur générale pour la faune	Très utilisée par la faune, notamment comme nourriture pour les oiseaux.	Attire les oiseaux, attire les petits animaux.
Remarques		On s'en sert en Europe comme bois d'œuvre. L'arbre est remarquable par la facilité à laquelle il se multiplie par bouturage naturel ou artificiel; un piquet de ce saule planté au maillet peut donner un arbre; une branche cassée et tombée sur un sol humide s'enracine bientôt.

Tiré de :

<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/essence.php?e=commerciale>

<https://www.ccdmd.qc.ca/catalogue/description-ecologique-des-forets-du-quebec>

<http://www.repertoirequebecnature.com/index.html>

<https://afsq.org>

<b>Sorbier des oiseleurs</b>	<b>Saule fragile</b>
European mountain-ash	Crack willow
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Salix fragilis</i> L.

<http://irapl.altervista.org/schedenam/fnam2.php?taxon=Sorbus+aucuparia+L.+var.+xanthocarpa+Hartwig+&+R%B3mpler>

Flore Marie-Victorin

Les arbres du Canada

## Annexe 6

---

Mémo géotechnique et études vagues et glace



---

## **1 INTRODUCTION**

Nous avons effectué des analyses dans le but de faire une conception préliminaire afin de stabiliser les pentes par la mise en place d'énrochements sur le site d'Elkem, à Beauharnois. Ces analyses s'inscrivent dans le cadre de la restauration de la berge de l'ancien site d'Elkem Métal Canada, à Beauharnois, au Québec.

## **2 DONNÉES DE RÉFÉRENCE**

Les analyses et la conception préliminaire ont été faites sur la base de plusieurs données tirées notamment de :

- › Étude intitulée : « Estimation de la vague critique et de l'épaisseur de glace pour la restauration des berges », Août 2019 par SNC-Lavalin de laquelle les informations suivantes ont été tirées :
  - Hauteur significative des vagues ( $H_s$ ) de 1,74 m;
  - Dimension de l'énrochement ( $D_{50}$ ) requis pour résister aux vagues en fonction de plusieurs inclinaisons de la pente ;
  - Épaisseur de la glace maximale et moyenne (1:100 ans) de 1,01 et 0,87 m, respectivement;
  - Dimension de l'énrochement ( $D_{50}$ ) requis pour résister à la glace (glace dérivante) en fonction de plusieurs conditions et inclinaison des pentes ;
- › le niveau d'eau de référence = hautes eaux 1 :2 ans = 22,17 m ;
- › Le niveau d'eau 1 :100 ans = 23,20 m ;
- › Le niveau d'étiage 1 :2ans = 21,05 m ;
- › relevé d'arpentage de la berge – Plan daté du 18 mars 2019;
- › informations sur les sols et le niveau du roc déjà disponible dans le dossier de projet, et;
- › lettre avec analyses de stabilité pour la réhabilitation des berges par SNC-Lavalin, daté du 26 avril 2018.

## **3 STABILITE DES PENTES**

La stabilité des pentes a été évaluée en fonction des relevés d'arpentages qui ont été utilisés afin de modéliser la stratigraphie et l'inclinaison de la pente existante. Pour les analyses, les éléments suivants ont été considérés :

- › le coefficient de sécurité minimal à atteindre est de 1,5 en condition statique ;
- › le coefficient de sécurité minimal à atteindre est de 1,0 en condition pseudo-statique (1 :2475 ans) ;
- › une pente final d'énrochement uniforme a été considérée sur toute la hauteur du talus où l'énrochement est requis;
- › un recouvrement sera mis en place, ce qui aura pour effet de rehausser le niveau moyen du site d'environ 0,4 m par rapport à son niveau actuel.



Le profil stratigraphique et le niveau de l'eau dans les sols ont été établis sur la base des données déjà disponibles sur le site, lesquelles indiquent des matériaux de remblai contenant des quantités variables de résidus et de sols. Le remblai repose directement sur le roc et, occasionnellement, sur une mince couche de terrain naturel, laquelle repose sur le roc.

Les propriétés géotechniques indiquées au tableau suivant ont été utilisées pour les analyses de stabilité. Le roc est considéré comme impénétrable par les cercles de rupture.

Unité stratigraphique	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Cohésion effective (kPa)	Angle de frottement effectif
Sols de recouvrement et/ou Remblai	19 kN/m <sup>3</sup>	0	31°
Enrochement	18 kN/m <sup>3</sup>	0	45°

Les analyses ont été réalisées en deux dimensions, au moyen du module SLOPE/W de GEOSTUDIO 2018 (version 9.0.4.15639) de Geo-Slope International. Les résultats ont été obtenus selon la méthode de Morgenstern – Price. Un cercle de rupture pénétrant d'au moins 0,5 m dans les sols a été considéré

Des analyses de stabilité ont été effectuées au niveau de la pente aux coupes 0+151 et 0+221. Ces dernières montraient le relevé du terrain existant, base qui a servi à évaluer l'impact stabilisateur de la mise en place d'enrochements. Le processus d'analyse a évalué l'impact stabilisateur de la mise en place d'un enrochement incliné avec plusieurs pentes (i.e. 2H :1V, 1,5H :1V et 1,75H :1V) en tenant compte que plus la pente est abrupte, plus les enrochements doivent être gros et épais tout en arrivant à respecter les critères de stabilité requis.

Ce processus a permis d'identifier qu'une inclinaison de l'enrochement de 1,75H :1V est optimale car elle permet d'atteindre les critères de stabilité tout en minimisant les travaux de reprofilage / quantité de matériaux requis. En effet, une pente de 1,5H :1V ne permet pas de rencontrer les critères de stabilité alors que la pente de 2H :1V requiert plus de matériau et/ou de reprofilage.

Les Figures 1 et 2 de la page suivante présentent les résultats d'analyse de stabilité statique avec enrochements inclinés à une pente de 1,75H :1V où l'on peut constater les géométries, stratigraphie, paramètres des matériaux, niveau de la nappe phréatique ainsi que le fait que le critère de stabilité requis (statique) est respecté. Il doit être noté que bien que les résultats des analyses pseudo-statiques ne sont pas illustrés, ils rencontrent eux aussi le critère de stabilité (i.e. F.S. >1.0) avec les géométries montrées aux figures ci-dessous.

La Figure 3 (ci-dessous) présente les résultats de l'évaluation d'une deuxième option où les enrochements toujours inclinés à 1,75H :1V arrête à l'élévation 24 m. Au-dessus de l'élévation 24 m, le sol est reprofilé à une inclinaison de 2H :1V, sur-excavé de 40 cm et puis recouvert de 40 cm puis d'un tapis protecteur en béton qui sera éventuellement ensemencé. D'un point de vue géotechnique, comme le processus d'excavation remblayage n'a pas d'impact pratique sur la stabilité de la pente, le modèle montre simplement la pente finale reprofilé à 2H :1V. Le résultat de l'analyse présenté à la Figure 3, indique que la stabilité de cette seconde option est encore meilleur que celle où l'enrochement est prolongé plus haut (Figures 1 et 2).

Figure 1 : Évaluation de la stabilité statique à la Station 0+151

ELKEM  
 Station 0+151 (Secteur Est)  
 Pente inclinée à 1,75H:1V

Couleur	Nom	Modèle	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Cohésion* (kPa)	Phi' (°)
■	Remblai	Mohr-Coulomb	19	0	31
■	Rip Rap (D50 = 900 mm)	Mohr-Coulomb	18	0	45
■	Socle rocheux	Substratum (impénétrable)			

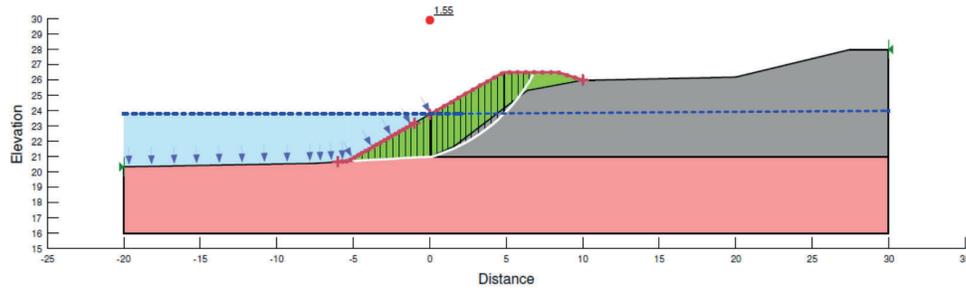


Figure 2 : Évaluation de la stabilité statique à la Station 0+221

ELKEM  
 Station 0+221 (Secteur Centre)  
 Pente inclinée à 1,75H:1V

Couleur	Nom	Modèle	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Cohésion* (kPa)	Phi' (°)
■	Remblai	Mohr-Coulomb	19	0	31
■	Rip Rap (D50 = 900 mm)	Mohr-Coulomb	18	0	45
■	Socle rocheux	Substratum (impénétrable)			

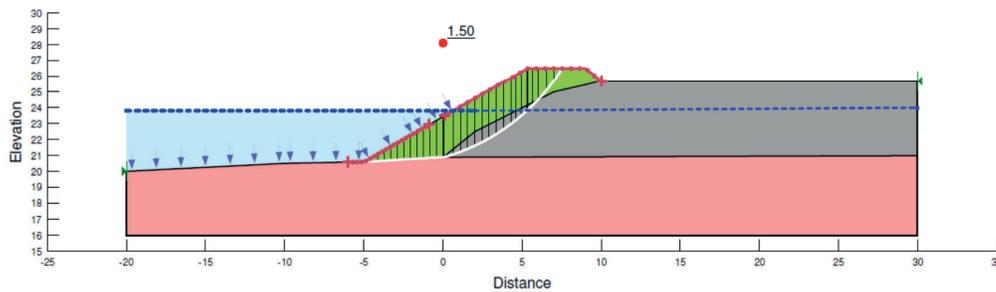
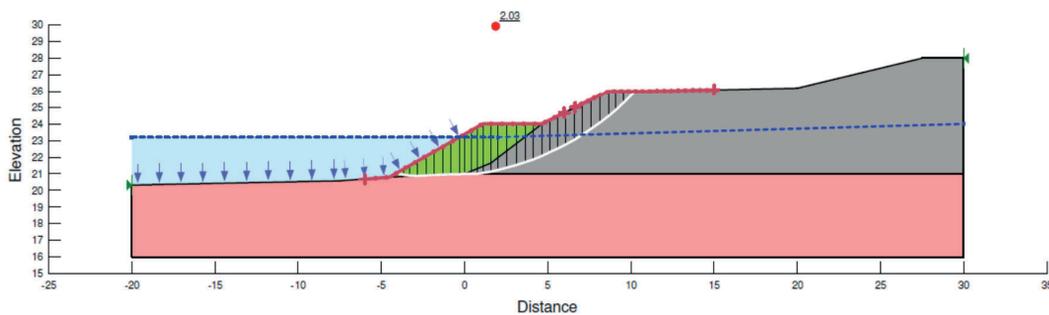


Figure 3 : Évaluation de la stabilité statique à la Station 0+151 avec tapis

ELKEM  
 Station 0+151 (Secteur Est)  
 Pente inclinée à 1,75H:1V

Couleur	Nom	Modèle	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
■	Remblai	Mohr-Coulomb	19	0	31
■	Rip Rap (D50 = 900 mm)	Mohr-Coulomb	18	0	45
■	Socle rocheux	Substratum (impénétrable)			



## 4 ENROCHEMENTS

Sur la base des informations contenue dans l'étude hydraulique sur les vagues et la glace, le diamètre moyen de requis pour stabiliser la berge avec des enrochements inclinés à 1,75H :1V a été établi à  $D_{50} = 900$  mm. Dans les faits, il est anticipé que cet enrochement aura un  $D_{min} = 675$  mm et un  $D_{max} = 1150$  mm et que l'épaisseur minimale de l'enrochement devra être de 1,8 m. L'enrochement devra aussi être constitué de roc dur, dense et durable.

## 5 SOMMAIRE - CONCLUSIONS

Des analyses de stabilités ont été effectués afin d'évaluer l'inclinaison des enrochements requis afin de protéger le littoral contre l'action érosif des vagues et des glaces. Ces analyses, en conjonction avec l'étude hydraulique sur les vagues et les glaces a permis d'établir que la pente la plus intéressante à considérer afin de stabiliser la berge devrait être inclinée à 1,75H :1V.

Avec une telle pente, il est possible de rencontrer les critères de stabilité statique ( $FS = 1.5$ ) et pseudo-statique ( $FS = 1.0$ ). Pour ce faire, l'enrochement devra avoir un diamètre moyen ( $D_{50}$ ) de 900 mm un diamètre minimal ( $D_{min}$ ) de 675 mm et un diamètre maximal ( $D_{max}$ ) de 1150 mm. Un tel enrochement devra aussi avoir une épaisseur



---

minimale de 1,8 m mesuré perpendiculairement à la pente. Il faudra prévoir la mise en place d'un géotextile de gros calibre sur la berge avant la mise en place des enrochements. De plus, les pierres du perré devront être constituées de roc dur, dense et durable.

Étant donné l'impact visuel que peuvent avoir des enrochements, deux options ont été considérées afin de protéger la berge. La première option consiste à simplement utiliser des enrochements de la base jusqu'à une élévation de 25,9 m pour stabiliser la berge.

La seconde option utilise les enrochements de la base jusqu'à l'élévation 24,0 m là où des gros enrochements sont absolument nécessaires pour contrer l'action érosive des vagues et de la glace et au-dessus les sols sont protégés de l'action de la remontée des vagues à l'aide d'un tapis en béton-câble qui peut éventuellement être végétalisé. Enfin, il est important de noter que pour cette seconde option, le tapis sera installé sur une pente profilée à une inclinaison de 2H :1V avec un matériau de recouvrement requis pour des raisons environnementales. Il ne devra y avoir de sols placés au-dessus des enrochements du perré.

Enfin, tel que déjà indiqué dans la lettre du 26 avril, il pourrait être nécessaire, là où les enrochements ne seront pas placés sur le roc, de devoir faire une clé à la base du perré de protection.



# Estimation de la vague critique et de l'épaisseur de glace pour la restauration de berges

Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse  
Beauharnois (Québec)

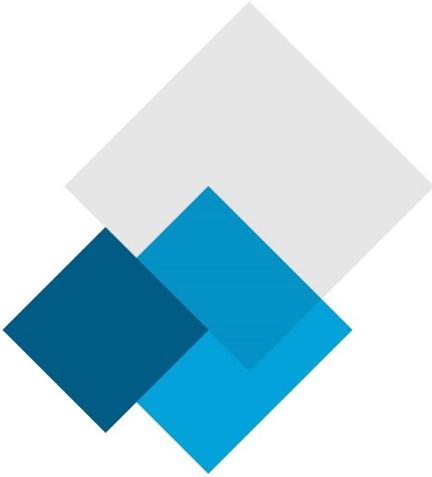
Elkem



Environnement et géosciences

27 | 08 | 2019

Rapport  
Ref. Interne 607781 - Final

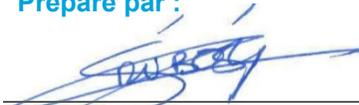


## Estimation de la vague critique et de l'épaisseur de glace pour la restauration de berges

Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse  
Beauharnois (Québec)

Elkem

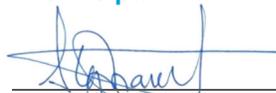
**Préparé par :**



---

Sara Dubosq, Ing Jr.  
Ingénieure en Océanographie (PRT en génie)  
Environnement et géosciences  
**Ingénierie, conception et gestion de projet**

**Vérfié par :**



---

Stéphane Lorrain, M.Sc.  
Directeur de projet  
Environnement et géosciences  
**Ingénierie, conception et gestion de projet**

N/Dossier n° : 607871 - Final  
N/Document n° : 607871\_EG\_L01\_00

Août 2019

SNC-LAVALIN Environnement et géosciences. 2019. Estimation de la vague critique et de l'épaisseur de glace pour la restauration de berges.



## Avis au lecteur

Le présent rapport a été préparé et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés, par SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin) exclusivement à l'intention de **Elkem**, qui fut partie prenante à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été émis. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. SNC-Lavalin n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement de SNC-Lavalin en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique.

Le contenu du présent rapport est de nature confidentielle et exclusive. Il est interdit à toute personne, autre que le Client, de reproduire ou de distribuer ce rapport, de l'utiliser ou de prendre une décision fondée sur son contenu, en tout ou en partie, sans la permission écrite expresse du Client et de SNC-Lavalin.

## Équipe de réalisation

### **SNC-Lavalin GEM Québec inc.**

Mélanie Bourque  
Stéphane Lorrain  
Sara Dubosq  
Charlaine Gingras

Chargée de projet  
Directeur de projet  
Océanographe  
Édition

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.1</b>	<b>Prémises .....</b>	<b>1-1</b>
<b>2</b>	<b>Données météorologiques utilisées.....</b>	<b>2-1</b>
<b>1.1</b>	<b>Données de vent.....</b>	<b>2-1</b>
<b>2.1</b>	<b>Données de température .....</b>	<b>2-2</b>
<b>3</b>	<b>Régime des vagues .....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.1</b>	<b>Vagues significatives .....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.2</b>	<b>Dimensionnement de l'enrochement en considérant le régime des vagues.....</b>	<b>3-2</b>
<b>4</b>	<b>Régime des glaces.....</b>	<b>4-1</b>
<b>4.1</b>	<b>Degrés Gel-Jour (DGJ).....</b>	<b>4-1</b>
<b>4.2</b>	<b>Épaisseur de glace .....</b>	<b>4-2</b>
<b>4.3</b>	<b>Niveau d'eau .....</b>	<b>4-3</b>
<b>4.4</b>	<b>Dimensionnement de l'enrochement en considérant le régime des glaces.....</b>	<b>4-3</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>5-5</b>
<b>6</b>	<b>Référence.....</b>	<b>6-1</b>

## Liste des tableaux

Tableau 3.1	Hauteur significative la plus critique calculée à partir du manuel SPM (REF 1) .....	3-5
Tableau 3.2	Dimensionnement de l'enrochement en fonction de la pente de l'enrochement pour une hauteur significative des vagues de 1,74m .....	3-2
Tableau 4.1	Bilan des épaisseurs de glace annuelles pour les années 1953 à 2019 .....	4-2
Tableau 4.2	Dimensionnement de l'enrochement en fonction de la pente de l'enrochement pour une épaisseur de glace de 1,01m (récurrence 100 ans).....	4-4

## Liste des figures

Figure 2.1	Comparaison des données synchrones entre les stations de l'aéroport de Montréal (max 78 km/h) et de Beauharnois (max 69 km/h) – Distribution du vent en fonction de leurs provenances .....	2-1
Figure 2.2	Vitesse et provenance du vent de la station de l'aéroport de Montréal .....	2-2
Figure 2.3	Corrélation de la station de l'aéroport de Montréal et de la station de Beauharnois pour les données synchrones.....	2-3
Figure 3.1	Bathymétrie de la zone .....	3-5
Figure 3.2	Distribution des vents en fonction de sa provenance [km/h] à Montréal.....	3-1
Figure 3.3	Distribution du fetch effectif [km] au site à l'étude.....	3-1
Figure 3.4	Distribution de la hauteur significative des vagues [m] à partir de la formulation SPM (REF 1) au large du site à l'étude.....	3-1

# 1 Introduction

Jusqu'en 1991, Elkem Métal Canada inc, opérait une usine de ferromanganèse à Beauharnois. Dans le cadre du projet de restauration de la berge bordant le site, une étude du régime des vagues et des glaces est requise pour définir les critères de conception des ouvrages de stabilisation de la rive. Les résultats de l'étude présentés ci-après proviennent d'une analyse des données disponibles (voir section 2) et aucune mesure au terrain n'a été effectuée dans le cadre de ce mandat.

## 1.1 Prémisses

La description du régime des vagues et des glaces se limite à une analyse paramétrique (application de formules) en utilisant les données disponibles (notamment issues des stations météorologiques d'Environnement Canada). Les formulations paramétriques donnent des résultats conservateurs, ainsi une interprétation qualitative des résultats permet de mettre en contexte les valeurs de  $D_{50}$  calculées. Cette approche descriptive se justifie par :

- › Le fait que la rive actuelle est stable et montre peu ou pas de signe d'érosion,
- › La configuration du site montrant une rive relativement rectiligne,
- › La bathymétrie simple montrant une pente régulière,
- › La présence d'un courant unidirectionnel permanent vers l'aval favorise le déferlement des vagues avant d'arriver en rive.

## 2 Données météorologiques utilisées

Deux stations météorologiques d'Environnement Canada ont été considérées :

- › La station de Beauharnois (n° 42007) très proche du site étudié, mais avec une courte série temporelle (en service d'octobre 2004 à juillet 2006).
- › La station de l'aéroport de Montréal (n° 51157 et 5415) plus éloignée et moins représentative, mais avec une série temporelle plus longue et permettant d'établir des statistiques plus rigoureuses (en service de janvier 1953 à nos jours).

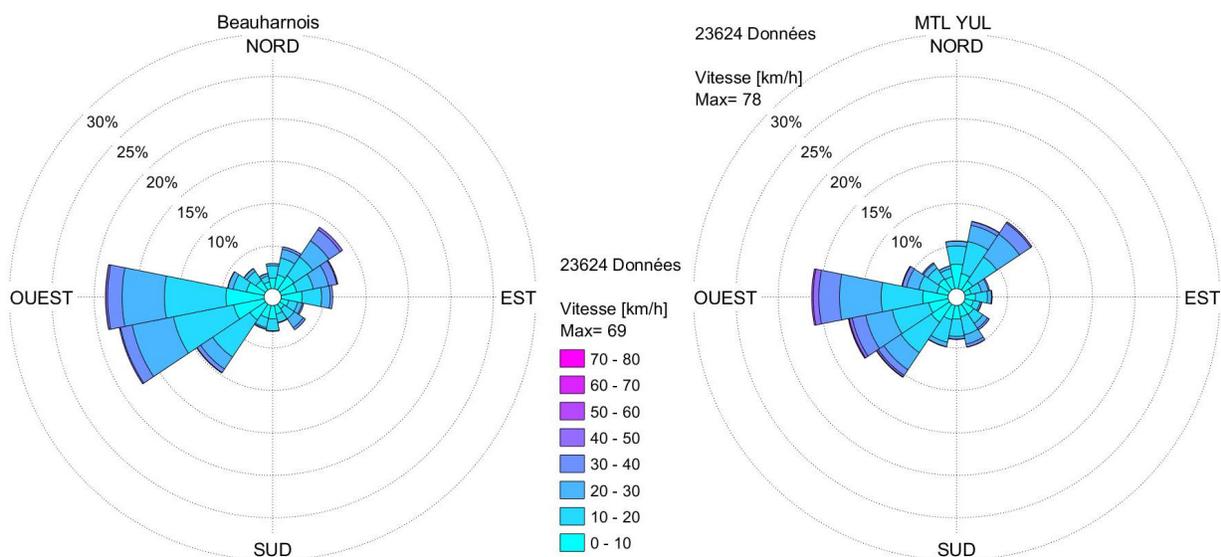
Les données des deux stations ont été comparées afin de valider la représentativité de la station de l'aéroport de Montréal.

### 1.1 Données de vent

La comparaison des données synchrones (pour des périodes de durée équivalente) aux deux stations (figure 2.1) montre que les roses des vents sont comparables dans l'ensemble.

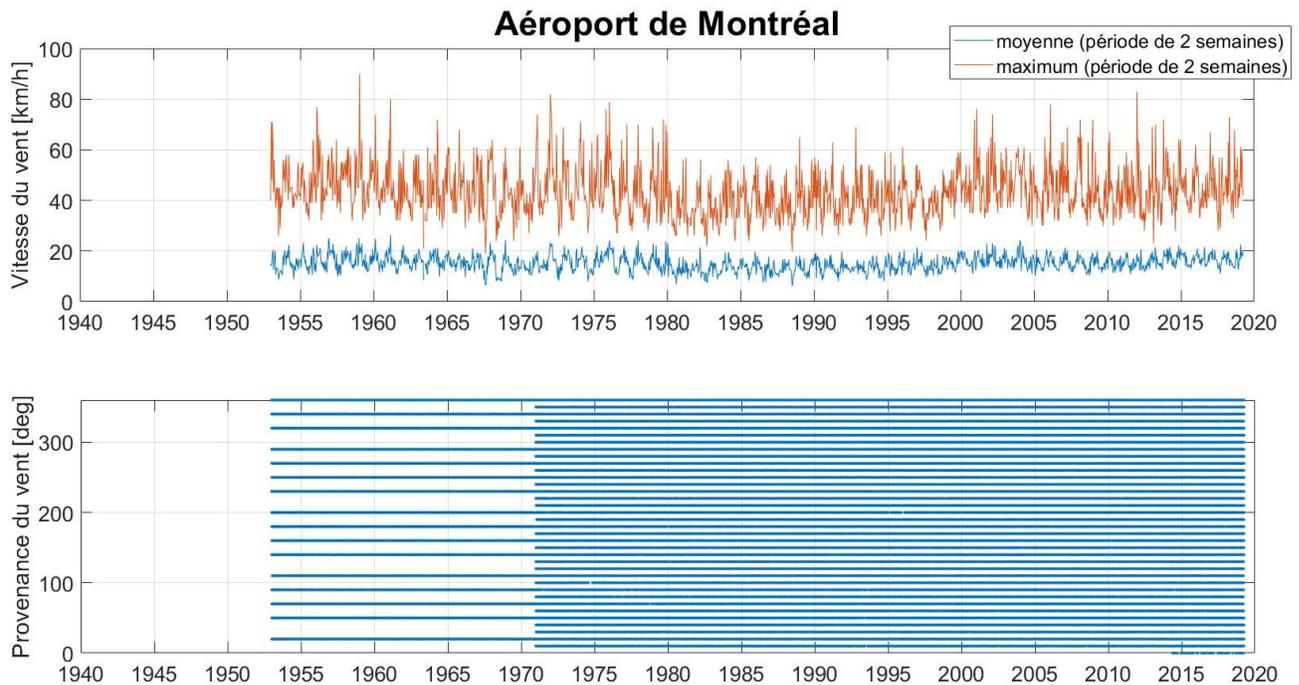
- › Les vents mesurés à l'aéroport de Montréal sont légèrement plus forts que ceux observés à Beauharnois.
- › À l'aéroport de Montréal, les vents qui proviennent du secteur nord-est ont tendance à tourner légèrement vers l'est à la station de Beauharnois.

**Figure 2.1 Comparaison des données synchrones entre les stations de l'aéroport de Montréal (max 78 km/h) et de Beauharnois (max 69 km/h) – Distribution du vent en fonction de leurs provenances**



L'observation de la série temporelle des vents à Montréal montre que la résolution des mesures de la direction du vent est meilleure à partir de 1971 (figure 2.2). Les vents de la station de Montréal seront donc utilisés pour le calcul des vagues en considérant la période de 1971 à 2019.

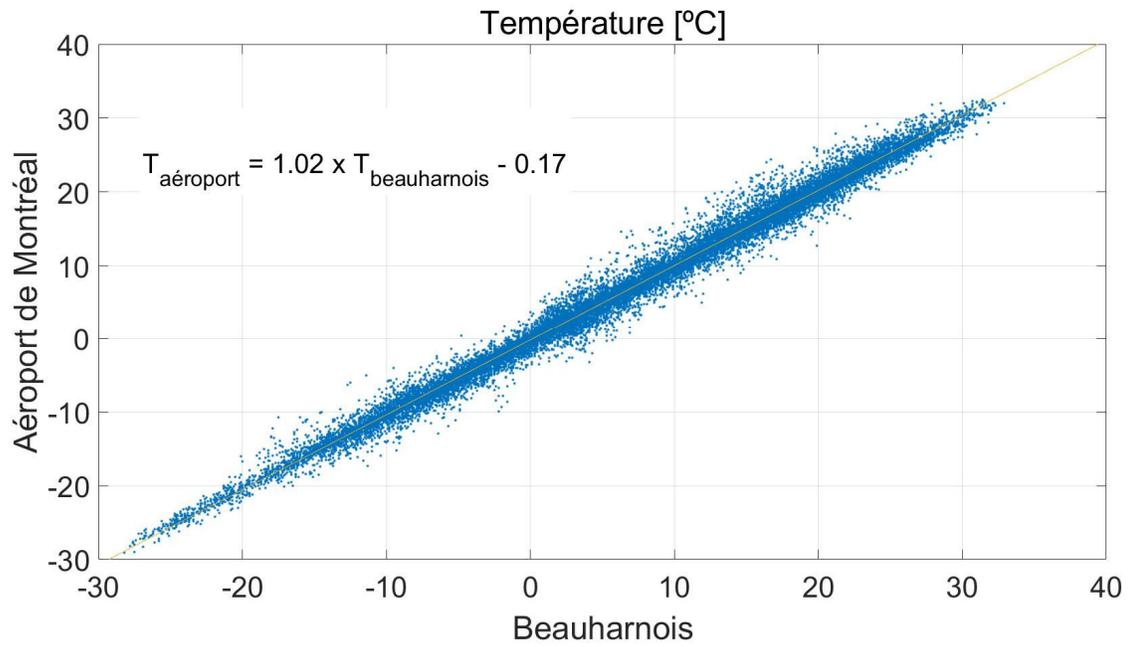
**Figure 2.2 Vitesse et provenance du vent de la station de l'aéroport de Montréal**



## 1.2 Données de température

La figure 2.3 montre que les données de température sont très bien corrélées entre les stations de l'Aéroport de Montréal et de Beauharnois. Les données de température de la station de Montréal seront utilisées pour le calcul de l'épaisseur des glaces.

**Figure 2.3** Corrélation de la station de l'aéroport de Montréal et de la station de Beauharnois pour les données synchrones



## 3 Régime des vagues

### 3.1 Vagues significatives

Le calcul des vagues de conception se fait en considérant la hauteur significative<sup>1</sup> des vagues ( $H_{m0}$ ) selon la méthode de Hasselmann («Shore protection manual », USACE (REF 1)):

$$H_{m0} = 5112 \times 10^{-4} U_A F^{\frac{1}{2}}$$

$$T_m = 6238 \times 10^{-2} [U_A F]^{\frac{1}{3}}$$

Avec le facteur de stress  $U_A$  et la vitesse du vent  $U$ :

$$U_A = 0,71 * U^{1.23}$$

$$U = R_L U_{10}$$

Où

$H_{m0}$  Hauteur significative [m];

$T_m$  Période de la vague significative [s];

F Fetch effectif [m];

$U_{10}$  Vitesse du vent à 10 m [m/s];

$R_L$  Facteur de correction (pour période de retour) choisi égal à 1 ce qui correspond à une période de retour de 1000 ans (REF 1). Le choix du facteur de correction  $R_L = 1$  permet d'être conservateur

La distribution des vents selon leur provenance (figure 3.1), montre que les vents les plus forts proviennent du quadrat SO. En revanche, la distribution du fetch effectif<sup>2</sup> (figure 3.2), dont le point focal a été placé légèrement au large du site à réaménager, montre que le fetch le plus long est orienté vers le quadrat NE. Ainsi, les vagues générées par les vents du NE sont les plus hautes (figure 3.3) même si les vents du NE sont moins fort que ceux du secteur SO.

Le calcul des hauteurs de la vague significative est fait en supposant que la propagation des vagues se fait sans interaction avec le fond (vague d'eau profonde) ou avec les courants. Ainsi, la vague significative la plus critique provient du NE (40°N) avec une hauteur de 1,74 m (Tableau 3.1)

---

<sup>1</sup>  $H_{m0}$  : Hauteur significative, valeur moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues

<sup>2</sup> Fetch effectif : Le fetch est la distance d'eau libre sur laquelle le vent peut soulever les vagues dans une direction donnée. Le fetch effectif dans une direction donnée est la moyenne des 9 radiales (espacées de 3°) autour de cette direction.

**Tableau 3.1** Hauteur significative la plus critique calculée à partir du manuel SPM (REF 1)

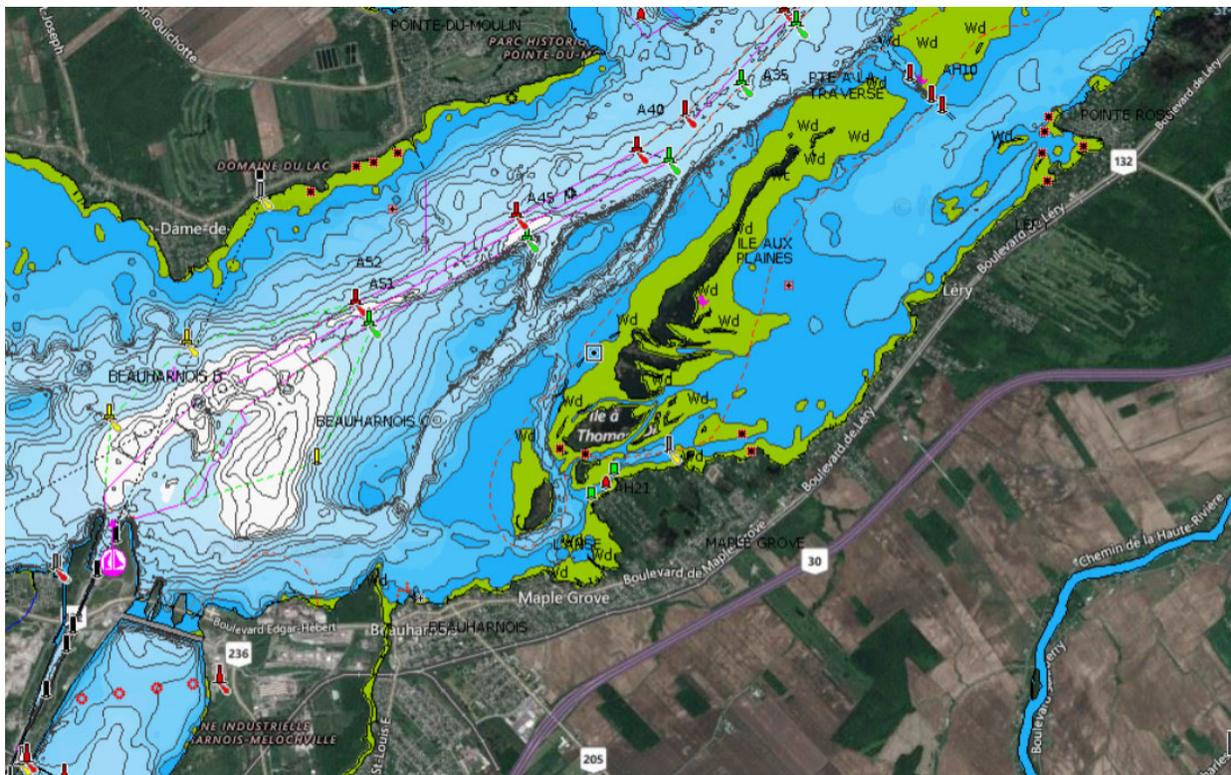
Période de retour	Provenance du vent	Fetch effectif	Vitesse du vent	Durée	Facteur de stress du vent	Hs	Tp
[an]	[°N]	[m]	[m/s]	[s]		[s]	[s]
1:1000	40	13 542	20,6	5928	29,3	1,74	2,94

Cependant, durant leur propagation, les vagues seront modifiées par leur interaction avec les courants et la remontée du fond en s'approchant du rivage. Les données disponibles de bathymétrie et des courants nous permettent d'évaluer qualitativement le comportement des vagues au cours de leur propagation vers la rive au site étudié.

La figure 3.1 montre la partie ouest de la bathymétrie du lac Saint-Louis. On y observe la présence des hauts fonds à l'ouest des îles de la Paix (île aux plaines, île à Thomas, etc.). Ceux-ci auront pour effet de faire déferler les vagues les plus hautes provenant du NE et d'atténuer l'énergie des vagues qui se propageront jusqu'au site étudié.

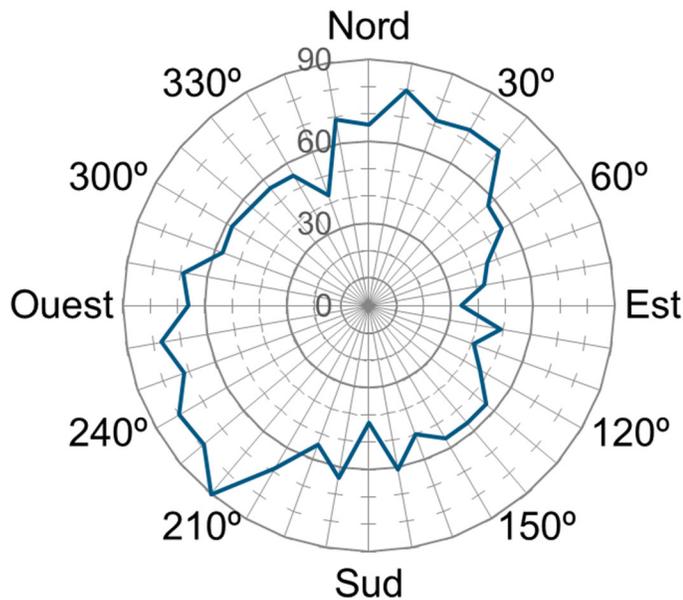
Par ailleurs, l'interaction des vagues venant du NE avec le courant contraire du fleuve devrait avoir l'effet contraire et permettre l'augmentation de l'amplitude des vagues, mais tout en ralentissant les vagues qui se propageront jusqu'au site étudié.

**Figure 3.1** Bathymétrie de la zone

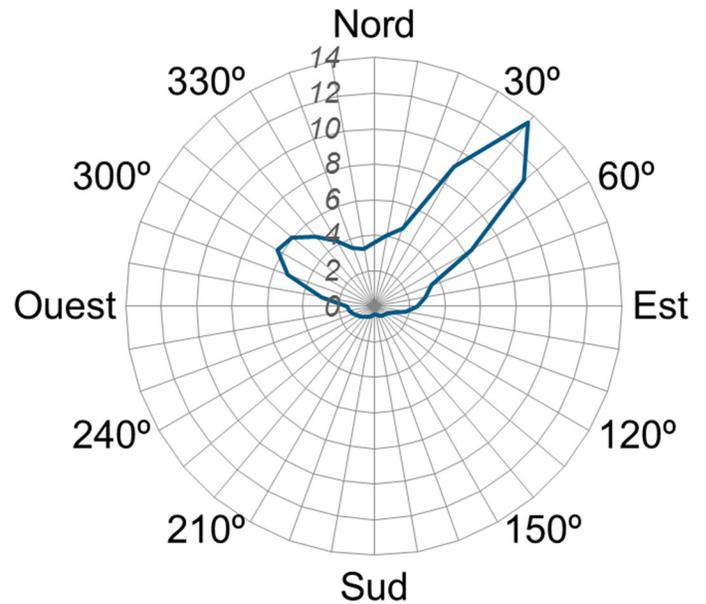


Source des données : <https://webapp.navionics.com/?lang=fr#boating/search@10&key=omtsGh%7B%7CaM>

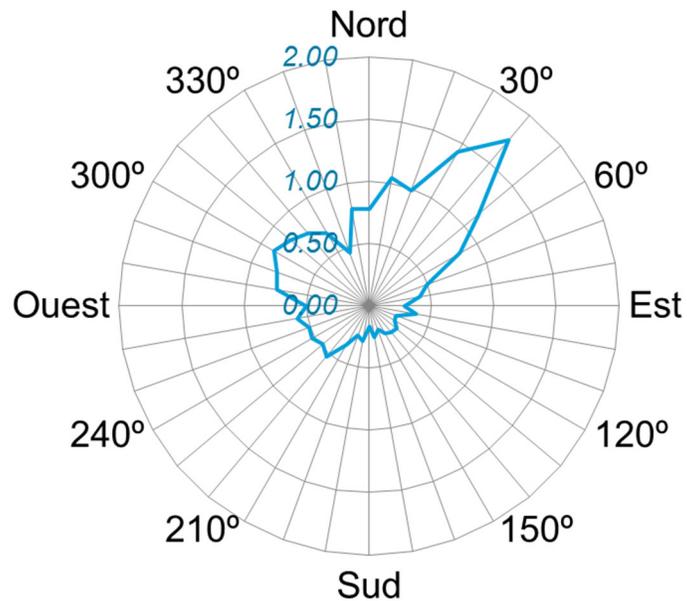
**Figure 3.2** Distribution des vents en fonction de sa provenance [km/h] à Montréal



**Figure 3.3** Distribution du fetch effectif [km] au site à l'étude



**Figure 3.4** Distribution de la hauteur significative des vagues [m] à partir de la formulation SPM (REF 1) au large du site à l'étude



### 3.2 Dimensionnement de l'enrochement en considérant le régime des vagues

Le design de l'enrochement doit tenir compte de la climatologie des vagues. Pour cela les procédures de l'USACE (U.S. Army Corps of Engineers) (REF 1) et de Levay et al. (REF 2) ont été suivies. La masse minimale de l'enrochement afin de résister à la vague significative (voir section 3.1) critique est calculée grâce à la formule d'Hudson (REF 2):

$$M_{min} = \frac{\rho_s H_s^3}{K_d \left( \frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)^3 \cot \alpha}$$

Avec :

- $M_{min}$  La masse minimale d'un bloc (kg)
- $H_s$  La hauteur de la vague significative (m)
- $\alpha$  L'angle de la pente avec l'horizontal
- $\rho_s$  La masse volumique des blocs (2 650 kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_w$  La masse volumique de l'eau (1 000 kg/m<sup>3</sup>)
- $K_d$  Le coefficient de stabilité

Selon Levay et al. (REF 2), il est recommandé pour les structures permanentes d'utiliser la vague significative ayant une période de retour de 1 sur 1000 ans (telle que calculée dans cette étude) avec un coefficient de stabilité  $K_d = 3.5$  (degré de dommage acceptable).

De plus, les ouvrages d'enrochements sont caractérisés par la masse minimale et maximale des blocs. Le ratio théorique de 3, mais en pratique il est compris entre 4 et 6. On choisit donc :

$$M_{max} = 5M_{min}$$

La dimension des roches peut alors être estimée en utilisant l'équation suivante (REF 2):

$$D = \sqrt[3]{\frac{M}{C_f \rho_s}}$$

Avec :

- $D$  La dimension de l'enrochement (m)
- $M$  La masse minimale d'une roche (kg)
- $C_f = 0.66$  Le coefficient de forme
- $\rho_s$  La masse volumique des roches (2 650 kg/m<sup>3</sup>)

Le  $D_{50}$  est alors estimé comme étant la moyenne du  $D_{min}$  et du  $D_{max}$ . on trouve suivant la pente de l'enrochement :

**Tableau 3.2** Dimensionnement de l'enrochement en fonction de la pente de l'enrochement pour une hauteur significative des vagues de 1,74m

Pente		Hauteur de la vague significative [m]	Masse [kg]		Dimension [mm]		
Horizontal	Vertical		Min	Max	Min	Max	D <sub>50</sub>
1,50	1	1,74	592	2960	697	1192	<b>944</b>
1,75	1	1,74	507	2537	662	1132	<b>897</b>
2,00	1	1,74	444	2220	633	1083	<b>858</b>
2,25	1	1,74	395	1973	609	1041	<b>825</b>
2,50	1	1,74	355	1776	588	1005	<b>796</b>

## 4 Régime des glaces

L'effet des glaces sur la stabilité du rivage selon différents mécanismes que l'on peut grouper en deux catégories : statique et dynamique.

Au cours de la saison hivernale, un couvert de glace se forme sur le lac St-Louis. Au printemps, généralement en mars ou au début d'avril, la glace commence à se briser et à s'écouler en aval. Les radeaux de glace peuvent avoir un impact sur la digue (mécanisme dynamique), entraînés par les courants et/ou les vents. Compte tenu de la configuration du site (orientation de la rive, direction du courant vers l'aval), on considère que les impacts des radeaux de glace sur la rive sont négligeables.

L'adhérence de glace est un autre type de mécanisme de contrainte (mécanisme statique), où une force verticale est exercée sur la digue (à partir d'un couvert de glace qui gèle sur la digue) en raison des fluctuations du niveau de l'eau sous la glace. Lorsque le niveau de l'eau baisse, le couvert de glace adhère à la digue ou au fond ; lorsque le niveau de l'eau monte, le couvert de glace est poussé vers le haut jusqu'à la rupture par flexion, entraînant par la même occasion les blocs selon leur taille.

Il y a peu de données disponibles sur le régime des glaces sur le lac Saint-Louis, à l'exception de quelques mesures prises en mars 2019 par l'équipe de SNC-Lavalin et les cartes de suivi de l'ouverture de la voie maritime en 2019 indiquent que les glaces se forment tardivement dans la zone<sup>3</sup>. Le secteur ne faisant pas l'objet d'une navigation commerciale, aucune donnée d'épaisseur n'est disponible du Service canadien des glaces. Par conséquent, l'épaisseur des glaces est obtenue par calcul en considérant le régime thermique hivernal décrit par les données de la station météorologique de l'aéroport de Montréal.

### 4.1 Degrés Gel-Jour (DGJ)

Le nombre de degrés gel jour (DGJ), tels que définis par convention, est la somme de la température quotidienne moyenne consécutive inférieure au point de congélation (0°C) au cours d'une saison hivernale. Le cumul commence le premier jour où la température moyenne a été négative et termine le jour de la dernière valeur négative. Le nombre de DGJ peut être utilisé comme un proxy pour estimer l'épaisseur de la glace. Le calcul se fait selon la méthode proposée par Carter et coll. (REF 3) à partir du nombre de degrés jour gel.

Pour calculer les DGJ, la température moyenne quotidienne a d'abord été calculée. Puis pour chaque hiver, le premier jour et le dernier jour ont été déterminés ainsi que la valeur du cumul.

Ainsi entre 1953 et 2019, les premières journées où la température moyenne est négative commencent entre le 18 octobre et le 30 novembre et se terminent entre le 19 mars et le 1<sup>er</sup> mai. Les valeurs du DGJ varient de 456 °C (hiver 2001-2002) et 1173 °C (hiver 1993-1994) pour un hiver clément et rude respectivement.

---

<sup>3</sup> <http://www.greatlakes-seaway.com/fr/commerciale/opening.html>

## 4.2 Épaisseur de glace

D'après Carter et coll. (REF 3), l'épaisseur de la glace est donnée par la formulation suivante :

$$h = 0,035 * \alpha * \beta \sqrt{DGJ}$$

Avec :

$$\alpha = \begin{cases} 0,9 & \text{aux endroits venteux et peu enneigés} \\ 0,7 & \text{aux endroits venteux et peu enneigés} \\ 0,5 & \text{aux endroits abrités et enneigés} \end{cases}$$

$\beta$  = Un facteur variant suivant la période de récurrence voulue (tableau 4.1)

Les résultats du calcul de l'épaisseur du couvert de glace pour l'ensemble des hivers de 1953 à 2019 sont présentés au tableau 4.1 pour différentes périodes de retour. Le calcul de l'épaisseur de glace considère que le plan d'eau est normalement exposé au vent et aux précipitations de neige ( $\alpha = 0,7$ ) . Si l'on considère un endroit plus exposé, le facteur  $\alpha$  serait égal à 0,9 ce qui augmente légèrement les valeurs d'épaisseur estimée de la glace qui se forme.

Les résultats sont probablement représentatifs compte tenu des faibles courants dans la zone d'étude, ce qui favorisera la formation et la croissance du couvert de glace.

**Tableau 4.1** Bilan des épaisseurs de glace annuelles pour les années 1953 à 2019

	Épaisseurs annuelles de la glace [m] Cas d'une zone venteuse et peu enneigée ( $\alpha=0,7$ )					
	2	5	10	20	50	100
<b>Récurrence [ans]</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Valeur de <math>\beta</math></b>	<b>1,00</b>	<b>1,07</b>	<b>1,11</b>	<b>1,14</b>	<b>1,17</b>	<b>1,20</b>
<b>Maximum</b>	0,84	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01
<b>Moyenne</b>	0,72	0,77	0,80	0,83	0,85	0,87
<b>Minimum</b>	0,52	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63

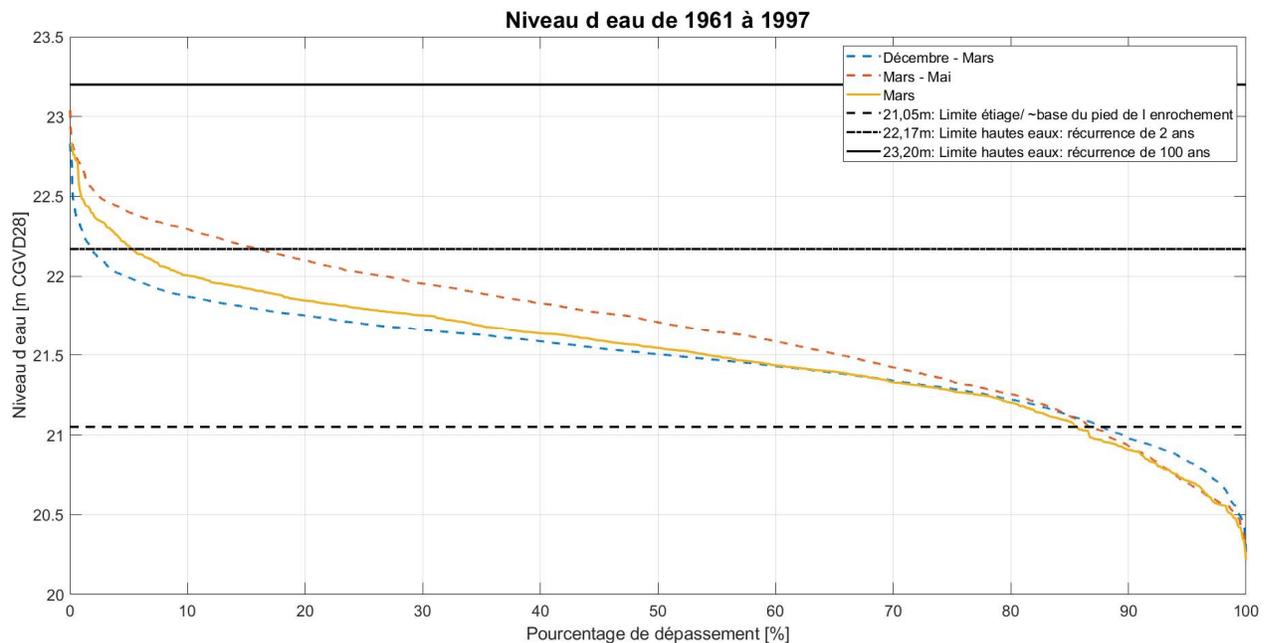
Les quelques données d'épaisseurs de glace qui ont pu être recueillies en mars 2019 (comprises entre 0,5 et 0,7 m) sont en adéquation avec ces résultats.

### 4.3 Niveau d'eau

Une station limnimétrique (MPO : #15262) située juste à l'aval du barrage de Beauharnois, a enregistré les valeurs de niveau d'eau de 1961 à 1997.

Selon les dessins préliminaires de l'ouvrage (REF 4), le pied de l'enrochement débute généralement approximativement au niveau de la limite d'étiage (21,05m) et se termine à une élévation entre environ 23,20m et 25m dépendamment de l'endroit. La courbe de fréquence de dépassement (figure 4.1) montre que dans environ 85% du temps de l'hiver (décembre à mars), le niveau d'eau est suffisant pour que les glaces puissent se fixer à l'enrochement. De plus, le mois de mars montre les plus grands écarts de niveaux d'eau (environ 2,6 m entre 20,22m (28 mars 1965) et 22,83m<sup>4</sup> (19 mars 1973)). Ainsi au mois de mars où les épaisseurs de glace ont atteint leurs maximums, les niveaux d'eau dépassent le pied de l'enrochement de 0,87 m et de 1,01m (récurrence 100ans de l'épaisseur des glaces moyenne et maximale) dans respectivement 15,4% et 8% du mois de mars, permettant ainsi aux glaces formées de s'élever en déstabilisant l'enrochement.

Au moment de la débâcle (mars à mai), les niveaux d'eau sont généralement beaucoup plus haut favorisant ainsi l'impact des glaces sur les enrochements au grès des vents.



### 4.4 Dimensionnement de l'enrochement en considérant le régime des glaces

Selon Carter (REF 3), le  $D_{50}$  des blocs de l'enrochement est estimé en prenant en considération l'épaisseur des glaces, la pente de l'enrochement, et les conditions hydrauliques de la zone.

<sup>4</sup> [https://eau.ec.gc.ca/report/historical\\_f.html?stn=02MC020](https://eau.ec.gc.ca/report/historical_f.html?stn=02MC020)

Quatre conditions sont identifiées :

- › Plan d'eau avec des débâcles hivernales possibles (rivières ou canaux)

$$D_{50} \geq 1,9\sqrt{Sh}$$

- › Plan d'eau avec champs de glace dérivants au gré des vents au printemps (lacs ou réservoirs)

$$D_{50} \geq 1,14\sqrt{Sh}$$

- › Plan d'eau susceptible de subir un brusque rehaussement durant l'hiver :

$$D_{50} \geq h$$

- › Plan d'eau avec une baisse du niveau d'eau (réservoirs)

$$D_{50} \geq 0,75h$$

Avec :

- $h$  : L'épaisseur de la glace
- $S$  : La pente de l'enrochement

En considérant des épaisseurs de glace maximale de récurrence 100ans, les quatre conditions hydrauliques et différentes pentes d'enrochement, la valeur du  $D_{50}$  a été calculée selon les formules précédentes (tableau 4.2).

Cependant, lorsqu'on considère la configuration du site, il est peu probable que le cas des débâcles hivernales puisse se produire dans la zone d'étude car les courants dans la zone sont faibles.

En revanche, les valeurs de niveaux d'eau généralement suffisant haut et les faibles courants dans la zone (section 4.3), indiquent que l'enrochement pourrait subir l'impact des glaces dérivantes au mois de mars à mai.

**Tableau 4.2** Dimensionnement de l'enrochement en fonction de la pente de l'enrochement pour une épaisseur de glace de 1,01m (récurrence 100 ans)

Pente		Dimensionnement $D_{50}$ (récurrence 100ans) [mm]			
Horizontal	Vertical	Débâcle	Glace dérivante	Rehaussement	Baisse
1,50	1	1559	935	1010	758
1,75	1	1443	866	1010	758
2,00	1	1350	810	1010	758
2,25	1	1273	764	1010	758
2,50	1	1208	725	1010	758

Les valeurs du  $D_{50}$  les plus importantes correspondent aux cas de variations rapides des niveaux d'eau. D'après les données de niveau d'eau à Beauharnois (section 4.3) peuvent varier de manière importante particulièrement au mois de mars. Ceci implique que la base de l'aménagement pourrait être impactée par le mouvement vertical du couvert de glace. Mais pour cela il faudrait que la glace ait pu se former et adhérer suffisamment à l'enrochement avant de subir une élévation du niveau d'eau. La probabilité d'occurrence que la combinaison épaisseur de glace puis augmentation du niveau ait lieu est faible.

Ainsi le site semble généralement sujet aux impacts des glaces dérivantes au printemps, mais bien que le risque de dommages liés de la variation rapide du niveau d'eau semble plus rare, il devrait tout de même être considéré.

## 5 Conclusion

**Régime des vagues :** Une approche empirique a été utilisée pour calculer la vague significative critique se propageant jusqu'à l'ouvrage. La vague significative critique provient du NE (40°N) et a une hauteur de 1,74 m ( $T_p=2,94$  s). Cette hauteur de vague implique que l'enrochement ait un  $D_{50}$  de 796mm à 944mm pour une pente passant de 2,5H /1V à 1,5H/1V.

Le calcul des vagues ne prend en compte que la valeur maximale du vent de chacune des directions et considère que les vagues se propagent sur un plan d'eau en eau profonde. D'après la théorie des vagues linéaire en eau peu profonde, cette hauteur de vagues est possible lorsque les niveaux d'eau atteignent la récurrence de 100ans (2,15m). Mais ce calcul ne prend pas en compte l'interaction de ces vagues avec le courant, ni l'interaction avec le fond qui devrait probablement faire déferler les vagues les plus hautes avant d'atteindre l'enrochement. Une modélisation numérique de la génération et la propagation des vagues permettrait d'estimer ces interactions de manière quantitative et ainsi identifier les zones de pertes d'énergie (déferlement) avant d'atteindre l'ouvrage.

**Régime des glaces :** Une formule empirique a été utilisée pour calculer l'épaisseur de glace se formant dans la zone d'étude à partir des données de température couvrant la période 1953 à 2019. L'épaisseur de glace maximale estimée durant cette période varie de 0,84 m (1 :2 ans) et 1,01 m (1 :100 ans) suivant la période de récurrence considérée ce qui est en adéquation avec les quelques mesures à notre disposition. En considérant l'épaisseur maximale et le cas extrême d'un rehaussement du niveau d'eau, le  $D_{50}$  de l'enrochement est de 1010 mm quelle que soit la pente de l'enrochement choisie. Si l'on prend en compte les risques liés aux impacts par les glaces dérivantes au printemps, le  $D_{50}$  varie alors de 725 mm à 935 mm pour une pente passant de 2,5H /1V à 1,5H/1V.

L'évaluation du  $D_{50}$  prend en compte un cas extrême d'épaisseur de glace qui subirait un rehaussement soudain du niveau d'eau et les scénarios préliminaires de l'enrochement ayant une clé d'enrochement au niveau de la limite d'étiage (21,05m) (REF 4). En effet, la probabilité que l'enrochement puisse être pris dans des glaces suffisamment épaisses et que le niveau d'eau augmente déstabilisant ainsi le pied de l'enrochement représente une faible probabilité.

## 6 Référence

- 1-USACE, 1984, Shore Protection Manual – Volume I, Fourth Edition, US Department of the Army, Coastal Engineering Research Center, 1984
- 2-Jerry Levay, Jean-Pierre Tournier, Pierre Depuis and Thach Tran Van, SEBJ, 1997, *Riprap Design: An Improved Method*, Proceedings of CDSA/CANCOLD Joint Dam Safety Conference, Montreal, Canada, 22-25 September 1997.
- 3-Carter Consultants, Guide pratique pour le calcul des forces exercées par la glace (Practical guidelines for the computation of ice forces), Study Report Prepared for Hydro-Quebec, Direction Ingénierie Hydraulique et Géotechnique, December 2003 (In French).
- 4-*Plan de restauration environnementale de la berge – Site de l'ancienne usine d'alliage de ferromanganèse, Beauharnois, Québec*, SNC-Lavalin, novembre 2018.



**SNC • LAVALIN**

360, Saint-Jacques 16e étage  
Montréal Québec Canada H2Y 1P5  
514.393.1000 - 514.392.4758  
[www.snclavalin.com](http://www.snclavalin.com)





**SNC • LAVALIN**

455, boul. René-Lévesque Ouest  
Montréal (Québec) H2Y 1Z3  
514-393-8000

