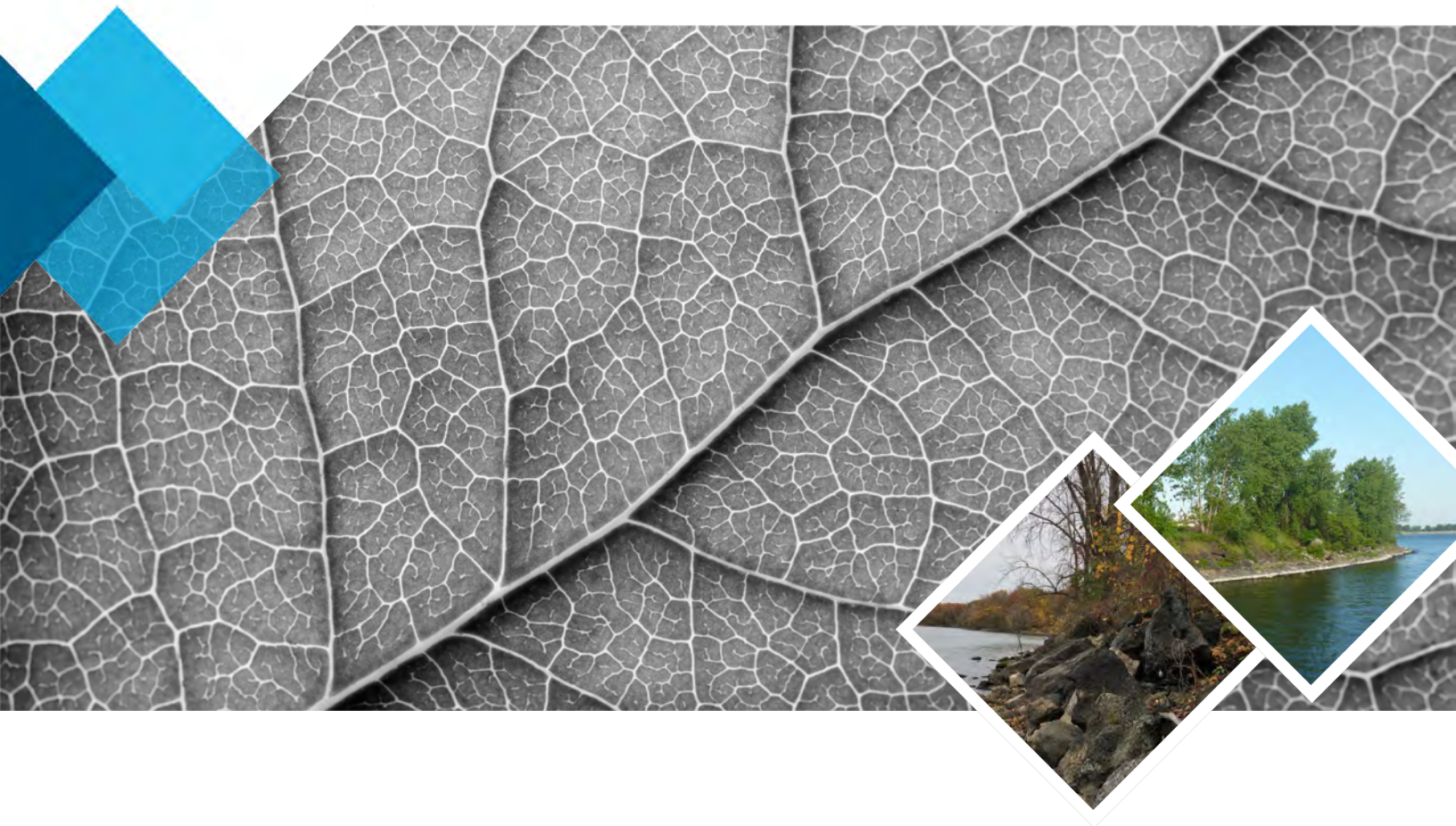




Plan de restauration environnementale de la berge

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

Elkem Métal Canada inc.



Environnement et géosciences

novembre | 2018

Rapport
Ref. Interne N/Dossier n° : 607871 - N/rapport n° : Rapport final F00



SNC • LAVALIN

SNC-Lavalin GEM Québec inc.

360, rue Saint-Jacques Ouest, 16^e étage

Montréal (Québec) Canada H2Y 1P5

☎ 514.393.8000 📠 514.392.4758

Plan de restauration environnementale de la berge

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.
Chargée de projets

Révisé par :

Martin Duquette, Ph.D.
Directeur de projets

Préparé par :

Matthieu François, Ph.D.
Directeur de projets

N/Dossier n° : 607871
N/rapport n° : Rapport final - F00

Novembre 2018

Distribution : M. Jean Villeneuve – Elkem Métal Canada (version électronique et 4 copies papier incluant les copies pour le MELCC)
M. Yvan Loubier - Le Cabinet de relations publiques NATIONAL (version électronique et 1 copie papier)



Table des matières

1.	Introduction	1
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Historique du projet de restauration de la berge	1
1.3	Conclusions du BAPE et dispositions du projet	3
2.	Description du site à l'étude	6
2.1	Localisation et délimitation de la berge	6
2.2	Caractérisation de la berge	6
2.2.1	Topographie	6
2.2.2	Caractérisation environnementale	6
2.3	Localisation et identification des arbres	7
3.	Évaluation des éléments du plan de restauration environnementale	8
3.1	Maintien en place des matériaux	8
3.2	Profilage et stabilisation de la berge	8
3.2.1	Détermination de la pente optimale	9
3.2.2	Enrochement	9
3.2.3	Gabions	10
3.3	Mise en place de matériaux de recouvrement	10
3.3.1	Recouvrement par du matériel propre	10
3.3.2	Recouvrement par un matelas de gabions	11
3.4	Évaluation des scénarios de restauration	11
3.4.1	Scénario 1 : Profilage intégral de la berge	11
3.4.2	Scénario 2 : Préservation d'arbres par de l'enrochement	12
3.4.3	Scénario 3 : Préservation d'arbres par des gabions	12
3.4.4	Scénario retenu	12
3.5	Gestion des matériaux excavés (déblais)	12
3.6	Renaturalisation de la berge	12
3.6.1	Plantation	13
3.6.2	Ensemencement	14
4.	Surveillance environnementale des travaux	15

4.1	Prévention des affaissements et éboulements vers le lac Saint-Louis	15
4.2	Mesures d'atténuation	15
4.3	Protection de la faune	16
5.	Suivi environnemental consécutif aux travaux	17
6.	Échéancier global des travaux	18

Figures et liste des annexes

Figures

Annexe 1

Portée du rapport

Annexe 2

Reportage photographique

Annexe 3

Inventaire des arbres de la berge

Annexe 4

Simulations de profilage

Annexe 5

Évaluation de la stabilité géotechnique de la berge profilage

Annexe 6

Description des gabions et matelas de gabions

Annexe 7

Synthèse des scénarios de restauration de la berge

Ce rapport est composé de 137 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). La localisation de la propriété est montrée à la figure 607871-2018-01.

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 projet de restauration de la berge 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 ont été retenus par Elkem Métal Canada inc. pour élaborer les scénarios envisageables d'un plan de restauration de la berge.

Le présent document donne suite et remplace le rapport « Projet de restauration environnementale de la berge bordant le site d'une ancienne usine de ferromanganèse – Addenda 3, Beauharnois, Québec » (SNC-Lavalin, février 2014) ainsi qu'à la visite de la berge par le MELCC, à l'automne 2017.

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

1.2 Historique du projet de restauration de la berge

En décembre 2004, Elkem Métal Canada inc. (ci-après Elkem) a déposé un avis de projet de restauration de la berge 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.

En réponse, la direction des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement, du Développement durable et des Parcs (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 soumise au MDDEP en juin 2008 (HDS Environnement, 2008). Le projet principal prévoyait l'enlèvement sur 3 ans de 5 305 m³ 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 soumise 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 berge. 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 berge 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.

Un plan de restauration environnementale de la berge basé sur les conclusions du BAPE prévoyant l'enlèvement complet des remblais au niveau de la berge 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 de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MELCC) 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 berge 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 de la pente, préservation des arbres) sur la bonification ou la faisabilité du projet. Le nouveau plan de restauration prévoyant le maintien des matériaux et incluant plusieurs scénarios est l'objet du présent document.

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 berge et indique de quelle manière elles ont été prises en compte dans cette version du projet de restauration.

« ... nécessité d'enlever tous les remblais et blocs de scories de la berge, 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 d'excavation et de remblayage de la berge, 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.

De plus, l'évaluation et la gestion des risques liés aux sols contaminés et matières résiduelles qui seront maintenus en place font en sorte que la dimension environnementale est pleinement considérée.

« ... 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, juillet 2016)¹.

Les matériaux contaminés qui pourraient être récupérés lors de la réhabilitation d'un terrain contaminé seront gérés de façon à les valoriser et à leur redonner un usage (3.2).

« ... 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 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. »

Lors des travaux du BAPE, un usage récréatif futur du terrain était envisagé et cette conclusion en découlait naturellement. Selon la volonté du propriétaire actuel ainsi que du comité interministériel (dont notamment le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et le ministère des Affaires municipales, Régions et Occupations du territoire (MAMROT), le terrain devra cependant demeurer un site industriel.

¹ 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*.

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

« ... 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 de 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.

2. Description du site à l'étude

2.1 Localisation et délimitation de la berge

Le site de l'ancienne usine de ferromanganèse est localisé sur le boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois, à l'est du canal de Beauharnois. Les coordonnées géographiques approximatives au centre du site sont : 45,3166 N et 73,8924 O.

La berge de ce site consiste en une bande de terrain de 10 m de large sur environ 800 m de long. 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. Dans le contexte d'une berge artificialisée avec présence d'enrochement, la ligne des hautes eaux a été définie sur la base de la ligne d'inondation de récurrence 2 ans. Celle-ci a été déterminée à une élévation de 22,17 m. La délimitation de la berge est illustrée aux figures 607871-2018-01 et 607871-2018-02. Tels que présentés sur ces figures, trois principaux axes y ont été définis en fonction des caractéristiques topographiques et physiques de la berge.

2.2 Caractérisation de la berge

2.2.1 Topographie

La topographie de la berge 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 berge est relativement plat puis s'incline vers le fleuve selon une pente plus ou moins forte, le dénivelé étant plus important à l'est (3 à 4 m) qu'à l'ouest (2 à 3 m). Un replat est présent au niveau du littoral en bas de la pente, 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 berge 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 berge jusque dans le littoral, à l'exception de l'axe 3 où aucune donnée bathymétrique ne se trouvait à proximité de la berge. Une figure illustrant l'inclinaison des pentes de la berge, pour chaque axe, est présentée à la figure 607871-2018-03.

Un reportage photographique effectué au long de la berge est présenté à l'annexe 2.

2.2.2 Caractérisation environnementale

La qualité environnementale des matériaux présents dans la berge a pu être évaluée par le biais de plusieurs sondages répartis tout au long de la berge ou à proximité. L'emplacement de ces sondages est présenté à la figure 607871-2018-04.

De manière générale, un remblai de matières résiduelles (scorie et mâchefer) d'épaisseur variable est présent tout au long de la berge. Il est plus épais dans la portion est de la berge que dans la portion ouest. Il repose généralement directement sur le roc ou sur une faible épaisseur de sol naturel. Au niveau de la berge, plusieurs indications montrent que le roc présente un profil avec des variations en escalier en direction du fleuve.

Une analyse précise de la proportion de matières résiduelles par fraction granulométrique dans plusieurs échantillons a confirmé des pourcentages systématiquement supérieurs à 50 % dans les matériaux de remblais. Puisqu'aucune concentration en contaminants n'excédait les normes du *Règlement sur les matières dangereuses* (RMD) dans les lixiviats obtenus sur ces matériaux, la totalité du remblai de matières résiduelles présent dans la berge est considérée non dangereuse. Des analyses par microscope à lumière polarisée (MLP) ont permis de vérifier l'absence d'amiante dans ce remblai de matières résiduelles au sein de plusieurs échantillons.

Par ailleurs, un enrochement est généralement présent dans le bas de la pente de la berge.

2.3 Localisation et identification des arbres

Un certain nombre d'arbres matures sont présents dans l'emprise de la berge. En prévision des travaux de restauration et en vue de l'éventuelle préservation de ces arbres, un inventaire exhaustif a été réalisé. Des aires de protection autour des arbres peuvent en effet être définies de manière à ce que les recouvrements à mettre en place y soient d'une épaisseur moindre afin de ne pas compromettre leur survie. Pour cela, la norme NQ 0605-100/2001 sur l'aménagement paysager à l'aide de végétaux prévoit une méthodologie afin d'établir des rayons de protection autour des arbres en fonction de l'âge et des espèces, et présente les épaisseurs de recouvrement recommandées dans ce rayon de protection.

L'inventaire complet est présenté sous forme de fiches à l'annexe 3. La figure 607871-2018-05 localise l'emplacement des arbres et leurs espèces.

À partir des rayons de protection des arbres établis par la norme mentionnée précédemment, des secteurs de conservation des arbres ont été définis sur le site. La figure 607871-2018-06 présente ces secteurs de conservation des arbres ainsi que les arbres qui devront être abattus, entre ces secteurs.

3. Évaluation des éléments du plan de restauration environnementale

À la suite d'une visite de terrain et d'une rencontre avec les représentants du MELCC et du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) en octobre 2017, il a été convenu que plusieurs scénarios de restauration de la berge soient évalués afin de tenir compte de l'impact de paramètres tels que le profilage des pentes, les contraintes de stabilité géotechniques ou l'éventuelle préservation d'arbres matures sur la réalisation du projet de restauration.

Les sections suivantes font état de l'évaluation des différents éléments importants du plan de restauration.

3.1 Maintien en place des matériaux

Tel que mentionné précédemment, la restauration de la berge prévoit être effectuée tout en maintenant en place les remblais de scories 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. Des mesures de mitigation du risque (recouvrements) sont incluses au plan de réhabilitation environnementale qui a été approuvé par le MELCC en février 2017.

Une évaluation des risques liés au maintien en place des matériaux devra être réalisée au niveau de la berge selon les exigences du MELCC soit sous forme d'un addenda à l'évaluation réalisée pour le reste du site soit de manière autoportante. Le contexte similaire et la nature identique des matériaux à maintenir en place devraient mener à des conclusions et recommandations pour la berge similaires à celles établies pour le reste de la propriété.

Ainsi, il est attendu qu'un recouvrement de matériaux exempt de contaminants soit requis sur une épaisseur de 1 m au niveau de tout aménagement paysager. Un recouvrement moindre, de 0,4 m, serait toutefois préférable au niveau du rayon de protection d'arbres qu'il serait prévu de préserver. Au niveau de structures permanentes; si présentes (ex. zone d'accès à l'eau, matelas de gabions), une épaisseur de 0,4 m de matériaux propres serait requise.

3.2 Profilage et stabilisation de la berge

Bien qu'il soit prévu de maintenir les matériaux en place, la nécessité d'assurer une stabilité géotechnique à la berge une fois restaurée et en prévision du recouvrement de matériaux propres à mettre en place, l'excavation de matériaux et le reprofilage de la berge sont nécessaires. Dans cette optique, plusieurs éléments du plan de restauration présentés dans les sections suivantes ont été évalués. Les travaux décrits par la suite concernent exclusivement l'emprise de la berge, soit la bande de terrain de 10 m à partir de la ligne des hautes eaux à récurrence de 2 ans (LHE₂). Aucun matériau de remblai ne sera mis en place en bas de la LHE₂. Localement, aux fins de stabilisation de la berge, des éléments nécessaires au support de la berge (enrochement, clé d'enrochement) pourraient toutefois déborder sur le littoral.

3.2.1 Détermination de la pente optimale

Lors du projet de restauration de la berge émis en 2014, une pente maximale de 1,5 H : 1V avait été convenue avec les représentants du MELCC comme une pente acceptable pour l'aménagement final de la berge.

Par la suite, lors d'une communication électronique, en juin 2017, puis lors de la visite du site et des discussions avec les représentants du MELCC et du CEHQ, une pente maximale de 2H : 1V était jugée préférable. Une pente de 3H : 1V était même jugée idéale par le représentant du CEHQ.

Dans un premier temps, des simulations de profilage de la berge selon des pentes de 1,5 H : 1V, 2H : 1V et 3H : 1V ont donc été effectuées dans le but d'en évaluer l'impact sur le projet de restauration, notamment sur les volumes de matériaux à excaver et sur l'adéquation avec le profil du reste du terrain. Ces simulations préliminaires incluaient un enrochement épais d'un mètre et s'étendant jusqu'à 1,5 m au-dessus de la LHE₂ (basé sur des recommandations géotechniques verbales et préliminaires) ainsi qu'un recouvrement d'un mètre de sol propre.

Une synthèse de ces simulations est présentée à l'annexe 4.

Sur la base de ces simulations, il a été déterminé qu'une pente de 3H : 1V n'était pas réaliste dans le cadre du projet de restauration. Le profilage d'une telle pente ne permet pas de s'arrimer avec le profil du reste du terrain pour lequel un recouvrement est prévu être mis en place jusqu'à la limite de la berge. Le profilage selon une pente de 3H : 1V n'a donc pas été retenu comme une alternative réalisable dans le cadre du plan de restauration.

Par la suite, une évaluation géotechnique a été effectuée afin d'évaluer la stabilité des pentes 1,5 H : 1V et 2H : 1V. Selon les données stratigraphiques disponibles, cette étude a permis d'établir que la pente 1,5 H : 1V ne peut être retenue, car, selon le facteur de sécurité utilisé, la berge pourrait ne pas être suffisamment stable. L'étude recommandait d'opter pour une pente plus douce de 2H : 1V. La lettre des recommandations géotechniques se retrouve à l'annexe 5 du présent document.

Pour la suite du projet de restauration, le profilage selon une pente 2H : 1V est ainsi retenu.

3.2.2 Enrochement

À la suite des travaux de profilage et préalablement à la mise en place du recouvrement, un enrochement devra être installé 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 berge. Cet enrochement devra être installé sur toute la longueur de la berge à l'exception de la zone d'accès à l'eau dont la pente est toutefois plus douce.

Dans le cas d'une pente 2H : 1V, l'étude géotechnique a établi que l'enrochement doit atteindre une élévation de 23,25 m, soit 1,08 m au-dessus de la LHE₂, pour les axes 1 et 2 de la berge, et une élévation de 25,17 m, soit 3 m au-dessus de la LHE₂, pour l'axe 3 de la berge.

L'enrochement de la berge nécessitera d'être ancré à l'aide d'une clé d'enrochement. Celle-ci devra minimalement descendre 0,3 m sous la ligne d'étiage ou s'appuyer sur le roc. Un géotextile devra être mis en place sous l'enrochement afin d'éviter l'érosion des matériaux de la berge.

Les recommandations géotechniques stipulent également que des études complémentaires, dont une étude de l'hydrodynamique au niveau de la berge, sont nécessaires afin de définir plus précisément la conception de l'enrochement, notamment le diamètre des matériaux à utiliser ainsi que la conception de la clé d'enrochement.

Les observations effectuées sur le terrain ont montré que parmi les blocs de pierre présents sur l'ensemble de la berge, 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. Tel que convenu avec les représentants du MELCC lors de la visite du site, les gros blocs de scories, aussi présents au pied de la berge, pourront également être réutilisés sans toutefois qu'ils ne soient visibles au moment de l'aménagement final.

3.2.3 Gabions

Dans les secteurs où il serait souhaitable de conserver les arbres présents dans la berge, la mise en place de gabions constitue une alternative permettant d'assurer le soutènement de la berge sans effectuer de profilage.

Une présentation des gabions pouvant être installés dans la berge est donnée à l'annexe 6.

3.3 Mise en place de matériaux de recouvrement

Tel que mentionné précédemment, il est prévu qu'un recouvrement de matériaux exempt de contaminants soit requis sur une épaisseur de 1 m au niveau de tout aménagement paysager. Un recouvrement moindre, de 0,4 m, est toutefois prévu au niveau du rayon de protection d'arbres qui seront préservés. Une épaisseur de 0,4 m de matériaux propres est également requise au niveau des structures permanentes (ex. : zone d'accès à l'eau, matelas de gabions).

3.3.1 Recouvrement par du matériel propre

Le recouvrement des remblais maintenus en place dans la berge sera réalisé à l'aide d'un matériau d'emprunt externe classe « B » ou d'un autre matériau de qualité géotechnique équivalente ou supérieure. Ce matériel sera érigé par couches successives de 300 mm d'épaisseur maximale, compactées individuellement. Les matériaux de remblai présenteront des caractéristiques (granulométrie et teneur en eau) permettant une densification facile et efficace. De plus, le matériel de recouvrement présentera une qualité environnementale respectant le critère « B » en ce qui a trait au paramètre des métaux et le critère « A » en ce qui a trait aux paramètres des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des hydrocarbures pétroliers (HP C₁₀-C₅₀) et des composés organiques volatils (COV), critères provenant du *Guide d'intervention* du MELCC. Le remblayage se fera en conformité avec l'article 4 du *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés*.

Une couche de terre végétale sera par la suite mise en place sur une épaisseur 0,3 m, jusqu'à l'atteinte de la cote finale. La terre sera déposée et nivelée afin de s'arrimer d'une part avec l'enrochement mis en place préalablement dans la pente. Il est à noter que dans le cas de la présence de gabions ou 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, le revêtement final consistera plutôt en un remblai de pierre concassée 10–20 mm (pierre nette $\frac{3}{4}$ po) sur une épaisseur de 0,15 m.

3.3.2 Recouvrement par un matelas de gabions

Aux endroits où des pentes plus abruptes ne seront pas profilées afin de préserver certains arbres matures, il pourrait être prévu de mettre en place des matelas de gabions du fait de l'impossibilité de mettre en place des sols de recouvrement dans ces pentes.

Une description de ces matelas de gabions est présentée à l'annexe 6.

Il est à noter que dans le cas de la présence de matelas de gabions, de la terre végétale sera mise en place dans la structure afin de permettre sa végétalisation.

3.4 Évaluation des scénarios de restauration

Basées sur les exigences géotechniques minimales requises en termes de pente et de stabilisation par enrochement, trois scénarios ont été élaborés afin d'évaluer différentes options de restauration. Pour chacun des scénarios, les volumes de déblais, de remblais, de sols de recouvrement et d'enrochement ont été déterminés. Le nombre d'arbres qui pourront être préservés ou devront être abattus a également été pris en compte.

Chacun des trois scénarios est présenté brièvement aux sections suivantes. Une présentation plus détaillée ainsi que des illustrations en plan et en coupes sont présentées à l'annexe 7. Les quantités associées aux différents éléments du plan de restauration sont également présentées dans l'annexe 7.

3.4.1 Scénario 1 : Profilage intégral de la berge

Un premier scénario a tout d'abord considéré l'éventualité de profiler la berge au complet selon une pente de 2H 1V correspondant aux recommandations géotechniques minimales puis de mettre en place l'enrochement requis (axes 1 et 2 : jusqu'à 23,25 m; axe 3 : jusqu'à 25,17 m). Un recouvrement d'un mètre de sol propre est ensuite prévu depuis l'enrochement jusqu'à la limite entre la berge et le reste du terrain où un recouvrement similaire doit être mis en place également. Dans ce scénario aucun arbre n'est conservé.

3.4.2 Scénario 2 : Préservation d'arbres par de l'enrochement

Selon ce second scénario et dans l'optique de conserver des arbres sur la berge, aucun profilage de la berge n'est prévu dans les secteurs de conservation des arbres définis à la section 2.3. À ce niveau, un enrochement additionnel mis en place suivant une pente de 2H : 1V doit permettre le soutènement de la berge. Un recouvrement de 0,4 m de sol propre est prévu dans les aires de protection des arbres. Un enrochement et un couvert d'un mètre de sol propre similaires au scénario 1 sont prévus ailleurs dans le reste de la berge.

3.4.3 Scénario 3 : Préservation d'arbres par des gabions

Selon ce troisième scénario et dans l'optique de conserver des arbres sur la berge, aucun profilage de la berge n'est prévu dans les secteurs de conservation des arbres définis à la section 2.3. À ce niveau, des gabions seront mis en place afin d'assurer le soutènement de la berge. Un matelas de gabions de 0,4 m d'épaisseur est prévu dans les aires de protection des arbres. Un enrochement et un couvert d'un mètre de sol propre similaires au scénario 1 sont prévus ailleurs dans le reste de la berge.

3.4.4 Scénario retenu

Le second scénario a été retenu afin que de conserver le plus d'arbres possible. Ce scénario permettra de conserver 92 % des arbres, limitera l'accès aux remblais de scories de manganèse par la faune et les travailleurs, stabilisera et renaturalisera la berge dans son ensemble.

3.5 Gestion des matériaux excavés (déblais)

La caractérisation des matériaux de remblai les ayant identifiés comme des matières résiduelles non dangereuses, tout surplus de matériaux excavés sera éliminé hors site en conformité avec la réglementation.

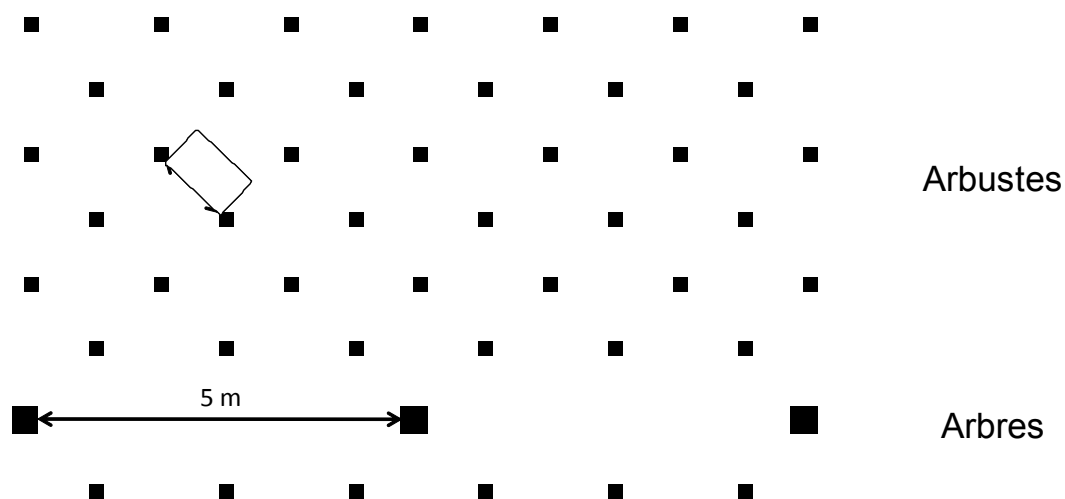
3.6 Renaturalisation de la berge

À la suite des travaux de recouvrement, la zone de la berge, 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 seront ensemencées à partir de la limite de l'enrochement alors que des espèces arbustives et arborescentes indigènes seront plantées dans le replat en haut de la berge.

La végétalisation de la berge 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 berge déposé par HDS en 2009 pour le compte d'Elkem.

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. Les espèces d'arbustes et d'arbres seront de hauteurs différentes et seront implantées en commençant par le haut 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.



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 plants auront les caractéristiques des espèces indigènes déjà présentes sur le site et certaines seront adaptées aux terrains secs. Ces critères ont influencé le choix des végétaux suivants :

Arbustes d'une hauteur inférieure à 2 mètres

- › la Potentille frutescente (*Potentilla fruticosa*);
- › le Rosier inerme (*Rosa blanda*);
- › la Shepherdie du Canada (*Shepherdia canadensis*);
- › la Vigne vierge (*Parthenocissus quinquefolia*).

Arbustes d'une hauteur variant de 2 à 5 mètres

- › l'Amélanchier du Canada (*Amelanchier canadensis*);
- › l'Amélanchier glabre (*Amelanchier laevis*);
- › l'Aulne crispé (*Alnus crispa*);

- › le Sureau du Canada (*Sambucus canadensis*).

Arbustes d'une hauteur inférieure à 10 mètres

- › le Cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*);
- › le Saule brillant (*Salix lucida*);
- › le Sumac vinaigrier (*Rhus typhina*).

Arbres d'une hauteur supérieure à 10 mètres

- › le Cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica*)
- › le Frêne rouge (*Fraxinus pennsylvanica*);
- › l'Orme d'Amérique (*Ulmus americana*);
- › le Peuplier à feuilles deltoïdes (*Populus deltoides*).

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 alba*) 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.

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 berge, à l'excavation et à l'élimination des matériaux, à la mise en place des mesures de recouvrement, à l'enrochement de la berge 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 prévue 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 les berges 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 berge sont nécessaires, un accès sera aménagé à même la berge. 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 berge 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 sols contaminés 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 berge seront effectués entre l'été et l'automne 2020. 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.

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 de la qualité de la réhabilitation de la berge portera sur les trois éléments suivants :

- › 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;
- › La vérification de l'intégrité de l'enrochement et des gabions, le cas échéant, le rétablissement des pierres et des blocs en saillie ou en surplomb qui pourraient facilement déboiler ou être arrachés par les glaces ou les matériaux transportés par l'eau et menacer la stabilité de l'enrochement.

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

6. Échéancier global des travaux

Considérant les travaux en cours pour le démantèlement du bateau Katryn Spirit le long de la berge et qui devraient s'achever à l'automne 2019, il est anticipé que les travaux de restauration de la berge puissent débuter au printemps 2020 pour se finir à l'automne de la même année.

- Figure 01 Localisation des travaux de restauration
607871-2018-01
- Figure 02a Limite de l'axe 1
607871-2018-02a
- Figure 02b Limite de l'axe 2
607871-2018-02b
- Figure 02c Limite de l'axe 3
607871-2018-02c
- Figure 03a Vue en plan de la berge existante (axe 1)
607871-2018-03a
- Figure 03b Vue en plan de la berge existante (axe 2)
607871-2018-03b
- Figure 03c Vue en plan de la berge existante (axe 3)
607871-2018-03c
- Figure 04 Localisation des sondages utiles aux diverses simulations
607871-2018-04
- Figure 05 Localisation et descriptif des arbres présents sur la berge
607871-2018-05
- Figure 06a Secteurs de conservation des arbres (axe 1)
607871-2018-06a
- Figure 06b Secteurs de conservation des arbres (axe 2)
607871-2018-06b
- Figure 06c Secteurs de conservation des arbres (axe 3)
607871-2018-06c



Fleuve Saint-Laurent

AXE 2

AXE 3

AXE 1

Route 132

- 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 berge
- Portion de la berge exclue des travaux
- Zone d'accès à l'eau

CLIENT :



SNC • LAVALIN

PROJET :

Restauration environnementale de la berge du site de l'ancienne usine d'Elkem

ENDROIT :

61, boulevard de Melocheville Beauharnois (Québec)

TITRE :

Localisation des travaux de restauration

ÉCHELLE :

22 0 22 44 m

1/2 000

DATE :

2018-11-16

DOSSIER :

607871-2018

RÉV. :

00

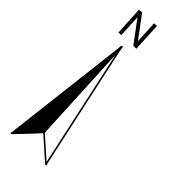
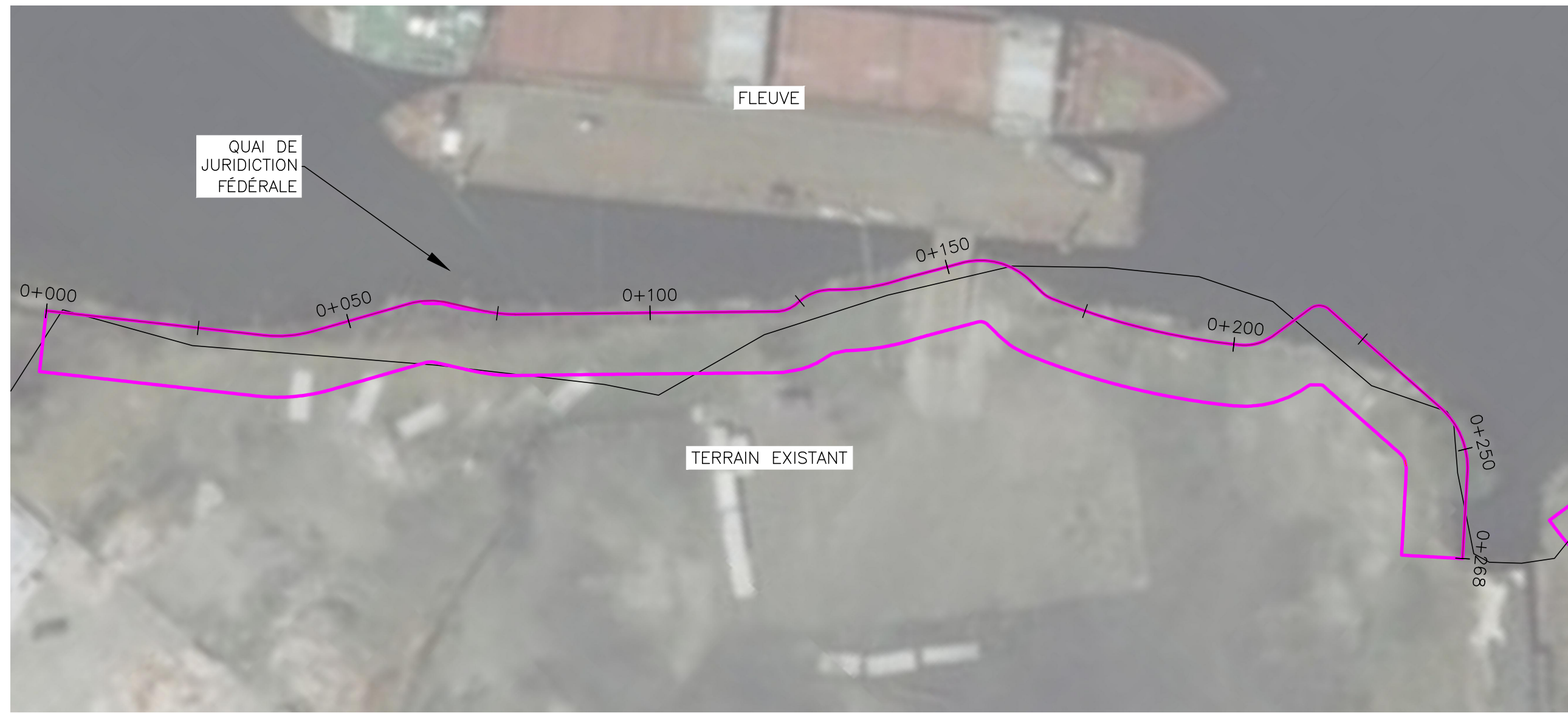
DESSIN :

01

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



Référence:
World Imagery, Esri

T:\Proj\607871 - ELKEM\4.0_Réalisation\4.5_SIG\ArcGIS\11MXD\Report\Rehabilitation\607871_fig1_Travaux_de_Rehabilitation_181116.mxd



LÉGENDE

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

CLIENT :		 	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LIMITE DE L'AXE 1			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	02a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5.3_Plans Émis\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_3-SIMULATION_Mod.dwg

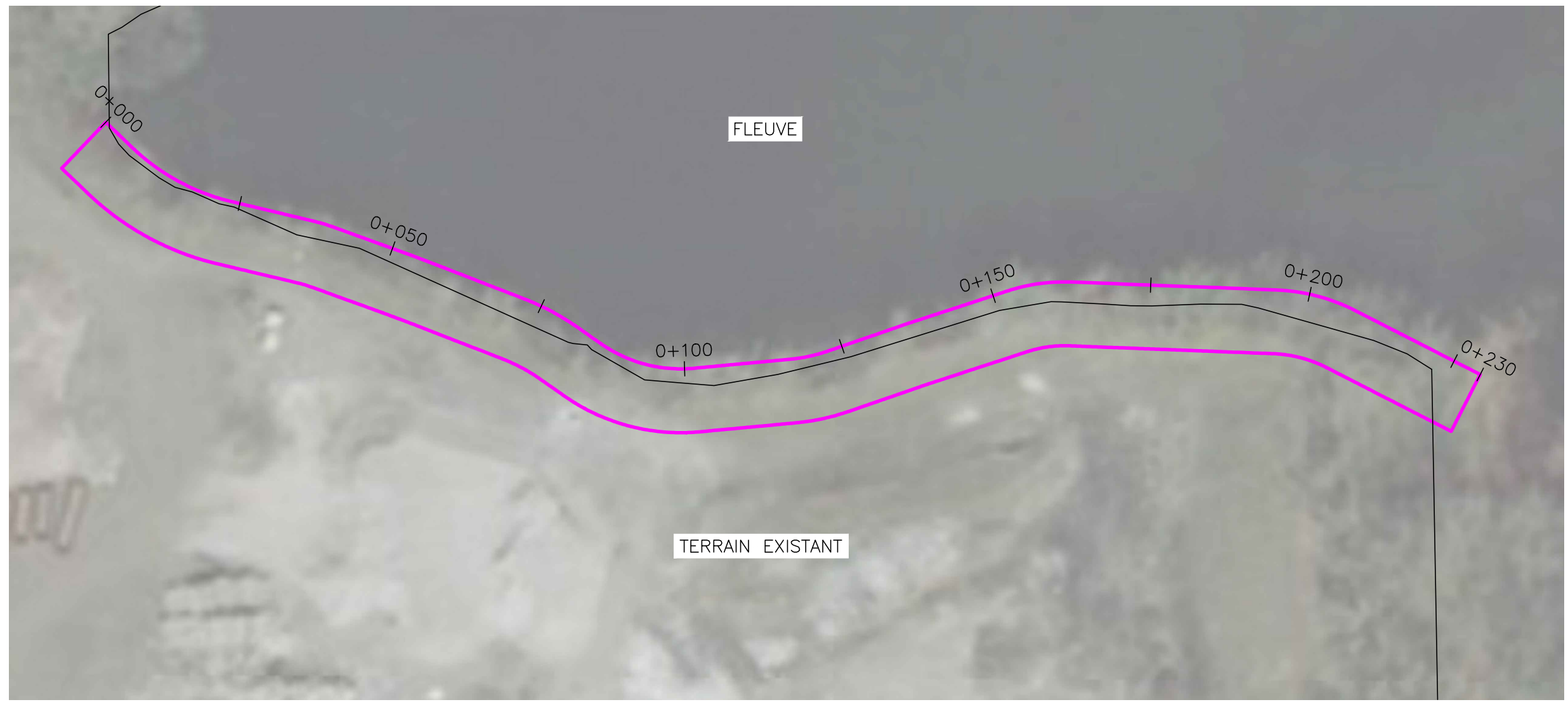
V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL_3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_3-SIMULATION_Mod.dwg



LÉGENDE



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

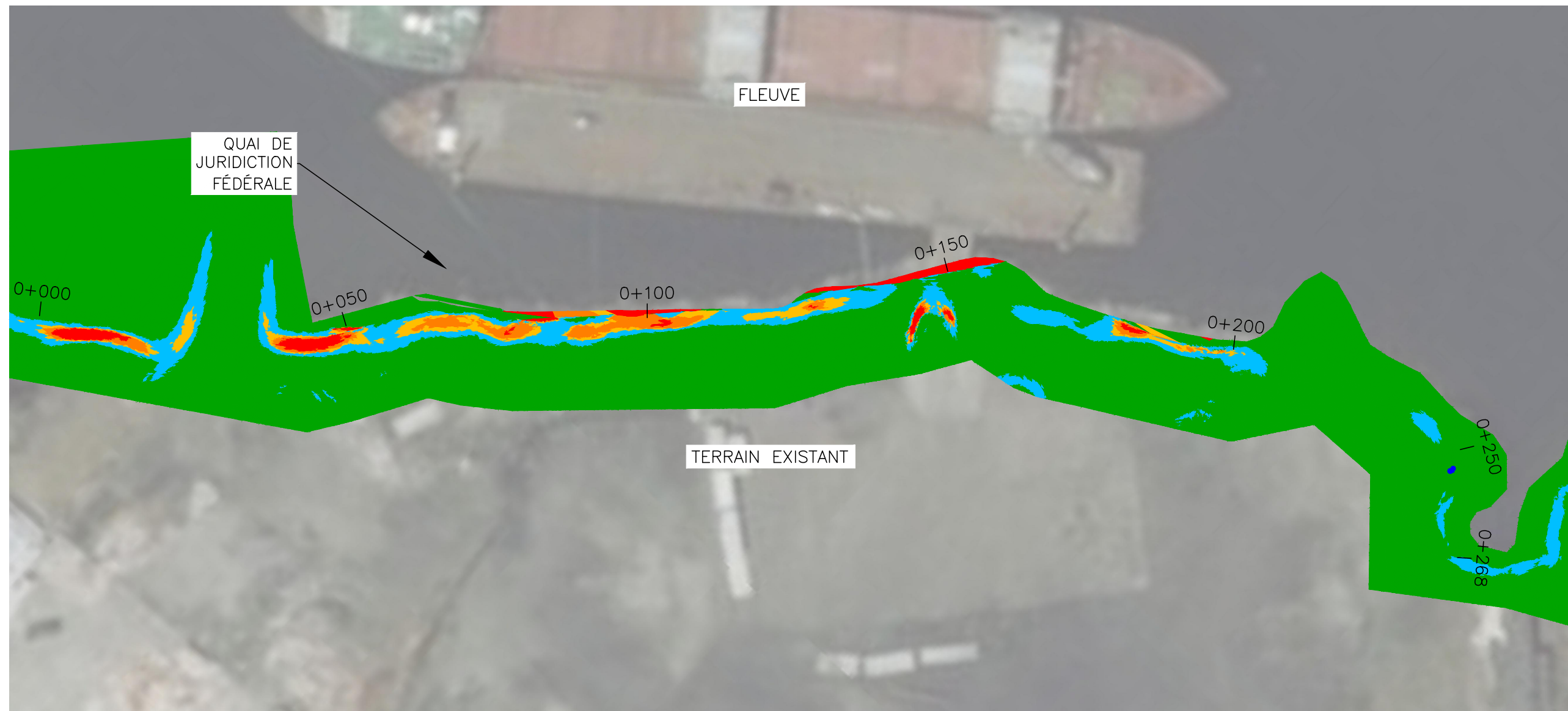
CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LIMITE DE L'AXE 2					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-14	607871-2018	00	02b		



LÉGENDE


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

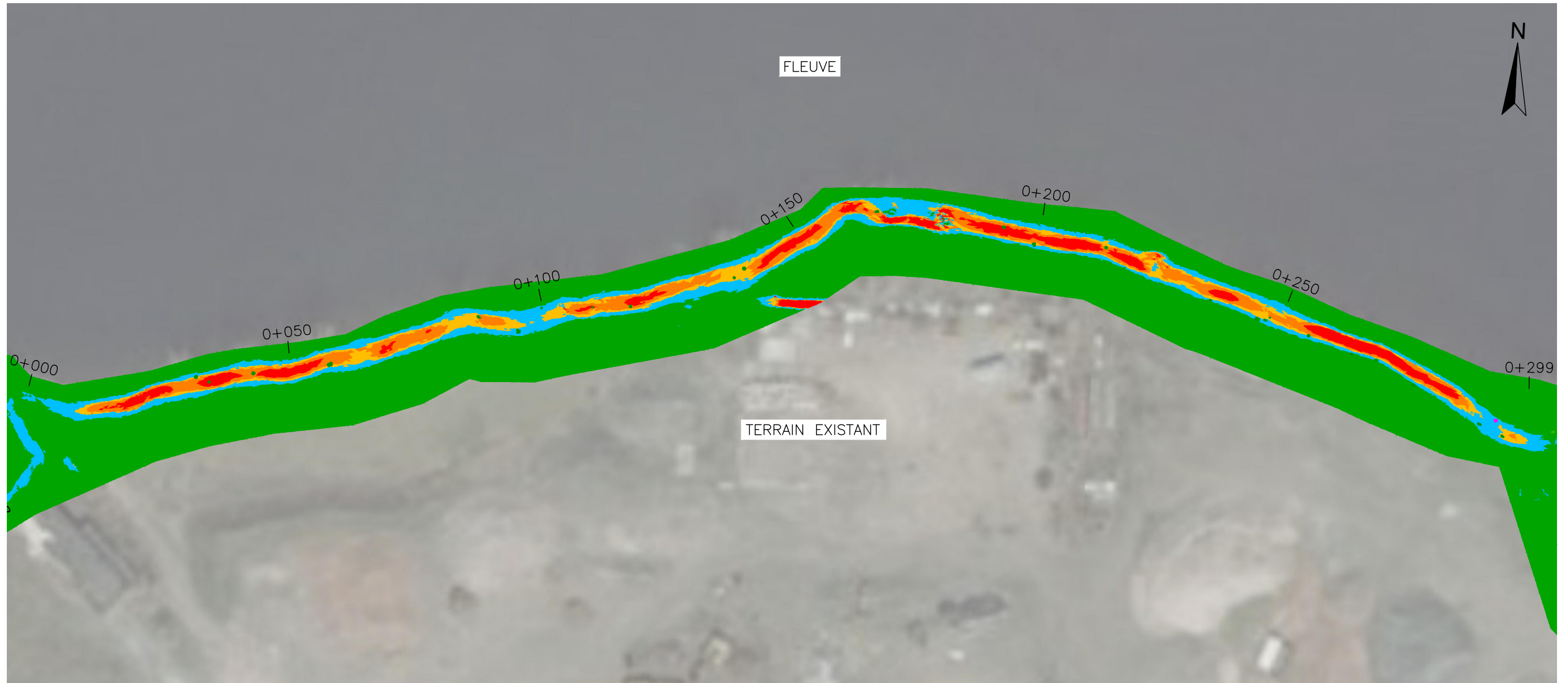
CLIENT :		 	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LIMITE DE L'AXE 3			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	02c



LÉGENDE


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

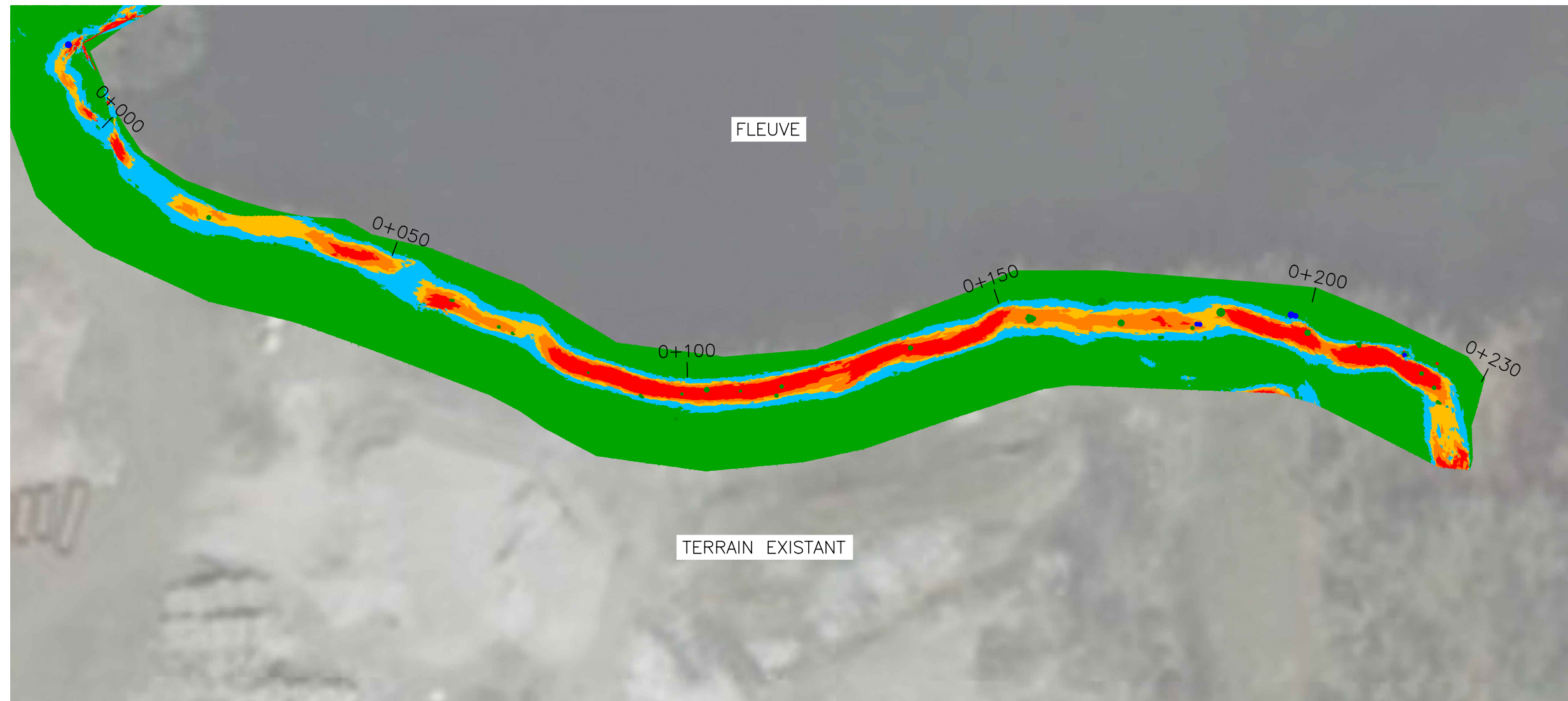
CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : VUE EN PLAN DE LA BERGE EXISTANTE (AXE 1)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	03a		



LÉGENDE

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

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : VUE EN PLAN DE LA BERGE EXISTANTE (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	03b		



LÉGENDE



PENTE 3H:1V
PENTE 2H:1V
PENTE 1,75H:1V



PENTE 1,5H:1V
PENTE 1H:1V



PEUPLIER



SAULE



ORME



FRÊNE

CLIENT :



PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA
BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM

ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE
BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : VUE EN PLAN
DE LA BERGE EXISTANTE (AXE 3)

ÉCHELLE :
AUCUNE

DATE :
2018-11-15





DOSSIER :
607871-2018

RÉV.
00


DESSIN :
03c



LÉGENDE

-  TRANCHÉE D'EXPLORATION ANTÉRIEURE
-  F-000 FORAGE ANTÉRIEUR
-  PO-000 FORAGE AVEC Puits D'OBSERVATION ANTÉRIEUR
-  PORTION DE LA BERGE EXCLUE DES TRAVAUX

CLIENT:



PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : LOCALISATION DES SONDAGES UTILES AUX DIVERSES SIMULATIONS
ÉCHELLE : 1 : 1 000 

DATE : 2017-12-20	DOSSIER : 607871-2018	RÉV. : 00	DESSIN : 04
-------------------	-----------------------	-----------	-------------

V:\Projets\602390 - Apprentissage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plan_Emil\000_4200_0000_00.dwg



Fleuve Saint-Laurent

ESSENCE D'ARBRE

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

DIAMÈTRE DU TRONC (mètres)

- 0,18 à 0,4
- 0,4 à 0,7
- 0,7 à 1,2



CLIENT :



SNC • LAVALIN

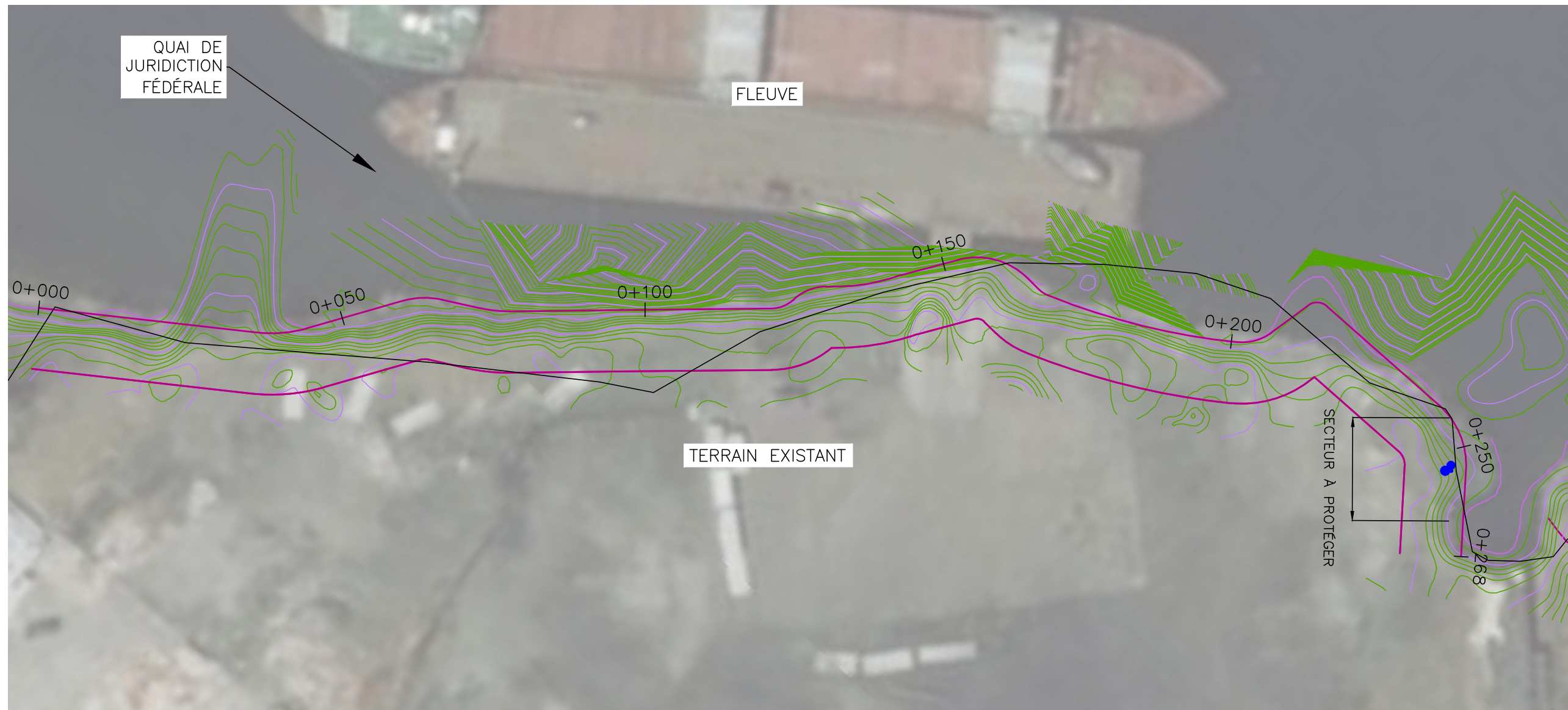
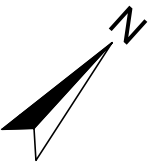
PROJET : Restauration environnementale de la berge du site de l'ancienne usine d'Elkem

ENDROIT : 61, boulevard de Melocheville Beauharnois (Québec)

TITRE : Localisation et descriptif des arbres présents sur la berge

ÉCHELLE :	DATE :	DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :
1/3 000	2018-11-16	607871-2018	00	05

Note:
1- Ce dessin doit être lu conjointement avec le rapport qui l'accompagne.
Référence:
1- Fond de carte: WorldImagery, ESRI

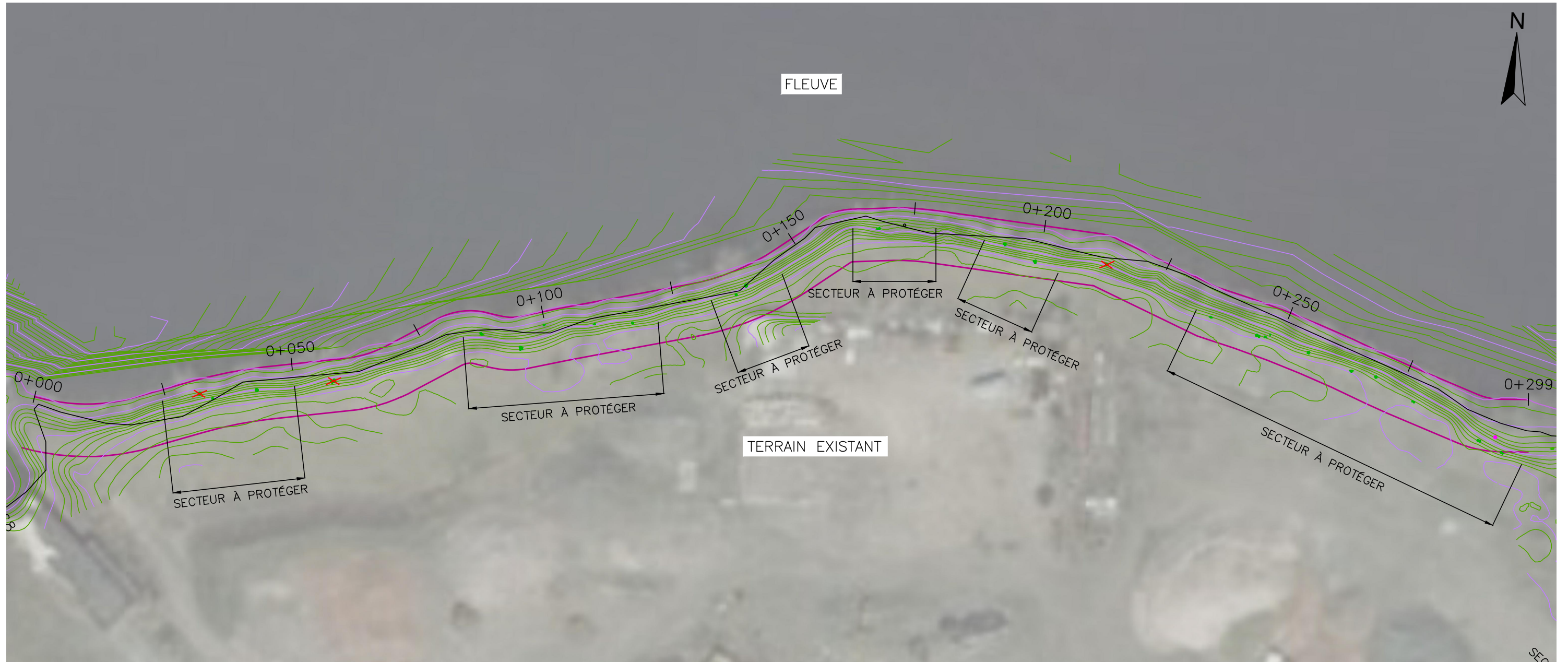


LÉGENDE

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- SAULE

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : SECTEURS DE CONSERVATION DES ARBRES (AXE 1)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	06a		

C:\Users\lagam2\Desktop\ACAD-607871_1000_4ZDD_0001_PA_mise en page_Gabion-PLAN-07-10.dwg

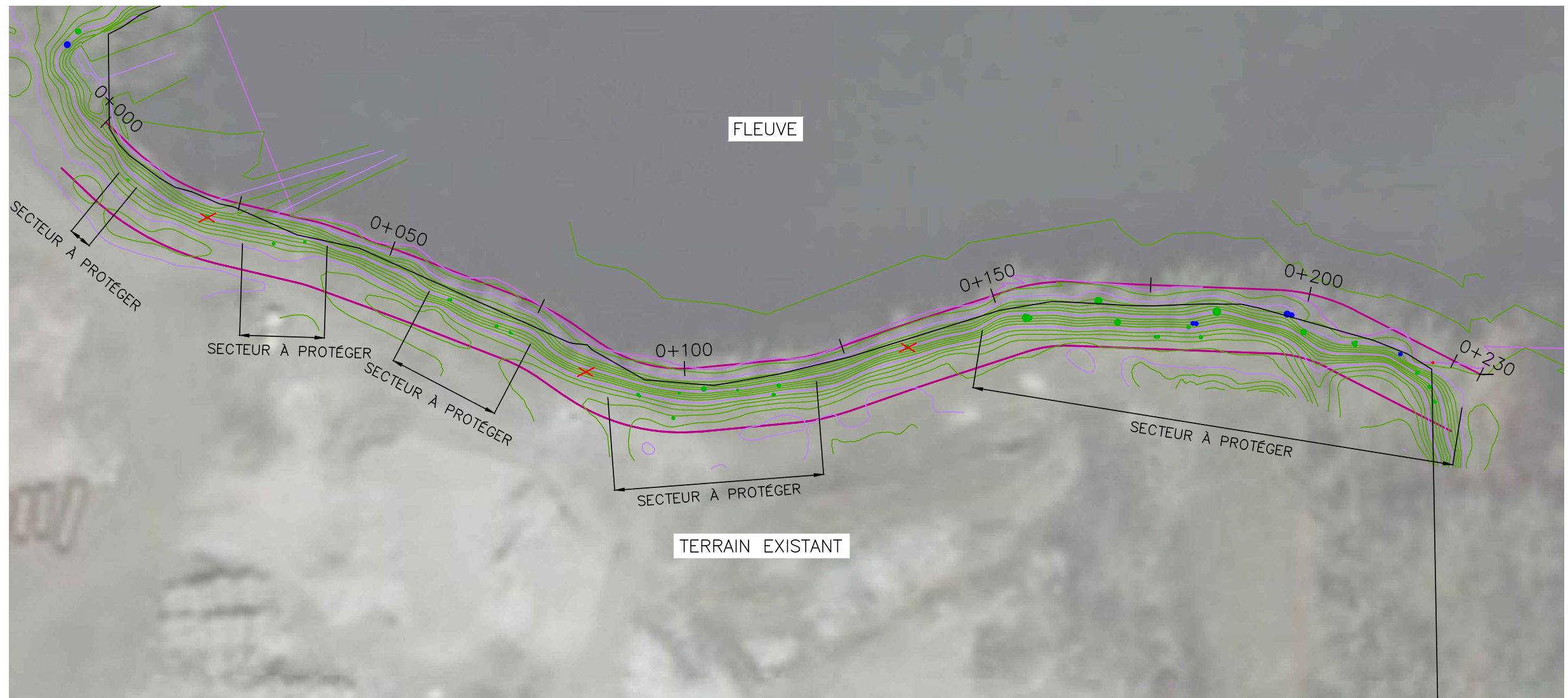


LÉGENDE

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- ✕ ARBRE TUÉ

- INCONNU
- PEUPLIER
- SORBIER

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : SECTEURS DE CONSERVATION DES ARBRES (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	06b		



LÉGENDE

- LIMITE DE PROPRIÉTÉ – LOT 4 714 988 AU CADASTRE DU QUÉBEC
- ✗ ARBRE TUÉ

- PEUPLIER
- SAULE
- ORME
- FRÊNE

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : SECTEURS DE CONSERVATION DES ARBRES (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	06c		

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

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 3



Inventaire des arbres de la berge

Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
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
Climat régional		
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

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Meilleures conditions de croissance	<ul style="list-style-type: none"> - Dépôts d'alluvions en bordure des ruisseaux, des rivières et des lacs, bords de champ, dépressions humides et ouvertes, vallées encaissées - 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 - Texture moyenne à fine avec un drainage bon à modéré ou texture grossière avec un drainage modéré à imparfait - 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 - pH optimal : 5,5 à 8 	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"> - Généralement en association avec d'autres feuillus qui tolèrent les sites argileux et mal drainés - Croît parfois en petits peuplement presque purs 	<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"> - Stade semis. semi tolérante : 6/9 sur l'échelle de Humbert (1 : très tolérant ; 9 : très intolérant) - Tolérant pour les stades ultérieurs en milieu riverain humide (souvent en concurrence avec les essences pionnières PED, PET, SAL) - semi tolérante pour les stades ultérieurs sur les sites bien drainés 	<ul style="list-style-type: none"> - Tolérant en jeune âge - 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. - Les besoins en lumière augmentent avec l'âge : semi tolérant à partir du stade de perchis - Nettement plus tolérant que d'autres espèces pionnières comme le cerisier de Pensylvanie et le tremble
<p>Facteurs limitatifs ou favorables à l'aménagement de l'essence</p>	<p>Facteurs limitants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. - Une nappe phréatique trop élevée ou un sol trop sec nuisent à sa croissance. 	<p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un couvert dense et le manque de lumière - 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)

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Morphologie		
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"> - Production faible de branches adventives chez les dominants après une éclaircie, sauf si l'ouverture du couvert est importante - 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 - La majorité des gourmands produits disparaissent au cours des 20 ans qui suivent une éclaircie pour ne laisser majoritairement que des noeuds renflés

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Système racinaire	<ul style="list-style-type: none"> - Système racinaire superficiel et très étalé dans du sol lourd et humide - Les racines atteignent de 1,5 m à 3 m de profondeur dans du sol au drainage modéré 	<ul style="list-style-type: none"> - Le système racinaire s'adapte à des conditions extrêmes, tolérant tant les sols tourbeux que ceux très secs - Les racines occupent généralement les premiers 25 cm du sol, mais elles peuvent parfois atteindre de 2 m à 3 m de profondeur - Les racines principales peuvent mesurer jusqu'à 25 m de longueur
Croissance (stades perchis et futaie)		
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"> - Croissance habituellement plus rapide que chez ses compétiteurs - L'espèce est capable de maintenir sa position dominante dans le peuplement à long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance diminuant lorsque le couvert se referme à cause de la concurrence pour la lumière - La croissance ralentit au stade de perchis, si la densité est élevée
Longévité naturelle	Jusqu'à 200 ans et parfois plus	<ul style="list-style-type: none"> - habituellement 80 ans - Elle peut parfois atteindre 200 ans ou un peu plus
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)
Reproduction		
Modes de reproduction		
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.
Floraison		
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)
Production semencière		
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
Dispersion des semences		
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 chancres 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)
Tolérance et résistance aux stress		
Résistance au vent	<ul style="list-style-type: none"> - Élevée en général - Le risque de chablis diminue chez les grands ormes dotés de longues racines - Risques plus élevés chez les ormes de taille moyenne, établis sur un sol mince - Risques accrus dans les ormaies à la suite d'une forte éclaircie 	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"> - 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. - Faible en milieu ouvert 	<ul style="list-style-type: none"> - Modérée - 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.
Tolérance au gel	<ul style="list-style-type: none"> - Le gel affecte plus souvent les racines que les parties aériennes de l'arbre. - Les gels printanniers tardifs intenses peuvent détruire les fruits, les bourgeons et les fleurs. - Risque faible de gélivure sur le tronc, sauf chez les arbres infectés par le "wetwood". - Tolérance aux basses températures: 3,9 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible au gel printanier tardif (fleurs), surtout à la limite nord de son aire de distribution. - Faible au gel printanier tardif (pousses annuelles), surtout en milieu ouvert et sur les sommets de moyenne altitude. - Tolérance aux basses températures: 2,6 / 5 sur l'échelle de Bakusis: 1 : très résistant, 5 :peu résistant.

	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 SO ₂ et O ₃ : très élevée - SO ₂ , sylvicides (2,4-D, 2,4,5-T) : élevée, surtout chez les jeunes ormes - O ₃ : information contradictoire selon les auteurs - Sel : modérée ou élevée - HF1 : faible	- Sel : très élevée. - SO ₂ : modérée. - HCl, Cl : faible ou modérée - Ozone : élevée

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Autres stress	<ul style="list-style-type: none"> - Tolérance élevée aux conditions urbaines: froids intenses (- 40°C), sel de déglçage, compaction du sol et taille des racines - Les grands ormes isolés sont très exposés au froudroiement - L'espèce est apte à revitaliser les sites contaminés par les résidus miniers 	<ul style="list-style-type: none"> - Résistance élevée au dépérissement consécutif à l'ouverture du couvert, mais production abondante de rejets de pied sur les sujets en situation de stress. - 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. - Résistance faible à nulle du bois de cœur à la pourriture. - 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.
Principaux dommages causés pas les animaux	<ul style="list-style-type: none"> - Dommages causés par les pics sur le tronc - Broutage par le cerf de Virginie 	<ul style="list-style-type: none"> - Résistance élevée au dépérissement consécutif à l'ouverture du couvert, mais production abondante de rejets de pied sur les sujets en situation de stress. - 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. - Résistance faible à nulle du bois de cœur à la pourriture. - 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.

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
Utilisations		
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>
Divers		
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>

	Orme d'Amérique (ORA)	Érable rouge (ERR)
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"> - 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 - 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 - 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) 	- 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>

Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
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		
------------------	--	--

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
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
Climat régional		
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

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Meilleures conditions de croissance	<ul style="list-style-type: none"> - Sols riches des plaines basses, contrairement au frêne blanc, bords des marais et des rivières - Textures moyennes-fines avec un drainage 3 à 4 - Textures moyennes avec un drainage 3 à 5 - pH optimal de 5,5 à 8 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Texture moyenne à fine

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Dynamique		
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"> - En plantation, adaptation rapide suite à la mise en terre, ce qui lui permet de croître en présence d'une compétition herbacée. - 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. - 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. - 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 	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)
Morphologie		
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

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Système racinaire	- Système racinaire latéral et profond	- Système racinaire superficiel avec racines puissantes - Système racinaire profond lorsque les conditions sont favorables
Croissance (stades p		
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

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Production semenci		
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
Dispersion des seme		
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)
Tolérance et résistan		
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.

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Tolérance à la sécheresse	<ul style="list-style-type: none"> - Modérée - Le plus résistant des frênes 	Élevée
Tolérance aux inondations et à la remontée de la nappe phréatique	<ul style="list-style-type: none"> - Élevée - Peut supporter plusieurs semaines d'inondation pendant la période de dormance - Diminution de la tolérance avec l'âge 	<ul style="list-style-type: none"> - Élevée - 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. - Une inondation prolongée est nuisible pour les arbres établis et les rejets.
Tolérance à la compaction du sol	Élevée	Élevée
Sensibilité aux dommages causés par le feu	Non disponible	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Faible production de drageons sur les tiges qui ont survécu à un feu - Les grands arbres sont susceptibles aux dégâts causés par la foudre.
Sensibilité aux polluants atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> - Supporte plus ou moins les conditions urbaines - SO₂, Ozone : élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - O₃ : élevée - SO₂, sel : faible

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

		Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
Utilisations			
Autres utilisations	Non disponible		<ul style="list-style-type: none"> - Brise-vent - Stabilisation du sol, le long des cours d'eau par exemple - Bioénergie - Nourriture pour le bétail du fait de l'absence de tannins et de la richesse des nouvelles pousses en protéines et en minéraux
Divers			
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

	Frêne rouge (Frêne de Pennsylvanie) (FRP)	Peuplier deltoïde (PED)
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>

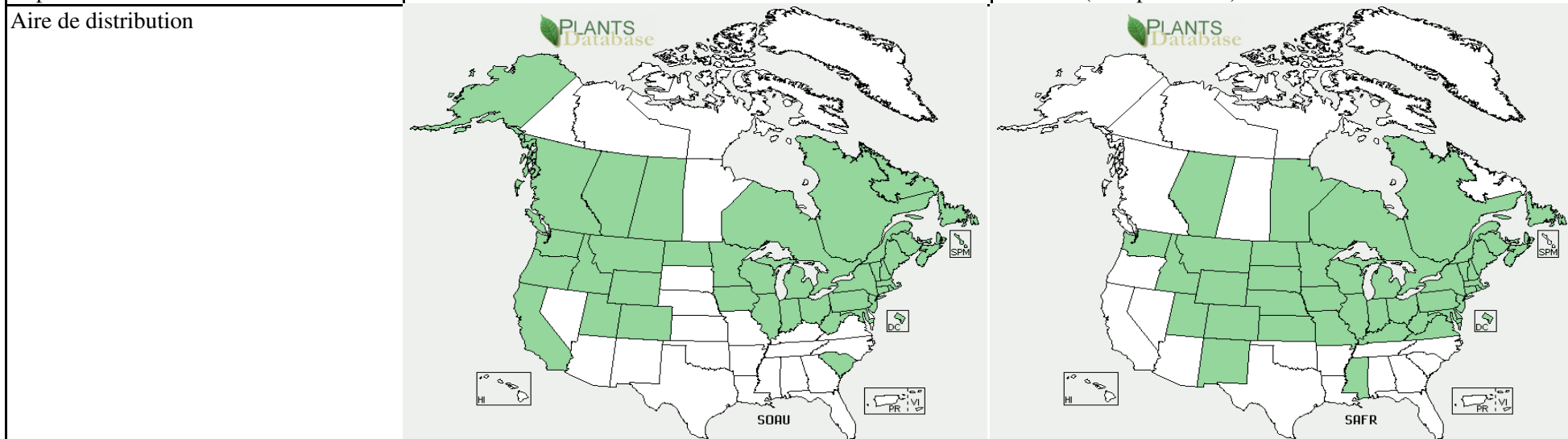
<http://www.repertoirequebecnature.com/index.html>

<https://afsq.org>

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

Localisation

Répartition	Introduit	Introduit (Europe et Asie)
-------------	-----------	----------------------------



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

Climat régional

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

Sorbier des oiseleurs	Saule fragile
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.
--	--	--

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

Tolérance et résistance aux stress		
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
Utilisations		
Autres utilisations		Stabilise les rives, empêche l'érosion en rive, utilisé comme écran. Utilisé comme bois de chauffage. Sonorité du feuillage, vertus médicinales
Divers		
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>

Sorbier des oiseleurs	Saule fragile
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 4

Simulations de profilage

Simulations de profilage

Profilage de la pente

Les simulations de profilage de la berge selon trois pentes débutant au niveau de la ligne des hautes eaux à récurrence de 2 ans (LHE₂) ont été réalisées :

- › 1,5H : 1V, pente relativement abrupte qui avait été convenue dans la version précédente du plan de restauration;
- › 2H : 1V, pente moyennement douce jugée préférable par les représentants de la direction régionale du MELCC;
- › 3H 1V, pente douce, jugée idéale par le représentant du Centre d'expertise hydrique du MELCC lors de la visite du site en octobre 2017.

Aménagements

Selon une évaluation géotechnique préliminaire au moment de ces simulations, il était recommandé de mettre en place un enrochement en bas de talus s'étendant jusqu'à 1,5 m au-dessus de la LHE₂. C'est ce qui a été considéré dans le cadre de ces simulations.

De plus, l'ajout d'un recouvrement d'un mètre de sol propre, mesure de mitigation associée au maintien en place des matériaux, a été considéré lors des simulations de profilage.

Volumes

Pour chacune des simulations, une estimation des volumes associés à chacun des éléments du plan de restauration a été réalisée. Ces volumes sont présentés au tableau 1.

Tableau 1 Volumes (m³) associés aux simulations

Pente	Déblai	Remblai	Sol de recouvrement	Enrochement
1,5H : 1V	1 660	880	5 800	1 980
2H : 1V	3 000	300	5 000	2 300
3H : 1V	7 700	126	3 250	2 830

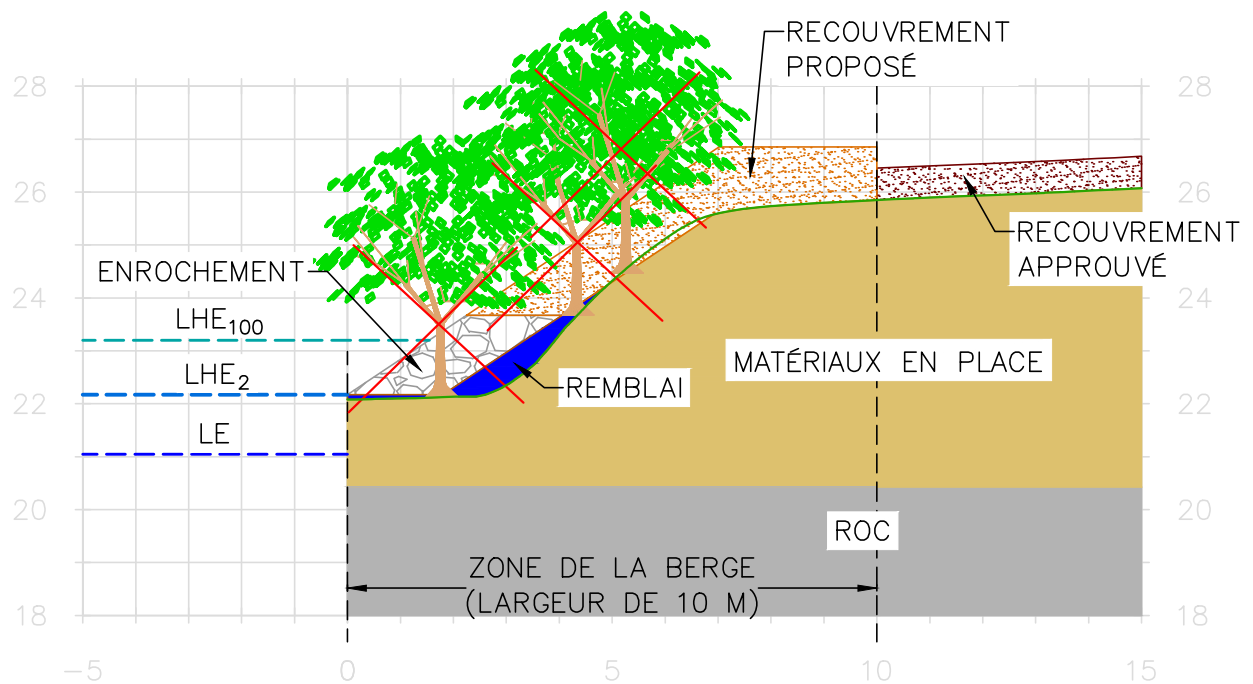
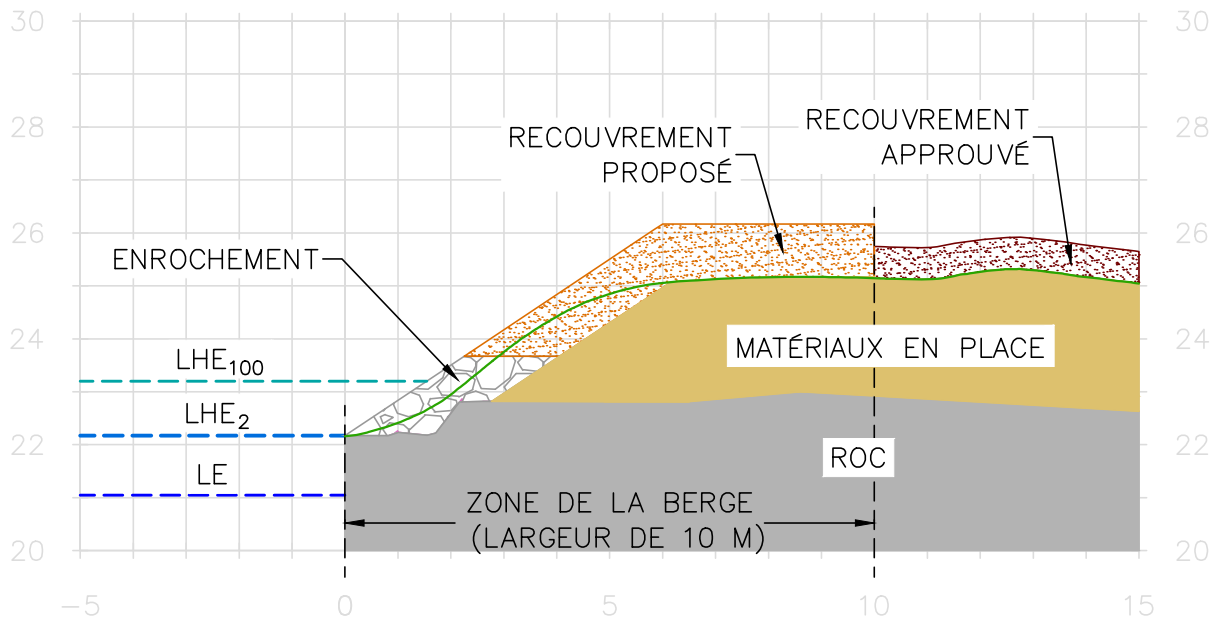
Illustrations

Les simulations de profilage sont globales pour la berge et figurent un aménagement régulier en suivant le tracé de la LHE₂. Selon la topographie, les vues en coupe peuvent ainsi varier d'un endroit à l'autre. Des vues en coupe typiques sont présentées aux pages suivantes pour chacune des trois simulations.

Des plans présentés aux pages suivantes ont été réalisés afin de visualiser les portions de la berge où des opérations de déblai et de remblai sont nécessaires pour profiler le terrain selon la pente désirée.

Vues en coupe
Simulation 1,5H : 1V

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_3--SIMULATION_Mod.dwg



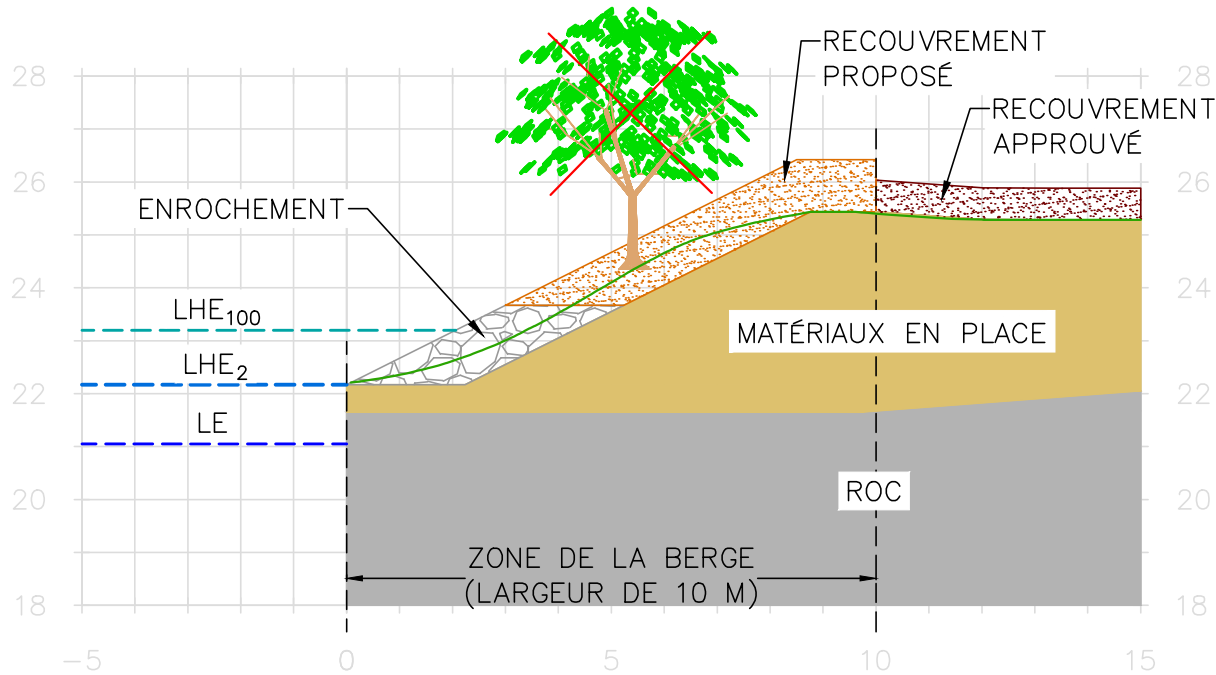
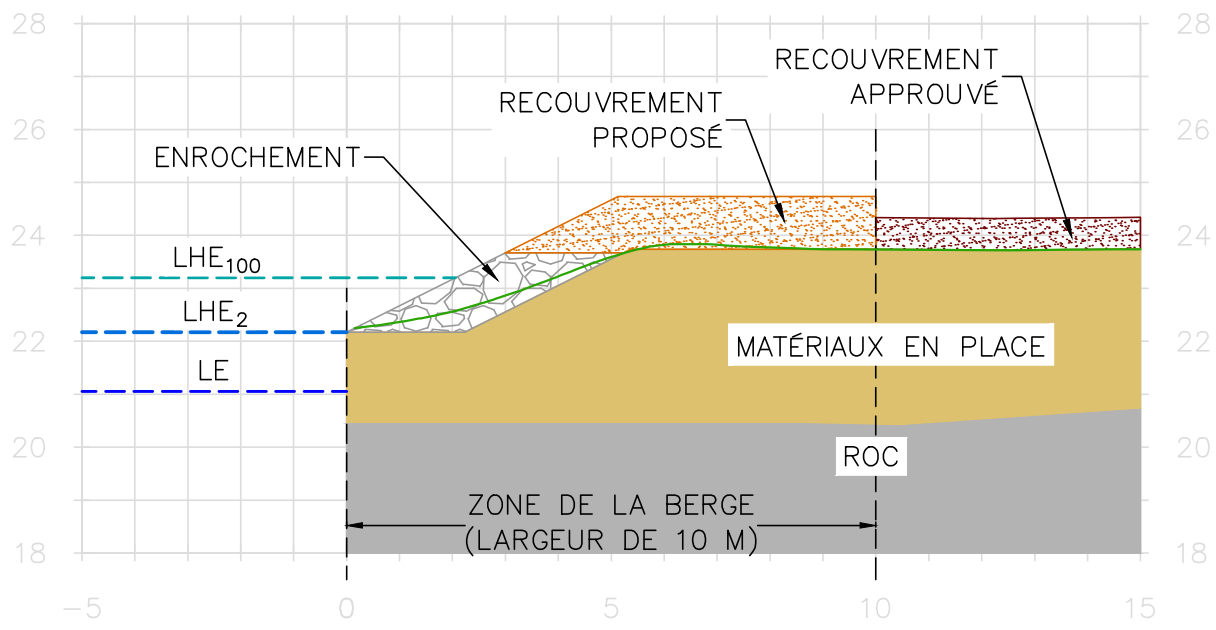
LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- ARBRE TUÉ
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m

<p>PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM</p> <p>ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)</p> <p>TITRE : SIMULATION 1.5H:1V VUE EN COUPE</p>	<p>CLIENT :</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>ÉCHELLE : AUCUNE DATE : 2018-11-13</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>DOSSIER : 607871-2018 RÉV. : 00 DESSIN : 07</p>
--	---	---

Vues en coupe
Simulation 2H : 1V

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_4--SIMULATION.dwg



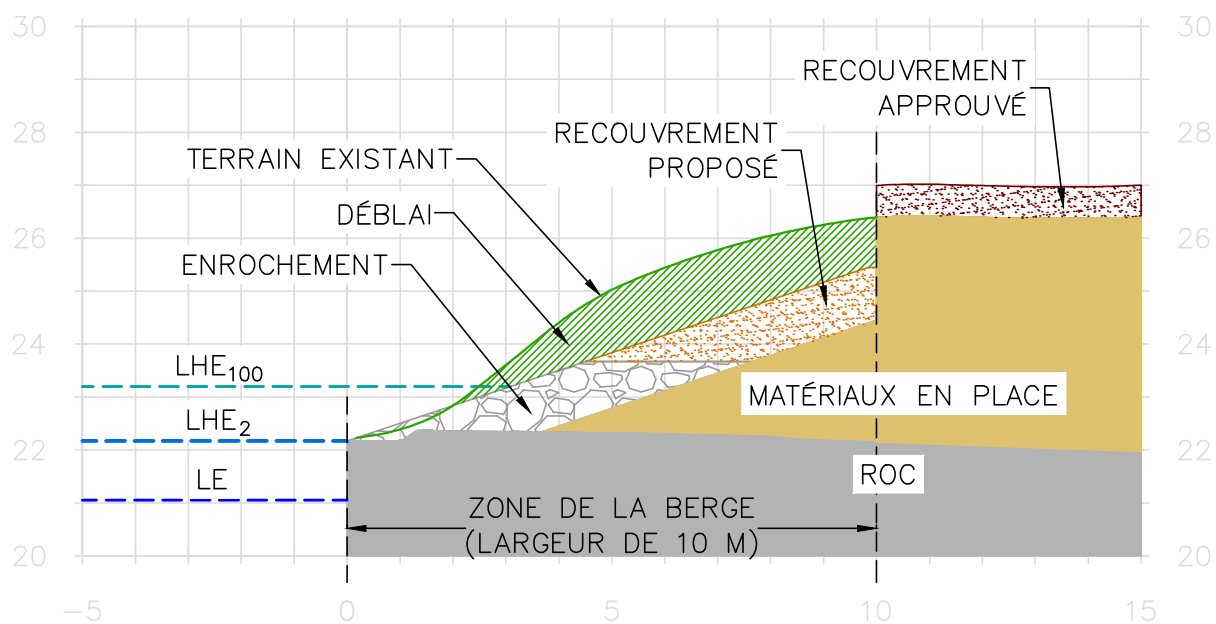
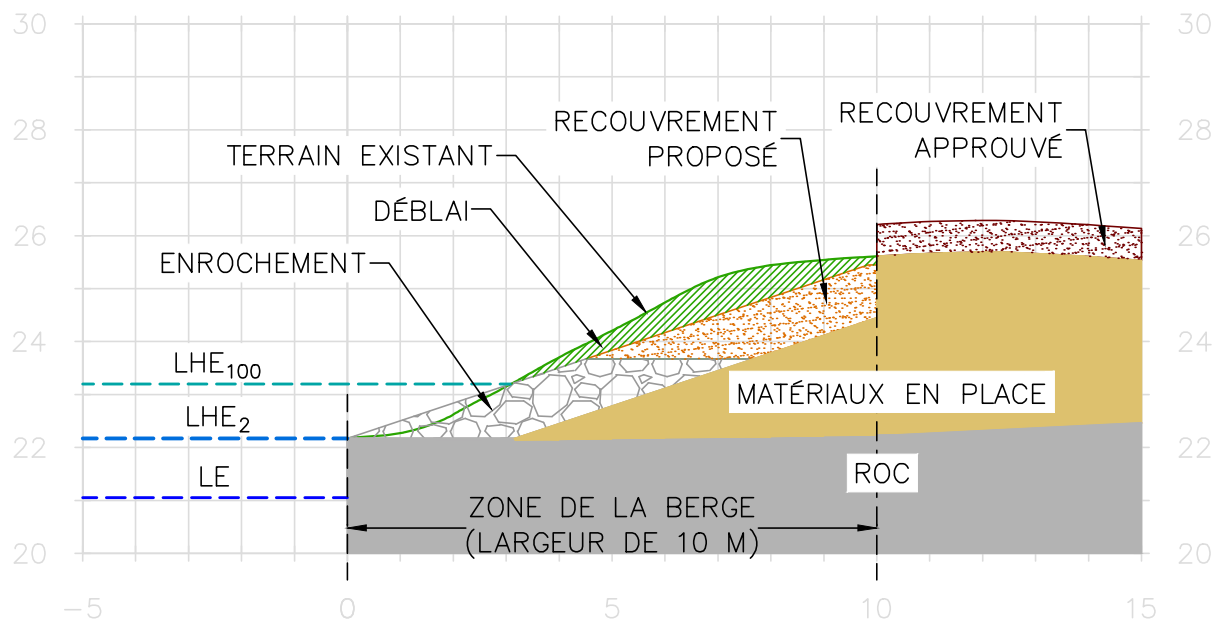
LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- ARBRE TUÉ
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m

<p>PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM</p> <p>ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)</p> <p>TITRE : SIMULATION 2H:1V VUE EN COUPE</p>	<p>CLIENT :</p> <p>ÉCHELLE : AUCUNE</p> <p>DATE : 2018-11-14</p>	<p>DOSSIER : 607871-2018</p> <p>RÉV. : 00</p> <p>DESSIN : 08</p>
--	--	--

Vues en coupe
Simulation 3H : 1V

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_5-SIMULATION.dwg



LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m

<p>PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM</p>	<p>CLIENT :</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> </div>	
<p>ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>ÉCHELLE : AUCUNE</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>DATE : 2018-11-14</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>DOSSIER : 607871-2018</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>RÉV. : 00</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>DESSIN : 09</p> </div> </div>	
<p>TITRE : SIMULATION 3H:1V VUE EN COUPE</p>		

Plans du déblai/remblai associé au profilage
Simulation 1,5H : 1V

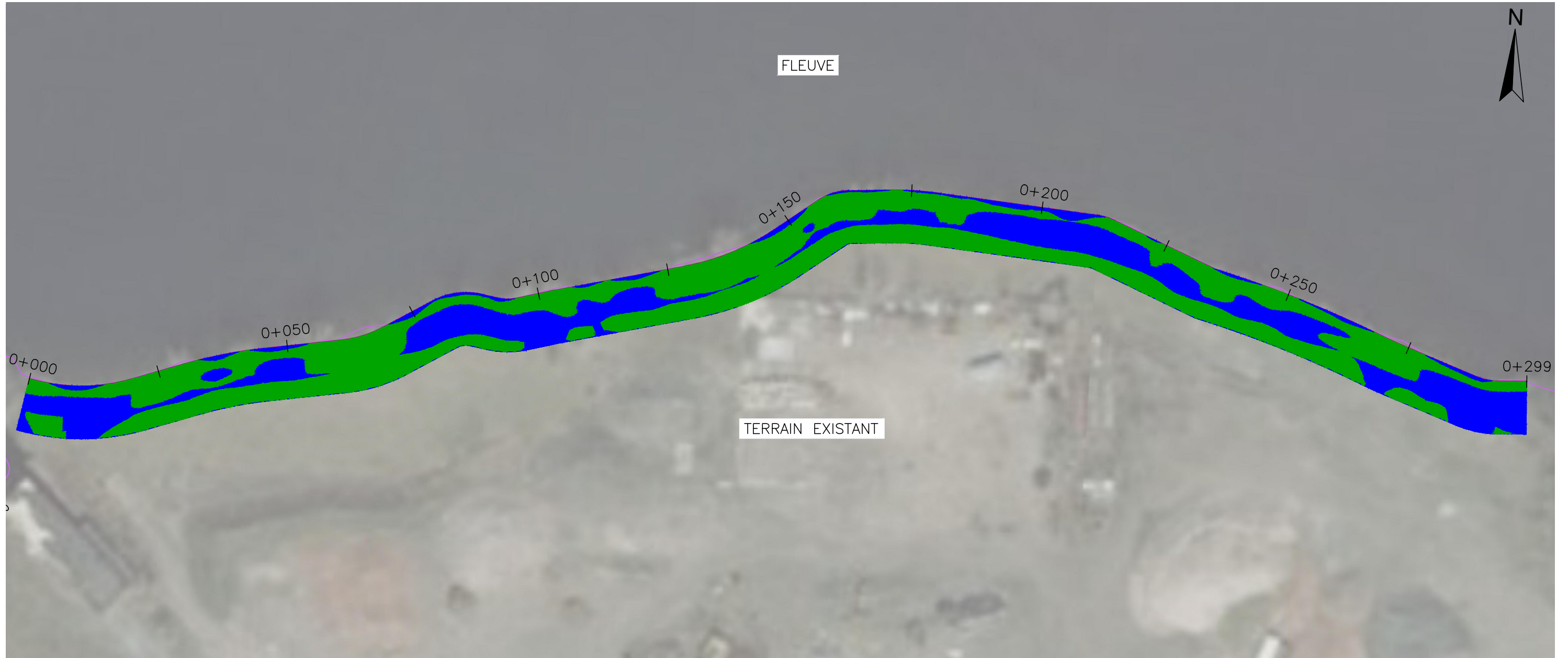


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 1.5H:1V (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	10a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Emiss\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_3-SIMULATION_Mod.dwg

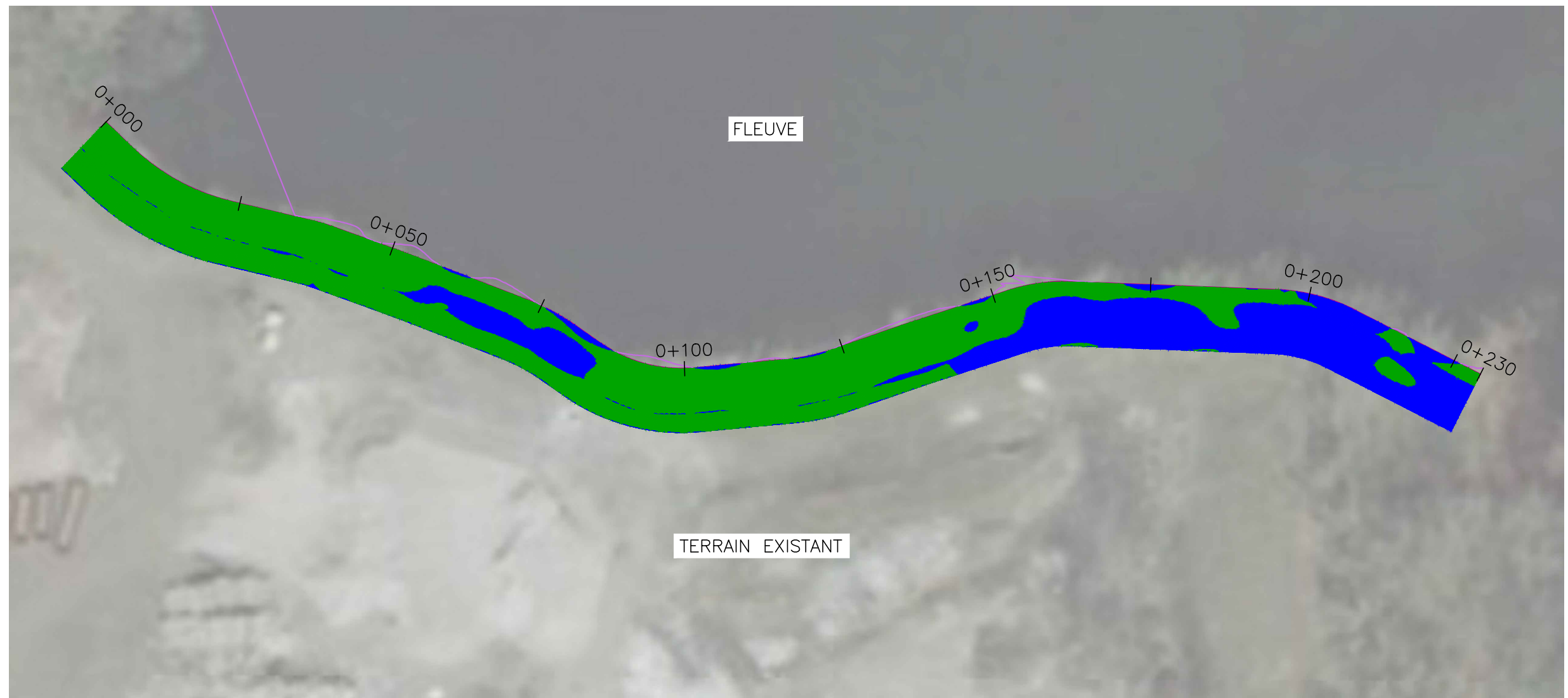


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :		 	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 1.5H:1V (AXE 2)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	10b

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Ems\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_3-SIMULATION_Mod.dwg

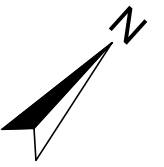


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 1.5H:1V (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-14	607871-2018	00	10c		

Plans des opérations de déblai et de remblai
Simulation 2H : 1V



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 2H:1V (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	11a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Emiss\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4-SIMULATION.dwg

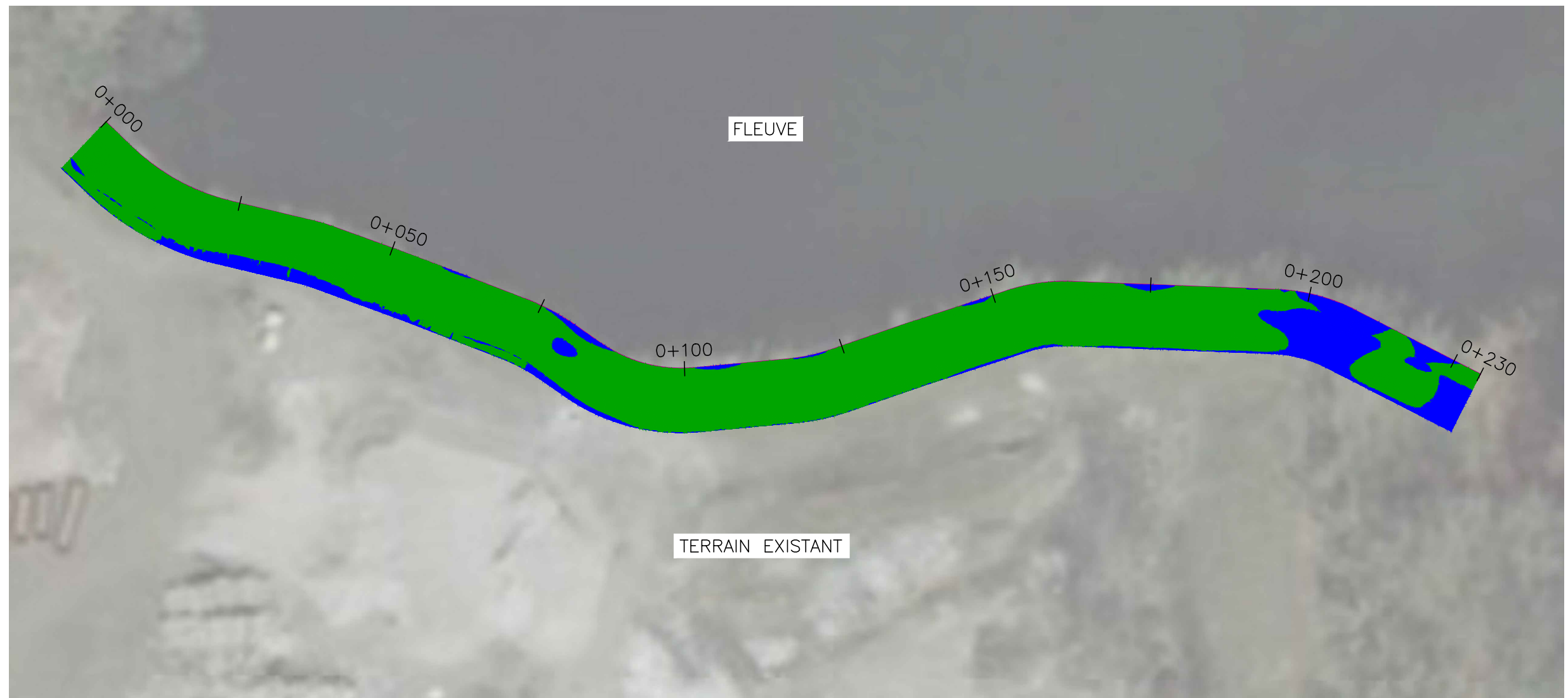


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 2H:1V (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-14	607871-2018	00	11b		

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Ems\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4-SIMULATION.dwg

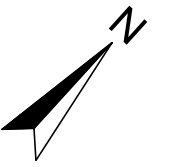


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :		Elkem		SNC • LAVALIN	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 2H:1V (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-14	607871-2018	00	11c		

Plans des opérations de déblai et de remblai
Simulation 3H : 1V



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 3H:1V (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	12a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL_3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_5-SIMULATION.dwg

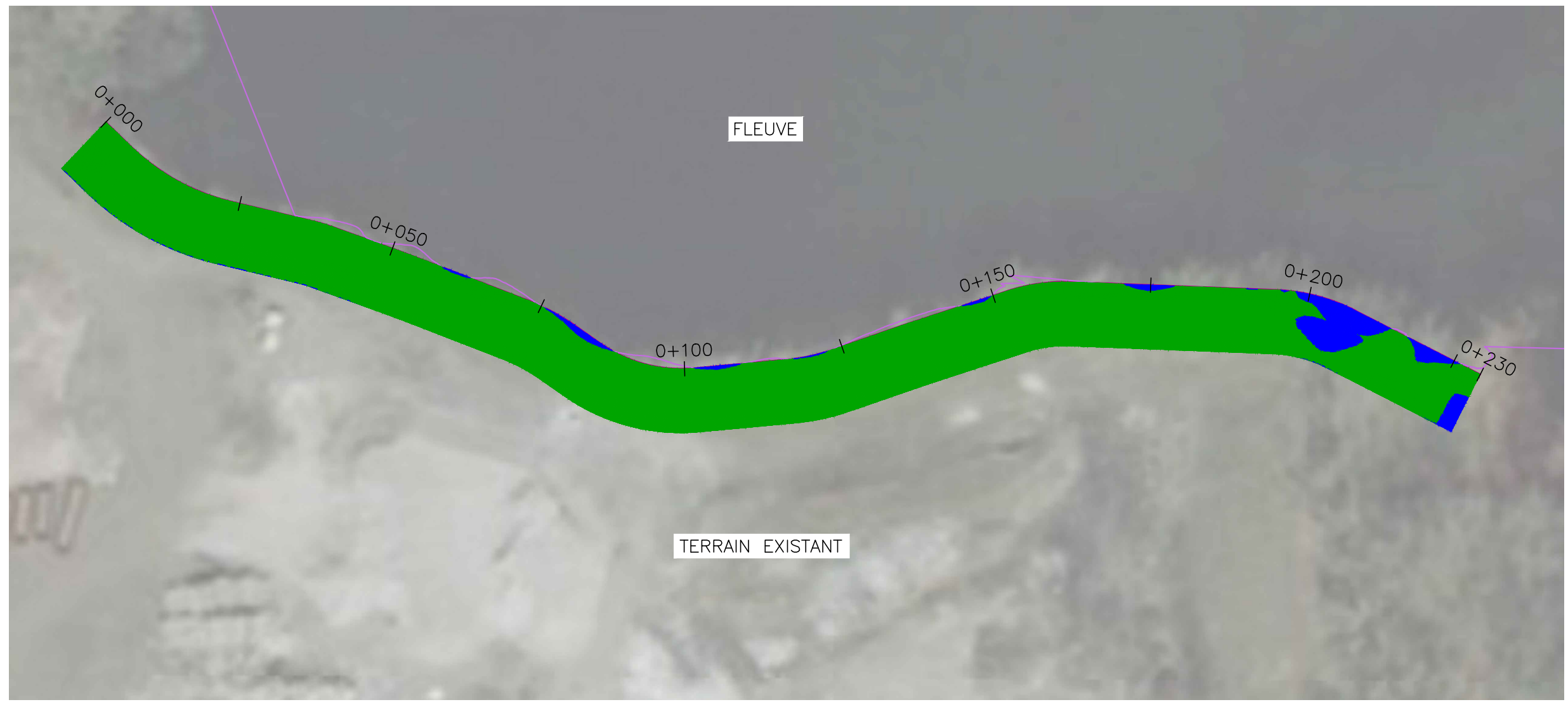


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 3H:1V (AXE 2)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-14	607871-2018	00	12b

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Ems\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_5-SIMULATION.dwg



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :		Elkem		SNC-LAVALIN	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - PENTE 3H:1V (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-14	607871-2018	00	12c		

Évaluation de la stabilité géotechnique de la berge profilage

Le 2 mai 2018

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

Objet : Analyses de stabilité géotechnique pour la réhabilitation des berges
Ancien site d'Elkem Métal Canada à Beauharnois
N/Dossier n° : 607871
N/Document n° : let-1

Monsieur,

Pour donner suite à votre demande, nous avons effectué des analyses de stabilité en conditions statiques afin de valider la pente non supportée requise pour la mise en place d'enrochements sur le site d'Elkem, à Beauharnois. Ces analyses s'inscrivent dans le cadre de la réhabilitation des berges de l'ancien site d'Elkem Métal Canada, à Beauharnois, au Québec.

1 Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail suivantes ont été considérées pour les analyses :

- › le niveau d'eau de référence est la limite des hautes eaux à leur niveau « 2 ans » (niv. 22,17 m);
- › la topographie provient d'un assemblage de relevés LIDAR de diverses époques et d'un plan bathymétrique maillé aux 20 mètres pour le feuillet 31H fourni par Pêches et Océans Canada;
- › enrochement de 600 mm de diamètre;
- › les dimensions de l'enrochement doivent être définies par des études hydrologiques et hydrauliques à effectuer lors de la conception de la protection requise, pour tenir compte notamment de l'impact du courant, des vagues et de la glace.



Tel qu'établi avec le MDDELCC, la hauteur d'enrochement au-dessus du niveau de la ligne des hautes eaux 2 ans a été limitée le plus possible.

- › une clef devra être mise en place au pied de la pente de façon à stabiliser l'enrochement;
- › le coefficient de sécurité minimal à atteindre est de 1,5;
- › une pente uniforme a été considérée sur toute la hauteur du talus;
- › un recouvrement sera mis en place, ce qui aura pour effet de rehausser le niveau moyen du site d'environ 1,0 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 débris et de résidus. Le remblai repose directement 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 total (kN/m ³)	Cohésion effective (kPa)	Angle de frottement effectif
Remblai	19 à 20 kN/m ³	0	32 à 34°
Sols de recouvrement	19 kN/m ³	0	34°
Enrochement (diamètre maximal 600 mm)	18 kN/m ³	0	45°

2 Analyses et conclusions

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.

Diverses coupes ont été analysées dans les secteurs jugés les plus critiques en termes de topographie et de conditions de sols.

Les résultats suivants ont été obtenus :

- › quelle que soit la pente utilisée, l'enrochement doit être mis en place au minimum jusqu'au niveau 23,25 m, soit environ 1,0 m au-dessus du niveau des eaux « 2 ans »;
- › une pente de 1,5H : 1V ne rencontre pas les exigences en termes de stabilité, même en plaçant de l'enrochement sur toute la hauteur du talus;
- › pour une pente de 2H : 1V, l'enrochement devra être mis en place sur une hauteur de 1,0 à 3,0 m (par rapport au pied de la pente) selon les secteurs. Le secteur situé à l'est du site est particulièrement critique à ce propos; des analyses complémentaires sont requises pour cerner chaque zone de façon plus précise (voir la section 3);
- › pour une pente de 2,5H : 1V, l'enrochement devra être mis en place jusqu'au niveau minimal (23,25 m).

Les figures 1 et 2 qui suivent illustrent les cercles de glissement critiques (zone hachurée) obtenus en fonction de la disposition de la protection d’enrochement mis en place. Le point rouge identifie le centre de rotation du cercle de rupture illustré, alors que le nombre adjacent correspond au coefficient de sécurité qui est associé à ce cercle.

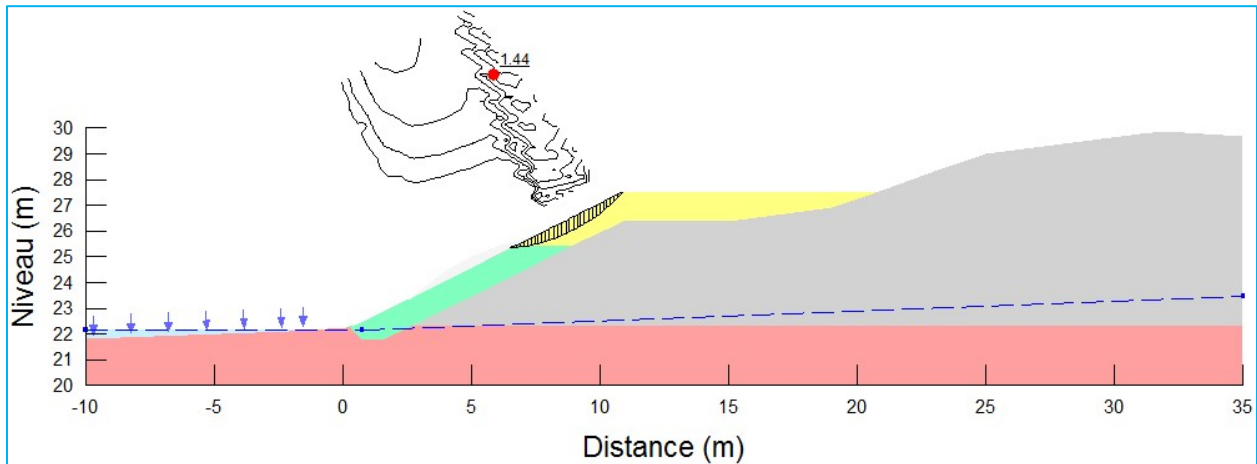


Figure 1 : Pente 2H:1V – 2,5 m d’enrochement (vert) par rapport au pied de la pente

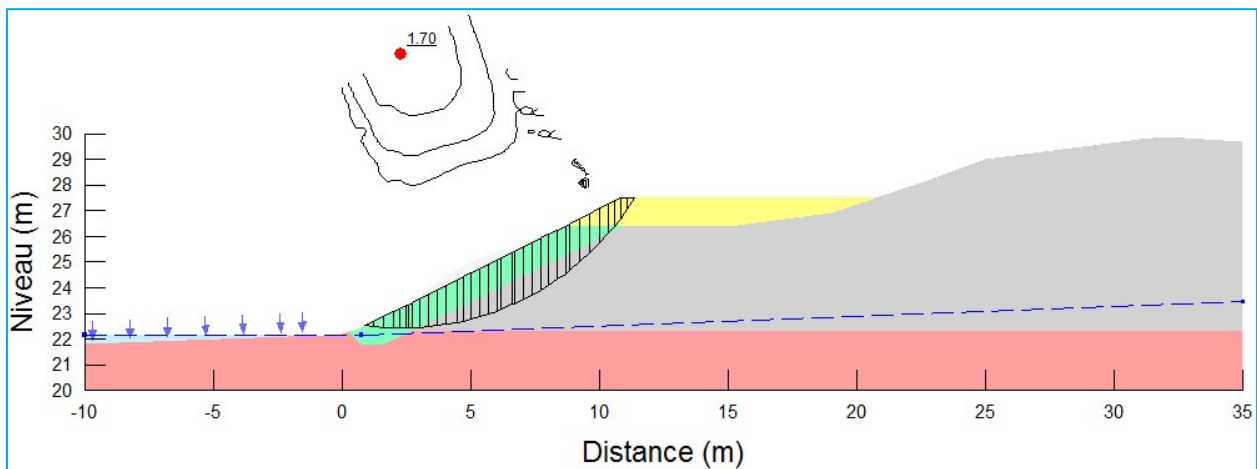


Figure 2 : Pente 2H:1V – 3,0 m d’enrochement (vert) par rapport au pied de la pente

3 Limitations

Les dimensions de l'enrochement doivent être définies par des études hydrologiques et hydrauliques à effectuer lors de la conception de la protection requise, pour tenir compte notamment de l'impact du courant, des vagues, et de la glace. L'épaisseur d'enrochement à mettre en place sera définie en fonction de ces dimensions, soit habituellement 1,5 fois la plus grosse dimension. L'épaisseur d'enrochement utilisé au cours de ces analyses (1 m) correspond à un minimum pour un enrochement de 600 mm de diamètre considéré pour ces analyses.

Une clef devra être mise en place au pied de la pente de façon à stabiliser l'enrochement. La géométrie de la clef devra être validée suite aux études hydrologiques et hydrauliques.

Les analyses qui ont été effectuées donnent un portrait global des conditions en place, mais de nouvelles vérifications doivent être faites dans le cadre de la préparation des plans et devis pour préciser les zones où des pentes plus douces ou une plus grande quantité d'enrochement sont requises. Les informations géotechniques actuellement disponibles sont limitées et des investigations supplémentaires sont nécessaires pour la suite du projet. Notamment des forages sur barge et des forages en crête sont requis, afin de mieux définir le profil du roc et la position de la nappe phréatique et d'obtenir ainsi un portrait plus réaliste des conditions géotechniques. Une optimisation des quantités d'enrochement pourrait en découler.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Emmanuelle Arié, ing., M.Sc.A.

Chargée de projets – Géotechnique

Environnement et Géoscience
Ingénierie des infrastructures

EA/JT/wfj



Jean Tardif, ing., M.Sc.

Directeur de projets - Géotechnique

Environnement et Géosciences
Ingénierie des infrastructures

Annexe 6

Description des gabions et matelas de gabions

Description de gabions verts

Description de la structure de soutènement

Selon l'information d'un fournisseur « Maccaferri Canada », les gabions verts sont décrits comme suit :

« Les gabions verts sont des unités modulaires de gabions utilisées pour les solutions de stabilisation des berges, la restauration et la protection contre l'érosion.

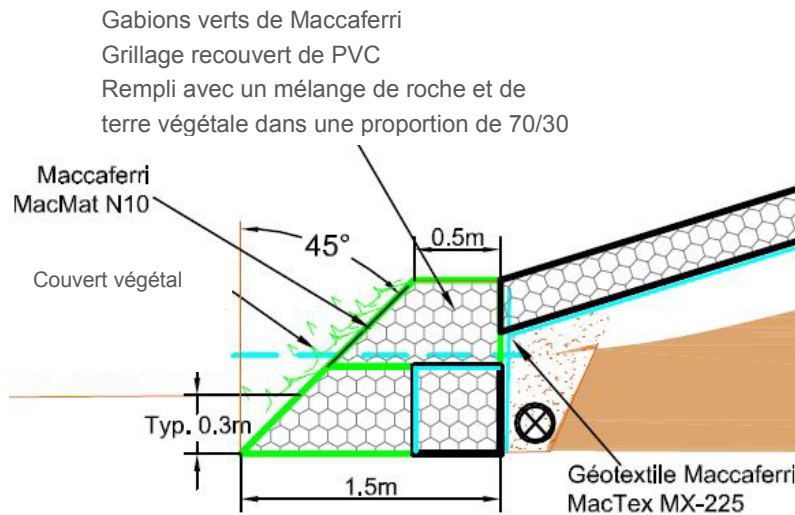
Ils ont été spécialement conçus pour une utilisation avec les techniques de bio-ingénierie des sols tels que le jalonnement en direct, la superposition de couches et la plantation de végétaux afin de créer des systèmes de protection végétaux permanents. Le gabion vert se compose d'un panier en treillis métallique double torsion hexagonale en acier fortement galvanisé et revêtu de polymère doublé d'une couverture 100 % fibre de coco. L'unité est remplie sur place avec des gabions et les vides entre les pierres sont remplis avec de la terre végétale de qualité avant fermeture.

La terre végétale permet la mise en place des techniques de bio-ingénierie des sols végétant et le remplissage de pierre fournit un squelette dur au le système. »



Vue en coupe

Le gabion vert du fournisseur « Maccaferri Canada » est représenté au dessin suivant :



Utilisation pour le projet

Dans le cadre du présent projet de restauration de la berge, les gabions verts sont envisagés comme une alternative à l'enrochement à la base des secteurs de la berge où des arbres seront conservés. Ils serviraient à la stabilisation de la berge qui ne serait pas profilée à ces endroits.

Avantages

L'avantage de proposer des gabions comme alternative à l'enrochement est lié au moindre volume requis pour leur mise en place, et ce, pour une capacité de soutènement supérieure.

Un autre avantage des gabions verts découle de la possibilité de les végétaliser et ainsi d'augmenter la couverture végétale de la berge.

Description de matelas de gabions

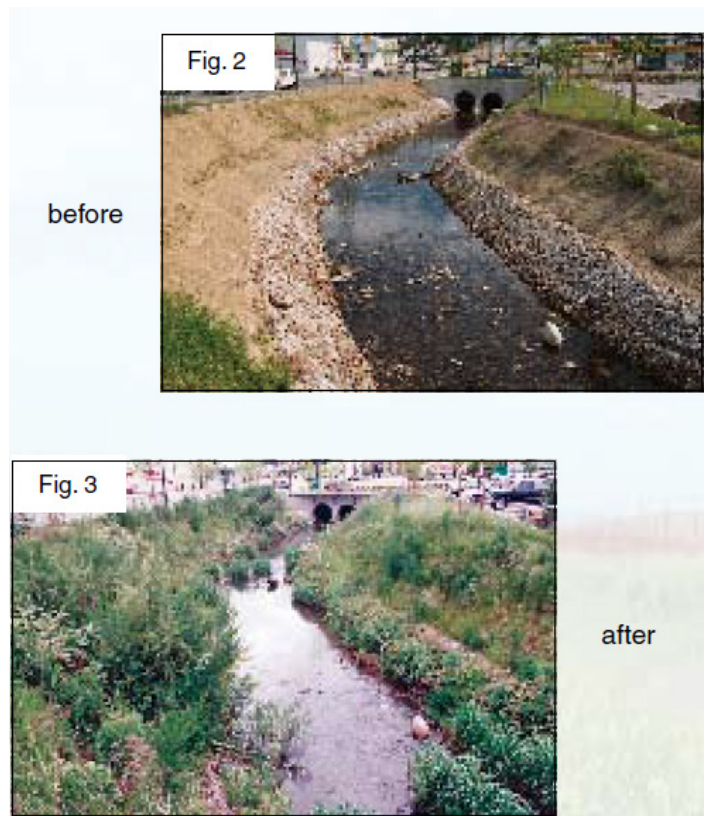
Description de la structure de recouvrement de berge

Selon l'information d'un fournisseur « Maccaferri Canada », le matelas de gabions est décrit comme suit :

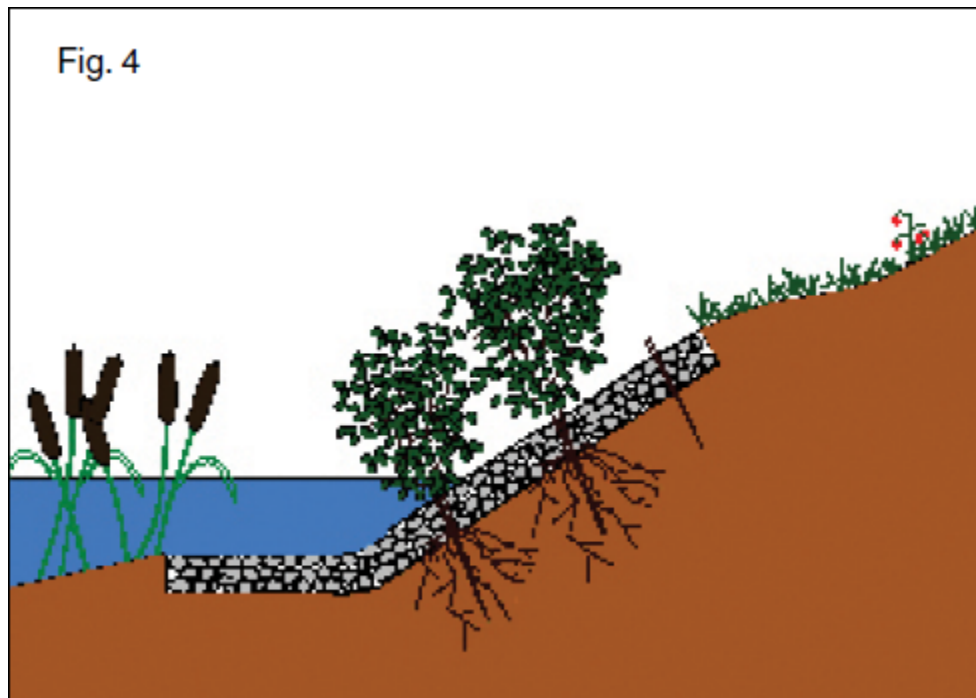
« Les matelas de gabion consistent en de larges paniers rectangulaires qui, remplis avec des roches, sont utilisés comme solution de contrôle de l'érosion à long terme pour un niveau élevé de courant d'eau. Les matelas de gabions sont fabriqués à partir d'un treillis métallique à double torsion éprouvé mondialement pour plus de 125 ans de solidité, de flexibilité, d'intégrité et de longévité.

Les matelas de gabions s'intègrent à l'environnement et encouragent la préservation et la restauration d'environnement naturel. Contenant 30 % de vide, la perméabilité et la capacité de filtrer du remblai de roche permettent au sol, à l'eau, à l'air et à la végétation d'interagir. »¹

Les figures suivantes proviennent de la brochure du fournisseur :



¹ Traduction de la brochure anglophone du fournisseur.



Coupe montrant la végétalisation au travers un matelas de gabions.

Utilisation pour le projet

Dans le cadre du présent projet de restauration de la berge, des matelas de gabions pourraient être utilisés comme recouvrement au niveau des aires de protection des arbres. En effet, les pentes abruptes de ces secteurs, soutenues à leur base par des gabions, ne conviennent pas à la mise en place d'un recouvrement de sol, qui est exigé comme mesure de mitigation pour le maintien en place des matériaux dans la berge.

Avantages

L'avantage d'un matelas de gabions est ainsi qu'il permet, en complément avec un soutènement par des gabions, la conservation d'arbres au niveau de pentes abruptes tout en constituant une mesure conforme aux exigences de recouvrement associées aux recommandations de gestion de risque pour le maintien des matériaux dans la berge.

Un autre avantage du matelas de gabions découle du fait qu'il est possible de le végétaliser.

Une photo d'un matelas de gabions en place, transmis par le fournisseur, est présentée ci-après.



Synthèse des scénarios de restauration de la berge

Scénarios de restauration

Les sections suivantes présentent les paramètres définis pour différents éléments du plan de restauration pour chacun des scénarios.

Profilage de la pente

Scénario 1 : Une pente de 2H : 1V est profilée sur la totalité de la berge.

Scénarios 2 et 3 : Une pente de 2H : 1V est profilée aux endroits dépourvus d'arbres, là où ils ne sont pas conservés. La pente actuelle est maintenue telle quelle à l'intérieur des secteurs de conservation des arbres. Des mesures de soutènement sont ajoutées.

Aménagements

Selon les recommandations géotechniques détaillées (Annexe 5), un enrochement doit être mis en place en bas de talus et s'étendre selon la pente 2H : 1V jusqu'à une élévation de 23,25 m, soit 1,08 m au-dessus de la ligne des hautes eaux à récurrence de 2 ans (LHE₂) pour les axes 1 et 2 de la berge afin d'obtenir une stabilité adéquate à long terme. Au niveau l'axe 3, l'enrochement doit s'étendre jusqu'à une élévation de 25,17 m, soit 3 m au-dessus de la LHE₂. Par ailleurs, 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.

Un recouvrement de sol propre doit ensuite être mis en place à partir du haut de l'enrochement jusqu'à la limite entre la berge et le reste du terrain où un recouvrement similaire est prévu. Un recouvrement d'une épaisseur d'un mètre de sol est prévu à l'exception des secteurs de conservation des arbres où il doit se limiter à une épaisseur de 0,4 m.

Scénario 1 : Un enrochement régulier est prévu tout au long de la berge selon les recommandations géotechniques (axes 1 et 2 : jusqu'à 23,25 m; axe 3 : 25,17 m). Un recouvrement de sol propre est prévu sur une épaisseur d'un mètre au-delà et jusqu'à la limite entre la berge et le reste du terrain.

Scénario 2 : Dans le but d'assurer la stabilité de la berge qui ne sera pas profilée dans les secteurs de conservation des arbres, un enrochement est prévu depuis l'élévation 25,17 m ou depuis la crête du talus lorsque son élévation est moins élevée. Cet enrochement sera mis en place jusqu'en bas de la berge suivant une pente de 2H : 1V. De ce fait, l'enrochement et notamment la clé d'enrochement pourraient empiéter à plusieurs endroits dans le littoral, en bas de la LHE₂. Un recouvrement de 0,4 m de sol propre sera mis en place au-delà de l'enrochement dans les secteurs de conservation des arbres. Un enrochement et un couvert d'un mètre de sol propre similaires au scénario 1 sont prévus dans le reste de la berge.

Il est à noter que la validation géotechnique de ce scénario en ce qui a trait à la stabilité de la pente sera faite au moment des études complémentaires demandées.

Scénario 3 : Dans le but d'assurer la stabilité de la berge qui ne sera pas profilée dans les secteurs de conservation des arbres, des gabions seront installés en bas de la pente dans ces secteurs. Un matelas de gabions de 0,4 m d'épaisseur sera mis en place dans les aires de protection des arbres.

Un enrochement et un couvert d'un mètre de sol propre similaires au scénario 1 sont prévus dans le reste de la berge.

Arbres

Scénario 1 : Le profilage de la totalité de la berge associé à ce scénario ne permet de préserver aucun arbre présent dans l'emprise de la berge. Un total de 65 arbres doit donc être abattu selon ce scénario.

Scénario 2 : La mise en place d'un enrochement permet la préservation de 60 des 65 arbres présents. Cinq arbres non compatibles avec l'aménagement prévu doivent être abattus.

Scénario 3 : La mise en place de gabions permet la préservation de 53 des 65 arbres présents. Douze arbres non compatibles avec l'aménagement prévu doivent être abattus.

Quantités estimées pour les éléments des scénarios de restauration

Pour chacune des simulations, une estimation des volumes associés à chacun des éléments du plan de restauration a été réalisée. Ces volumes sont présentés au tableau 1.

Tableau 1 Volumes estimés pour les éléments des scénarios de restauration (m³)

Pente	Déblai	Remblai	Sols de recouvrement	Enrochement	Gabions verts	Matelas de gabions
Scénario 1	3 615	300	4 750	3 200	-	-
Scénario 2	3 050	175	3 820	48 15	-	-
Scénario 3	3 010	275	3 930	1 730	450	1 280

Illustrations

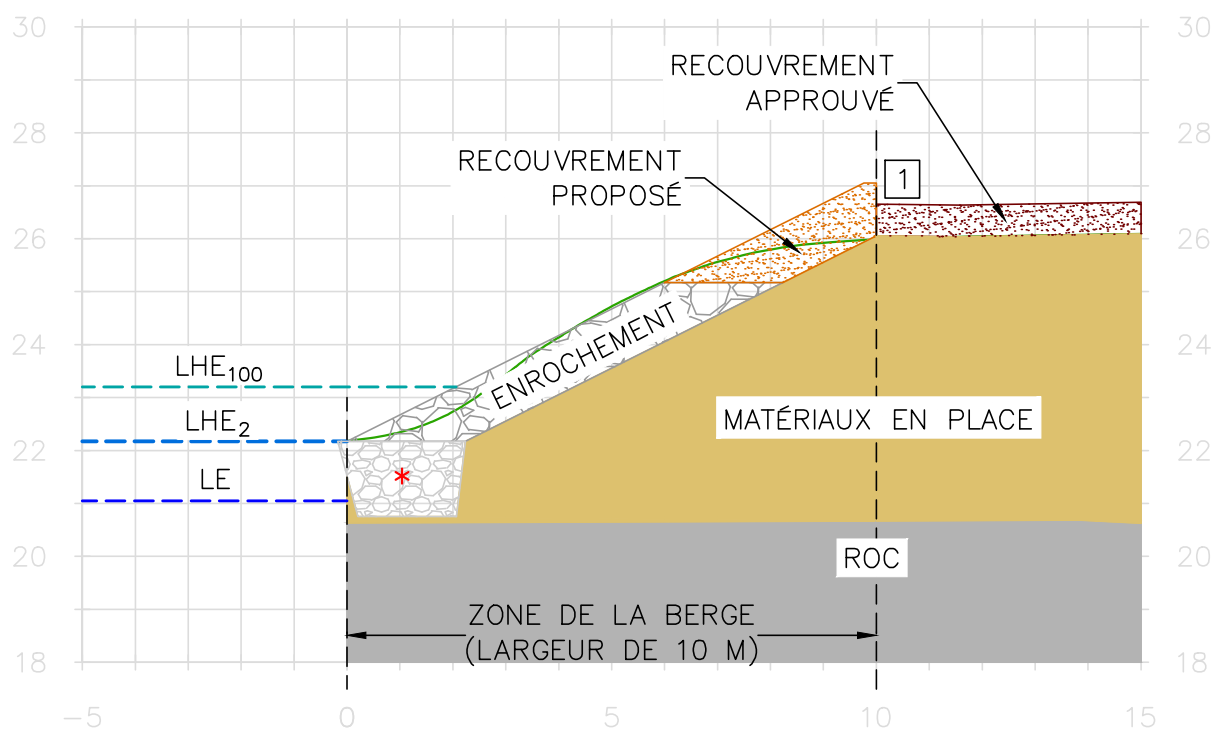
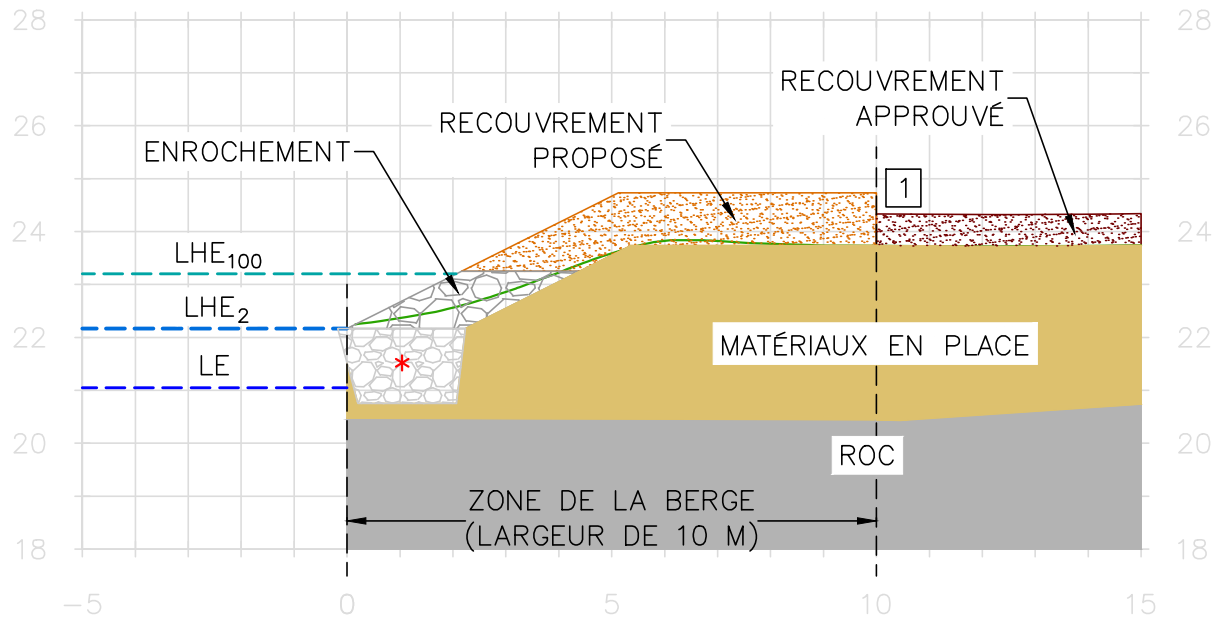
Les simulations de profilage sont globales pour la berge et figurent un aménagement régulier en suivant le tracé de la LHE₂. Selon la topographie, les vues en coupe peuvent ainsi varier d'un endroit à l'autre. Des vues en coupe typiques sont présentées aux pages suivantes pour illustrer chacun des trois scénarios.

Des plans présentés aux pages suivantes ont été réalisés afin de visualiser les portions de la berge où déblai et remblai sont nécessaires pour profiler le terrain selon le scénario retenu.

Des plans de localisation des gabions sont présentés dans le cadre du scénario 3.

Vues en coupe
Scénario 1

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_4-SIMULATION-VARIABLE_1.dwg



LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ 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. UN SURPLUS DE SOL SERA MIS EN PLACE À LA LIMITE DE LA BERGE AFIN D'ÉVITER LE CHANGEMENT DE NIVEAU.

PROJET :	RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM
ENDROIT :	61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)
TITRE :	SCÉNARIO 1 VUE EN COUPE

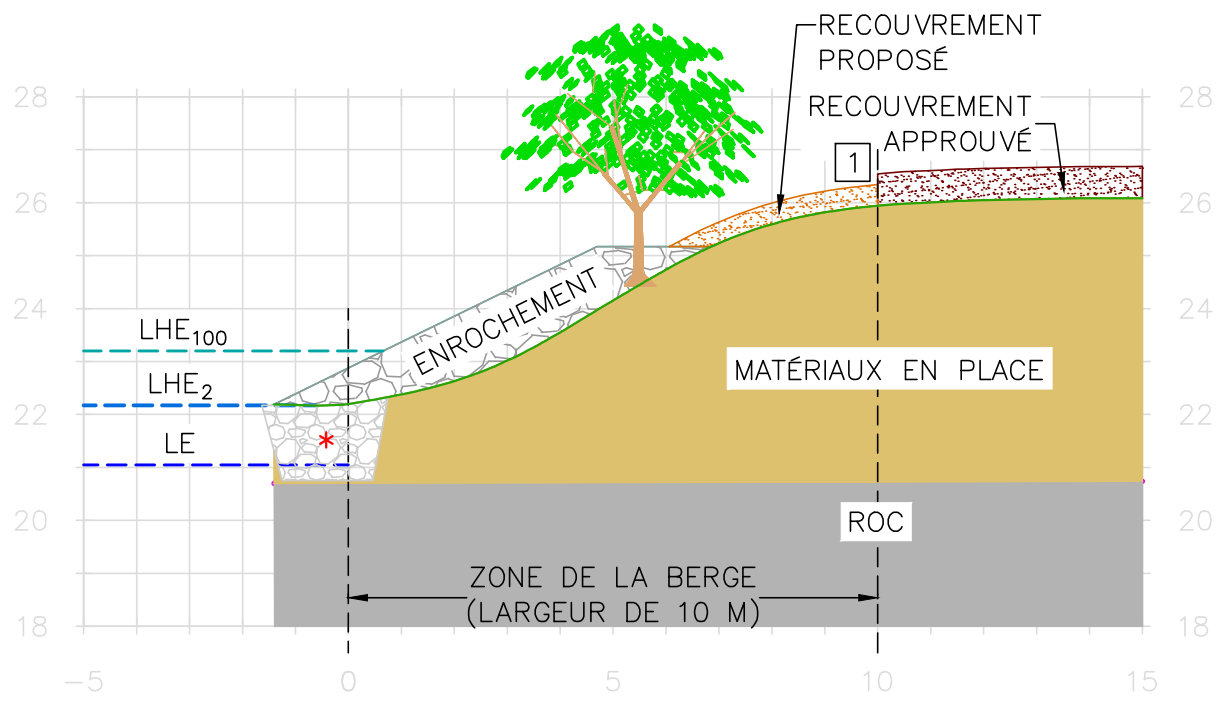
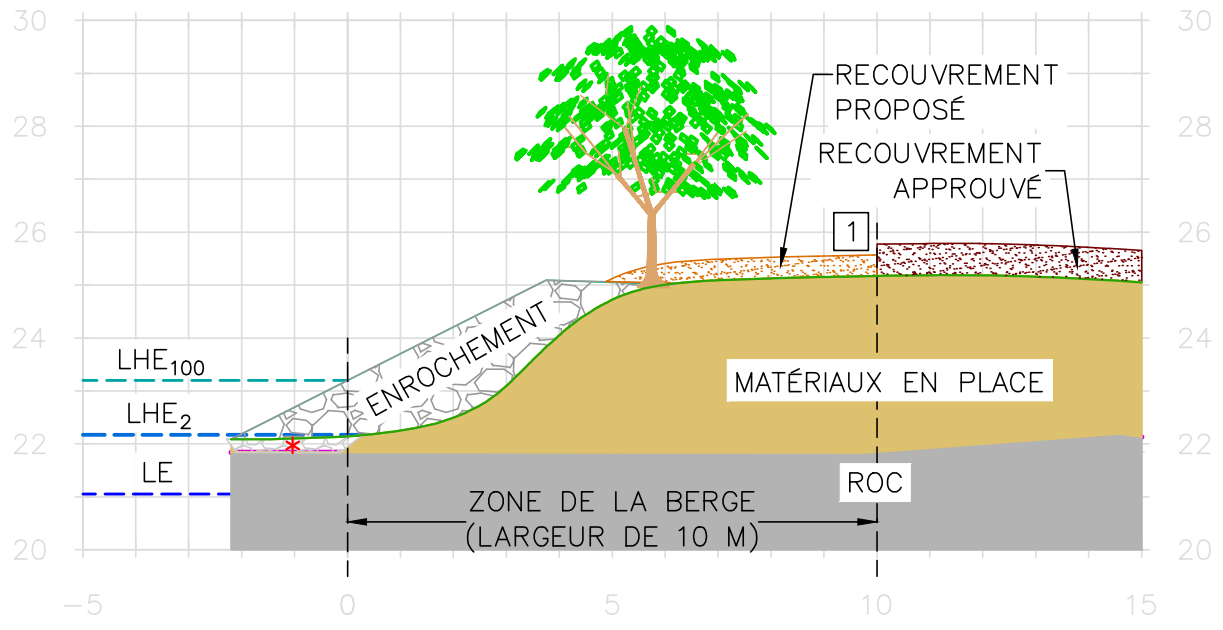
CLIENT :

ÉCHELLE : AUCUNE DATE : 2018-11-15

DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :
607871-2018	00	13

Vues en coupe
Scénario 2

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D_-SIMULATION-VARIABLE_3.dwg



LÉGENDE

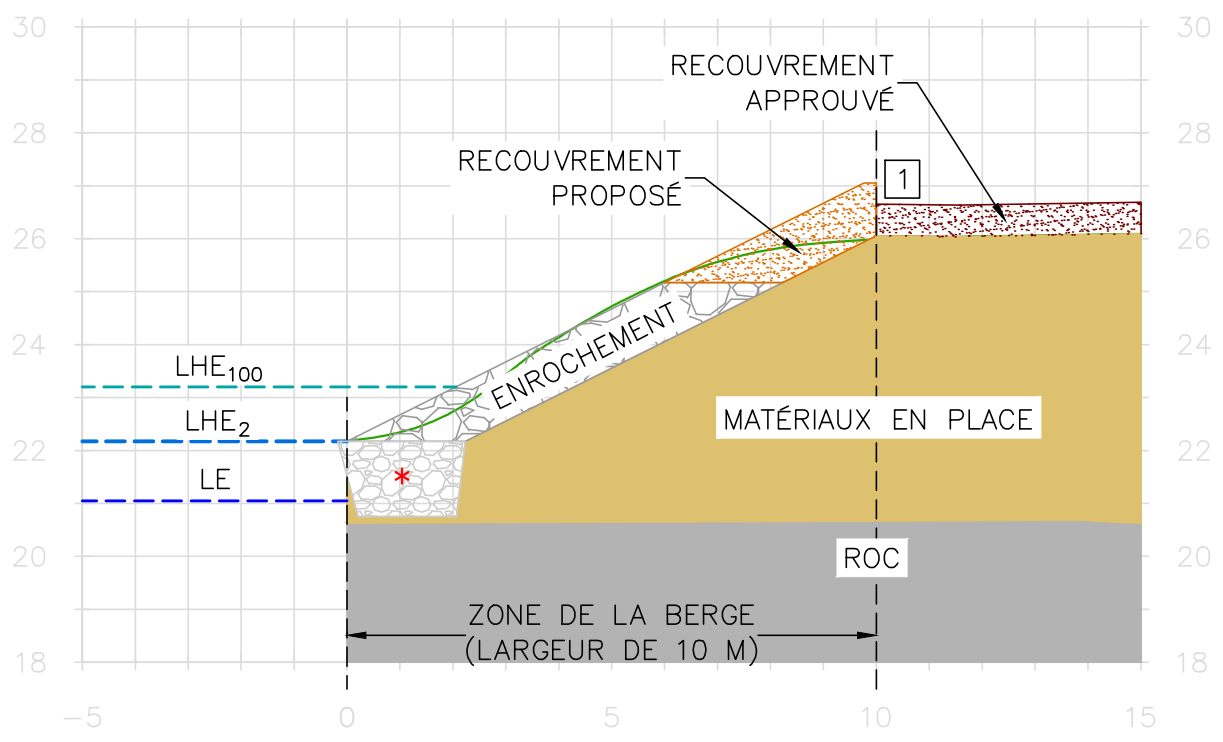
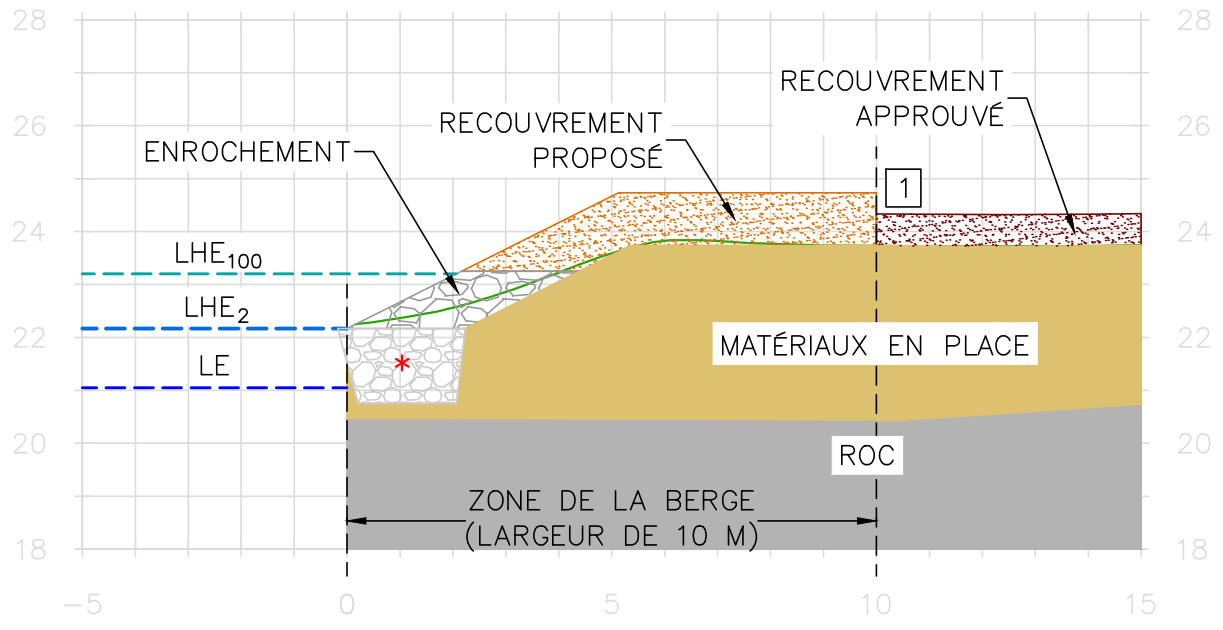
- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 2 ANS À 22,17m
- LE LIMITE D'ÉTIAGE À 21,05m
- * CLÉ D'ENROCHEMENT PRÉLIMINAIRE. CONCEPTION À VENIR

NOTE

1. UN SURPLUS DE SOL SERA MIS EN PLACE À LA LIMITE DE LA BERGE AFIN D'ÉVITER LE CHANGEMENT DE NIVEAU.

<p>PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM</p>	<p>CLIENT :</p> <div style="text-align: center;"> </div>												
<p>ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)</p>	<div style="text-align: center;"> </div>												
<p>TITRE : SCÉNARIO 2 - ÎLOTS D'ARBRES VUE EN COUPE</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">ÉCHELLE :</td> <td style="width: 25%;">DATE :</td> <td style="width: 25%;">DOSSIER :</td> <td style="width: 25%;">RÉV. :</td> </tr> <tr> <td>AUCUNE</td> <td>2018-11-15</td> <td>607871-2018</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>DESSIN :</td> <td>14</td> </tr> </table>	ÉCHELLE :	DATE :	DOSSIER :	RÉV. :	AUCUNE	2018-11-15	607871-2018	00			DESSIN :	14
ÉCHELLE :	DATE :	DOSSIER :	RÉV. :										
AUCUNE	2018-11-15	607871-2018	00										
		DESSIN :	14										

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_4-SIMULATION-VARIABLE_1.dwg



LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ 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. UN SURPLUS DE SOL SERA MIS EN PLACE À LA LIMITE DE LA BERGE AFIN D'ÉVITER LE CHANGEMENT DE NIVEAU.

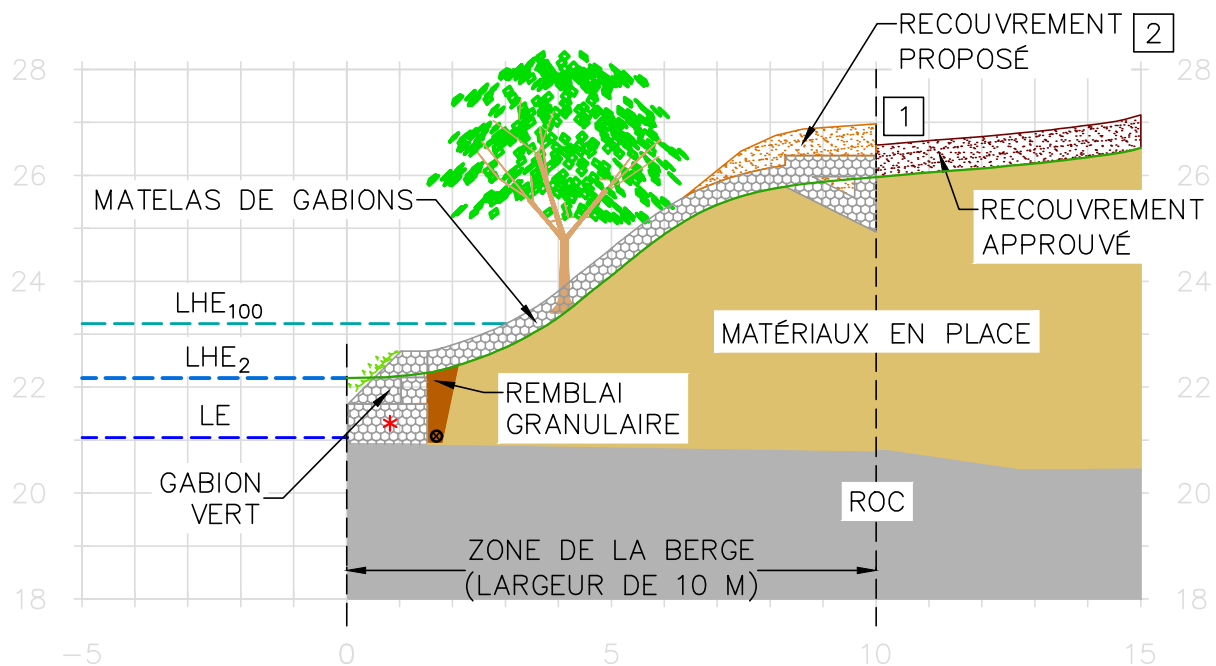
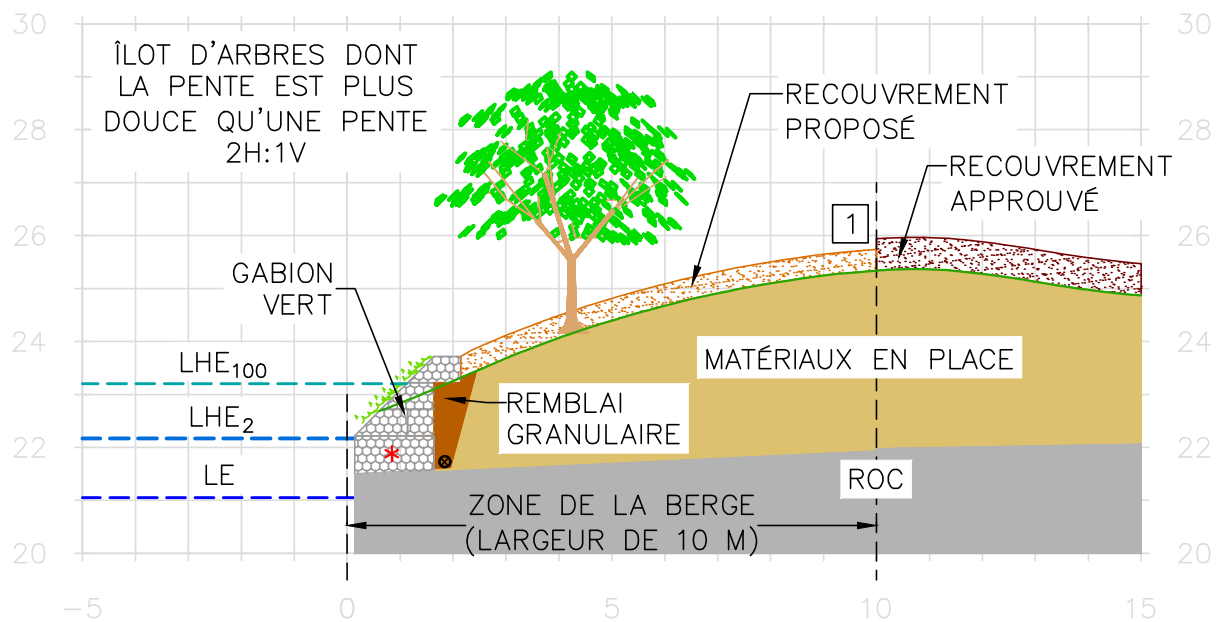
PROJET :	RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM
ENDROIT :	61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)
TITRE :	SCÉNARIO 2 - SECTEUR D'UNE PENTE 2H:1V VUE EN COUPE

CLIENT :

ÉCHELLE : AUCUNE DATE : 2018-11-15

DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :
607871-2018	00	15

Vues en coupe
Scénario 3



LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ 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. UN SURPLUS DE SOL SERA MIS EN PLACE À LA LIMITE DE LA BERGE AFIN D'ÉVITER LE CHANGEMENT DE NIVEAU.
2. RECOUVREMENT NÉCESSAIRE AU MAINTIEN DE LA CLÉ D'ANCRAGE DU MATELAS DE GABIONS.

PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM

ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

TITRE : SCÉNARIO 3 - GABION VUE EN COUPE

CLIENT :



SNC • LAVALIN

ÉCHELLE : AUCUNE

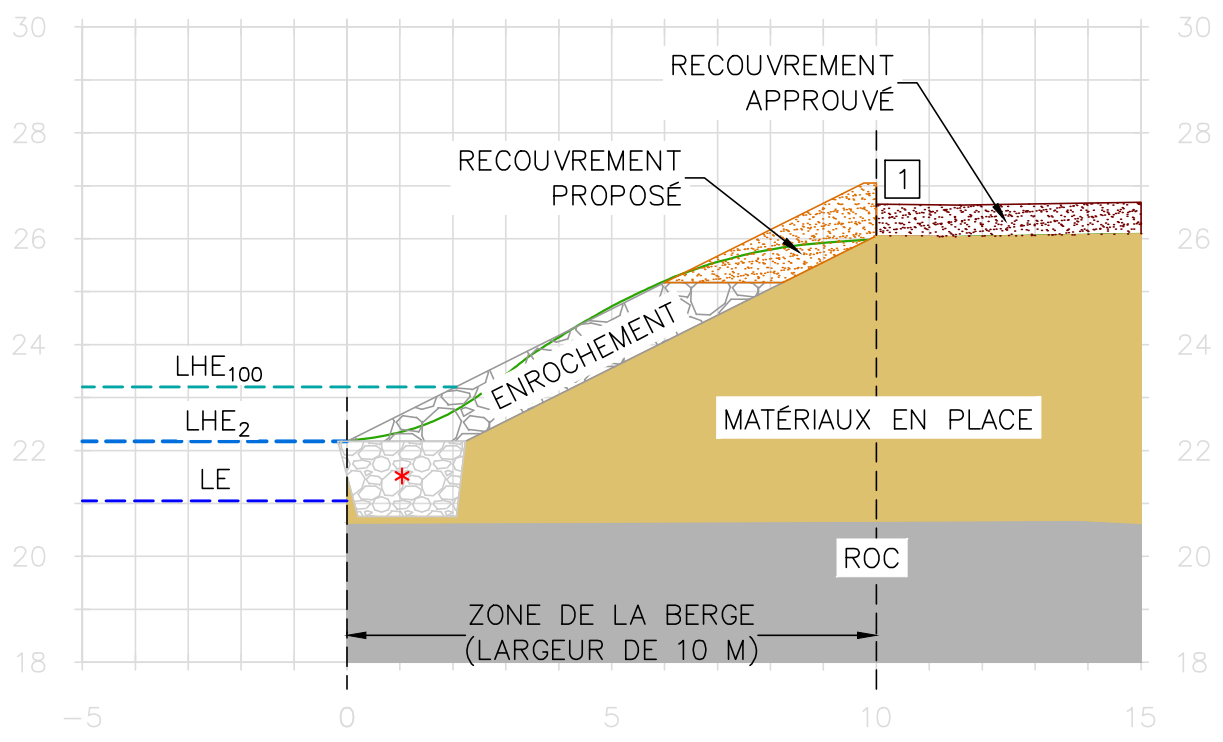
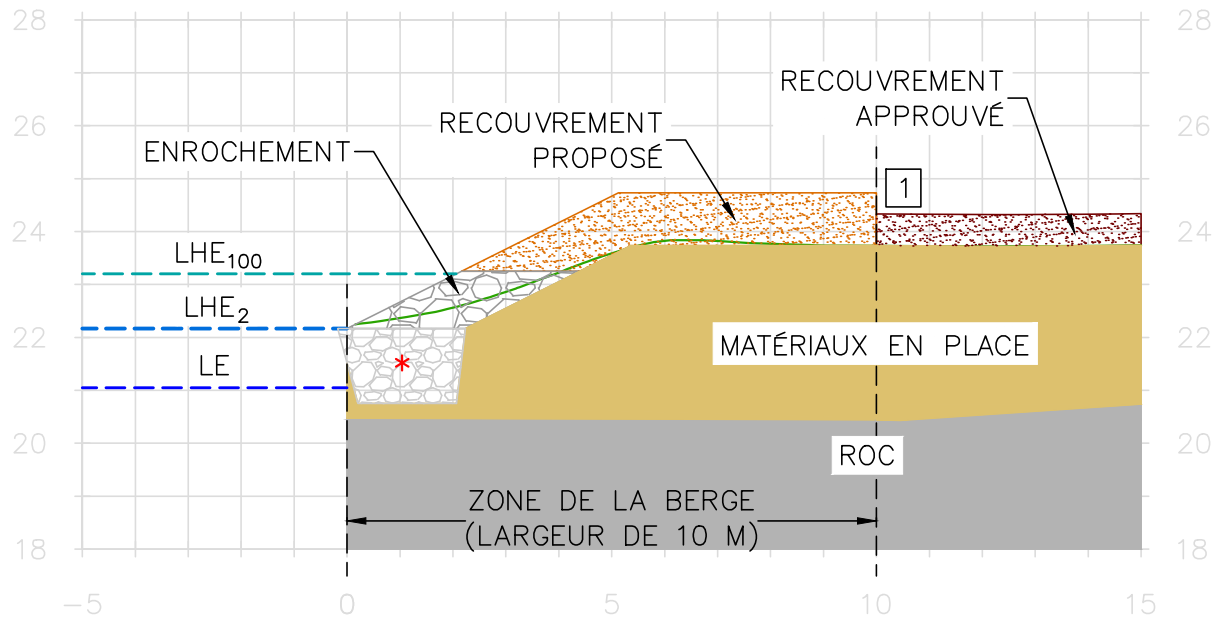
DATE : 2018-11-15

DOSSIER : 607871-2018

RÉV. 00

DESSIN : 16

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL 3D\607871 1000 4ZDD 0001 PA_4-SIMULATION-VARIABLE_1.dwg



LÉGENDE

- SURFACE ACTUELLE DE LA BERGE
- LHE₁₀₀ LIMITE DES HAUTES EAUX À RÉCURRENCE DE 100 ANS À 23,20m
- LHE₂ 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. UN SURPLUS DE SOL SERA MIS EN PLACE À LA LIMITE DE LA BERGE AFIN D'ÉVITER LE CHANGEMENT DE NIVEAU.

<p>PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM</p> <p>ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)</p> <p>TITRE : SCÉNARIO 3 - SECTEUR D'UNE PENTE 2H:1V VUE EN COUPE</p>	<p>CLIENT :</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>ÉCHELLE : AUCUNE</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>DOSSIER : 607871-2018</p> <p>RÉV. : 00</p> <p>DESSIN : 17</p>
<p>DATE : 2018-11-15</p>		<p>DOSSIER : 607871-2018</p>

Plans du déblai/remblai associé au profilage
Scénario 1

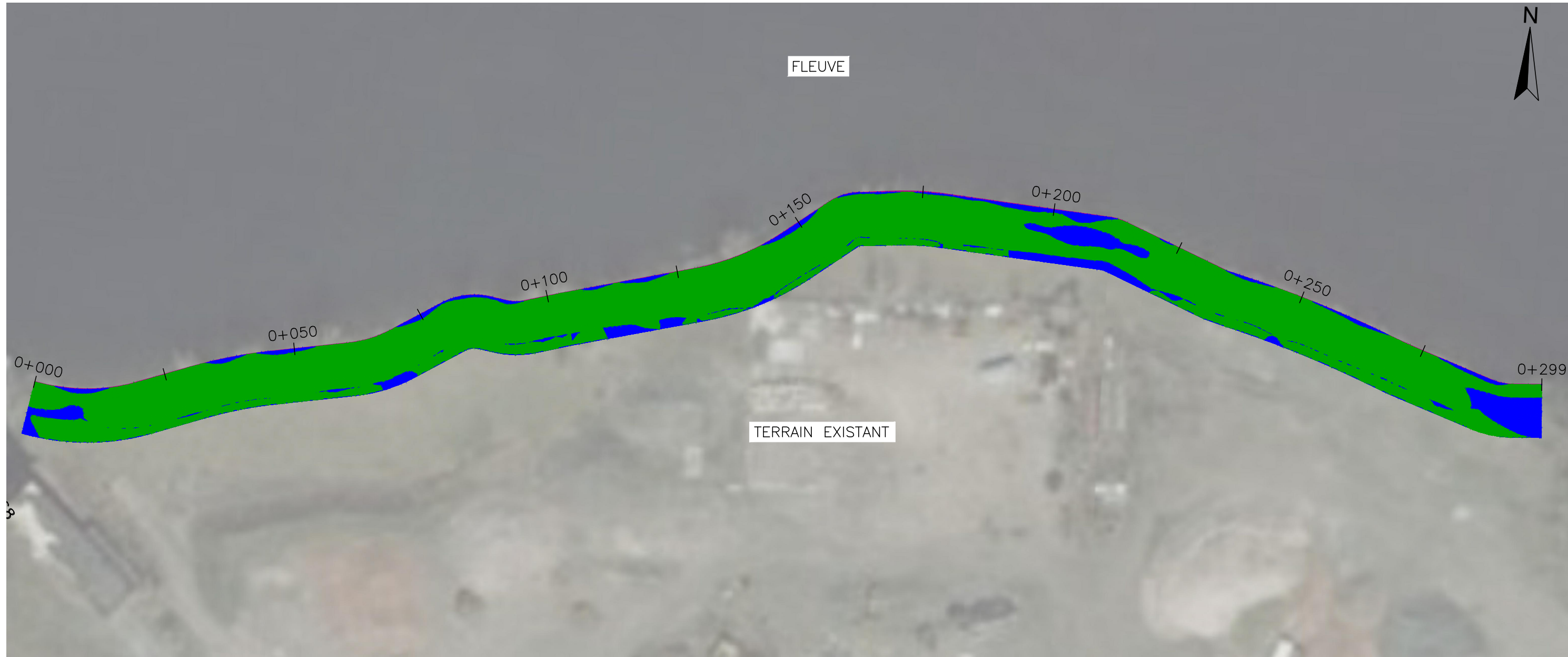


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :		 	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 1 (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-16	607871-2018	00	18a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Emiss\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4-SIMULATION.dwg

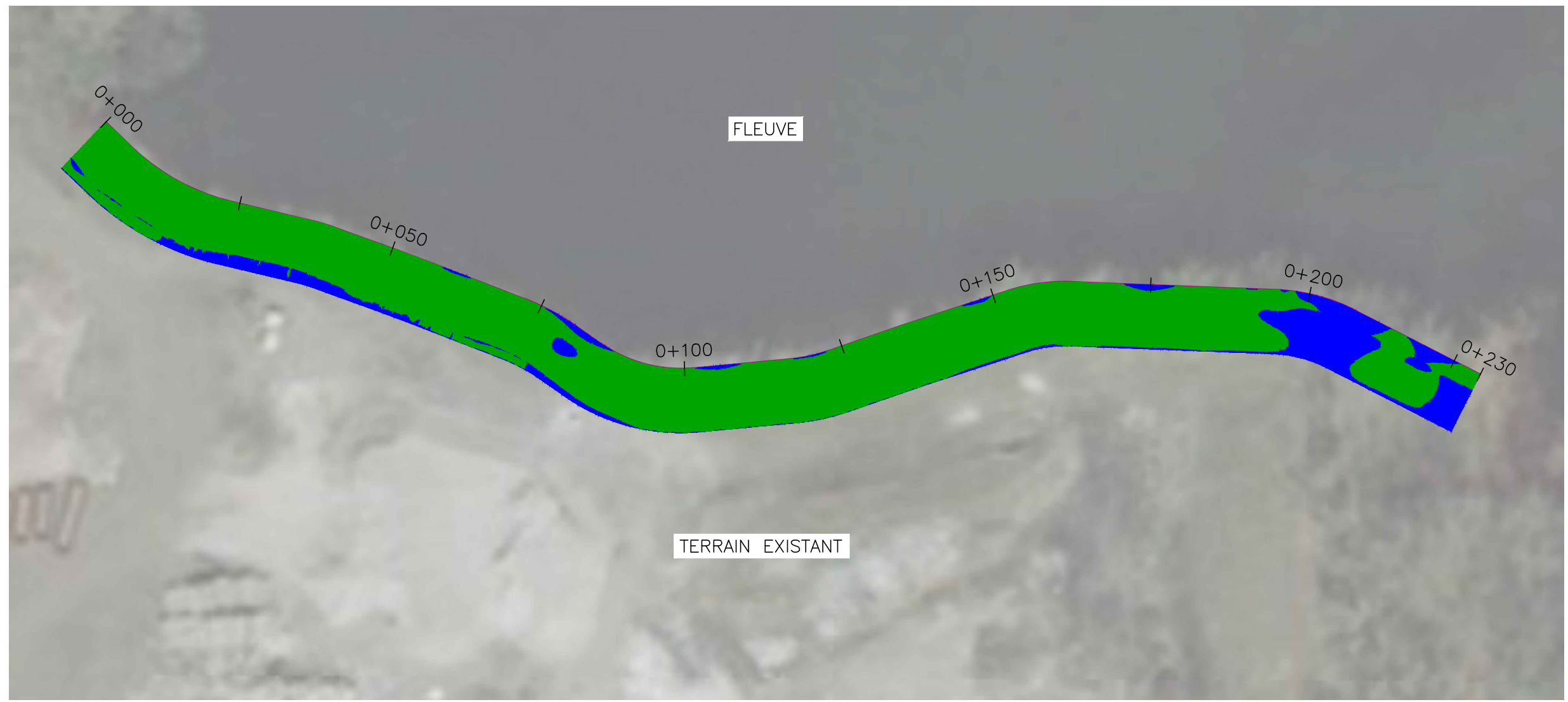


LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI



CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 1 (AXE 2)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-16	607871-2018	00	18b

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Annee 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Ems\CIVIL\3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4-SIMULATION.dwg



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 1 (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	18c		

Plans du déblai/remblai associé au profilage
Scénario 2



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI
- SAULE

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 2 (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-15	607871-2018	00	19a

V:\Projets\652590 - Arpentage\Projets - Année 2018\607871 - Usine Elkem - Beauharnois\5_Livrables\5.3_Plans Émis\CIVIL_3D\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4-SIMULATION-VARIABLE_3.dwg



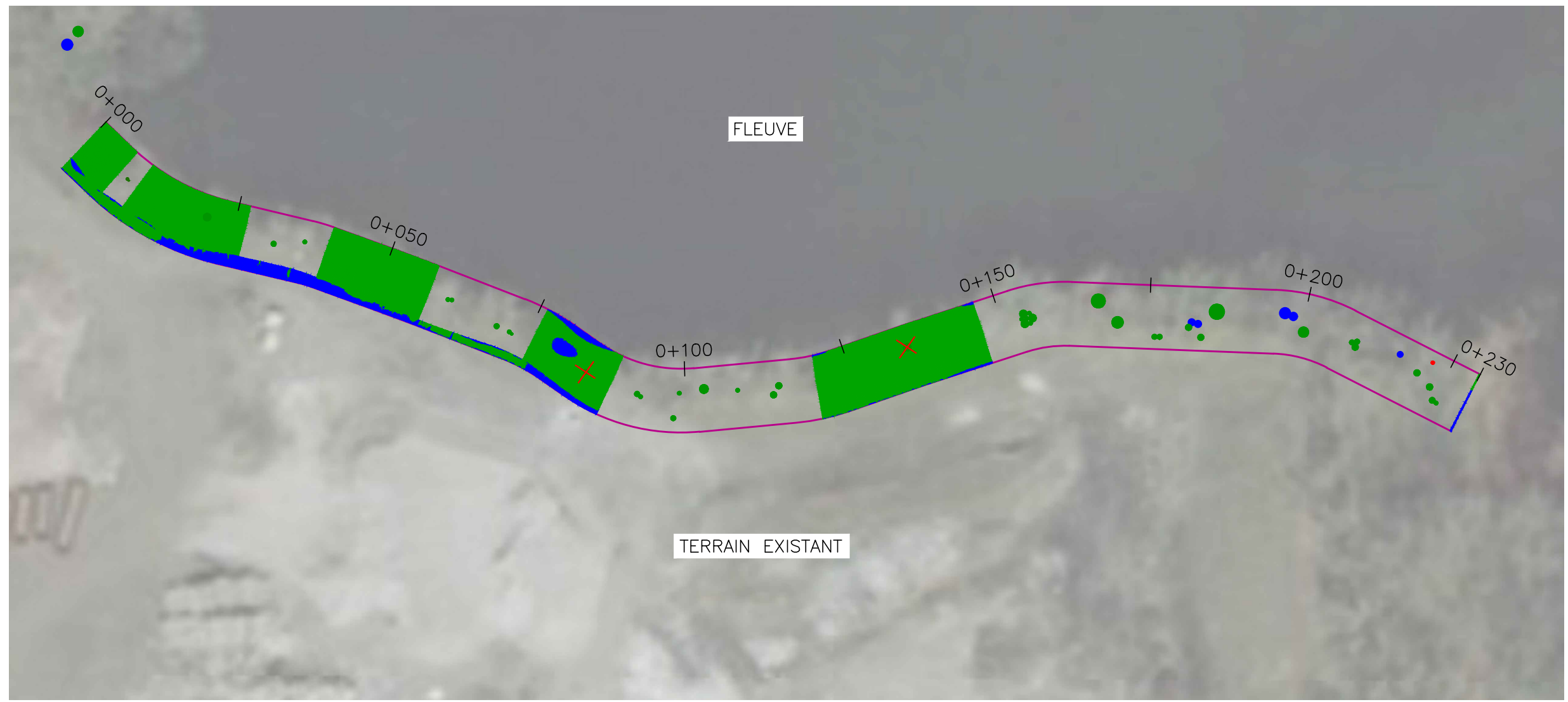
LÉGENDE

- | | | | | | |
|---|---------|---|----------|---|-----------|
|  | REMBLAI |  | PEUPLIER |  | INCONNU |
|  | DÉBLAI |  | SORBIER |  | ARBRE TUÉ |

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 2 (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	19b		





LÉGENDE

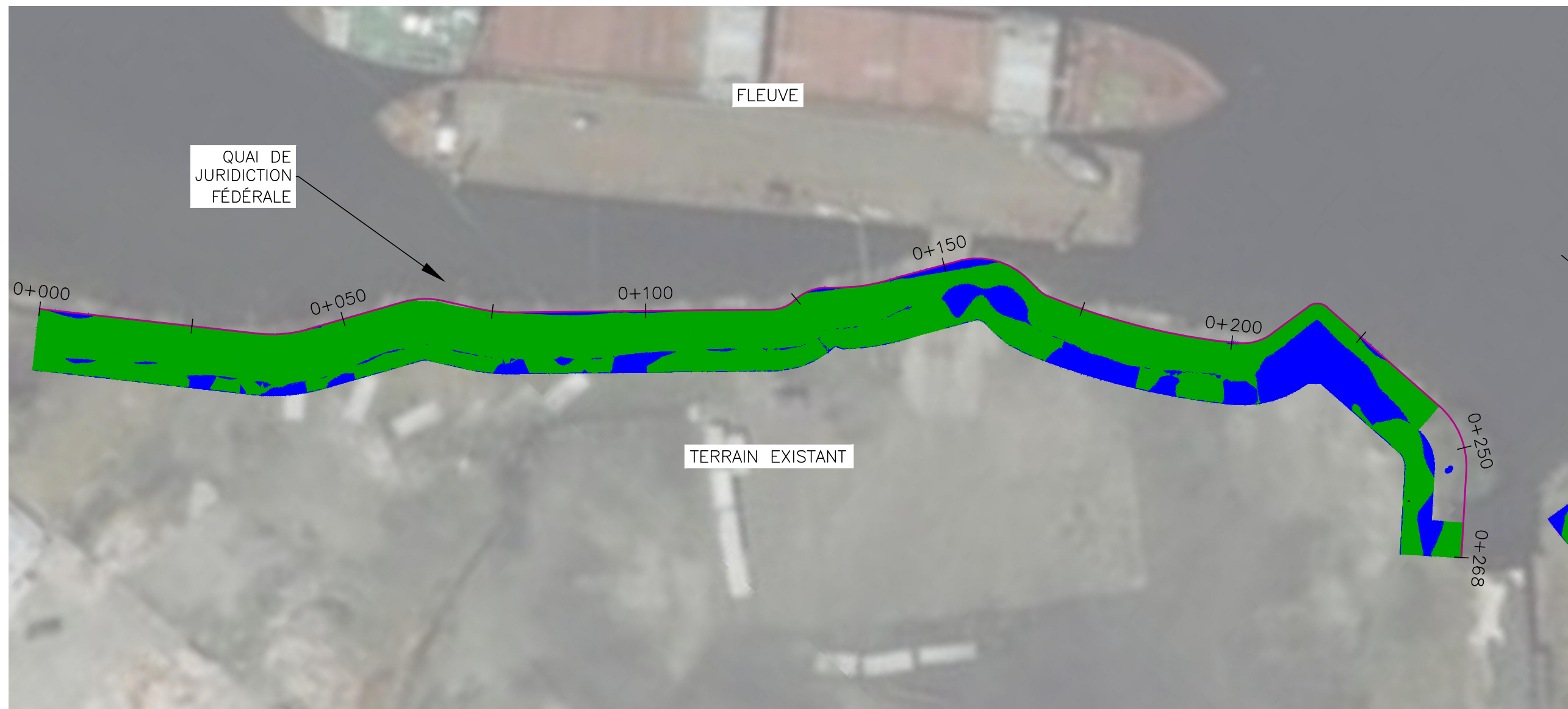
- | | | | | | |
|---|---------|---|----------|---|-----------|
|  | REMBLAI |  | PEUPLIER |  | ORME |
|  | DÉBLAI |  | SAULE |  | ARBRE TUÉ |

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 2 (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	19c		

Plans du déblai/remblai associé au profilage
Scénario 3



LÉGENDE

- REMBLAI
- DÉBLAI
- SAULE

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :			
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 3 (AXE 1)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :
2018-11-15	607871-2018	00	20a

C:\Users\lagam2\Desktop\607871_1000_4ZDD_0001_PA_4--SIMULATION--VARIABLE_4 -Calculé (2).dwg



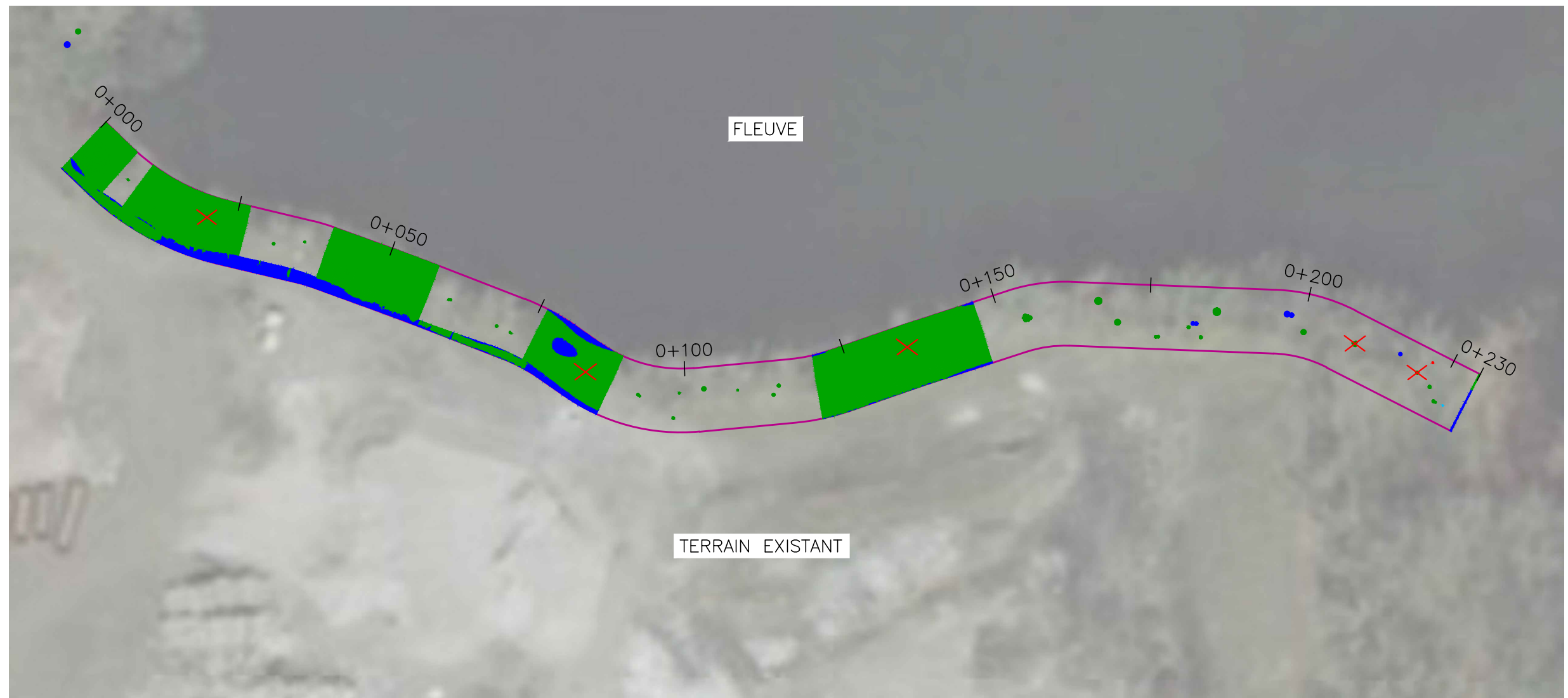
LÉGENDE

- | | | | | | |
|---|---------|---|----------|---|-----------|
|  | REMBLAI |  | PEUPLIER |  | INCONNU |
|  | DÉBLAI |  | SORBIER |  | ARBRE TUÉ |

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 3 (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV. :	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	20b		



LÉGENDE

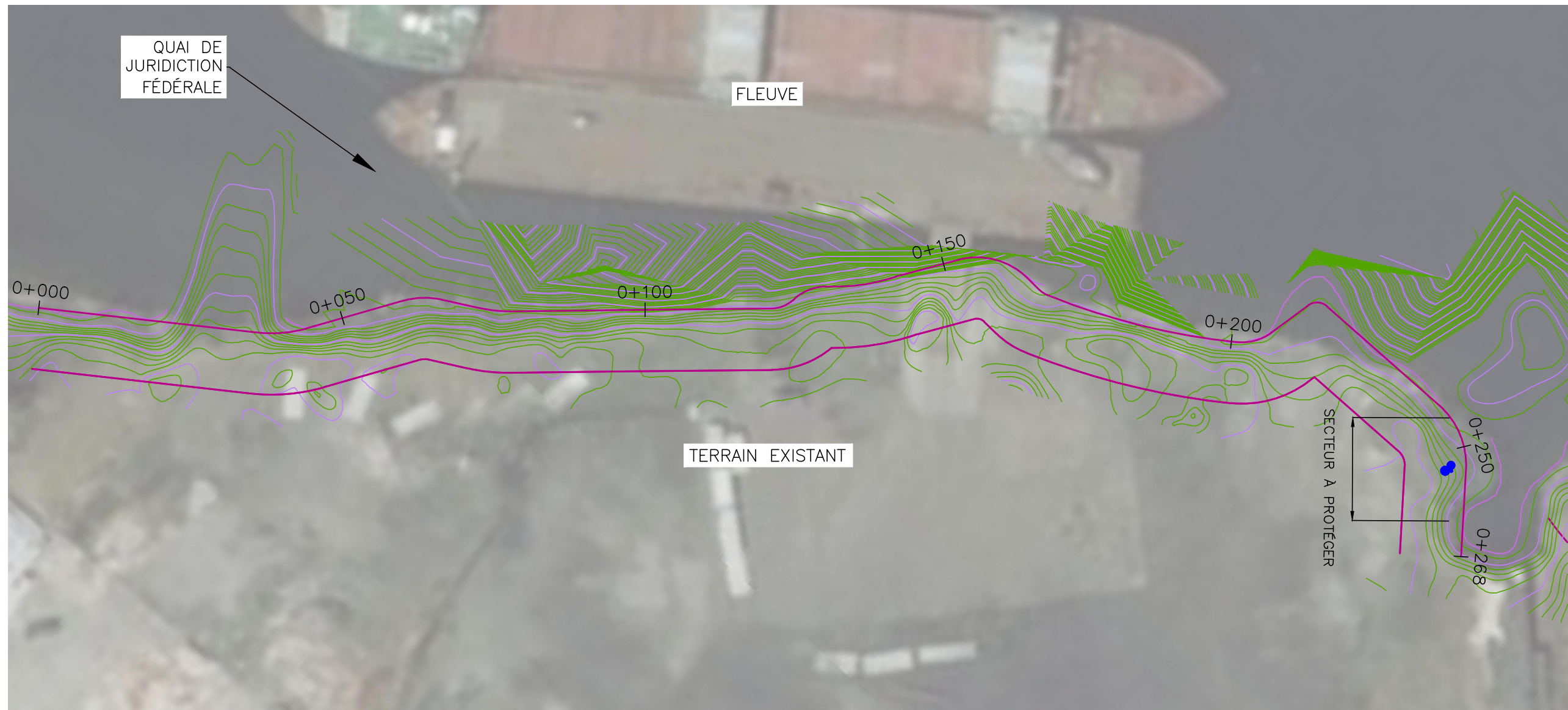
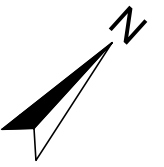
- | | | | | | |
|---|---------|---|----------|---|-----------|
|  | REMBLAI |  | PEUPLIER |  | ORME |
|  | DÉBLAI |  | SAULE |  | ARBRE TUÉ |

NOTE

LES SECTEURS INCOLORES À L'INTÉRIEUR DES LIMITES DE LA BERGE SONT SANS PROFILAGE. DU MATÉRIEL SERA AJOUTÉ AFIN DE PRÉSERVER LES ARBRES.

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES OPÉRATIONS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI LORS DU PROFILAGE DE LA BERGE - SCÉNARIO 3 (AXE 3)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-15	607871-2018	00	20c		

Plans de localisation des gabions
Scénario 3

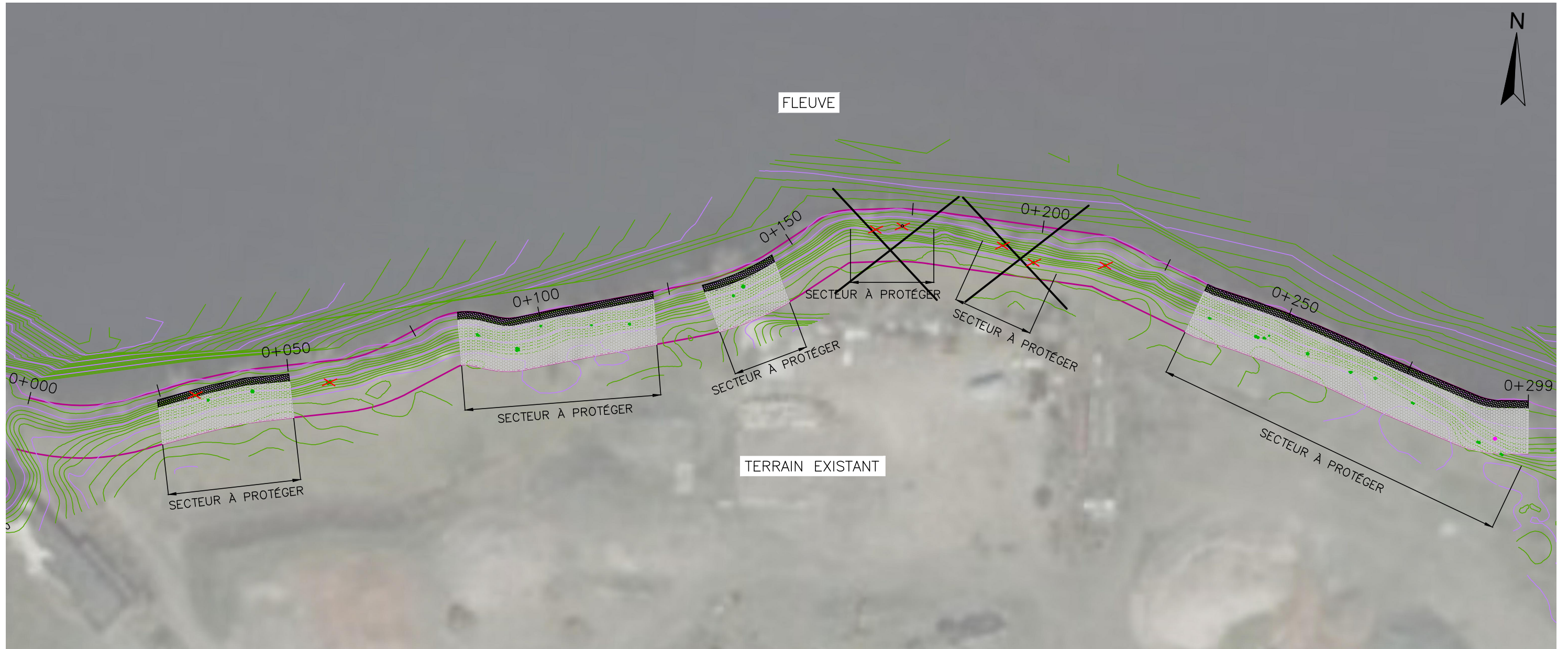


LÉGENDE

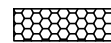
● SAULE

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES GABIONS SCÉNARIO 3 (AXE 1)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	21a		

C:\Users\lagam2\Desktop\ACAD-607871_1000_4ZDD_0001_PA_mise en page_Gabion-PLAN-07-10.dwg



LÉGENDE



GABION



INCONNU



ARBRE TUÉ LORS DE LA PAUSE DE GABION



MATELAS



PEUPLIER

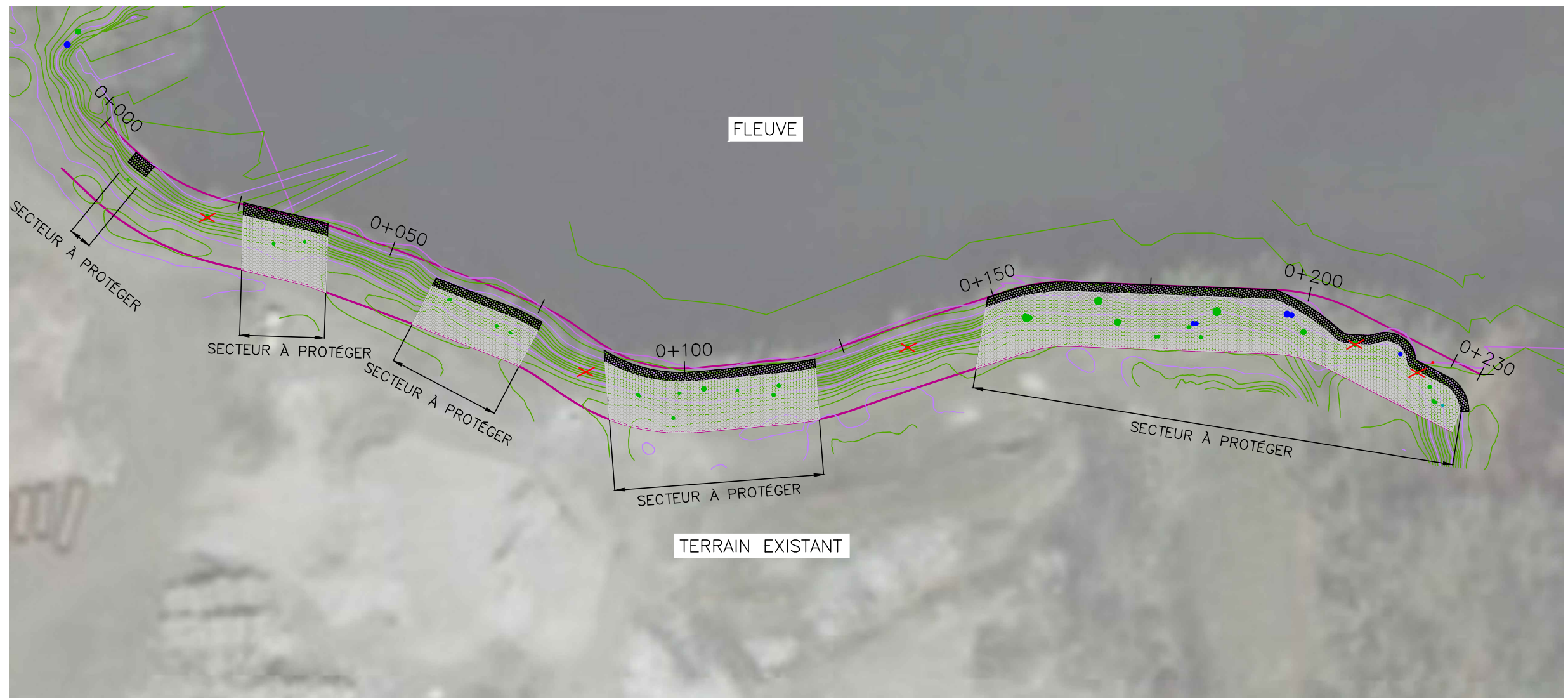


ARBRE TUÉ

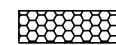


SORBIER

CLIENT :					
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM					
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)					
TITRE : LOCALISATION DES GABIONS SCÉNARIO 3 (AXE 2)					
ÉCHELLE : AUCUNE					
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :		
2018-11-16	607871-2018	00	21b		



LÉGENDE



GABION



PEUPLIER



ARBRE TUÉ



MATELAS





SAULE



ORME



FRÊNE

CLIENT :		 	
PROJET : RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DE LA BERGE DU SITE DE L'ANCIENNE USINE D'ELKEM			
ENDROIT : 61, BOULEVARD DE MELOCHEVILLE BEAUHARNOIS (QUÉBEC)			
TITRE : LOCALISATION DES GABIONS SCÉNARIO 3 (AXE 3)			
ÉCHELLE : AUCUNE			
DATE :	DOSSIER :	RÉV.	DESSIN :
2018-11-16	607871-2018	00	21c



SNC • LAVALIN

360, rue Saint-Jacques Ouest, 16e étage
Montréal (Québec) Canada H2Y 1P5
514.393.8000 - 514.392.4758

