



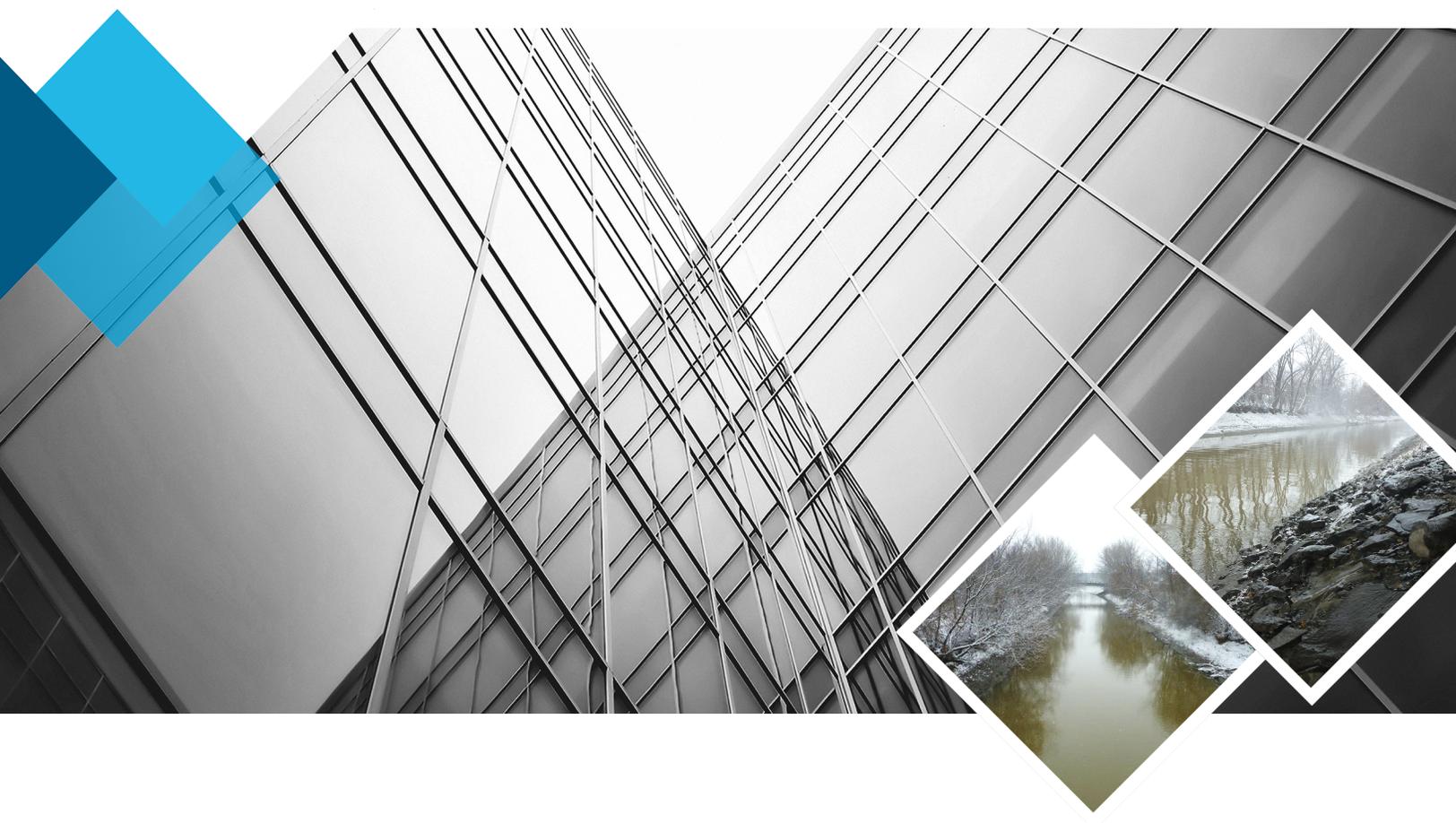
# Gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche

Addenda A

Questions et commentaires pour le projet de stabilisation des berges de la rivière Mascouche sur le territoire de la Ville de Terrebonne par la Ville de Terrebonne

Dossier: 3211-02-308

Ville de Terrebonne



Environnement et géosciences

novembre | 2018

Addenda A - Rev02  
Ref. Client: 658  
Ref. Interne 643174



**SNC • LAVALIN**

SNC-Lavalin GEM Québec inc.  
360 rue St-Jacques Ouest  
Montréal (Québec)  
Canada H2Y 1P5  
☎ 514.393.1000 📠 514.392.4758

## Gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche

Addenda A

Questions et commentaires pour le projet de stabilisation des berges de la rivière Mascouche sur le territoire de la Ville de Terrebonne par la Ville de Terrebonne

Dossier : 3211-02-308

Ville de Terrebonne

Préparé par :

Chantal Landry, Tech. Env.,  
Chargée de projet

Vérfié par :

Julie Bastien, biol., M.Sc. Eau  
Chargée de projet

Louis Simon Barville, biol., M. Env.  
Chargé de projet

N/Dossier n° : 643174  
N/Document n° : Rapport final – Rev02

Novembre 2018



## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>QUESTIONS ET COMMENTAIRES .....</b>	<b>2</b>
PRÉSENTATION DU PROJET .....	2
DESCRIPTION DU MILIEU ET ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT .	13
LOI CONCERNANT LA CONSERVATION DES MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES .....	35
<b>2. RÉFÉRENCES .....</b>	<b>38</b>

## Liste des annexes

### Annexe A

---

Études géotechniques et avis techniques mandatés par la Ville de Terrebonne

### Annexe B

---

Étude hydrotechnique – 9 mai 2018

### Annexe C

---

Rapport de conversation avec M<sup>me</sup> Chantal Côté du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec

### Annexe D

---

Inventaires fauniques complémentaires (SNC-Lavalin, 2018)

### Annexe E

---

Stations d'inventaire de la rivière Mascouche (extrait de MFFP, 2016)

## 1. Introduction

Le présent document comprend des questions et des commentaires adressés à la Ville de Terrebonne dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) pour le projet de gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche.

Ce document découle de l'analyse réalisée par la Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels en collaboration avec les unités administratives concernées du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) ainsi que de certains autres ministères. Cette analyse a permis de vérifier si les exigences de la directive du ministre et du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (chapitre Q-2, r. 23) ont été traitées de façon satisfaisante par l'initiateur de projet.

Certaines sections de l'étude d'impact sont reprises et corrigées par endroits. Les modifications comprises dans le texte sont soulignées.

Dans le cas où un tableau de l'étude est repris et modifié, le numéro d'origine est utilisé, mais l'extension Rév1 est ajoutée (ex. : tableau 5.6-Rev1).

## Questions et commentaires

### PRÉSENTATION DU PROJET

#### QC-1 Sections 1.2, 3.2 et 3.5, pages 1-1, 3-3 et 3-5

L'initiateur doit fournir, les différentes études géotechniques et avis techniques qui ont été mandatés par la Ville de Terrebonne, dont celles qui sont citées en bas de page de la page 1-1. Ces documents doivent être déposés avant l'étape d'analyse de l'acceptabilité environnementale afin que les différents experts impliqués puissent en prendre connaissance.

#### Réponse QC-1

Les études géotechniques et avis techniques sont fournis à l'annexe A. Les références suivantes sont identiques :

- › WSP, 2016a et WSP, 2016;
- › MTQ, 2015a et MTQ, 2015b.

### MISE EN CONTEXTE DU PROJET

#### QC-2 Section 2.2, page 2-3

À partir des données notamment présentées à la section 2.2, l'initiateur doit fournir un tableau comparatif indiquant la largeur, les pentes, l'élévation du fond et la hauteur des talus du canal de dérivation lors de sa construction, dans son état actuel et celui projeté pour chacun des concepts.

#### Réponse QC-2

Le tableau 1 présente la géométrie du canal de dérivation lors de sa construction, aujourd'hui et pour les concepts de stabilisation projetés.

**Tableau 1 Comparatif de la géométrie du canal de dérivation de 1978 à aujourd'hui et pour les concepts projetés**

Élément	Construction <sup>(1)</sup>	Aujourd'hui <sup>(1)</sup>	Concepts projetés	
			Enrochement	Béton-câble
Largeur au fond	12,2 m	17,2 à 20 m	12,2	12,2
Pentes	2H :1V	1,5H :1V <sup>(2)</sup> 1H :2V <sup>(3)</sup>	2H :1V	2H :1V
Élévation fond	4,57 m	4,0 à 2,7 m	5,0 m	4,2 m
Hauteur talus	5,3 à 7,6 m	6 à 7 m	4 à 7 m	5 à 8 m

(1) Sources : WSP, 2016; LVM, 2014.

(2) Inclinaison moyenne.

(3) Inclinaison maximale.

## DESCRIPTION DU PROJET

### Description générale du projet

#### QC-3 Section 3, page 3-1

L'initiateur n'indique pas si d'autres variantes ont été évaluées pour son projet. L'initiateur doit expliquer si d'autres variantes ont été envisagées et pourquoi elles n'ont pas été retenues. Entre autres, l'initiateur doit expliquer pourquoi des techniques de génie végétal, des techniques mixtes ou des techniques de végétalisation d'enrochement n'ont pas été retenues parmi les concepts proposés. Par exemple, recouvrir l'enrochement au-dessus de la ligne des hautes eaux par l'ajout d'une couche de terre végétale et effectuer par la suite des travaux de végétalisation constitue une façon de faire qui permet de réduire les impacts du projet sur l'environnement.

#### Réponse QC-3

La problématique identifiée au site correspond à de l'érosion du fond du canal et des rives. Alors que le fond du canal est érodé par écoulement de l'eau, l'érosion des rives résulte du passage de la glace au printemps (débâcle). Cette situation limite les interventions possibles en termes de végétalisation des berges.

En effet, les fortes crues printanières mènent à une augmentation importante du niveau de l'eau dans le canal, induisant le déracinement et le transport des arbres par les glaces. La figure 1 représente bien l'un de ces épisodes (figure reprise de l'annexe 6 de l'ÉIE).

**Figure 1 Arbres déracinés et transportés par les glaces lors de la débâcle printanière de 2015<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Image tirée d'une vidéo tournée par un résident de la rue de l'Étiage (vidéo fournie par la Ville de Terrebonne).

Cependant, la jonction (angle) entre les sommets des talus et l'enrochement pourrait être végétalisée. Cette option sera intégrée lors de l'ingénierie détaillée.

### **QC-4 Section 3**

L'initiateur doit accompagner la description de ses concepts par des plans (vue en coupe, en plan et de profil) afin que les impacts sur l'environnement de chacun d'eux puissent être évalués adéquatement. Ces plans permettront également de bien visualiser l'étendue des travaux dans le milieu hydrique (ex. ampleur des enrochements prévus sur le littoral et dans les rives).

Les coupes transversales des deux concepts proposés doivent également être ajoutées à la figure 3.2 à titre comparatif, afin d'être en mesure de figurer à quoi ressemblerait le canal de dérivation en appliquant l'un ou l'autre de ces concepts par rapport à la situation existante.

### **Réponse QC-4**

Des vues en coupes du concept proposé en enrochement sont présentées à la dernière page de l'annexe 1 et à l'annexe 2 de l'ÉIE. Le long du canal, le niveau du fond proposé est essentiellement horizontal aux niveaux indiqués dans le tableau 1 ci-dessus (voir réponse QC-2). D'un point de vue hydraulique, pour l'écoulement, c'est à la surface de l'eau qu'un gradient hydraulique se développera.

De plus, tel que spécifié à la page 3-11 de l'ÉIE, le choix final entre les deux solutions proposées sera effectué lors de l'ingénierie détaillée. L'évaluation des impacts s'est donc portée sur les deux variantes envisagées afin que les deux solutions soient autorisées.

Les plans finaux (vues en coupe, en plan et de profil) seront fournis lors de l'ingénierie détaillée.

### **QC-5 Section 3 et section 7.1.1, page 7-1**

L'initiateur doit expliquer si les concepts retenus pour réaliser son projet peuvent engendrer d'autres problèmes, tels que de l'érosion, de la régression de fond, de l'affouillement, etc., en amont ou en aval de la zone des travaux. Au besoin, une étude hydrogéomorphologique doit être réalisée afin de documenter cet aspect. Les concepts retenus pour corriger la situation dans le canal de dérivation devraient être présentés en prenant en considération, non seulement la stabilité des talus, mais également la libre circulation de l'eau et du poisson.

De plus, l'initiateur doit ajuster et bonifier la section 7.1.1 de son étude d'impact afin de discuter des impacts appréhendés sur la morphologie et la bathymétrie de la rivière Mascouche, notamment en amont de la zone des travaux ainsi que dans le bras mort. Au besoin, l'initiateur doit présenter des mesures d'atténuation reliées à ces aspects.

### **Réponse QC-5**

La protection en enrochement du canal de dérivation de la rivière Mascouche n'entraîne aucune modification significative du régime hydraulique de la rivière (i.e. : vitesses et patron d'écoulement; voir annexe B).

#### **QC-6 Section 3.2.2, p. 3-4**

La conception en enrochement proposée par l'initiateur implique un rehaussement de 1 m au centre du canal. L'initiateur doit expliquer pourquoi il n'est pas envisagé pour cette option d'excaver le fond du chenal afin de maintenir l'élévation à environ 4,2 m, soit l'élévation proposée pour l'option de protection avec le béton-câble.

#### **Réponse QC-6**

L'objectif des travaux consiste en la stabilisation des parois et du fond du canal de dérivation existant de la rivière Mascouche. Afin de minimiser les impacts, l'approche préconisée vient prendre avantage de la période d'étiage (août et septembre) pour la réalisation des travaux. Étant donnée la fenêtre de temps restreinte pour la réalisation des travaux, seule une mise en place de matériaux (aucune excavation) est envisageable durant cette période.

En effet, le processus d'excavation du fond argileux avant la mise en place d'enrochement impliquerait un processus plus long qui mettrait l'échéancier à risque. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'initiateur penche fortement pour l'option du béton-câble.

#### **QC-7 Section 3.3.4, page 3-6**

Selon l'étude hydraulique, le canal de dérivation restera sec pour les activités de construction, lorsque l'écoulement dans la rivière Mascouche sera de 13 m<sup>3</sup>/sec ou moins, en raison de la présence du batardeau qui sera situé en amont de la zone des travaux. Dans le but d'évaluer le potentiel de débordement dans la zone des travaux, l'initiateur doit préciser le débit d'étiage estival de la rivière Mascouche.

#### **Réponse QC-7**

Le débit de crue durant la période des travaux (août et septembre – étiage) pour une récurrence de 1 dans 2 ans a été évalué afin d'estimer le risque de débordement au-dessus du batardeau amont dans la zone des travaux durant la mise en place des matériaux de protection. Ce débit est évalué à 18 m<sup>3</sup>/s pour une durée d'environ 27 heures. Étant donné que le débit qui pourra être évacué par l'ancien bras de la rivière Mascouche est évalué à 14 m<sup>3</sup>/s, un débordement de l'ordre de 4 m<sup>3</sup>/s dans la zone des travaux pour une période de 27 heures pourraient se produire.

#### **QC-8 Section 3.3.4**

À la section 3.3.4 de l'étude d'impact, l'initiateur propose de construire des digues (batardeaux) en amont et en aval du canal (figure 3.5) afin de réaliser, à sec, les travaux d'enrochement du fond du canal. Comme le batardeau aval sera situé du côté aval du pont du chemin Saint-Charles, l'eau du canal ne pourra plus faire office de contrepoids naturel à la base des talus. Cela aura pour effet de faire diminuer temporairement le coefficient de sécurité de la pente vis-à-vis la structure (et aussi partout ailleurs le long des berges).

Afin de s'assurer que la stabilité de la berge vis-à-vis la structure du pont ne soit pas compromise par les travaux prévus dans la rivière Mascouche, l'initiateur doit expliquer comment il a pris en compte cet aspect et doit démontrer comment sa méthode de travail assurera la stabilité des talus durant les travaux.

### **Réponse QC-8**

Dans les conditions actuelles en période d'étiage, le niveau d'eau du canal est pratiquement situé au fond de celui-ci. Il est donc dire que la condition décrite à la QC-8 en est déjà une que les parois du canal subissent déjà. En d'autres mots, le pompage de l'eau du canal ne créera pas une situation plus critique que ce que le canal expérimente déjà.

Lors des travaux, la mise en place d'enrochements et/ou de tapis en béton-câble (TBC) aura pour effet d'immédiatement stabiliser les berges. Il est prévu que les travaux soient effectués à partir des zones stabilisées vers les zones à stabiliser (ex. : de l'amont vers l'aval et/ou de l'aval vers l'amont).

### **QC-9 Section 3.3.4, page 3-8**

Les travaux nécessiteront la construction de deux batardeaux, l'un au nord de la rue Florent près de la rivière Mascouche et l'autre au sud du chemin Saint-Charles à l'extérieur de l'habitat floristique de la Rivière-des-Milles-Îles pour lequel aucun impact n'est prévu (p. 3-8). Le Ministère demande néanmoins à ce que la limite de l'habitat floristique soit balisée par l'initiateur afin de s'assurer qu'il n'y ait aucune activité qui y soit réalisée.

Le Ministère tient à rappeler que si des travaux devaient être réalisés dans l'habitat floristique de la Rivière-des-Milles-Îles, une autorisation sera requise en vertu de l'article 17 de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.

### **Réponse QC-9**

La limite de l'habitat floristique de la rivière des Mille Îles sera balisée avant le début des travaux. Une demande d'autorisation en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* sera complétée dans le cas où des travaux devaient être réalisés dans cet habitat.

### **QC-10 Section 5.1, page 5-1**

L'initiateur doit préciser en quoi consistent les travaux d'ouverture de l'ancien émissaire de la rivière Mascouche, tel que mentionné au premier paragraphe de la section 5.1.

De plus, l'initiateur doit présenter le mode de gestion actuel de la vanne qui est située dans la digue aménagée au site de l'ancien émissaire et expliquer si la vanne permet ou permettra la libre circulation du poisson, pendant la période où la rivière sera déviée dans le bras mort.

### **Réponse QC-10**

La vanne est ouverte en tout temps et à pleine capacité et est manipulée régulièrement afin d'éviter la stagnation de l'eau. La libre circulation du poisson est donc possible au cours des travaux.

## Plan de gestion spécifique concernant l'assèchement des aires de travail

### QC-11 Section 8.4.3, page 8-8

L'initiateur mentionne qu'il va « s'assurer que les eaux de ruissellement à l'intérieur des aires de travail soient pompées en milieu terrestre afin de permettre la décantation des matières en suspension (MES). Cette zone doit être à l'extérieur de la bande riveraine de tout cours d'eau ».

L'initiateur doit localiser la zone où le traitement des MES aura lieu. De plus, l'initiateur doit estimer les volumes d'eau qui devront être pompés, et évaluer si l'aménagement d'un bassin de décantation sera nécessaire pour respecter les critères de qualité des eaux de surface. Le cas échéant, l'information concernant ce bassin doit être déposée.

### Réponse QC-11

#### *Zone de traitement des MES*

La figure 1 illustre trois zones potentielles de traitement des MES, localisées sur des terrains de la Ville de Terrebonne. L'emplacement final sera précisé une fois l'ingénierie détaillée complétée.

**Figure 1** Zones potentielles de traitement des MES



Source : Google Earth Pro, 2017.

### *Estimation des volumes d'eau à pomper*

Les apports d'eau dans la zone des travaux peuvent provenir de i) la pluie, ii) d'infiltration d'eau par le fond du canal (là où le fond de ce dernier est exposé au till glaciaire) et iii) d'infiltration au niveau des batardeaux, si ces derniers ne sont pas parfaitement étanches. Les estimations suivantes ont été calculées pour chaque cas pour la période des travaux (deux mois) :

- i) **Pluie<sup>2</sup>** : en assumant une aire tributaire de 19 250 m<sup>2</sup> (55 m de large par 350 m de long), le volume d'eau à pomper est estimé à 2 600 m<sup>3</sup>;
- ii) **Infiltration d'eau par le fond du canal** : l'aire d'infiltration est estimée à 4 500 m<sup>2</sup> (15 m de large par 300 m de long). En considérant une conductivité hydraulique de  $1 \times 10^{-7}$  m/s pour le till glaciaire situé dans le fond du canal, ainsi qu'un gradient hydraulique ascendant de 0,4, le volume d'eau à pomper est estimé à 1 300 m<sup>3</sup>;
- iii) **Infiltration d'eau au niveau des batardeaux** : cette évaluation ne peut être que très approximative car les infiltrations à ce niveau sont intimement liées à la qualité d'exécution des travaux par l'entrepreneur. À priori, on peut supposer que le volume approximatif d'eau d'infiltration par les batardeaux sera de l'ordre de 2 000 m<sup>3</sup>.

En résumé, il est estimé que les volumes d'eau à pomper seront de l'ordre de 6 000 m<sup>3</sup>. Un système sera mis en place afin de permettre la décantation des particules fines avant le rejet des eaux à un cours d'eau ou au réseau pluvial (ex. : bassin, conteneur, etc.). L'information concernant ce système sera communiquée lors de l'ingénierie détaillée.

## Étude hydrotechnique

### QC-12 Annexe 1, page 5

Les débits de crues calculés ne tiennent pas compte de l'impact des changements climatiques. Cet aspect doit être pris en compte dans la conception de protection du canal en raison de la durée de vie utile assez longue de l'ouvrage proposé. L'initiateur doit démontrer comment l'aspect des changements climatiques a été intégré à la conception de l'ouvrage ou, advenant le cas où cet aspect ne l'aurait pas été jusqu'à présent, expliquer si la conception actuelle devrait être adaptée en conséquence. L'Atlas hydroclimatique du Québec méridional, entre autres, offre un aperçu des tendances à long terme de l'impact des changements climatiques sur les débits de crues du secteur à l'étude. Un facteur de sécurité peut aussi être appliqué aux débits de crues.

### Réponse QC-12

La capacité du canal dans les conditions existantes a été modélisée dans HEC-RAS. Puis, les conditions du canal stabilisé par la mise en place d'enrochement ont aussi été modélisées dans HEC-RAS afin de comparer la capacité hydraulique du canal en condition stabilisée avec celle en condition existante. La crue utilisée pour faire cette comparaison est celle de 1 :50 ans, mais une autre crue aurait aussi pu être utilisée pour faire cette validation. Suite à ces analyses, nous concluons que le canal de dérivation protégé avec des enrochements aura une capacité

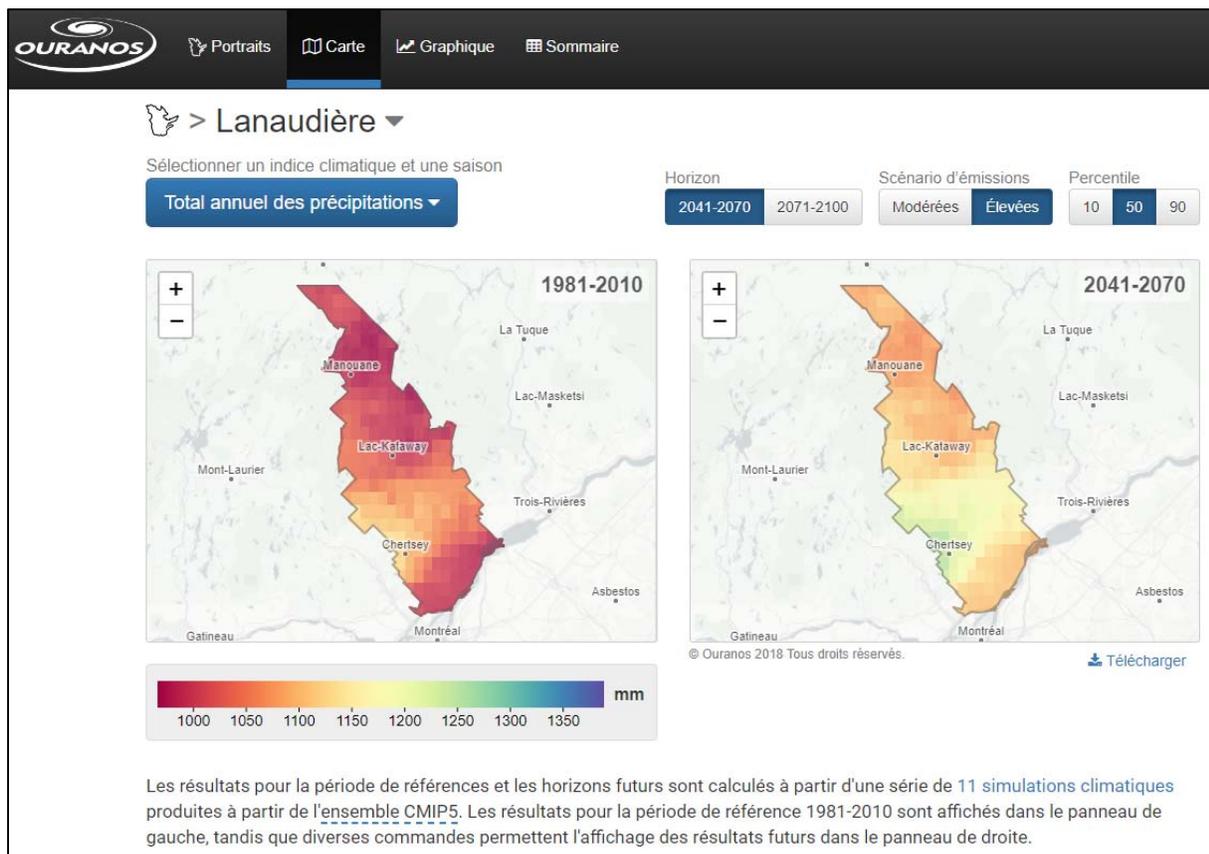
<sup>2</sup> Données basées sur le Code national du bâtiment 2015, Conseil national de recherche du Canada, Volume 1, Division B, Annexe C, Tableau C2.

hydraulique équivalente à celle existante. Il doit être noté que la validation a été faite pour l'option avec enrochement au fond du canal seulement qui a permis de valider la capacité du canal. Pour sa part, l'option avec le béton-câble offrirait une section d'écoulement accrue et donc une capacité encore supérieure.

Le canal original n'a pas été construit pour passer la crue 1:100 ans. Au fil des ans, l'érosion a creusé le canal et en a par le fait même augmenté la capacité. Ainsi, avec les mesures de protection prévue, on retourne sensiblement à la capacité originale du canal lors de sa construction.

Pour supporter une crue 1 :100, il faudrait augmenter les dimensions du canal actuel. Cette option est difficilement envisageable étant donné le milieu bâti situé à proximité et de part et d'autre du canal. La présence de la culée du pont du chemin Saint-Charles en aval du canal pourrait également créer une restriction qui limiterait l'effet d'un élargissement du canal en amont, s'il était possible.

De plus, pour vérifier les débits de crues en tenant compte de l'impact des changements climatiques, il faudrait ajouter un facteur multiplicatif à la cote de crue 1 :100 actuelle sachant que selon le scénario d'émissions élevées de GES, il y aurait environ 15 à 155 mm de plus par année sur l'horizon 2041-2070 :



Source : Ouranos, 2018

Il est donc difficilement envisageable d'adapter la conception du canal pour tenir compte d'une crue 1 :100 et de l'impact des changements climatiques.

### **QC-13 Annexe 1, page 15**

Pour la conception de l'enrochement, la vitesse maximale estimée avec le modèle hydraulique est 2,27 m/s, à laquelle un facteur 1,2 a été appliqué pour tenir compte du champ de vitesse dans la section transversale.

L'initiateur doit préciser s'il s'agit de la vitesse moyenne sur la largeur de la section, ou si la section d'écoulement a été subdivisée dans HEC-RAS en sous-sections afin d'établir la vitesse maximale au milieu du chenal principal. Cela peut avoir un impact non négligeable sur le dimensionnement de l'enrochement de protection.

### **Réponse QC-13**

La méthodologie utilisée pour la conception de la protection en enrochement est basée sur la vitesse moyenne de la section transversale. Dans le cas présent, la méthode développée par le US Army Corps of Engineers utilise la vitesse moyenne pour le dimensionnement des enrochements. Un facteur de sécurité de 1,2 est également inclus dans le calcul.

### **QC-14 Annexe 1, page 17**

L'initiateur mentionne que « la revanche minimale obtenue par rapport au niveau supérieur de l'enrochement du canal de dérivation lors de la simulation est de 20 cm. Par conséquent, la capacité hydraulique du canal de dérivation dans les conditions de projet est considérée suffisante pour transiter la crue de période de retour de 50 ans ».

Pour s'assurer que cette condition soit respectée, l'initiateur doit fournir un tableau avec les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement calculés à chaque section du modèle hydraulique, ainsi qu'un profil du canal avec les niveaux d'eau du canal modélisé. Les vitesses devraient également être présentées à trois endroits par section, soient en rive droite, en rive gauche et au milieu du chenal.

### **Réponse QC-14**

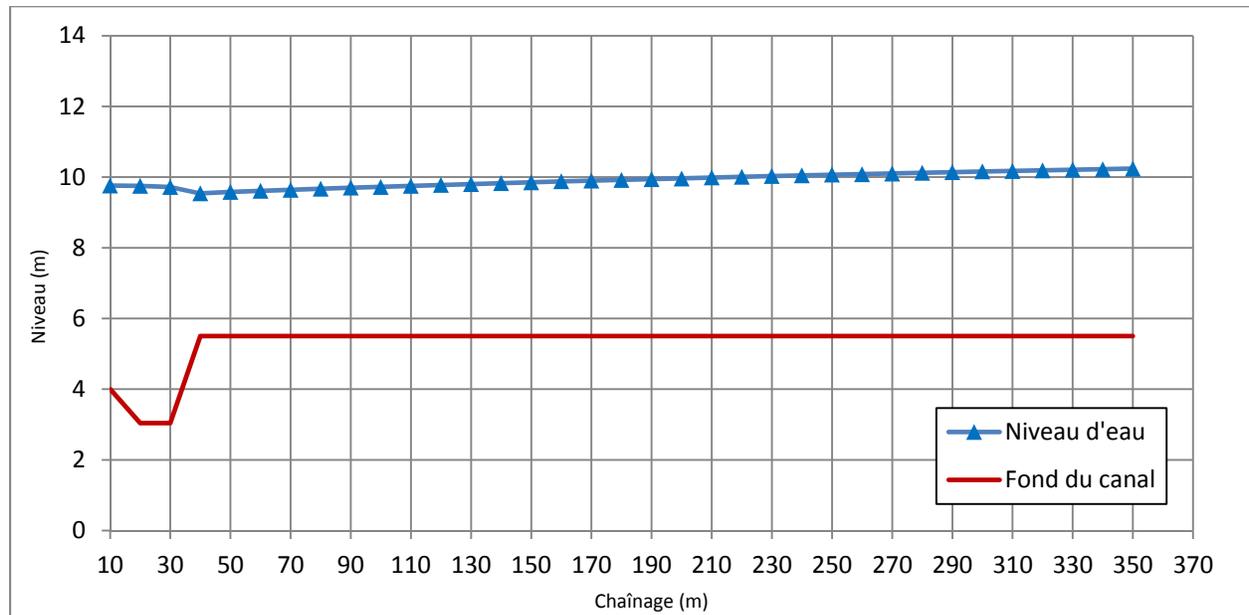
Cette question fait référence à la validation de la capacité du canal. Cette validation a été faite dans le contexte décrit à la réponse à la QC-12 (i.e. : canal existant versus conception d'un nouveau canal) pour une crue de 1 :50 ans. Lors de cette validation, les niveaux d'eau du canal existant et du canal avec protection en enrochement ont été comparés pour toutes les sections transversales. Cette comparaison a permis d'établir que la différence maximale entre les deux modèles est de 7 cm pour une section située en amont du canal. Ce résultat est considéré suffisant pour valider que la capacité du canal de dérivation de la rivière Mascouche demeure équivalente une fois le canal protégé par rapport aux conditions existantes.

L'étude hydrotechnique a été mise à jour (annexe B). Le tableau 6 et la figure 8 de l'étude hydrotechnique mise à jour sont reproduits ci-dessous au bénéfice du lecteur:

**Tableau 2 Résultat de la simulation de la crue 50 ans dans le canal, en condition de projet**

Chaînage (m)	Niveau des berges (enrochement) (m)	Niveau d'eau (m)	Revanche (m)	Vitesse moyenne (m/s)
0+010.000	10.50	9.76	0.74	0.96
0+020.000	10.50	9.75	0.75	1.04
0+030.000	10.50	9.72	0.78	1.37
0+040.000	10.50	9.54	0.96	2.45
0+050.000	10.50	9.58	0.92	2.42
0+060.000	10.50	9.61	0.89	2.39
0+070.000	10.50	9.64	0.86	2.37
0+080.000	10.50	9.67	0.83	2.34
0+090.000	10.50	9.70	0.80	2.32
0+100.000	10.50	9.72	0.78	2.30
0+110.000	10.50	9.75	0.75	2.28
0+120.000	10.50	9.78	0.72	2.26
0+130.000	10.50	9.80	0.70	2.24
0+140.000	10.50	9.83	0.67	2.22
0+150.000	10.50	9.85	0.65	2.21
0+160.000	10.50	9.88	0.62	2.19
0+170.000	10.50	9.90	0.60	2.17
0+180.000	10.50	9.92	0.58	2.16
0+190.000	10.50	9.94	0.56	2.14
0+200.000	10.50	9.96	0.54	2.13
0+210.000	10.50	9.99	0.51	2.11
0+220.000	10.50	10.01	0.49	2.1
0+230.000	10.50	10.03	0.47	2.09
0+240.000	10.50	10.05	0.45	2.07
0+250.000	10.50	10.07	0.43	2.06
0+260.000	10.50	10.08	0.42	2.05
0+270.000	10.50	10.10	0.40	2.04
0+280.000	10.50	10.12	0.38	2.02
0+290.000	10.50	10.14	0.36	2.01
0+300.000	10.50	10.16	0.34	2.00
0+310.000	10.50	10.17	0.33	1.99
0+320.000	10.50	10.19	0.31	1.98
0+330.000	10.50	10.21	0.29	1.97
0+340.000	10.50	10.22	0.28	1.96
0+350.000	10.50	10.24	0.26	1.95

**Figure 2 Profil de la simulation de la crue 50 ans dans le canal, en condition de projet**



### QC-15 Annexe 1, page 17

L'initiateur doit identifier les limites d'inondation de récurrence 2 ans, 20 ans et 100 ans dans son étude. Ceci permettra de déterminer l'impact du projet sur les niveaux d'eau, et sur les zones inondables.

De plus, l'initiateur doit expliquer si le canal, avec la géométrie proposée, aura la capacité de véhiculer la crue de récurrence 1:100 ans sans débordement. Idéalement, pour des fins de sécurité civile, il devrait y avoir une revanche minimale de 0,30 cm avec les hauts de talus pour cette crue. S'il n'est pas prévu que la crue 1 :100 ans puisse être véhiculée par le canal projeté, l'initiateur doit expliquer pourquoi.

### Réponse QC-15

Voir réponse QC-12.

De plus, en fonction des résultats indiqués à la réponse QC-12, les limites d'inondation de récurrence de 2 ans, 20 ans et 100 ans déjà établies resteront sensiblement inchangées. Il a également été validé que la capacité du canal demeure sensiblement la même une fois stabilisée avec des enrochements, conclusion considérée valide et ce, peu importe la récurrence.

### **QC-16 Annexe 1, page 17**

Selon l'étude présentée, l'aménagement de protection proposé entraînera une augmentation moyenne des niveaux d'eau de 7 cm par rapport aux conditions actuelles. L'initiateur doit expliquer si ce rehaussement aura un impact sur la passerelle qui se trouve en amont du canal, et le pont du chemin Saint-Charles (route 344) qui se trouve en aval. Il en est de même pour les résidences à proximité du canal.

### **Réponse QC-16**

Afin de valider que la capacité du canal protégé restera sensiblement la même que celle du canal existant, la capacité du canal dans les conditions existantes a été modélisée dans HEC-RAS. Les conditions du canal stabilisé par la mise en place d'enrochement ont aussi été modélisées dans HEC-RAS afin de comparer la capacité hydraulique du canal en condition stabilisée avec celle en condition existante. La crue utilisée pour faire cette comparaison est celle de 1 :50 ans, mais une autre crue aurait aussi pu être utilisée pour faire cette validation. Suite à ces analyses, on conclut que le canal de dérivation protégé avec des enrochements aura une capacité hydraulique équivalente à celle existante. La validation de la capacité du canal a été faite en comparant les niveaux d'eau du canal existant et du canal avec protection en enrochement pour toutes les sections transversales. La différence entre les deux modèles pour une section donnée près de l'entrée du canal était de 7 cm.

Cette valeur (7 cm) est considérée à la limite de la précision du modèle hydraulique et suffisante pour valider que le canal aura une capacité équivalente une fois les travaux complétés.

Étant donné qu'après les travaux de stabilisation des enrochements seront présents au droit de la passerelle et du pont du chemin Saint-Charles (route 344), ce potentiel de rehaussement du niveau de l'eau n'aura pas d'impact sur ces derniers.

## **DESCRIPTION DU MILIEU ET ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT**

### **Délimitation de la zone d'étude**

#### **QC-17 Section 5.1, page 5-1 et sections 7.2.1 et 7.2.2, pages 7-5 à 7-8**

La zone d'étude doit être suffisante pour couvrir l'ensemble des activités projetées et pour circonscrire l'ensemble des effets directs et indirects du projet ou du programme sur les milieux biophysique et humain.

Pour son projet, l'initiateur a choisi deux zones d'études, une qui couvre le canal à stabiliser, et une autre à l'exutoire naturel de la rivière Mascouche.

a) L'initiateur doit inclure dans sa zone le bras mort de la rivière Mascouche, puisque les eaux de la rivière y seront en partie détournées lors de la réalisation des travaux, ainsi qu'une partie de la rivière des Mille-Îles considérant les impacts potentiels sur la faune ichthyenne mentionnés à la page 7-7.

b) L'évaluation des impacts aux sections 7.2.1 et 7.2.2 doivent en conséquence être modifiées en décrivant les impacts du détournement des eaux dans les habitats présents dans le bras mort de la rivière Mascouche ainsi qu'à la sortie de la conduite dans la rivière des Mille-Îles. Au besoin, l'initiateur doit proposer des mesures d'atténuation pour réduire les impacts du projet dans le bras mort de la rivière.

### **Réponse QC-17**

Tel que décrit à la page 5-1 et illustré à la figure 5.1 de l'ÉIE, la zone d'étude est divisée en deux, soit :

- › La zone d'étude locale, qui correspond à un périmètre où le projet est susceptible de provoquer des impacts. Cette aire englobe le bras mort de la rivière Mascouche de même qu'une partie de la rivière des Mille Îles (**se référer à l'encadré entier de la figure 5.1**);
- › La zone d'étude restreinte qui est incluse dans la zone d'étude locale. Cette zone est subdivisée en deux secteurs qui seront affectés par les travaux, soit :
  - a) la superficie à stabiliser du canal de dérivation (secteur est);
  - b) la superficie touchée par l'ouverture de l'ancien émissaire de la rivière Mascouche (secteur ouest).

Aucun impact sur la végétation n'est prévu dans le bras mort de la rivière Mascouche et à son exutoire. Ce secteur ne sera que très peu perturbé par les travaux puisque ceux-ci seront réalisés en période d'étiage (août et septembre) et que le débit attendu de la rivière à cette période est relativement faible. De plus, aucun empiètement du batardeau amont n'est prévu dans le milieu humide localisé à l'entrée du bras mort.

Notons qu'une partie de l'eau de la rivière Mascouche s'évacue continuellement vers la rivière des Mille Îles via le bras mort (voir réponse QC-10). L'embouchure naturelle de la rivière Mascouche reçoit donc déjà une partie du débit de l'eau de la rivière, notamment en période de crue de la rivière des Mille Îles (Côté, C, 2017).

En ce qui concerne la faune ichthyenne, les impacts potentiels sur le poisson et son habitat ont déjà été discutés à la page 7-7 de l'ÉIE. Ils seront surtout causés :

- › En aval des travaux (rivière des Mille Îles) par une perturbation des activités de fraie et d'alevinage (mise en suspension et dépôt de sédiments);
- › En amont des travaux (bras mort et rivière Mascouche) par l'entrave à la migration (mise en place de batardeaux). Cependant, la libre circulation du poisson sera assurée puisque la vanne d'isolement demeurera ouverte au cours des travaux, réduisant ainsi les impacts possibles lors de la montaison.

Toutefois, considérant la faible qualité de l'habitat du poisson dans les 500 premiers mètres de la rivière des Mille Îles en aval de l'embouchure du canal de dérivation (voir détails à QC-24), aucune mesure d'atténuation supplémentaire n'est requise.

## Milieu physique – Qualité des eaux de surface

### QC-18 Section 7.1.2, page 7-3

Étant donné que l'aménagement du batardeau amont permettra à l'eau de passer par-dessus en cas de crue saisonnière, la mise en eau de la zone de travail (dans laquelle il y aura assurément des sols à nu) devrait être ajoutée aux principales sources d'impacts sur la qualité des eaux de surface et les mesures d'atténuation devraient être ajustées en conséquence.

Les travaux de mise en place et de retrait des batardeaux devraient également être ajoutés aux principales sources d'impact sur la qualité des eaux de surface. Encore une fois, les mesures d'atténuation devraient être ajustées en conséquence.

### **Réponse QC-18**

#### *Mise en eau en cas de crue saisonnière*

La mise en eau de la zone de travail lors des périodes de crue saisonnière est comprise dans la Gestion des eaux de drainage et des eaux de la rivière Mascouche. Elle est donc considérée dans les sources d'impact.

Rappelons que les travaux seront interrompus en cas de fortes crues et de débordements d'eau à l'intérieur de la zone des travaux jusqu'à l'assèchement de l'aire de travail (page 7-4 de l'ÉIE). De plus, un système de surveillance hydrométéorologique sera mis en place afin de prévenir tout risque d'inondation causé par le chantier en période de construction (page 7-2 de l'ÉIE). Ces mesures préventives sont jugées suffisantes pour éviter la mise en suspension des sols mis à nu dans l'aire de travail en cas de crue saisonnière.

Pour la période prévue des travaux (août et septembre), le débit dans la rivière Mascouche sera de l'ordre de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une récurrence de 1 :2 ans. En tenant compte de la disponibilité de la vanne et du niveau de la rivière des Mille Îles, le lit original de la rivière Mascouche pourra faire transiter  $\pm 14 \text{ m}^3/\text{d'eau}$ . La persistance d'un tel débit serait de l'ordre de 27 heures. La construction devra donc pouvoir accommoder un surplus de  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une période de 27 h. Un arrêt des travaux de 48 à 72 h est donc anticipé. Cet intervalle est marginal compte tenu de la durée des travaux.

#### *Mise en place et retrait des batardeaux*

Les travaux d'assèchement des aires de travail incluent la mise en place et le retrait des batardeaux. Les sources d'impact et mesures d'atténuation sont donc circonscrites dans les composantes biophysiques suivantes :

- › Qualité des eaux de surface (p. 7-3);
- › Faune ichthyenne (p. 7-7).

Les mesures additionnelles suivantes sont toutefois ajoutées :

- › Dans la mesure du possible, les travaux liés à l'installation et au retrait des batardeaux seront réalisés à partir de la rive et des mesures de rétention des sédiments terrestres seront mises en place (ex. : barrière à sédiment);

- › Les travaux seront réalisés entre le 15 juillet et le 15 mars afin de respecter la période de reproduction du poisson.

Au besoin, des mesures spécifiques pourront être ajoutées une fois l'ingénierie détaillée complétée.

#### **QC-19 Section 7.2.2, page 7-7**

Lors de la réalisation des travaux, l'initiateur prévoit assécher le canal avec des batardeaux et utiliser la vanne dans le remblai à l'exutoire naturel de la rivière Mascouche pour évacuer les eaux (p. 3-6 de l'étude d'impact). Avec les années, des sédiments ont pu s'accumuler dans le bras mort de la rivière. L'ouverture complète de la vanne pourrait évacuer ces sédiments vers la rivière des Mille-Îles. Cet aspect n'a cependant pas été évalué. L'étude devrait documenter les impacts possibles de cette phase des travaux, notamment sur les habitats fauniques et proposer des mesures d'atténuation, au besoin, afin de réduire les impacts du projet.

#### **Réponse QC-19**

Voir réponses QC-10 et QC-17.

Puisque la vanne de contrôle est ouverte à pleine capacité en tout temps et que la manivelle est manipulée régulièrement afin de s'assurer de son fonctionnement, il demeure peu probable que des sédiments se soient accumulés à l'exutoire naturel de la rivière Mascouche.

### **Milieu biologique – Végétation**

#### **QC-20 Section 5.3.1, page 5-24**

L'initiateur doit préciser quel est le pourcentage de boisement à Terrebonne. Il est important de documenter cette information, car un boisement de moins de 30% constitue un seuil critique de perte de la biodiversité. Dans ce cas, tous les arbres, quels que soient leurs âges ou leurs espèces, ont une valeur écologique forte. Ce constat est d'autant plus important dans un contexte où l'agrile du frêne sévit et où, en rive, les arbres en général jouent un rôle stabilisateur, de création d'ombre et d'îlots de fraîcheur. Cette information pourrait influencer les mesures d'atténuation à mettre en place dans le cas où le pourcentage de boisement à Terrebonne serait sous les 30 %.

#### **Réponse QC-20**

Selon la Ville de Terrebonne, le couvert forestier, incluant les boisés de moins de 0,3 ha et les arbres de rues, équivaut à 30 %. Cette valeur se trouve à la limite du seuil critique sans toutefois être en dessous. Aucune mesure supplémentaire n'est donc prévue.

#### **QC-21 Section 7.2.1, page 7-5**

L'initiateur doit décrire les travaux d'ensemencement et de plantation prévus lors de la végétalisation des hauts de talus. Ces informations sont nécessaires afin d'évaluer les impacts du projet sur les rives de la rivière Mascouche.

### **Réponse QC-21**

Les travaux de revégétalisation du talus seront précisés une fois l'ingénierie détaillée complétée. Dans le cas où la plantation d'arbres serait privilégiée, les balises, guides et documents cités à la QC-23 seront pris en compte.

#### *Espèces exotiques envahissantes*

### **QC-22 Section 7.2.1, page 7-6**

L'initiateur indique la présence de cinq EEE en précisant leur localisation sans toutefois indiquer leur abondance. Les principaux risques de propagation des EEE sont associés au déboisement et à la circulation de la machinerie. L'initiateur prévoit néanmoins des mesures d'atténuation particulières :

- › interdire aux véhicules et à la machinerie de circuler hors des routes d'accès et des aires de travaux désignées;
- › nettoyer la machinerie avant son arrivée sur les sites des travaux afin qu'elle soit exempte de boue, de plantes et d'animaux;
- › nettoyer la machinerie à la fin des travaux. Ce nettoyage sera effectué loin des cours d'eau et des endroits propices à la germination des graines;
- › assurer une reprise végétale rapide à l'aide d'espèces indigènes.

Ces mesures doivent être bonifiées par la mise en place d'un suivi sur deux ans visant à évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation prévues.

### **Réponse QC-22**

Un suivi annuel des EEE sera effectué dans les aires touchées par les travaux sur une période de 2 ans. À noter que la Ville de Terrebonne, dans tous ses devis d'appel d'offres pour des travaux, inclut une section sur les mesures d'atténuation de la propagation des EEE, notamment celles énumérées plus haut.

#### *Plan de gestion spécifique sur la végétation*

### **QC-23 Section 8.4.7, pages 8-9 et 8-10**

Une des mesures d'atténuation proposées par l'initiateur spécifie de protéger les arbres qui ne seront pas coupés. Il s'agit d'une mesure d'atténuation pertinente.

a) L'initiateur doit cependant préciser si la végétalisation du haut des talus à partir de semences et de plants d'espèces indigènes inclut la plantation d'arbres ou seulement celle d'herbacées et d'arbustes?

L'utilisation de semences d'arbres, si cela est envisagé pour végétaliser un site, donne rarement les résultats escomptés. La plantation d'arbres demeure le meilleur traitement sylvicole pour végétaliser un site dans la mesure où un bon suivi est réalisé.

Si l'initiateur du projet souhaite replanter les arbres perdus, les balises suivantes sont suggérées:

- › privilégier la plantation en massifs dans un ratio minimal d'un pour un (p. ex. consolider les massifs existants, planter en quinconce et éviter les lignes);
- › choisir des espèces indigènes, au moins trois en mélange (examiner les espèces d'arbres présentes autour);
- › détailler l'utilisation d'un paillis ou d'un plastique et la protection contre les rongeurs;
- › réaliser un suivi sur dix ans (un, quatre et dix ans) visant 80 % de plants survivants libres de croître (avec entretien et remplacement des arbres morts, si requis, durant ce temps);
- › fournir une représentation cartographique du projet.

Au sujet du reboisement, le MDDELCC et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) souhaitent vous soumettre le guide sur le reboisement dans la région métropolitaine de Montréal. L'utilisation de ce guide pourrait permettre d'assurer la diversité spécifique des arbres et ainsi d'éviter des épidémies s'attaquant à une espèce en particulier : Téléchargez le guide « Repenser le reboisement » Programmes » Tous les jours » Jour de la Terre Québec – Le 22 avril et tous les jours!

De plus, les deux documents suivants peuvent également donner des balises concernant le reboisement en rive :

- › <http://www.fihoq.qc.ca/medias/D1.1.5B-1.pdf>.
- › <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/fiche-tech-stabilisation-rives.pdf>.

### **Réponse QC-23**

Les travaux de revégétalisation des talus seront précisés une fois l'ingénierie détaillée complétée. La plantation d'arbres sera privilégiée, mais avec prédominance de massifs arbustifs adaptés au milieu. En effet, certains arbustes vont mieux résister aux crues printanières que les arbres qui finissent dans le cours d'eau et accentuent l'érosion. Toutefois, dans le cas où des arbres sont effectivement plantés, les balises, les guides et les documents cités seront pris en compte.

## **Faune**

### **QC-24 Section 5.3.2, pages 5-27 à 5-29**

De façon générale, aucun inventaire faunique n'a été réalisé dans le cadre de l'étude et les informations présentées par l'initiateur provenant de tiers n'ont pas été bonifiées par l'évaluation du potentiel d'habitat. En plus des données d'inventaires, le potentiel d'habitat est considéré dans l'évaluation des impacts et celui-ci doit être décrit pour chacun des groupes d'espèces de façon satisfaisante.

a) L'initiateur indique qu'aucune donnée n'est disponible pour la faune benthique de la rivière-des-Milles-Îles. Afin de pouvoir bien documenter les impacts du projet sur cet aspect, l'initiateur doit décrire le potentiel d'habitat pour la faune benthique dans la zone des travaux et réaliser des inventaires au besoin.

b) La description de la faune aquatique et des habitats de reproduction du poisson doit être révisée. L'interprétation de l'information transmise par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) doit être bonifiée. Le secteur de l'émissaire naturel est composé principalement de prairies humides et de marais. En période de crue, ces milieux sont utilisés comme lieu de reproduction, d'alevinage, d'abri et d'alimentation par la faune aquatique.

i. L'initiateur doit réaliser une analyse du potentiel faunique des habitats situés dans l'émissaire naturel selon leur topographie;

ii. L'initiateur doit réaliser une analyse du potentiel faunique des habitats présents en fonction des différents niveaux d'eau retrouvés annuellement;

iii. L'initiateur doit évaluer le potentiel faunique et caractériser l'habitat situé en aval de la conduite dans la rivière des Mille-Îles.

c) Compte tenu de la nature des travaux, l'initiateur doit réaliser un inventaire de l'herpétofaune et des micromammifères afin de vérifier l'utilisation du site par ces groupes d'espèces.

d) L'initiateur doit évaluer le potentiel d'habitat des chiroptères dans la zone des travaux.

#### **Réponse QC-24**

Suite à une discussion avec M<sup>me</sup> Chantal Côté du MFFP en mars 2018 (rapport de conversation, annexe C), des inventaires de micromammifères, tortues et couleuvres devaient être réalisés au printemps et à l'été 2018. De plus, une caractérisation de l'habitat du poisson en aval de l'embouchure naturelle de la rivière Mascouche devait également être réalisée. Les conclusions sont présentées dans les paragraphes suivants et le rapport complet est à l'annexe D.

L'inventaire des **micromammifères**, à l'aide de trappes et de piège-fosses, a permis de capturer un total de 22 micromammifères appartenant à deux espèces et un genre. Le faible taux de capture (2,9 spécimens par 100 nuits-trappes) et cette faible diversité d'espèces suggèrent fortement que 2018 était un creux d'abondance pour les micromammifères dans la région d'insertion du projet. Aucune espèce à statut particulier n'a été capturée.

L'inventaire des **couleuvres**, à l'aide de bardeaux d'asphalte, a permis de capturer deux espèces, soit la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*; 2 juvéniles) et la couleuvre brune (*Storeria dekayi*; 5 juvéniles). La couleuvre rayée est très commune au Québec alors que la couleuvre brune est une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

Lors de la première visite pour l'observation de **tortues**, trois tortues géographiques (préoccupante au Québec) ont été observées dans le canal de dérivation puis formellement identifiées. Un site de ponte potentiel a également été identifié, dans le parc des Méandres, qui est situé sur la rive gauche de la rivière Mascouche, au croisement du canal de dérivation et du bras-mort. Le substrat de certaines sections du parc est en effet constitué de sable (autour des jeux d'enfants) et il est traversé par un sentier en gravier. Toutefois, le potentiel est grandement diminué en raison du talus très abrupt dans ce secteur de la rivière Mascouche, limitant l'accès

des tortues au parc. C'est aussi un site fréquenté par la population environnante le jour, ce qui pourrait déranger d'éventuelles tortues désirant fréquenter le site.

Dans les premiers 500 m en aval de l'embouchure du canal de dérivation le long de la rivière des Mille-Îles, la qualité de l'habitat pour la fraie du **poisson** est jugée faible, puisque la végétation aquatique est présente en trop faible quantité et qualité (talles de rubanier très compactes). La qualité de l'habitat pour l'alevinage et l'alimentation du poisson est jugée moyenne en raison de la présence de quelques abris (troncs d'arbres et de quais). En période estivale, les herbiers présents peuvent également offrir un refuge et une source d'alimentation pour les alevins (invertébrés benthiques, insectes, poissons). De façon opportuniste en période de crue, les poissons de plus grandes tailles peuvent également profiter des herbiers pour s'alimenter.

Pour les autres groupes, voici une évaluation du potentiel d'habitat.

#### *Faune benthique*

Des inventaires de la faune benthique ont été réalisés en 2010, 2012 et 2016 dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Contrecoeur<sup>3</sup>. Les résultats sont présentés au tableau 4. Une comparaison du potentiel d'habitat dans la zone des travaux est présentée à titre comparatif.

**Tableau 3** Espèces répertoriées dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Contrecoeur

Taxons	Type d'habitat présent	Potentiel dans la zone des travaux	Potentiel en aval de la zone des travaux – Rivière des Mille Îles
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Chironomidés</li> <li>› Amphipodes</li> <li>› Ceratopogonidés</li> <li>› Oligochètes</li> <li>› Hydropsychidés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Eau peu profonde</li> <li>› Argile uniforme</li> <li>› Plantes aquatiques</li> <li>› Faible proportion de cailloux / roches</li> </ul>	Oui	Oui
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Gastéropodes</li> <li>› Sphaeriidés</li> <li>› Dreissenidés</li> <li>› Unionidées</li> <li>› Autres<sup>(1)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Herbiers aquatiques</li> </ul>	Non	Oui

<sup>3</sup> <http://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80116/121433F.pdf>

Taxons	Type d'habitat présent	Potentiel dans la zone des travaux	Potentiel en aval de la zone des travaux – Rivière des Mille Îles
Moules d'eau douce : › Elliptio de l'Est › Lampsile rayée › Lampsile cordiforme › Ligumie noire › Alasmidonte à fortes dents › Anodonte cylindrique › <b>Elliptio à dents fortes</b> › <b>Elliptio pointu</b> › <b>Leptodée fragile</b> › <b>Obovarie olivâtre</b> › Hybride elliptio de l'Est et à dents fortes Écrevisses : › Écrevisse › Géante › Écrevisse à pinces bleues › Écrevisse à épines	› Herbiers / végétation aquatiques › Sable avec gravier, cailloux et/ou blocs	Non	Oui

Sources : CJB Environnement, 2011 et 2013; GHD, 2017.

**En gras** : espèce à statut particulier.

- (1) Regroupe les amphipodes, les chironomidés, les vers, les odonates, les cératopogonidés, les trichoptères et les poissons.
- (2) Selon les résultats obtenus de cet inventaire, pratiquement tous les individus rencontrés étaient morts depuis longtemps (une seule lampsile rayée a été trouvée vivante).

Un inventaire réalisé par le MFFP en 2016, mais ne visant pas spécifiquement ce groupe faunique, a permis de recueillir des valves de moules mortes et des écrevisses et ce, à différentes stations d'échantillonnage situées le long de la rivière Mascouche (voir annexe E). Ces spécimens ont ensuite été envoyés pour identification en laboratoire et les résultats sont présentés au tableau suivant. À noter qu'une seule espèce à statut particulier a été confirmée dans la rivière Mascouche dans le cadre de cet inventaire, soit la potamile ailé qui est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

**Tableau 4 Espèces répertoriées dans la rivière Mascouche**

Station	Nom latin	Nom français	Nombre d'individus récoltés
3	<i>Lampsilis radiata radiata</i> (à confirmer)	lampsile rayé	1
4	<i>Lampsilis radiata radiata</i>	lampsile rayé	5
5	<b><i>Potamilus alatus</i></b>	<b>potamile ailé</b>	1
	<i>Lampsilis cardium</i>	lampsile cordiforme	1
	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	3
7	<i>Lampsilis radiata radiata</i>	lampsile rayé	2
	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	1
	<i>Pyganodon grandis</i>	grande anodonte	1
9	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	2
12	<i>Lampsilis radiata radiata</i>	lampsile rayé	1
13	<i>Lampsilis radiata radiata</i>	lampsile rayé	1
14	<i>Lampsilis radiata radiata</i>	lampsile rayé	2
	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	1
	<i>Ligumia recta</i>	ligumie noire	1
	<i>Lampsilis cardium</i>	lampsile cordiforme	1
16	<i>Lasmigona costata</i>	lasmigone cannelée	1
24	<i>Strophitus undulatus</i>	strophite ondulé	1
	<i>Lasmigone des ruisseaux</i>	lasmigona compressa	1
26	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	1
28	<i>Elliptio complanata</i>	elliptio de l'Est	1
	<i>Alasmidonta undulata</i>	alasmidonte à fortes dents	1
	<i>Strophitus undulatus</i>	strophite ondulé	2

Sources : MFFP, 2017

**En gras** : espèce à statut particulier

#### Faune ichthyenne

Tel que décrit à la réponse QC-10, la vanne d'isolement est ouverte en tout temps et à pleine capacité. La libre circulation de l'eau et du poisson est donc constamment assurée entre les rivières Mascouche et des Mille Îles, que ce soit en période de crue ou d'étiage.

Une description physique du milieu dans le canal et le bras mort, de même que la liste des espèces présentes et leur habitat sont présentés au tableau 3. Ces données proviennent des inventaires réalisés par le MFFP entre les 8 et 11 août 2016.

**Tableau 5 Caractéristiques physiques, habitat et espèces de poisson présentes dans le canal de dérivation et le bras mort de la rivière Mascouche**

Partie du cours d'eau	Caractéristiques physiques <sup>(a)</sup>	Habitat	Espèces présentes	Niveau de tolérance à la pollution <sup>(b)</sup>
<b>Bras mort</b>	Profondeur moyenne : 0,6 m Vitesse du courant : 0 m/s	Limon Végétation	Raseux-de-terre gris ou noir (1)	Tolérant ou Intermédiaire
			Méné à museau arrondi (19)	Tolérant
			<b>Méné d'herbe</b> (17)	Intolérant
			Méné jaune (5)	Tolérant
			Museau noir (1)	Intolérant
			Barbotte brune (1)	Tolérant
<b>Canal</b>	Largeur moyenne : 18,2 m Vitesse du courant : 0,02 m/s	Argile, limon	Meunier noir (1)	Tolérant
			Achigan à petite bouche (6)	Intermédiaire
			Méné à museau arrondi (5)	Tolérant
			Doré jaune (1)	Intermédiaire
			Fouille-roche zébré (1)	Intermédiaire
			Raseux-de-terre gris ou noir (66)	Tolérant ou Intermédiaire
			Omisco (31)	Intermédiaire

Source : Côté, C., 2017.

Notes : **En gras** : espèce à statut particulier.

Chiffres entre parenthèses : abondances des espèces échantillonnées.

a) Données disponibles présentées.

b) Selon les données du MRN : La Violette et coll., 2003 (sauf pour RHAT NOFL), cité dans Côté, C., 2017).

### Chiroptères

La zone d'étude chevauche l'aire de répartition des huit espèces de chauves-souris du Québec (Jutras et Vasseur 2010; Jutras et al. 2012). Toutes les espèces possèdent un statut de protection provincial et/ou fédéral, à l'exception de la grande chauve-souris brune. Comme les cours d'eau sont entre autres utilisés par les chauves-souris comme voie de déplacement et pour l'alimentation (Grindal, Morissette et Brigham 1999), on ne peut pas exclure a priori l'utilisation de la zone d'étude par l'une ou l'autre des espèces, considérant la présence du bras-mort et du canal de dérivation, lesquels sont connectés à la rivière Mascouche et à la rivière des Mille-Îles. Toutefois, les espèces davantage forestières risquent moins d'utiliser la zone d'étude de façon significative (Henderson, Farrow et Broders 2008; Farrow et Broders 2011), comparativement aux espèces généralistes capables d'exploiter les insectes présents autour des lampadaires, et celles tolérant bien un paysage forestier fragmenté (c.-à-d., les boisés résiduels au sein des matrices urbaines et agricoles) (Fabianek, Gagnon et Delorme 2011). Par ailleurs, la présence d'arbres matures et de bâtiments procure des sites de repos et de maternité potentiels. Le tableau suivant évalue le potentiel de présence dans la zone d'étude pour chaque espèce.

**Tableau 6 Évaluation du potentiel de présence des chauves-souris dans la zone d'étude**

Nom français	Nom latin	Habitats de repos ou de reproduction	Habitats d'alimentation	Potentiel dans la zone d'étude
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i>	Dans le feuillage d'arbres et d'arbustes. Préférence pour les feuillus matures et les habitats forestiers riverains	Utilise l'habitat forestier riverain, les milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie et au sein des milieux forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires. Sensible à la fragmentation.	Faible
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i>	Dans le feuillage d'arbres et d'arbustes. Préférence pour les résineux matures et les habitats forestiers riverains	Utilise les champs agricoles, les zones déboisées, les habitats forestiers riverains, les milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie des milieux forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Au sein de cavités et sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i>	Dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse au sein et en périphérie des milieux forestiers. Privilégie les habitats forestiers connectés et sensibles à la fragmentation.	Faible
Grande chauve-souris brune	<i>Eptesicus fuscus</i>	Dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé

Nom français	Nom latin	Habitats de repos ou de reproduction	Habitats d'alimentation	Potentiel dans la zone d'étude
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i>	Principalement dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et principalement les plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et des cours d'eau.	Élevé
Chauve-souris pygmée de l'Est	<i>Myotis leibii</i>	Principalement dans la charpente des bâtiments et les fissures de roche	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et au-dessus des cours d'eau.	Faible
Pipistrelle de l'Est	<i>Perimyotis subflavus</i>	Principalement au sein d'arbres et d'arbustes matures, dans la charpente de bâtiments et les abris sous roche. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et principalement les plans d'eau. Chasse en périphérie et au sein des secteurs forestiers, au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires. Sensible à la fragmentation.	Moyen

### **QC-25 Section 7.2, pages 7-5 à 7-18**

L'initiateur doit décrire les impacts du projet sur la faune benthique, car les travaux amèneront une modification du substrat dans la rivière. Les impacts sur les potentiels d'habitat benthique du projet doivent être décrits et des mesures d'atténuation doivent être proposées au besoin.

L'initiateur doit également décrire les potentiels d'habitats aquatiques à la suite des travaux pour les différents régimes hydrauliques annuels (crue et étiage).

### **Réponse QC-25**

#### *Faune benthique*

#### **Description de l'impact**

Les travaux projetés perturberont temporairement la faune benthique présente en aval de l'aire des travaux par l'émission de MES. De plus, une perte permanente de l'habitat benthique dans le canal de dérivation est à prévoir puisqu'il sera recouvert d'enrochement ou de tapis en béton-câble. Cette superficie affectée est toutefois faible, soit 1 ha (se référer à la réponse à la QC-28 pour le calcul de la superficie).

#### **Évaluation de l'impact**

Le substrat du canal de dérivation est essentiellement composé d'argile et de limon (p. 5-15 de l'ÉIE). Il est donc peu probable qu'une faune benthique diversifiée s'y établisse. Cependant, la présence de larves d'insectes (chironomidé, cératopogonidé, hydropsychidé) et de vers oligochètes est possible (Moisan, J., 2010).

La présence de moules mortes et d'écrevisses dans le canal de dérivation (p. 5-27 de l'ÉIE) pourrait être expliquée par la présence de la rivière des Mille Îles à proximité où le milieu aquatique est plus diversifié. D'ailleurs, selon Bogan (1993 cité dans Paquet et al., 2005), « les mulettes ne peuvent généralement pas survivre dans un milieu trop argileux ou trop organique qui provoque leur suffocation rapide ».

En résumé, le potentiel d'habitat du canal de dérivation semble peu propice à l'établissement de la faune benthique. Cependant, un milieu plus favorable à l'établissement de la faune benthique pourrait être présent dans la rivière des Mille Îles, en aval des travaux. La faune benthique potentiellement présente pourrait être perturbée par les travaux. L'absence d'herbier aquatique de qualité a été confirmée à l'été 2018 (voir réponse QC-24).

#### **Mesures d'atténuation**

Les mesures d'atténuation pour la faune benthique sont les mêmes que celle spécifiées pour le poisson (p. 7-8 de l'ÉIE).

#### *Faune ichthyenne et son habitat*

De manière générale, les travaux projetés auront un impact positif sur le poisson et son habitat puisque l'enrochement du fond du canal et sur ses berges (scénario d'enrochement) permettra de créer un habitat de meilleure qualité en termes d'aires de repos et d'alimentation (p. 7-7 de l'ÉIE). Ce secteur est actuellement peu propice pour ce type d'activités en raison du substrat argileux. De plus, la production de matières en suspension par l'érosion des berges et du fond

sera réduite. Cependant, la libre circulation du poisson en période d'étiage pourrait être minimisée par l'enrochement mis en place au fond du canal. Rappelons que cette période est courte et que la circulation du poisson entre les rivières des Mille Îles et Mascouche est possible par le bras mort de la rivière Mascouche. Le potentiel d'habitat aquatique en crue et en étiage a été jugé faible lors de la caractérisation de l'habitat du poisson à l'été 2018 (voir réponse QC-24).

#### **QC-26 Section 6.1, page 6-2**

Étant donné que l'un des concepts pourrait, en période d'étiage, occasionner un assèchement du lit de la rivière, il n'est pas exact de présumer qu'aucun impact n'est prévu en mode exploitation.

Les impacts, notamment sur la libre circulation de l'eau et du poisson après la réalisation des travaux, doivent être documentés et des mesures d'atténuation doivent être proposées au besoin.

#### **Réponse QC-26**

Tel que décrit à la réponse à la QC-10, la vanne d'isolement est ouverte en tout temps et à pleine capacité. La libre circulation de l'eau et du poisson est donc assurée entre les rivières Mascouche et des Mille Îles.

#### **QC-27 Section 7.2.2, page 7-7**

L'initiateur doit préciser de quelle façon le projet (particulièrement le concept 1 impliquant l'enrochement complet du lit du canal de dérivation) permettra de créer un habitat de meilleure qualité en termes d'aire d'alimentation pour la faune ichthyenne. L'initiateur doit entre autres expliquer s'il envisage, avec le concept 1, de créer des aménagements favorables à la faune ichthyenne comme un chenal d'étiage, des seuils, des fosses, des zones de fraie en gravier, et des blocs d'abris.

### **Réponse QC-27**

En plus de dissiper l'énergie, l'enrochement du canal de dérivation permettra de minimiser l'apport de particules fines dans le milieu par l'érosion des berges et du fond, principalement constitués d'argile et de limon. Ces matériaux mis en suspension peuvent nuire à l'alimentation du poisson et à son habitat par :

- › La réduction de la visibilité, les poissons éprouvent ainsi des difficultés à localiser leurs proies et à se nourrir;
- › L'envasement ou le déplacement des larves d'insectes au fond, appauvrissant les réserves de nourriture.

Actuellement, l'aménagement de seuils, fosses ou autres n'a pas été envisagé en raison du fort débit de l'eau lors des crues printanières, de la configuration rectiligne du canal de dérivation et des contraintes liées à l'espace géographique qui limite les interventions dans le canal (proximité des résidences). Toutefois, l'initiateur s'engage à étudier la possibilité de mettre en place ce genre d'aménagement lors de la conception finale.

Enfin, des mesures de protection de l'habitat du poisson seront mises en œuvre en amont et dans la zone des travaux afin de minimiser l'érosion et l'apport en MES dans les cours d'eau (ex. : barrières à sédiments). Des travaux de restauration des bandes riveraines seront réalisés dans le cas où une dégradation des rives aurait lieu au cours des travaux.

### **QC-28 Section 7.2.2, page 7-7**

L'initiateur a estimé, dans l'étude d'impact, une perte temporaire d'habitat du poisson pour la période des travaux. Il y présente peu de détail de sa démarche pour arriver à une perte temporaire de 0,6 hectare.

a) L'initiateur doit démontrer qu'il a utilisé la définition des pertes d'habitats retrouvée dans les *Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques*<sup>4</sup> afin de déterminer si son projet occasionne des pertes d'habitats fauniques. L'initiateur doit présenter le résultat de cet exercice dans son étude d'impact.

b) L'initiateur doit aussi présenter l'empreinte du projet à l'intérieur du milieu aquatique après la réalisation des travaux, c'est-à-dire la superficie d'empiètement sous la cote d'inondation de récurrence 0-2 ans. Advenant le cas où il y aurait des empiètements permanents dans l'habitat, ceux-ci seront considérés comme une perte permanente.

### **Réponse QC-28**

- a) L'évaluation de la superficie des habitats fauniques affectée par les travaux est reprise. En se basant sur les définitions contenues dans les *Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques* (MFFP, 2015) :
- › **Perte temporaire d'habitat faunique** : « *Modification des caractéristiques d'un habitat, qui dégrade ses fonctions et diminue sa productivité de manière temporaire. Cette modification est suivie d'un retour à l'état d'origine, dont le délai varie en*

<sup>4</sup> <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/habitats-fauniques/pdf/lignes-directrices-habitats.pdf>

*fonction du type d'habitat touché et des espèces présentes. La durée de la perturbation temporaire qui influe sur le cycle vital des espèces ne doit pas mettre en péril le maintien de populations pérennes. Ce type de perte n'implique aucune diminution de la superficie de l'habitat lorsque les travaux sont achevés ».*

- › **Perte permanente d'habitat faunique** : « *Modification des caractéristiques de l'habitat, qui dégrade ses fonctions et diminue sa productivité de manière permanente. Il n'y a pas de retour à l'état d'origine. Ce type de perte est caractérisé par une diminution permanente de la superficie de l'habitat lorsque les travaux sont achevés ».*

Ainsi, la perte d'habitat est jugée permanente et non temporaire en raison du retour impossible à l'état d'origine. Rappelons toutefois que l'habitat d'origine constitue en réalité la dernière portion de la rivière Mascouche (aujourd'hui le bras mort) présente avant la construction de la digue en remblai. Le milieu en périphérie du canal s'est fortement urbanisé depuis sa construction et la proximité des résidences construites vers la fin des années 1990 et au début des années 2000 rend impraticable le retour à un état d'origine.

#### *Séquence d'atténuation*

Toujours selon les Lignes directrices, la **Séquence d'atténuation** se définit comme suit : « *Lorsque la conception d'un projet ou la réalisation d'une activité implique que des caractéristiques fonctionnelles ou qu'une superficie d'habitat ne peuvent être maintenues, différentes options d'intervention doivent être considérées afin d'appliquer le principe « Aucune perte nette d'habitat faunique » (i.e : éviter, minimiser, compenser) ».*

#### **Éviter**

Le projet de stabilisation des berges du canal de dérivation de la rivière Mascouche est nécessaire dans la mesure où, en plus de sécuriser les berges des propriétés riveraines (voir réponse à la QC-30), les travaux permettront de minimiser l'érosion et l'apport de particules fines dans le milieu récepteur.

#### **Minimiser**

Les mesures d'atténuation décrites à la section 7.2.2 de l'ÉIE demeurent applicables, de même que les mesures d'atténuation pour le poisson ajoutées à cet addenda (ex. : période de restriction des travaux, circulation du poisson par l'ouverture de la vanne, etc.).

#### **Compenser**

En raison de la présence de mesures de stabilisation (enrochement/TBC) dans le milieu aquatique, une compensation financière sera versée au Fonds de protection de l'environnement et du domaine hydrique de l'État (voir réponse à la QC-34-d).

b) La superficie d'empiètement sous la cote d'inondation de récurrence 0-2 ans est calculée en se basant sur les données contenues dans le rapport du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ, 2015). Les conclusions suivantes ont donc été tirées de cette étude :

- › C'est surtout le niveau d'eau dans la rivière des Milles Îles qui contrôle celui de la rivière Mascouche et du canal de dérivation;
- › La variation de niveau d'eau dans le canal de dérivation est de moins de 10 cm entre le pont piétonnier et celui de la route 344;
- › Le niveau d'eau dans le canal de dérivation de la rivière Mascouche pour une récurrence de 1 :2 ans se trouve donc à l'élévation 8,3 m.

Pour l'option en enrochement, la superficie affectée par les travaux est de 9 975 m<sup>2</sup> alors que pour l'option en TBC la superficie serait de 10 115 m<sup>2</sup>. Étant donné le niveau de précision, la superficie à retenir serait de l'ordre de 10 000 m<sup>2</sup> (1 ha).

Le tableau 5 présente les détails des calculs des superficies empiétées par les travaux sous la cote d'inondation de récurrence 0-2 ans pour chaque option proposée.

**Tableau 5 Superficie empiétée par les travaux pour les scénarios proposés**

Paramètre	Option	
	Enrochement	TBC
Largeur au fond	12,2 m	9 m
Longueur du projet	370 m	370 m
Aire du fond	4 514 m <sup>2</sup>	3 330 m <sup>2</sup>
Élévation du fond <sup>(1)</sup>	5 m	4,2 m
Élévation crue 1:2 ans	8,3 m	8,3 m
Hauteur sous le niveau 1 :2 ans	3,3 m	4,1 m
Pentes	2H :1V	2H :1V
Facteur Surface	2,24	2,24
Surface unitaire pente	7,38 m <sup>2</sup> /m	9,17 m <sup>2</sup> /m
Surface des pentes	5 460 m <sup>2</sup>	6 784 m <sup>2</sup>
<b>Surface Totale</b>	<b>9 974 m<sup>2</sup></b>	<b>10 114 m<sup>2</sup></b>

Source : CEHQ, 2015.

(1) Avec enrochement.

### QC-29 Section 8.4.8, page 8-10

Dans son plan de gestion environnementale et sociale (PGES), plus spécifiquement dans le plan de gestion spécifique visant la faune ichthyenne :

a) l'initiateur doit mettre en application des mesures de protection des poissons à l'exutoire de l'émissaire naturel afin d'éviter la mortalité de poissons. Les mesures qui seront mises en application doivent être détaillées.

b) L'initiateur doit ajouter la mesure d'atténuation suivante : réaliser les travaux après le 15 juillet et avant le 15 mars afin de respecter la période de reproduction de la faune aquatique.

c) L'initiateur mentionne qu'il va « s'assurer de capturer tous les poissons emprisonnés dans l'enceinte des batardeaux et de les relocaliser dans leur habitat naturel dans les meilleurs délais ». À titre d'information, pour la relocalisation de poissons, un permis SEG émis par le MFFP sera exigé. Un permis SEG est un permis spécial délivré par le MFFP pour la capture des animaux sauvages à des fins scientifiques, éducatives ou de gestion de la faune.

### **Réponse QC-29**

a) En raison de l'écoulement en continu de l'eau dans le bras mort de la rivière Mascouche (voir réponses QC-10 et QC-19) et à l'embouchure naturelle de la rivière Mascouche, aucune mortalité de poisson n'est envisagée dans ce secteur. Toutefois, si on observe qu'il n'y a plus d'échange entre le bras mort et la rivière des Mille Îles provoquant ainsi un risque de mortalité de poisson, des mesures seront mises en place. Par exemple, les plus gros poissons pourraient être capturés et relocalisés (suite à l'obtention du permis SEG) ou de l'eau pourrait être pompée dans le bras mort afin de ramener le niveau nécessaire pour qu'il y ait un échange avec la rivière des Mille Îles.

b) Les travaux seront réalisés entre le 15 juillet et le 15 mars afin de respecter la période de reproduction de la faune aquatique.

c) Un permis SEG sera demandé au MFFP avant de réaliser la capture et la relocalisation des poissons emprisonnés dans l'enceinte des batardeaux.

### *Herpétofaune*

#### **QC-30 Section 8.4.9, page 8-10**

L'initiateur doit inclure les considérations suivantes dans les mesures d'atténuation visant l'herpétofaune :

- › utiliser des méthodes de travail qui modifient peu l'habitat de l'herpétofaune et le restaurer après les travaux;
- › si le site est asséché, récolter tous les individus avant les travaux et les déplacer vers la rivière des Mille-Îles, dans un site propice (un permis SEG est nécessaire);
- › afin de protéger les sites de ponte des tortues, les travaux en rive, en milieu sableux ou en milieu graveleux doivent être réalisés entre le 15 septembre et le 15 mai. Si cette période ne peut être respectée, des membranes couvrant les sites de ponte potentiels doivent être installées avant la mi-mai afin d'éviter que les tortues aillent y pondre et que les œufs soient détruits lors des travaux ou que les femelles soient écrasées;
- › la zone des travaux doit retrouver son aspect initial.

### **Réponse QC-30**

Ces mesures d'atténuation seront prises en compte. En raison de la présence confirmée de la tortue géographique dans le secteur, une surveillance lors des travaux sera effectuée et les individus seront déplacés le cas échéant. Un permis SEG sera obtenu préalablement en vue de ces potentielles manipulations.

Cependant, les travaux doivent impérativement être réalisés en période d'étiage pour des raisons hydrauliques. La période de restriction pour les sites de ponte des tortues ne peut donc pas être respectée dans son ensemble.

De plus, il serait souhaitable de ne pas ralentir la réalisation des travaux dans le canal en raison de l'instabilité des talus et de l'urgence d'intervenir. En effet, les différentes études géotechniques réalisées en 2014 et 2015 arrivent à la même conclusion, soit :

- › « La situation requiert une intervention rapide afin de freiner le processus d'érosion et de stabiliser les talus. Idéalement, des travaux devraient être réalisés avant la prochaine crue printanière, soit avant le printemps 2017 » (LVM, 2014);
- › « Le processus d'érosion ayant mené à l'élargissement du canal est toujours actif, que le fond du canal s'érode aussi de manière régressive et que cette érosion pourrait même s'accélérer en raison de l'état de dégradation avancé des berges du canal et des changements climatiques » (WSP, 2016).

#### Espèces fauniques à statut particulier de la zone d'étude

#### QC-31 Section 5.3.5, page 5-31 et 5-32

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce menacée, est présent dans l'aire d'étude, tel que mentionné par les informations fournies par le CDPNQ. L'initiateur doit ajuster la section 5.3.5 en conséquence.

#### Réponse QC-31

La section 5.3.5 a été modifiée plus bas afin d'y inclure le chevalier cuivré. Les corrections apportées ont été soulignées afin de les différencier du texte d'origine. Seuls les paragraphes nécessitant une correction y sont circonscrits.

Selon les informations rapportées du CDPNQ, de l'AARQ et du MFFP, 23 espèces fauniques à statut pourraient se retrouver dans la zone d'étude (tableau 5.6-Rev1), incluant les amphibiens et reptiles (section 5.3.5).

Parmi les espèces de poissons présentes dans le secteur à l'étude, neuf espèces possèdent un statut particulier selon la LEMV et la LEP, soit : l'alose savoureuse, le chevalier de rivière, le chevalier cuivré, l'éperlan arc-en-ciel, le méné d'herbe, l'esturgeon jaune, l'anguille d'Amérique et le dard de sable.

**Tableau 5.6-Rév1 Espèces à statut particulier dont la présence est possible dans la zone d'étude ou à proximité**

Espèce		Statut		
Nom commun	Nom scientifique	Provincial LEMV <sup>1</sup>	Fédéral LEP <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>
<b>Mammifères</b>				
Belette pygmée <sup>5</sup>	<i>Mustela nivalis</i>	ESDMV <sup>4</sup>	-	-
<b>Oiseaux</b>				
Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	ESDMV	Menacée	Menacée

Espèce		Statut		
Nom commun	Nom scientifique	Provincial LEMV <sup>1</sup>	Fédéral LEP <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>
Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>	ESDMV	Menacée	Menacée
Grive des bois	<i>Hylocichla mustelina</i>	-	-	Menacée
Goglu des prés	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	-	-	Menacée
Sturnelle des prés	<i>Sturnella magna</i>	-	-	Menacée
Hirondelle de ravage	<i>Riparia riparia</i>	-	-	Menacée
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	-	-	Menacée
Pioui de l'est	<i>Contopus virens</i>	-	-	Préoccupante
Faucon Pèlerin <i>anatum</i>	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Vulnérable	Préoccupante	Préoccupante
<b>Poissons</b>				
Alose savoureuse	<i>Alosa sapidissima</i>	Vulnérable	-	-
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	Vulnérable	Préoccupante	Préoccupante
<u>Chevalier cuivré</u>	<u><i>Moxostoma hubbsi</i></u>	<u>Menacée</u>	<u>En voie de disparition</u>	<u>En voie de disparition</u>
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	Vulnérable	-	-
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	Vulnérable	Préoccupante	Préoccupante
Esturgeon jaune	<i>Acipenser fulvescens</i>	ESDMV	-	Menacée
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	-	-	Menacée
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	Menacée	Menacée	Menacée
<b>Amphibiens et reptiles</b>				
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	Vulnérable	Préoccupante	Préoccupante
Tortue serpentine	<i>Chelydra serpentina serpentina</i>		Préoccupante	Préoccupante
Couleuvre tachetée	<i>Lampropeltis triangulum</i>	ESDMV	Préoccupante	Préoccupante
Couleuvre brune	<i>Storeria dekayi</i>	ESDMV	-	-

Sources : Côté, C., 2017; MFFP, 2006; MFFP, 2016b; AARQ, 2016b; AONQ, 2016; Environnement et Changements climatiques Canada, 2016b, COSEPAC, 2016.

- 1) Provincial – LEMV : Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.
- 2) Fédéral – LEP : Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*.
- 3) COSEPAC : Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.
- 4) ESDMV : Espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.
- 5) Les données recueillies au sein du MFFP ne permettent pas de confirmer la présence de la belette pygmée.

## Milieu humain – Patrimoine culturel et archéologique

### QC-32 Section 5.4.4, page 5-41

L'initiateur doit préciser si des biens protégés en vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel* du Québec se trouvent dans la zone d'étude.

L'initiateur doit également s'engager à fournir, dès qu'ils seront disponibles, le rapport d'inventaire archéologique ainsi que le rapport de fouilles advenant que l'inventaire amène la découverte d'un site archéologique ne pouvant être évité.

### **Réponse QC-32**

Tel que spécifié à la section 7.3.5 (p.7-27 de l'ÉIE), « des inventaires archéologiques seront réalisés avant le début des travaux afin de valider le potentiel des zones qui seront perturbées. Advenant la découverte fortuite d'objets ou de vestiges archéologiques, les travaux ayant cours sur les lieux de la découverte seront suspendus jusqu'à ce qu'une analyse plus poussée y soit effectuée par un spécialiste en la matière ».

Rappelons que le canal de dérivation a déjà subi une perturbation au moment de sa construction et ultérieurement, lors de la construction des résidences et de l'ajout de remblais de part et d'autre du canal, ainsi que par le phénomène d'érosion. La zone de potentiel archéologique pourrait être affectée par les travaux si des excavations additionnelles étaient réalisées en surface.

Le rapport d'inventaire archéologique et le rapport de fouilles seront fournis au MDDELCC.

### **Impacts cumulatifs**

#### **QC-33 Section 7.5, pages 7-35 à 7-39**

Afin de bien estimer les effets cumulatifs de son projet, l'initiateur doit expliquer de quelle façon le projet de restauration de l'embouchure de la rivière Mascouche a été pris en compte dans l'élaboration de son projet.

Ainsi, l'initiateur doit présenter de quelle façon le projet de restauration de l'embouchure de la rivière Mascouche pourrait avoir une influence sur les différents concepts proposés dans le cadre du présent projet en utilisant les débits simulés dans le rapport du Centre d'expertise hydrique du Québec cité dans l'étude d'impact.

### **Réponse QC-33**

Les concepts proposés dans le cadre du projet de stabilisation du canal de dérivation de la rivière Mascouche ne tiennent pas compte de l'ouverture potentielle de la digue de remblai puisque le canal a été construit pour recevoir les débits de la rivière Mascouche, et non une partie des débits de la rivière des Mille Îles.

## **LOI CONCERNANT LA CONSERVATION DES MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES**

### **QC-34**

Le 16 juin 2017, l'Assemblée nationale a sanctionné la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (LQ, 2017, chapitre 14) (LCMHH). Cette loi modifie notamment la *Loi sur la qualité de l'environnement* (chapitre Q-2) (LQE) par l'ajout de la section V.1 (articles 46.0.1 à 46.0.12) portant sur les « milieux humides ou hydriques ». Elle vient changer les dispositions applicables pour les autorisations visant tous travaux, toutes constructions ou toutes autres interventions dans un milieu humide ou hydrique. On retrouve par exemple inscrit à l'article 46.0.1 l'application de la séquence éviter-minimiser-compenser dans la conception des projets, lorsque ceux-ci sont susceptibles d'entraîner des pertes de milieux humides et hydriques.

L'article 46.0.4, quant à lui, précise les éléments pris en considération pour analyser les impacts d'un projet en regard des milieux hydriques et humides. Ainsi, afin d'être en mesure d'analyser un projet conformément à cet article, l'étude d'impact doit inclure certaines informations essentielles. Quelques questions du présent document ont entre autres comme objectif de bonifier l'étude d'impact afin de pouvoir analyser le projet en fonction de la LCMHH, notamment en ce qui concerne la caractérisation du milieu visé par les travaux.

Afin de compléter son étude d'impact en fonction des informations nécessaires à l'application de la LCMHH, l'initiateur doit :

a) décrire les orientations et les affectations en matière d'aménagement du territoire applicables aux milieux visés de même que les usages existants à proximité;

b) décrire la capacité des milieux visés par les travaux à se rétablir ou la possibilité de les restaurer en tout ou en partie une fois le projet complété;

c) présenter les éléments contenus dans un plan directeur de l'eau, un plan de gestion intégrée du Saint-Laurent ou un plan régional des milieux humides et hydriques élaborés en vertu de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés (chapitre C-6.2) ainsi que les objectifs de conservation prévus dans un plan métropolitain de développement ou dans un schéma d'aménagement et de développement, le cas échéant;

d) s'engager à compenser, soit par des travaux visant la restauration ou la création de milieux humides et hydriques ou d'effectuer une contribution financière conforme au résultat de la méthode de calcul présentée à l'annexe I de la Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques ou à la réglementation en vigueur.

### **Réponse QC-34**

- a) Tel que décrit à la p. 5-34 de l'ÉIE : « Les interventions prévues dans le cadre du projet concernent une portion de territoire se trouvant dans les limites des périmètres urbains et dont l'affectation est de type urbain ».

Et à la p. 5-35 de l'ÉIE: « Cette affectation renvoie au territoire pour lequel la MRC visait un développement urbain à court et moyen terme desservi par des infrastructures municipales comme les réseaux d'égout ou d'aqueduc et des services (MRC Les Moulins, 2016a). Plus localement, la zone d'étude couvre une portion du territoire du secteur Est de la ville de Terrebonne, à l'intérieur de la zone d'influence du domaine Saint-Charles. Ce secteur est essentiellement résidentiel et comprend des habitations unifamiliales isolées ».

- b) *Capacité du milieu biologique à se rétablir*

Le canal de dérivation ne semble pas être un habitat de très bonne qualité pour la faune aquatique et la faune benthique. Cet énoncé sera toutefois validé lors des inventaires de 2018.

Advenant une détérioration potentielle ou réelle de la qualité de l'eau en aval de la zone des travaux, les herbiers aquatiques présents, le cas échéant, pourraient être déplacés plus en amont dans la rivière des Mille Îles.

### *Capacité du milieu hydrique à se rétablir*

Les scénarios de stabilisation proposés n'entraînent aucune modification significative du régime hydraulique de la rivière (i.e. : vitesses et patron d'écoulement).

- c) Le schéma d'aménagement de la MRC Les Moulins de 2012 favorisait une conservation des secteurs à potentiel écologique tels que les plaines inondables, certaines îles de la rivière des Mille-Îles, certains sites d'intérêt faunique et les boisés d'intérêt majeur. L'objectif était de maintenir l'intégrité du potentiel écologique de ces secteurs, en limitant le plus possible les interventions humaines.

En 2013, une réévaluation des aires pouvant être désignées conservation au schéma de la MRC a été effectuée, avec l'intérêt d'intégrer davantage les principes de développement durable sur son territoire. De nouvelles aires de conservation ont été ajoutées, soit :

- › La presque totalité des terrains encore vacants de l'ancien champ de tir Saint-Maurice (propriété de la Défense Nationale);
- › Un amalgame de boisés et de corridor de biodiversité (Corridor de biodiversité Urbanova).

D'autres aires de conservation du territoire de la MRC s'ajoutent au schéma d'aménagement, notamment l'habitat floristique de la Rivière-des-Mille-Îles.

La MRC a également établi des mesures (adjonction d'un règlement) visant à limiter l'abattage d'arbres afin de préserver le couvert forestier existant (MRC Les Moulins, 2016).

- d) En vertu de l'article 57 de la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques*, une contribution financière calculée conformément à l'annexe I de la Loi sera versée au Fonds de protection de l'environnement et du domaine hydrique de l'État à titre de compensation pour l'atteinte à un milieu hydrique.

## 2. Références

- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUEBEC (CEHQ), 2015. Service de l'hydrologie et de l'hydraulique. Étude hydraulique sur l'émissaire naturel de la rivière Mascouche. Rapport final. 28 pages. Validation du modèle hydraulique. Note technique complémentaire. 3 pages
- CJB ENVIRONNEMENT, 2013. Inventaires relatifs à l'obovarie olivâtre et au chevalier cuivré sur le territoire du Port de Montréal à Contrecoeur – Saison 2012 – Contrecoeur, Rapport présenté à l'Administration portuaire de Montréal, 30 p. et annexes. (J020052).
- CJB ENVIRONNEMENT, 2011. Caractérisation de la faune et des habitats benthiques – Inventaire avifaune – Saison 2010 – Contrecoeur, Rapport présenté à l'Administration portuaire de Montréal, 28 p. et annexes. (1.0339-2010).
- CÔTÉ, C., 2017. Inventaire du dard de sable et du méné d'herbe, rivière Mascouche, Lanaudière, 2016. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 25 pages + annexes.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, 2018. Registre public des espèces en péril. Pages consultées le 29 mars 2018 : [http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default\\_f.cfm?styp=species&lng=f&index=1&common=&scientific=&population=&taxid=0&locid=6&desid=0&schid=0&desid2=0&#](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default_f.cfm?styp=species&lng=f&index=1&common=&scientific=&population=&taxid=0&locid=6&desid=0&schid=0&desid2=0&#)
- FABIANEK, F., Gagnon, D. et Delorme, M. 2011. Bat distribution and activity in Montréal island green spaces: responses to multi-scale habitat effects in a densely urbanized area. *Ecoscience*, 18, 9-17.
- FARROW, L.J. et Broders, H.G. 2011. Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling tri-colored bat (*Perimyotis subflavus*). *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 76, 172-179.
- FÉDÉRATION CANADIENNE DE LA FAUNE, 2013. La petite chauve-souris brune. Pages consultées le 29 mars 2018 : <http://www.hww.ca/fr/faune/mammiferes/la-petite-chauve-souris-brune.html>
- GHD, 2017. Inventaire de mulettes et de poissons - Secteur Contrecoeur - Port de Montréal - Administration portuaire de Montréal, 11 p. et annexes.
- GRINDAL, S.D., Morissette, J.L. et Brigham, R.M. 1999. Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology*, 77, 972–977.
- HENDERSON, L.E., Farrow, L.J. et Broders, H.G. (2008) Intra-specific effects of forest loss on the distribution of the forest-dependent northern long-eared bat (*Myotis septentrionalis*). *Biological Conservation*, 141, 1819-1828.
- JUTRAS, J. et VASSEUR, C. 2010. Chirops no. 10: Bulletin de liaison du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris. pp. 32.

JUTRAS, J., DELORME, M., MC DUFF, J. ET VASSEUR, C. 2012. Le suivi des chauves-souris du Québec. En ligne : [ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/DEFH/Publications/2012/Jutras%20et%20al.2011\\_suivi%20chauve-souris.pdf](ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/DEFH/Publications/2012/Jutras%20et%20al.2011_suivi%20chauve-souris.pdf)

LVM, 2014. Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec) – Rapport d'étude géotechnique (025-B-0009089-1-GE-R-0001-00). Rapport présenté à la ville de Terrebonne. 18 décembre 2015. 14 pages + annexes.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016a. Grande chauve-souris brune. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/grande-chauve-souris-brune.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016b. Chauve-souris nordique. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/chauve-souris-nordique.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016c. Chauve-souris pygmée de l'Est. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/chauve-souris-pygmee.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016d. Chauve-souris rousse. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/chauve-souris-rousse.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016e. Pipistrelle de l'Est. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/pipistrelle-est.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016f. Chauve-souris cendrée. Pages consultées le 29 mars 2018 : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/chauve-souris-cendree.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2015. Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques (4e édition), Direction générale de la valorisation du patrimoine naturel, 41 p.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2006. Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec. Pages consultées le 29 mars 2018 : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>

MOISAN, J., 2010. Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds,

Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-58416-2 (version imprimée), 89 p.

MRC LES MOULINS, 2016. Schéma d'aménagement révisé de remplacement – Version 2. Compilation en date du 6 octobre 2016. 574 pages + annexes.

PAQUET, A., PICARD, I., CARON, F. ET ROUX, S., 2005. Les mulettes au Québec. La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada. Le naturaliste canadien. Volume 129, numéro 1 – Hiver 2005. Pages 78-85 (tiré-à-part). 9 pages.

WSP, 2016. Gestion de l'érosion au canal de dérivation de la rivière Mascouche. Situation, diagnostic et mesures de protection à mettre en œuvre. Ville de Terrebonne. Version finale. 13 pages

# Annexe A

Études géotechniques et vis techniques mandatés par la Ville de Terrebonne



Le 23 mars 2016

**Monsieur Marc Lupien**  
Coordonnateur technique  
Direction de l'entretien du territoire  
Ville de Terrebonne  
1051, rue National  
Terrebonne (Québec) J6W 6B5

**Objet : Analyses de stabilité**  
Talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche  
Terrebonne (Québec)  
N/Réf. : 025-B-0014307-1-GE-R-0001-00

Monsieur,

Pour faire suite à votre récente demande, nous avons réalisé des analyses de stabilité pour le site mentionné en rubrique et nous vous présentons, les résultats des analyses de stabilité effectuées.

Les travaux ont été réalisés en accord avec les termes de notre offre de services professionnels portant le numéro 16-0045-025 et datée du 9 février 2016.

## 1. Introduction

Les services professionnels d'Englobe Corp. ont été retenus par la Ville de Terrebonne afin d'effectuer des analyses de stabilité à l'emplacement des deux rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche situé dans la municipalité de Terrebonne, au Québec.

Une étude géotechnique a été réalisée par Englobe (anciennement LVM) (N/Réf : 025-B-0009089-1-GE-R-0001-00) en 2014 afin de vérifier la stabilité des talus à l'état actuel des deux rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche. Cette étude géotechnique avait également pour buts d'identifier les causes possibles des instabilités observées, de recommander des méthodes de stabilisation et d'effectuer l'estimation préliminaire des coûts de la méthode de stabilisation. Lors de cette étude, quatre analyses de stabilité ont été réalisées à partir des données recueillies au droit des forages géotechniques effectués et des relevés lidars provenant de Géoboutique Québec pour définir la topographie du canal. Cette étude géotechnique est présentée à l'annexe 1 du document.

Le but du présent mandat est de comparer les résultats des analyses de stabilité effectuées dans le cadre de l'étude géotechnique de 2014 aux résultats des analyses de stabilité effectuées à partir des relevés topographiques et de bathymétries réalisés par la compagnie WSP.

Les relevés topographiques et de bathymétries ont été transmis, par le client, à Englobe Corp. le 11 février 2016.

## **2. Description du site**

Le site à l'étude correspond au canal de dérivation de la rivière Mascouche dans la municipalité de Terrebonne, au Québec. Le site visé couvre les deux rives du canal sur une distance d'environ 400 m, et ce, à partir de la rivière des Mille-Îles.

Une description complète du site est présentée à la section 2 de l'étude géotechnique portant le numéro 025-B-0009089-1-GE-R-0001-00 datée du 18 décembre 2014 et fournie à l'annexe 1 du présent document.

## **3. Analyse de stabilité**

### **3.1 Méthode d'analyse et cas de chargement étudiés**

Les analyses de stabilité ont été effectuées à l'aide du programme de calcul SLOPE/W (version 7.23) développé par GEO-SLOPE International Ltd (Calgary, Canada). Aux fins d'analyse, la méthode de Morgenstern et Price pour les surfaces générales de glissement a été utilisée.

Seules les analyses de stabilité statique à long terme ont été effectuées en considérant les paramètres de résistance effective, soient la cohésion effective et l'angle de frottement effectif pour le dépôt argileux et l'angle de frottement effectif pour les matériaux granulaires.

### **3.2 Géométrie des talus**

Tel que mentionné précédemment, les analyses de stabilité ont été effectuées à partir des relevés topographiques et bathymétriques réalisés par la compagnie WSP et transmis par le client.

À partir de ces relevés, des profils ont été créés entre les crêtes des talus des deux rives du canal à l'aide du logiciel AutoCAD Civil 3D (version 2014). Les profils ont été positionnés, à la demande du client, à l'emplacement des profils créés lors de notre étude géotechnique réalisée en 2014.

La localisation des profils est présentée sur le plan de localisation identifié 025-B-0009089-1-GE-D-0001-00 à l'annexe 1.

### **3.3 Propriétés géotechniques des sols**

La stratigraphie des sols ainsi que le niveau de l'eau souterraine a été établie à partir des données recueillies dans le cadre de notre étude géotechnique réalisée en 2014.

De façon générale, la stratigraphie à l'emplacement des deux rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche consiste en une couche de remblai reposant sur un dépôt granulaire suivi d'un dépôt argileux. Sous le dépôt argileux, un dépôt de till a été intercepté à des profondeurs de 7,80 m et 6,40 m (élevations de 3,65 m et 4,12 m) au droit des forages effectués lors de l'étude géotechnique réalisée en 2014.

Le 8 septembre 2014, le niveau de l'eau souterraine a été mesuré à une profondeur de 5,34 m (élévation de 6,11 m) au droit du forage TF-01-14. Il est important de souligner que le niveau de l'eau

souterraine peut être influencé par plusieurs facteurs, dont, entre autres, les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique, et, ainsi, il peut varier avec les saisons et les années.

Le tableau 1 présente les propriétés géotechniques des sols utilisées pour les analyses de stabilité effectuées dans le cadre de ce mandat. Les propriétés géotechniques des sols utilisées sont les mêmes que celles utilisées dans le cadre de l'étude géotechnique réalisée en 2014.

Tableau 1 : Propriétés géotechniques des sols utilisés pour les analyses de stabilité

PARAMÈTRES	MATÉRIAUX		
	DÉPÔT GRANULAIRE	DÉPÔT ARGILEUX	DÉPÔT DE TILL
		LONG TERME	
Poids volumique unitaire, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	17	20
Cohésion effective, $c'$ (kPa)	0	7	0
Angle effectif de frottement interne, $\phi'$ (°)	30	28	35

### 3.3 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats des analyses de stabilité de talus effectuées sont présentés à l'annexe 3.

Les coefficients de sécurité (C.S.) obtenus des analyses de stabilité effectuées sont résumés au tableau 2 suivant. Aux fins de comparaison, les C.S. calculés lors de l'étude géotechnique réalisée en 2014 sont également présentés au tableau 2 ainsi que le C.S. minimum recherché pour assurer la stabilité du talus.

Tableau 2 : Résultats des analyses de stabilité de talus

SECTION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ (C.S.) CALCULÉ		
	ANALYSE STATIQUE À LONG TERME		
	ÉTAT ACTUEL EN 2016	ÉTUDE RÉALISÉE EN 2014	C.S. MIN. ÉXIGÉ À LONG TERME
Profil AA' – Rive Est	1,13	1,03	1,5
Profil AA' – Rive Ouest	1,06	1,06	1,5
Profil BB' – Rive Est	1,06	1,13	1,5
Profil BB' – Rive Ouest	1,19	1,20	1,5

Objet : Analyses de stabilité  
Talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche  
Terrebonne (Québec)  
N/Réf : 025-B-0014307-1-GE-R-0001-00

Le 23 mars 2016

En conclusion, les résultats indiquent que les C.S. obtenus des analyses de stabilité effectuées à partir des relevés topographiques et bathymétriques réalisés par la compagnie WSP sont similaires à ceux obtenus lors de l'étude géotechnique réalisée en 2014.

Nous espérons que le tout sera conforme à vos attentes. Si, toutefois de plus amples renseignements s'avéraient nécessaires, veuillez communiquer avec la soussignée.

Veuillez croire, Monsieur, en l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Préparé par :



2016.03.23

Marianne Aquin, ing.  
Membre de l'OIQ n° : 139129  
Gestionnaire de projets – Géotechnique

Vérfié par :



Nouredine Ghlamallah, ing., Ph.D  
Membre de l'OIQ n°120104  
Directeur de service - Géotechnique

NG/MA/mat

p.j.

Annexe 1 Étude géotechnique LVM 2014 (N/Réf: 025-B-0009089-GE-R-0001-00) (35 pages)  
Annexe 2 Résultats des analyses de stabilité (4 pages)

**Annexe 1      Étude géotechnique LVM 2014**  
**(N/Réf. : B-0009089-GE-R-0001-00)**



Sols et matériaux  
Environnement  
Science du bâtiment  
Qualité de l'approvisionnement

---

## VILLE DE TERREBONNE

### Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

#### Rapport d'étude géotechnique

Date : 18 décembre 2014  
N/Réf. : 025-B-0009089-1-GE-0001-00



**VILLE DE TERREBONNE****Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation  
de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)**

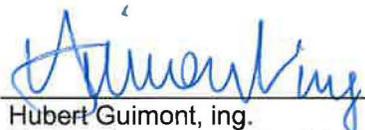
Rapport d'étude géotechnique | 025-B-0009089-1-GE-R-0001-00

Préparé par :

 2014/12/18

Marianne Aquin, ing.  
Gestionnaire de projet – Géotechnique  
Membre de l'OIQ n° 139129

Approuvé par :

 2014/12/18

Hubert Guimont, ing.  
Gestionnaire de projet – Géotechnique  
Membre de l'OIQ n° 142878

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>MÉTHODE DE RECONNAISSANCE</b> .....	<b>5</b>
3.1	Visite de site .....	5
3.2	Travaux de forage .....	5
3.3	Travaux d'arpentage.....	5
3.4	Relevés lidar.....	6
3.5	Travaux en laboratoire.....	6
<b>4</b>	<b>NATURE ET PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX</b> .....	<b>7</b>
4.1	Sol organique .....	7
4.2	MatériauX de remblai.....	7
4.3	Dépôt granulaire.....	7
4.4	Dépôt argileux .....	8
4.5	Dépôt de till .....	8
<b>5</b>	<b>EAU SOUTERRAINE</b> .....	<b>9</b>
5.1	Niveau de l'eau souterraine .....	9
5.2	Niveau de la rivière Mascouche .....	9
5.3	Cotes d'inondation.....	9
5.4	Vitesse d'écoulement de l'eau du cours d'eau.....	9
<b>6</b>	<b>DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>10</b>
6.1	Analyses de la stabilité - état actuel .....	10
6.1.1	<i>Méthode d'analyse et cas de chargement étudiés</i> .....	10
6.1.2	<i>Géométrie des talus</i> .....	10
6.1.3	<i>Propriétés géotechniques des sols</i> .....	10
6.1.4	<i>Résultats des analyses de stabilité – État actuel</i> .....	11
6.1.5	<i>Causes possibles des instabilités</i> .....	12
6.2	Concept préliminaire de stabilisation.....	12
6.2.1	<i>Méthodes de stabilisation recommandées</i> .....	12
6.2.2	<i>Délais d'intervention</i> .....	13
6.2.3	<i>Estimations budgétaires</i> .....	13

## TABLE DES MATIÈRES

### Tableaux

Tableau 1 : Essais en laboratoire réalisés .....	6
Tableau 2 : Unités stratigraphiques .....	7
Tableau 3 : Résultats des limites de liquidité et de plasticité - Dépôt d'argileux.....	8
Tableau 4 : Observation de l'eau souterraine – mesurée le 8 septembre 2014.....	9
Tableau 5 : Propriétés géotechniques des sols utilisés pour les analyses de stabilité.....	11
Tableau 6 : Résultats des analyses de stabilité de talus – État actuel.....	11
Tableau 7 : Estimation budgétaires préliminaires des deux scénarios.....	14
Tableau 8 : Estimation budgétaire des coûts indirects.....	14

### Figure

Figure 1 : Localisation du site à l'étude (extrait tiré de Google Earth 2014) .....	2
---	---

### Annexes

Annexe 1	Portée de l'étude géotechnique (1 page)
Annexe 2	Note explicative et rapports de forage (3 pages)
Annexe 3	Résultats d'essais de laboratoire (1 page)
Annexe 4	Résultat des analyses de stabilité (4 pages)
Annexe 5	Vue d'ensemble, topographie et localisation des forages et des coupes (2 plans)

## Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est la propriété de LVM, une division d'EnGlobe Corp. et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de LVM et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de LVM qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
00	2014-12-18	Émission finale
0A	2014-10-29	Émission préliminaire

DISTRIBUTION	
Nombre de copies	Destinataire
1 copie électronique (PDF)	Monsieur Marc Lupien technicien principal

## 1 INTRODUCTION

Les services professionnels de LVM ont été retenus par la Ville de Terrebonne afin d'effectuer une étude géotechnique de manière à pouvoir évaluer la stabilité des talus des rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche située dans la municipalité de Terrebonne au Québec.

Cette étude a été menée en accord avec les termes de notre proposition de services professionnels n°13-0425-025 datée du 19 novembre 2013.

Le but de cette étude est de vérifier la stabilité des talus des deux rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche, d'identifier les causes possibles des instabilités observées, de recommander des méthodes de stabilisation et d'effectuer l'estimation préliminaire des coûts de la méthode de stabilisation retenue.

Les travaux de reconnaissance sur le terrain ont consisté à la réalisation de deux forages géotechniques numérotés TF-01-14 et TF-02-14. Les informations recueillies dans les forages de la présente étude nous ont permis de définir la stratigraphie générale des berges du canal. Outre les travaux de forage, une visite de site a été effectuée afin d'observer la configuration géométrique du talus des berges, la hauteur, l'inclinaison, la présence de signes d'érosion le long des talus.

Le présent rapport contient une description du site et de la méthode de reconnaissance utilisée, une description détaillée de la nature et des propriétés des matériaux du sol. Une section est consacrée à la discussion des résultats obtenus et aux recommandations géotechniques pertinentes pour la stabilisation des berges.

Les termes définissant la portée de l'étude géotechnique sont présentés à l'annexe 1.

## 2 DESCRIPTION DU SITE

Le site à l'étude correspond au canal de dérivation de la rivière Mascouche. Le site visé couvre les deux rives du canal sur une distance d'environ 400 m, et ce, à partir de la rivière des Mille-Îles.

La figure ci-après présente la localisation approximative du site concerné par le présent projet (extrait tiré de Google Earth 2014).

Figure 1 : Localisation du site à l'étude (extrait tiré de Google Earth 2014)



Une visite de site a été effectuée par LVM en juin 2014.

Basée sur nos observations, la géométrie des talus des deux rives du canal est similaire. La hauteur des talus est de l'ordre de 6 à 7 m. Les talus se compose, de façon générale, de bas en haut, d'une partie dépourvue en végétation et d'une partie boisée. La pente générale des talus possède une inclinaison moyenne de l'ordre de 1,5 H : 1 V. À certains endroits le long des talus, l'inclinaison de la pente est plus importante et peut atteindre une inclinaison de l'ordre de 1H : 2V. Le talus montre des signes d'érosion, à certains endroits le long du talus, notamment à la limite entre la partie dépourvue en végétation et la partie boisée où la présence de racines dénudées a été observée. Des résidences sont présentes au sommet des talus.

Les figures 2 et 3 suivantes présentent une vue générale des talus à l'étude (juin 2014)

Photo 1 : Vue générale du site – Rive ouest à partir de la passerelle de la rue Florent (juin 2014)



Photo 2 : Vue générale du site - Rive est à partir de la passerelle de la rue Florent (juin 2014)



Photo 3 : Présence de signes d'érosion – Présence de racines dénudées (Juin 2014)



Photo 4 : Présence de signes d'érosion – Présence de racines dénudées (Juin 2014)



## 3 MÉTHODE DE RECONNAISSANCE

### 3.1 VISITE DE SITE

La visite de site a été réalisée le 6 juin 2014 dans le but de caractériser les berges du talus. La visite de site avait pour but d'identifier, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- ▶ la configuration géométrique générale du talus;
- ▶ la hauteur approximative du talus;
- ▶ l'inclinaison approximative des pentes du talus;
- ▶ la présence de signes d'érosion le long de la berge;
- ▶ si présents, les fissures, les affaissements ou autres signes d'instabilité;
- ▶ la présence de végétation.

### 3.2 TRAVAUX DE FORAGE

Les travaux de forage ont été effectués le 20 mai 2014. Ils ont consisté à la réalisation de deux forages identifiés TF-01-14 et TF-02-14. Le forage TF-01-14 a été réalisé sur la berge ouest du canal et le forage TF-02-14 sur la berge est du canal.

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une foreuse de type CME 55 montée sur une chenille équipée d'une tarière évidée. L'échantillonnage des sols a été effectué à l'aide d'un carottier fendu normalisé de 51 mm de diamètre extérieur. Lors du prélèvement de ces échantillons, l'indice de pénétration standard « N » a été mesuré selon les exigences de la norme ASTM D-1586.

La résistance au cisaillement de l'argile intacte et remaniée a été mesurée au sein du dépôt argileux rencontré. Les essais ont été réalisés à l'aide d'un scissomètre de chantier à déformation contrôlée de marque Nilcon.

Afin de déterminer les conditions d'eau souterraine, un piézomètre de type « *Casagrande* » a été installé dans les forages TF-01-14 et TF-02-14 suite au retrait des tarières.

Tous les travaux de chantier ont été exécutés sous la surveillance à temps plein d'un inspecteur expérimenté en géotechnique de LVM.

La description de la stratigraphie rencontrée à l'emplacement des forages est présentée sur les rapports individuels de forage à l'annexe 2.

### 3.3 TRAVAUX D'ARPENTAGE

L'implantation des forages au terrain a été réalisée par le personnel de LVM à partir des informations transmises du projet. Une fois les forages complétés, ces derniers ont été relevés par le personnel de LVM.

Les coordonnées X, Y ont été relevées à l'aide d'un GPS de poche de type Garmin. L'élévation de la surface du sol à l'emplacement des forages a été établie à partir d'un repère de nivellement géodésique localisé dans le pavage, au nord-est de l'intersection de la rue des Écueils et du chemin Saint-Charles à Terrebonne et correspond au matricule M06KM096 par le ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec. Ce repère géodésique possède une élévation de 12,01 m. Toutes les élévations dans ce rapport se rapportent à ce repère de nivellement.

La localisation des forages ainsi que le repère de nivellement sont présentés au plan de localisation n° 025-B-0009089-1-GE-D-0001-0A de l'annexe 4.

### 3.4 RELEVÉS LIDAR

Des relevés lidar du secteur à l'étude provenant de Géoboutique Québec ont été utilisés afin de définir la topographie du site.

### 3.5 TRAVAUX EN LABORATOIRE

Tous les échantillons prélevés dans les forages ont été transportés à notre laboratoire pour les besoins d'analyses, d'identification et de classification. Ils ont tous fait l'objet d'un examen visuel attentif de la part d'un géotechnicien.

Deux échantillons prélevés et jugés représentatifs des conditions en place ont été soumis à des limites de consistance afin de compléter les informations recueillies au moment des travaux en chantier. Le tableau 1 présente ces échantillons.

Tableau 1 : Essais en laboratoire réalisés

SONDAGE	ÉCH.	PROF. (m)	LIMITES DE CONSISTANCE (NQ 2501-092)
TF-01-14	CF-7	3,81-4,42	✓
TF-02-14	CF-9	5,33-5,94	✓

Les résultats des essais réalisés sont résumés sur les rapports de forage de l'annexe 2 et les résultats des limites de consistance sont présentés de façon plus détaillée aux rapports d'essais de laboratoire de l'annexe 3.

Tous les échantillons prélevés dans les forages et n'ayant pas servi aux essais de laboratoire seront conservés pour une période de 3 mois à compter de la date de fin des travaux de chantier. Après quoi, ils seront détruits à moins qu'un avis écrit quant à leur destination nous soit transmis.

## 4 NATURE ET PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX

La présente section traite de différentes unités stratigraphiques mises en évidence par les forages TF-01-14 et TF-02-14. La description détaillée des matériaux rencontrés peut être consultée dans le rapport de forage à l'annexe 2. Le tableau 2 présente les différentes unités stratigraphiques rencontrées dans les forages.

Tableau 2 : Unités stratigraphiques

SONDAGE [ÉL. (m)]	PROFONDEUR (m) / [ÉLÉVATION (m)]					
	SOL ORGANIQUE	REMBLAI	SOL NATUREL			FIN DU FORAGE
			DÉPÔT GRANULAIRE	DÉPÔT ARGILEUX	DÉPÔT DE TILL	
TF-01-14 [11,45]	0,00 - 0,10 [11,45 - 11,35]	0,10 - 1,83 [11,35 - 9,62]	1,83 - 3,05 [9,62 - 8,40]	3,05 - 7,80 [8,40 - 3,65]	7,80 - >8,23 [3,65 - <3,22]	8,23 [3,22]
TF-02-14 [10,52]	0,00 - 0,10 [10,52 - 10,42]	0,10 - 3,05 [10,42 - 7,47]	3,05 - 3,90 [7,47 - 6,62]	3,90 - 6,40 [6,62 - 4,12]	6,40 - >8,23 [4,12 - <2,29]	8,23 [2,29]

### 4.1 SOL ORGANIQUE

En surface, au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14, une couche de sol organique a été interceptée. L'épaisseur de cette couche est de 100 mm.

### 4.2 MATÉRIAUX DE REMBLAI

Sous-jacent au sol organique, des matériaux de remblai ont été interceptés au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14. L'épaisseur des matériaux de remblai est respectivement de 1,73 m et 2,95 m au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14.

La couche de remblai consiste, en général, en un mélange de silt, sable, gravier et argile en proportions variables. La présence de matières organiques a également été notée au sein du remblai au droit du forage TF-01-14.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le remblai au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 3 et 12, ce qui traduit une compacité du remblai de très lâche à moyenne.

### 4.3 DÉPÔT GRANULAIRE

Au droit de tous les sondages, sous les matériaux remblai, un dépôt granulaire a été intercepté à une profondeur de 1,83 m au droit du forage TF-01-14 et à une profondeur de 3,05 m au droit du forage TF-02-14. Ce dépôt de granulaire est généralement constitué de silt avec un peu de sable à silt et sable avec des traces de gravier.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le dépôt granulaire au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 5 et 15, ce qui traduit une compacité du dépôt granulaire de lâche à moyenne.

#### 4.4 DÉPÔT ARGILEUX

Sous le dépôt granulaire, un dépôt argileux a été rencontré au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14. Le dépôt argileux a été intercepté à une profondeur variant entre 3,05 m et 3,90 m. Son épaisseur est de 4,75 m au droit du forage TF-01-14 et de 2,50 m au droit du forage TF-02-14.

Ce dépôt consiste, de façon générale, en une argile silteuse.

Des limites de consistance ont été effectuées sur des échantillons du dépôt. Le tableau 3 résume les résultats obtenus.

Tableau 3 : Résultats des limites de liquidité et de plasticité - Dépôt d'argileux

FORAGE	ÉCH.	PROF. (m)	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	CLASSIFICATION USCS
TF-01-14	CF-7	3,81 - 4,42	35	40	22	18	0,7	CL
TF-02-14	CF-9	5,33 - 5,94	41	52	24	28	0,6	CL
<i>W</i> : teneur en eau <i>W<sub>L</sub></i> : limite de liquidité <i>W<sub>P</sub></i> : limite de plasticité			<i>I<sub>P</sub></i> : indice de plasticité <i>I<sub>L</sub></i> : indice de liquidité					

De plus, des mesures de la résistance au cisaillement non drainé intact (Cu) ont été effectuées au sein du dépôt cohérent, au droit des forages. Généralement, les valeurs de résistance au cisaillement mesurées varient entre 61 et 99 kPa, ce qui correspond à un dépôt argileux de consistance raide.

Des mesures de la résistance au cisaillement non drainé remanié (Cur) ont également été évaluées au sein de l'argile pour en juger sa sensibilité. Des valeurs de Cur variant entre de 3 et 27 kPa ont été enregistrées. Les valeurs du rapport (Cu/Cur) varient entre 3 et 26, ce qui indique un dépôt de sensibilité variable (faible à sensible).

#### 4.5 DÉPÔT DE TILL

Au droit de tous les sondages, sous le dépôt argileux, un dépôt de till a été intercepté à une profondeur de 7,80 m au droit du forage TF-01-14 et à une profondeur de 6,40 m au droit du forage TF-02-14. Ce dépôt de till est généralement constitué de sable, silt et gravier en proportions variables.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le dépôt de till au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 4 et 14, ce qui traduit une compacité du dépôt de till de lâche à moyenne.

## 5 EAU SOUTERRAINE

### 5.1 NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

Le niveau de l'eau souterraine a été mesuré le 8 septembre 2014 dans les piézomètres « *Casagrande* » installés au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14, à la suite du retrait des tarières. Le niveau de l'eau souterraine se situait à la profondeur et l'élévation indiquées au tableau 4.

Tableau 4 : Observation de l'eau souterraine – mesurée le 8 septembre 2014

FORAGE N°	TYPE D'INSTALLATION	NIVEAU D'EAU (m) (ÉLÉVATION)
TF-01-14 (11,45)	Piézomètre Casagrande	5,34 (6,11)
TF-02-14 (10,52)	Piézomètre Casagrande	Sec

Il est important de souligner que le niveau de l'eau souterraine peut être influencé par plusieurs facteurs, dont, entre autres, les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique et, ainsi, il peut varier avec les saisons et les années.

### 5.2 NIVEAU DE LA RIVIÈRE MASCOUCHE

Au moment de la réalisation des forages en mai 2014, le niveau de la rivière Mascouche, adjacent aux forages, se situait à une élévation de 7,62 m.

### 5.3 COTES D'INONDATION

Il ne faisait pas partie de notre mandat de vérifier les cotes d'inondation de la rivière Mascouche.

### 5.4 VITESSE D'ÉCOULEMENT DE L'EAU DU COURS D'EAU

Il ne faisait pas partie de notre mandat de procéder à l'évaluation de ce paramètre.

## 6 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

### 6.1 ANALYSES DE LA STABILITÉ - ÉTAT ACTUEL

Des analyses de stabilité ont été effectuées afin de vérifier la stabilité des talus à l'état actuel. Les sections qui suivent présentent les résultats des analyses de stabilité effectuées.

#### 6.1.1 Méthode d'analyse et cas de chargement étudiés

Les analyses de stabilité ont été effectuées à l'aide du programme de calcul SLOPE/W (version 7.15) développé par GEO-SLOPE International Ltd (Calgary, Canada). Pour fins d'analyse, la méthode de Morgenstern et Price pour les surfaces générales de glissement a été utilisée.

Seules des analyses de stabilité statique à long terme ont été effectuées en considérant les paramètres de résistance effective (Cohésion effective et angle de frottement effectif) des matériaux granulaires et du dépôt argileux. Pour ce cas, le coefficient de sécurité (C.S.) minimum recherché pour assurer la stabilité à long terme du talus est de 1,5.

#### 6.1.2 Géométrie des talus

Pour les besoins de l'expertise et compte tenu que la géométrie des talus est similaire entre les deux rives du canal, deux profils, identifiés A et B, ont été considérés afin de vérifier la stabilité des talus à l'état actuel. Les profils ont été exécutés entre la crête et la base du talus.

Les profils ont été positionnés comme suit, perpendiculairement à l'axe du canal :

- ▶ Profil AA' - secteur du forage TF-01-10; et
- ▶ Profil BB' - secteur du forage TF-02-10.

La localisation des profils est présentée sur le plan de localisation identifié 025-B-0009089-001-GE-D-0002-0A présentée à l'annexe 5.

#### 6.1.3 Propriétés géotechniques des sols

La stratigraphie des coupes ainsi que le niveau de l'eau souterraine ont été établis à partir des résultats obtenus à l'emplacement des forages TF-01-14 et TF-02-14, réalisés dans le cadre de la présente étude.

Les propriétés géotechniques du dépôt granulaire de même que celles du dépôt de till ont été établies à partir de la compacité respective des dépôts. Les propriétés géotechniques du dépôt argileux ont, quant à elles, été établies à partir des valeurs de la résistance au cisaillement non drainé mesurées. Les données tirées de la littérature et de notre connaissance du secteur ont également été utilisées. Le tableau 5 présente les propriétés utilisées pour les analyses de stabilité effectuées dans le cadre de la présente étude.

Le niveau de l'eau de la rivière pour les fins des calculs a été considéré à une élévation de 6,10 m.

Tableau 5 : Propriétés géotechniques des sols utilisés pour les analyses de stabilité

PARAMÈTRES	MATÉRIAUX			
	DÉPÔT GRANULAIRE	DÉPÔT ARGILEUX		DÉPÔT DE TILL
		COURT TERME	LONG TERME	
Poids volumique unitaire, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	17	17	20
Poids volumique déjaugé, $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	8	7	7	10
Cohésion effective, $c'$ (kPa)	0	---	7	0
Angle effectif de frottement interne, $\phi'$ (°)	30	---	28	35
Angle de frottement interne non drainé, $\phi_u$ (°)	---	0	---	---
Résistance au cisaillement non drainé à l'état intact, $C_u$ (kPa)	---	Variable (voir rapport de forage)	---	---

#### 6.1.4 Résultats des analyses de stabilité – État actuel

Les figures 1 à 4 de l'annexe 4 présentent les résultats obtenus à l'aide du logiciel SLOPE/W selon la géométrie actuelle du talus à l'endroit des profils AA' et BB' et prenant les propriétés géotechniques des sols présentés au tableau 5.

Les résultats des analyses de stabilité effectuées sont résumés au tableau 6 ci-après.

Tableau 6 : Résultats des analyses de stabilité de talus – État actuel

SECTION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ (C.S.) CALCULÉ	
	ANALYSE STATIQUE À LONG TERME	
	ÉTAT ACTUEL	C.S. MIN. ÉXIGÉ À LONG TERME
Profil AA' – Rive Est	1,03	1,5
Profil AA' – Rive Ouest	1,06	1,5
Profil BB' – Rive Est	1,13	1,5
Profil BB' – Rive Ouest	1,20	1,5

L'examen de ces résultats montre que les coefficients de sécurité (C.S.) de stabilité des talus à l'état actuel sont inférieurs au C.S. minimum recherché pour les analyses statiques à long terme soit de 1,5.

Les résultats des analyses ont démontré que les terrains résidentiels sont situés hors des zones instables. Selon les analyses effectuées, la zone jugée à risque est située à l'intérieur d'une bande d'approximativement 10 m à partir du sommet du talus. À l'intérieur de cette zone, les coefficients de sécurité sont inférieurs à 1,5. Selon les informations reçues, cette bande de terrain est la propriété de la Ville.

Comme il est possible de voir aux figures 1 à 4 de l'annexe 4, les analyses indiquent également que les masses de sol les plus instables se limitent aux quelques premiers mètres du talus. Il est cependant important de noter que l'influence de la végétation existante n'est pas considérée dans les calculs. En effet, les racines des arbres contribuent à stabiliser et à protéger les talus contre l'érosion.

### 6.1.5 Causes possibles des instabilités

Basées sur les données disponibles pour le projet, sur nos observations de site, sur les résultats obtenus aux emplacements des forages (de même que lors des essais de laboratoire) et sur les analyses effectuées pour vérifier la stabilité du talus, notre avis quant aux causes probables de l'instabilité des talus sont les suivantes.

#### Pentes des talus

Tel que mentionné à la section 2, la pente générale des talus possède une inclinaison moyenne de l'ordre de 1,5 H : 1 V et à certains endroits le long des talus, l'inclinaison de la pente est plus importante et peut atteindre une inclinaison de l'ordre de 1 H : 2V. Les analyses de stabilité ont démontré que les pentes des talus à l'état actuel, en fonction de la nature des sols présents, sont trop abruptes.

#### Érosion en pied de talus

De l'érosion en pied de talus a été observée. Ces dégradations contribuent à accentuer les pentes du talus et à l'instabilité globale des talus.

## 6.2 CONCEPT PRÉLIMINAIRE DE STABILISATION

Basé sur les résultats des analyses de stabilité effectuées sur les talus à l'état actuel, il en ressort que des travaux de stabilisation devront être effectués afin d'assurer la stabilité à long terme des talus.

### 6.2.1 Méthodes de stabilisation recommandées

À long terme de manière à éviter tout problème d'instabilité qui pourrait être lié à l'érosion, la solution idéale afin de stabiliser les talus serait de reprofiler les pentes selon un angle plus faible et de protéger le bas des talus contre l'érosion par la mise en place d'un perré de protection en enrochement. Compte tenu de la présence de résidences en sommet de talus, de manière à limiter la perte de terrain, une solution mixte consistant en une réduction de la pente des talus et

par la mise en place d'un contrepoids en enrochement pourrait également être considérée. Ces travaux de stabilisation et de protection contre l'érosion seraient toutefois coûteux et leur influence du point de vue environnemental non-négligeable (déboisement, travaux en rive...).

Une approche alternative, moins coûteuse et probablement mieux adaptée au contexte, consisterait à protéger le pied du talus à l'aide d'un perré de protection en enrochement de manière à conserver les coefficients de stabilité actuels. Si cette approche est retenue, il est recommandé de conserver une distance sécuritaire de 10 m par rapport au sommet du talus. Aucune construction ou entreposage de remblai ou de matériaux ne devrait être autorisé à l'intérieur de cette zone. De plus, comme la végétation joue un rôle stabilisant, aucun déboisement ne doit être permis sur les talus riverains.

### 6.2.2 Délais d'intervention

Tel que mentionné, la stabilité actuelle des talus est marginale. Les arbres et la végétation jouent un rôle important et permettent d'éviter la progression des glissements et la perte de terrain progressive. Au fil des ans, en fonction de l'importance variable de l'érosion, la proportion d'arbres arrachés est variable. Au fur et à mesure, les talus sont donc de plus en plus exposés à l'érosion et les risques de glissement augmentent.

Afin de conserver les coefficients de stabilité actuels des talus, il est recommandé de procéder aux travaux de stabilisation à l'intérieur des meilleurs délais possibles. Des interventions d'ici les deux prochaines années sont recommandées. Entre temps, un suivi du comportement des talus est également recommandé. Toute action qui pourrait permettre d'éviter une érosion par les glaces au moment de la fonte est souhaitable.

### 6.2.3 Estimations budgétaires

Le tableau ci-dessous présente les estimations budgétaires préliminaires des 2 scénarios envisagés pour la stabilisation des talus du canal de dérivation. Les quantités présentées sont approximatives et sont basées sur un total de 700 m. linéaires de rive. Une conception détaillée ainsi qu'une estimation basée sur un relevé d'arpentage seraient requises afin de déterminer les quantités exactes.

Tableau 7 : Estimation budgétaires préliminaires des deux scénarios

	QUANTITÉ	COÛT UNITAIRE	COÛT
<b>Scénario 1 (reprofilage et perré de protection)</b>			
Mobilisation	1	Forfait	10 000 \$
Déboisement	1	Forfait	10 000 \$
Excavation	35 000 m <sup>3</sup>	15 \$/m <sup>3</sup>	525 000 \$
Géotextile	17 500 m <sup>2</sup>	5 \$/m <sup>2</sup>	87 500 \$
Enrochement (500 mm d'épaisseur)	3 500 m <sup>3</sup>	70 \$/m <sup>3</sup>	245 000 \$
Paysagement	1	Forfait	50 000 \$
			<b>Total : 927 000 \$</b>
<b>Scénario 2 (perré de protection)</b>			
Mobilisation	1	Forfait	50 000 \$
Location et opération d'une barge	1	80 000 \$/mois	80 000 \$
Géotextile	3 500 m <sup>2</sup>	5 \$/m <sup>2</sup>	17 500 \$
Enrochement (500 mm d'épaisseur)	1 750 m <sup>3</sup>	70 \$/m <sup>3</sup>	122 500 \$
			<b>Total : 270 000 \$</b>

À ces coûts directs, les coûts indirects d'ingénierie et de surveillance doivent être ajoutés. Le tableau 8 présente les principaux coûts à considérer :

Tableau 8 : Estimation budgétaire des coûts indirects

ITEM	COÛT
Étude hydraulique	10 000 \$
Demande de certificat d'autorisation auprès du MDDELCC	10 000 \$
Préparation des plans et devis	20 000 \$
Surveillance	20 000 \$

Il est à noter qu'une validation auprès du MDDELCC est recommandée afin de s'assurer que les travaux ne requièrent pas d'étude d'impact. Effectivement, compte tenu que la longueur de rive touchée par les travaux est supérieure à 300 mètres linéaires, les travaux pourraient être assujettis à une étude d'impact.

**Annexe 1 Portée de l'étude géotechnique  
(1 page)**

## PORTÉE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

### 1.0 *Caractéristiques des sols et du roc*

Les caractéristiques des sols et du roc décrites dans ce rapport proviennent de forages et/ou de sondages effectués à une période donnée et correspondent à la nature du terrain aux seuls endroits où ces mêmes forages et sondages ont été effectués. Ces caractéristiques peuvent varier de façon importante entre les points de forage et de sondage.

Les formations de sol et de roc présentent une variabilité naturelle. Les limites entre les différentes formations présentées sur les rapports doivent donc être considérées comme des transitions entre les formations plutôt que comme des frontières fixes. La précision de ces limites dépend du type et du nombre de sondages, de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage.

Les descriptions des échantillons prélevés ont été faites selon les méthodes d'identification et de classification reconnues et utilisées en géotechnique. Elles peuvent impliquer le recours au jugement et à l'interprétation du personnel ayant réalisé l'examen des matériaux. Celles-ci peuvent être présumées justes et correctes suivant la pratique courante dans le domaine de la géotechnique. Finalement, si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les propriétés des sols et du roc peuvent être modifiées de façon importante à la suite d'activités de construction, telles que l'excavation, le dynamitage, le battage de pieux ou le drainage, effectuées sur le site ou sur un site adjacent. Elles peuvent également être modifiées indirectement par l'exposition des sols ou du roc au gel ou aux intempéries.

### 2.0 *Eau souterraine*

Les conditions d'eau souterraine présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié. La précision et la représentation de ces conditions doivent être interprétées en fonction du type d'instrumentation mis en place et de la période, de la durée et du nombre d'observations effectuées. Ces conditions peuvent varier selon les précipitations, les saisons et éventuellement les marées. Elles peuvent également varier à la suite d'activités de construction ou de modifications d'éléments physiques sur le site ou dans le voisinage. La problématique de l'ocre ferreuse et ses effets n'est pas couverte par le présent rapport.

### 3.0 *Utilisation du rapport*

Les commentaires et recommandations donnés dans ce rapport s'adressent principalement à l'équipe de conception du projet. Pour déterminer toutes les conditions souterraines pouvant affecter les coûts et les techniques de construction, le choix des équipements ainsi que la planification des opérations, le nombre de forages ou de sondages nécessaire pourrait être supérieur au nombre de forages ou sondages effectué pour les besoins de la conception. Les entrepreneurs présentant une soumission ou effectuant les travaux doivent effectuer leur propre interprétation des résultats des forages et des sondages et au besoin leur propre investigation pour déterminer comment les conditions en place peuvent influencer leurs travaux ou leur méthode de travail.

Toute modification de la conception, de la position et de l'élévation des ouvrages devra être communiquée rapidement à LVM de façon à ce que la validité des recommandations présentées puisse être vérifiée. Des travaux complémentaires de terrain ou de laboratoire pourraient éventuellement s'avérer nécessaires.

Le rapport ne doit pas être reproduit, sinon entier, sans l'autorisation de LVM.

### 4.0 *Suivi du projet*

L'interprétation des résultats de chantier et de laboratoire et les recommandations présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié et aux informations disponibles sur le projet au moment de la rédaction du rapport.

Les informations disponibles sur les conditions de terrain et sur l'eau souterraine augmentent au fur et à mesure de l'avancement des travaux de construction. Les conditions de terrain ayant été interprétées et corrélées entre les points de forage et de sondage, LVM devrait avoir la possibilité de vérifier ces conditions de terrain par des visites de chantier effectuées au fur et à mesure de l'avancement des travaux, afin de confirmer les informations obtenues des forages et sondages. S'il nous est impossible de faire de telles vérifications, LVM n'assurera aucune responsabilité concernant l'interprétation géotechnique que des tiers feront des recommandations de ce rapport, particulièrement si la conception est modifiée ou que des conditions de terrain différentes à celles décrites dans ce rapport sont rencontrées. L'identification de tels changements requiert de l'expérience et doit être effectuée par un ingénieur géotechnicien expérimenté.

### 5.0 *Environnement*

Les informations contenues dans ce rapport ne couvrent pas les aspects environnementaux des conditions de terrain, ces aspects ne faisant pas partie du mandat d'étude.

**Annexe 2** **Note explicative et  
rapports de forage  
(3 pages)**

Les rapports de sondage qui font suite à cette note synthétisent les données de chantier et de laboratoire sur les propriétés géotechniques des sols, de la roche et de l'eau souterraine recueillies à chaque sondage. Cette note a pour but d'expliquer les différents symboles et abréviations utilisés dans les rapports de sondage.

### STRATIGRAPHIE

**Élévation/Profondeur :** Dans cette colonne sont inscrites les élévations des contacts géologiques rattachées au niveau de référence mentionné à l'en-tête du rapport de sondage et établies à partir de la surface du terrain mesuré au moment de la réalisation du sondage. Les profondeurs sont également indiquées.

**Description des sols et du roc :** Chaque formation géologique est décrite selon la terminologie d'usage présentée ci-dessous.

### SYMBOLES

TERRE VÉGÉTALE 	SABLE 	CAILLOUX 
REMBLAI 	SILT 	BLOC 
GRAVIER 	ARGILE 	ROC 

### NIVEAU D'EAU

Dans cette colonne est indiquée l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée à la date indiquée. Un schéma présentant le type et la profondeur d'installation est aussi présenté dans cette colonne.

### ÉCHANTILLONS

**Type et numéro :** Chaque échantillon est étiqueté conformément au numéro de cette colonne et la notation donnée réfère au type d'échantillon décrit à l'en-tête du rapport de sondage.

**Sous-échantillon :** Lorsqu'un échantillon inclut un changement de matière stratigraphique, il est parfois requis de le séparer et de créer des sous-échantillons. Cette colonne permet l'identification de ces derniers et permet l'association des mesures in situ et en laboratoire à ces sous-échantillons.

**État :** La position, la longueur et l'état de chaque échantillon sont montrés dans cette colonne. Le symbole illustre l'état de l'échantillon suivant la légende donnée à l'en-tête du rapport de sondage.

**Calibre :** Dans cette colonne est indiqué le calibre de l'échantillonneur.

**N et Nb coups/150 mm :** L'indice de pénétration standard « N » donné dans cette section est montré dans la colonne correspondante. Cet indice est obtenu de l'essai de pénétration standard et correspond au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kilogrammes tombant en chute libre de 0,76 mètre nécessaire pour enfoncer les 300 derniers millimètres du carottier fendu normalisé (ASTM D-1586). Le résultat du nombre de coups obtenu par 150 mm est indiqué dans la colonne Nb coups/150 mm. Pour un carottier de 610 mm de longueur, l'indice N est obtenu en additionnant le nombre de coups nécessaire pour enfoncer les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> courses de 150 mm d'enfoncement.

**RQD :** L'indice de qualité de la roche (RQD) est défini comme étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carottes de 100 millimètres ou plus à la longueur totale de la course. L'indice RQD est présenté en pourcentage.

### ESSAIS

**Résultats :** Dans cette section, les résultats d'essais effectués sur le chantier et au laboratoire sont indiqués à la profondeur correspondante. La définition des symboles rattachés à chaque essai est présentée à l'en-tête du rapport de sondage. Les résultats des essais qui n'apparaissent pas sur le rapport sont présentés en note à la fin du rapport de sondage. Par contre, une abréviation indiquant le type d'analyse réalisée est présentée vis-à-vis l'échantillon analysé.

**Graphique :** Ce graphique montre la résistance au cisaillement non drainé des sols cohérents mesurée en chantier ou en laboratoire (NQ 2501-200). Il est également utilisé pour les essais de pénétration dynamique (NQ 2501-145). De plus, ce graphique sert à la représentation des résultats de la teneur en eau et des limites d'Atterberg.

#### Classification

Argile  
Silt et argile (non différenciés)  
Sable  
Gravier  
Caillou  
Bloc

#### Dimension des particules

Plus petite que 0,002 mm  
plus petite que 0,08 mm  
de 0,08 à 5 mm  
de 5 à 80 mm  
de 80 à 300 mm  
plus grande que 300 mm

#### Terminologie descriptive

« Traces »  
« Un peu »  
Adjectif (ex. : sableux, silteux)  
« Et » (ex. : sable et gravier)

#### Proportions

1 à 10 %  
10 à 20 %  
20 à 35 %  
35 à 50 %

#### Compacité des sols granulaires

Très lâche  
Lâche  
Moyenne ou compacte  
Dense  
Très dense

#### Indice « N » de l'essai de pénétration standard, ASTM D-1586 (coups par 300 mm de pénétration)

0 à 4  
4 à 10  
10 à 30  
30 à 50  
plus de 50

#### Consistance des sols cohérents

Très molle  
Molle  
Moyenne ou ferme  
Raide  
Très raide  
Dure

#### Résistance au cisaillement non drainé (kPa)

Moins de 12  
12 à 25  
25 à 50  
50 à 100  
100 à 200  
plus de 200

#### Plasticité des sols cohérents

Faible  
Moyenne  
Élevée

#### Limite de liquidité

Inférieure à 30 %  
entre 30 et 50 %  
supérieure à 50 %

#### Sensibilité des sols cohérents

Faible  
Moyenne  
Forte  
Très forte  
Argile sensible

#### S<sub>t</sub>=(Cu/Cur)

S<sub>t</sub> < 2  
2 à 4  
4 à 8  
8 à 16  
S<sub>t</sub> > 16

#### Classification du roc

Très mauvaise qualité  
Mauvaise qualité  
Qualité moyenne  
Bonne qualité  
Excellente qualité

#### RQD (%)

< 25  
25 à 50  
50 à 75  
75 à 90  
90 à 100



Client :

Ville de Terrebonne

# RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: **B-0009089-1**  
 Sondage n°: **TF-01-14**  
 Date: **2014-05-20**

Projet: **Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche**  
 Endroit: **Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)**

Coordonnées (m): Nord 5061658.0 (Y)  
 MTM Nad-83 Fuseau 8 Est 297515.0 (X)  
 Élévation **11.45 (Z)**  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m

### État des échantillons

Intact   
  Remanié   
  Perdu   
  Carotte

### Examens organoleptiques sur les sols:

Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM)  
 Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)

### Type d'échantillon

**CF** Carottier fendu  
**TM** Tube à paroi mince  
**PS** Tube à piston fixe  
**CR** Tube carottier  
**TA** À la tarière  
**MA** À la main  
**TU** Tube transparent  
**PW** Carottier LVM  
**SG** Sol gelé

### Abréviations

**L** Limites de consistance  
**W<sub>L</sub>** Limite de liquidité (%)  
**W<sub>p</sub>** Limite de plasticité (%)  
**I<sub>p</sub>** Indice de plasticité (%)  
**I<sub>L</sub>** Indice de liquidité  
**W** Teneur en eau (%)  
**AG** Analyse granulométrique  
**S** Sédimentométrie  
**R** Refus à l'enfoncement  
**VBS** Valeur au Bleu du sol  
**PDT** Poids des tiges  
**M.O.** Matière organique (%)  
**K** Perméabilité (cm/s)  
**PV** Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
**A** Absorption (l/min. m)  
**U** Compression uniaxiale (MPa)  
**RQD** Indice de qualité du roc (%)  
**AC** Analyse chimique  
**P<sub>L</sub>** Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
**E<sub>m</sub>** Module pressiométrique (MPa)  
**E<sub>r</sub>** Module de réaction du roc (MPa)  
**SP<sub>o</sub>** Potentiel de ségrégation (mm<sup>2</sup>/H °C)

**▼** Niveau d'eau  
**N** Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
**N<sub>c</sub>** Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ●  
**σ'<sub>p</sub>** Pression de préconsolidation (kPa)  
**TAS** Taux d'agressivité des sols

### Résistance au cisaillement

**C<sub>u</sub>** Intact (kPa) ▲  
**C<sub>ur</sub>** Remanié (kPa) △  
 (Chantier / Laboratoire)

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS						ESSAIS				
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.	RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)
																W <sub>p</sub>
		11.45														20 40 60 80 100 120
		0.00		<b>Sols organiques.</b>												
		11.35		<b>Remblai :</b> silt avec un peu d'argile, traces de sable, brun, de compacité très lâche à lâche. Présence de matières organiques.												
		0.10														
		9.62		<b>Dépôt granulaire (sol naturel) :</b> silt avec un peu de sable, traces d'argile, de compacité moyenne.												
		1.83														
		8.85		<b>Sable silteux,</b> brun, de compacité lâche.												
		2.60														
		8.40		<b>Dépôt argileux :</b> argile silteuse, brune, de consistance raide.												
		3.05														
		7.79		Devenant grise, de consistance raide.												
		3.66														
		4.59														
		6.86		<b>Argile silteuse,</b> traces de sable et de gravier, grise, de consistance raide.												
		3.65														
		7.80		<b>Dépôt de till :</b> silt sableux, traces de gravier, de compacité lâche.												
		3.22														
		8.23		Fin du forage à une profondeur de 8,23m.												

Remarques:

Type de forage: **Tarière**

Équipement de forage: **CME 55**

Préparé par: **M. Roussy, tech.**

Vérifié par: **F. Fainke, ing.**

2014-09-26

Page: 1 de 1

Projet: <b>Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche</b>  Endroit: <b>Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)</b>	Coordonnées (m): Nord 5061658.0 (Y) Est 297515.0 (X) Élévation <b>10.52 (Z)</b> Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m
---	---

<b>État des échantillons</b> Intact  Remanié  Perdu  Carotte	<b>Examens organoleptiques sur les sols:</b> Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)
---	--

<b>Type d'échantillon</b> CF Carottier fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TU Tube transparent PW Carottier LVM SG Sol gelé	<b>Abbreviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>P</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>P</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement VBS Valeur au Bleu du sol PDT Poids des tiges M.O. Matière organique (%) K Perméabilité (cm/s) PV Poids volumique (kN/m³) A Absorption (l/min. m) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) AC Analyse chimique P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) SP <sub>o</sub> Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)	Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ● σ' <sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols  <b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) C <sub>UR</sub> Remanié (kPa) 
---	--	---

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS						ESSAIS				
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLS	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.	RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)
																W <sub>p</sub>
		10.52														20 40 60 80 100 120
		0.00		<b>Sols organiques.</b>												
1		10.42	0.10	Remblai : silt avec un peu d'argile, traces de sable, brun, de compacité lâche à moyenne.			CF-1	A	X		51	2-3 5-6	8			
2							CF-2		X		87	4-5 7-7	12			
3	1						CF-3	A	X							
4		9.15	1.37	Sable silteux à sable et silt, traces de gravier, brun, de compacité lâche.			CF-4		X		85	3-4 2-3	6			
5							CF-5		X		49	2-2 2-2	4			
6	2						CF-6		X		66	2-2 3-3	5			
7		7.47	3.05	<b>Dépôt granulaire</b> : silt et sable, brun, de compacité lâche. Présence de matières organiques.			CF-7	A	X		100	2-2 3-3	5			
8		6.62	3.90	<b>Dépôt argileux</b> : argile silteuse, brune, de consistance raide.			CF-8		X		95	1-2 1-3	3			
9		5.95	4.57	Devenant grise, de consistance raide.			CF-9		X		85	1-1 2-2	3			
10	3						CF-10	A	X		82	1-4 9-9	13			
11		4.12	6.40	<b>Dépôt de till</b> : silt, traces de sable, de compacité moyenne.			CF-11		X		49	4-9 5-6	14			
12		3.52	7.00	Sable silteux, traces de gravier, gris, de compacité moyenne.			CF-12		X		100	2-2 2-2	4			
13	4															
14		2.90	7.62	Silt sableux, traces de gravier, de compacité lâche.												
15		2.29	8.23	Fin du forage à une profondeur de 8,23m.												
16	5															
17																
18																
19																
20	6															
21																
22																
23	7															
24																
25																
26	8															
27																
28																
29	9															
30																

Remarques: Le piezomètre était à sec en date du 08 septembre 2014

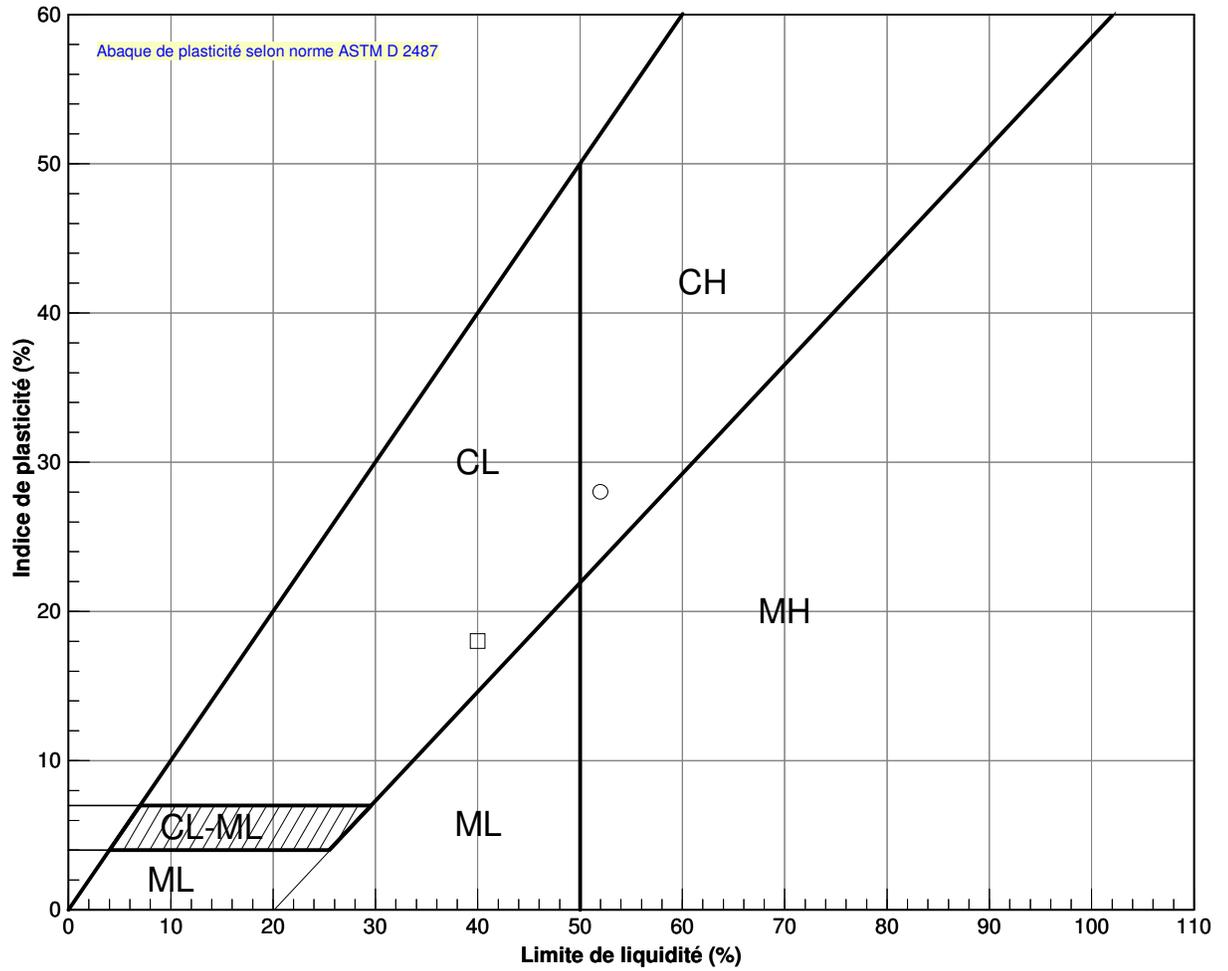
**Annexe 3 Résultats d'essais de laboratoire  
(1 page)**

Projet : **Expertise géotechnique Canal de dérivation**

Figure n° : **1**

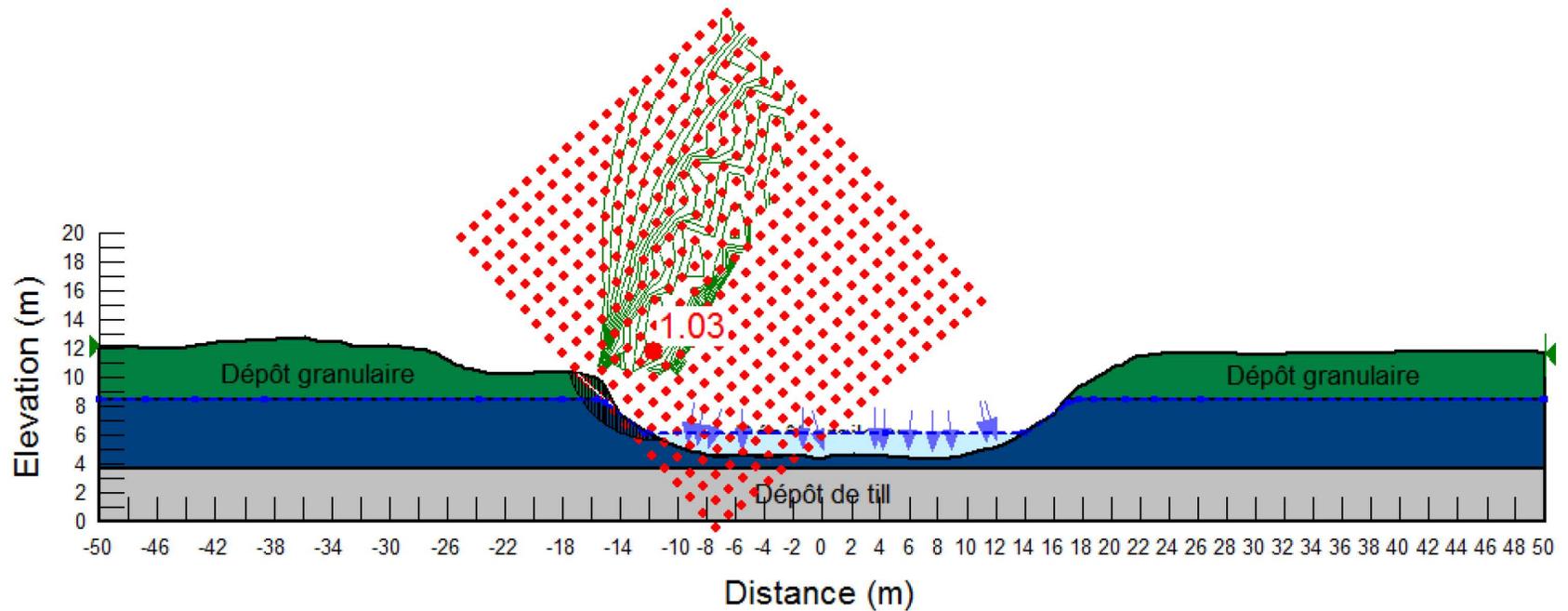
Endroit : **Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)**

Dossier n° : **B-0009089-1**

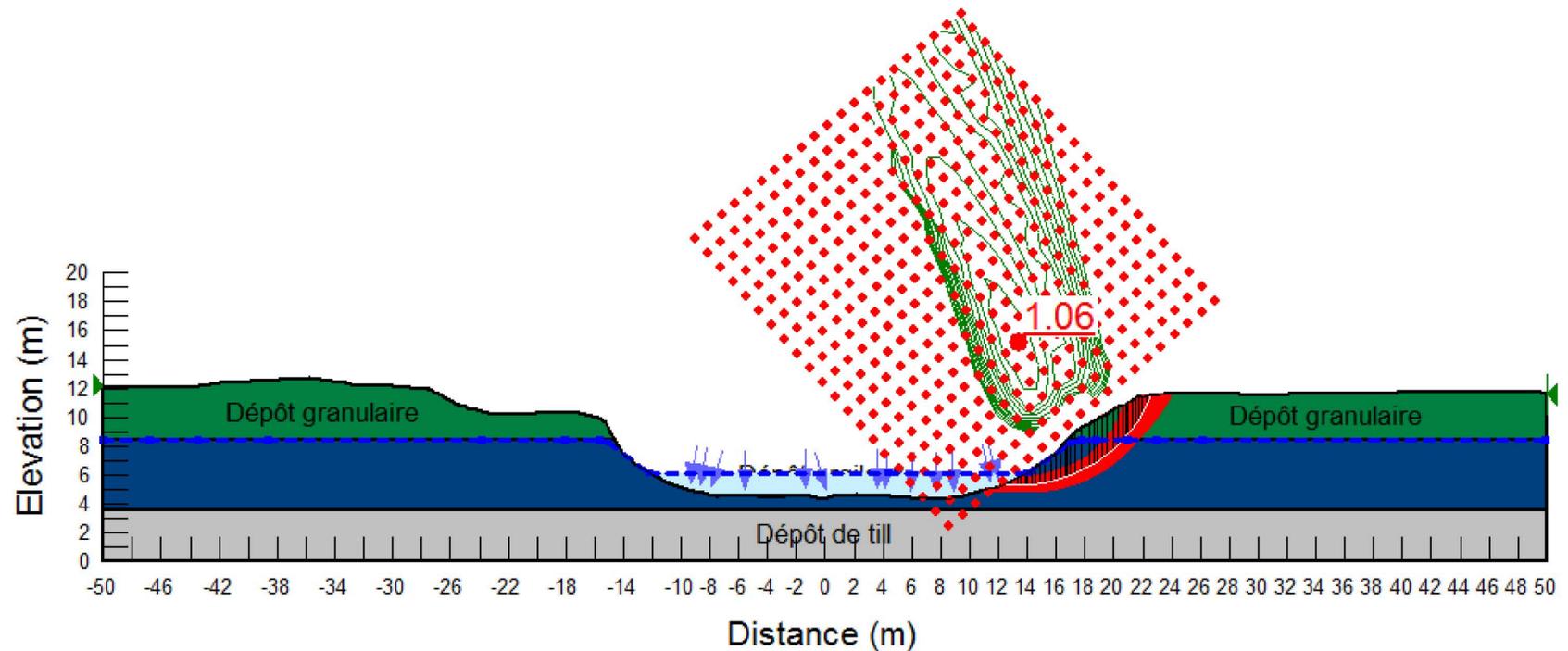


Symbole	Sondage n°	Échantillon n°	Profondeur (m)	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	Class. USCS
○	TF-01-14	CF-7	3.81 - 4.42	41.0	52.0	24.0	28	0.6	CH
□	TF-02-14	CF-9	5.33 - 5.94	35.0	40.0	22.0	18	0.7	CL

**Annexe 4    Résultat des analyses de stabilité  
(4 pages)**



<b>Client :</b> Ville de Terrebonne	<b>Échelle :</b> Pas à l'échelle
<b>Projet :</b> Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)	<b>N/Réf. :</b> 025-B-009089-1
	<b>Préparé par :</b> Marianne Aquin
<b>Analyse :</b> Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme – Rive Est	<b>Date :</b> Septembre 2014
	<b>C.S. :</b> 1.03



**Client :** Ville de Terrebonne

**Échelle :** Pas à l'échelle

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

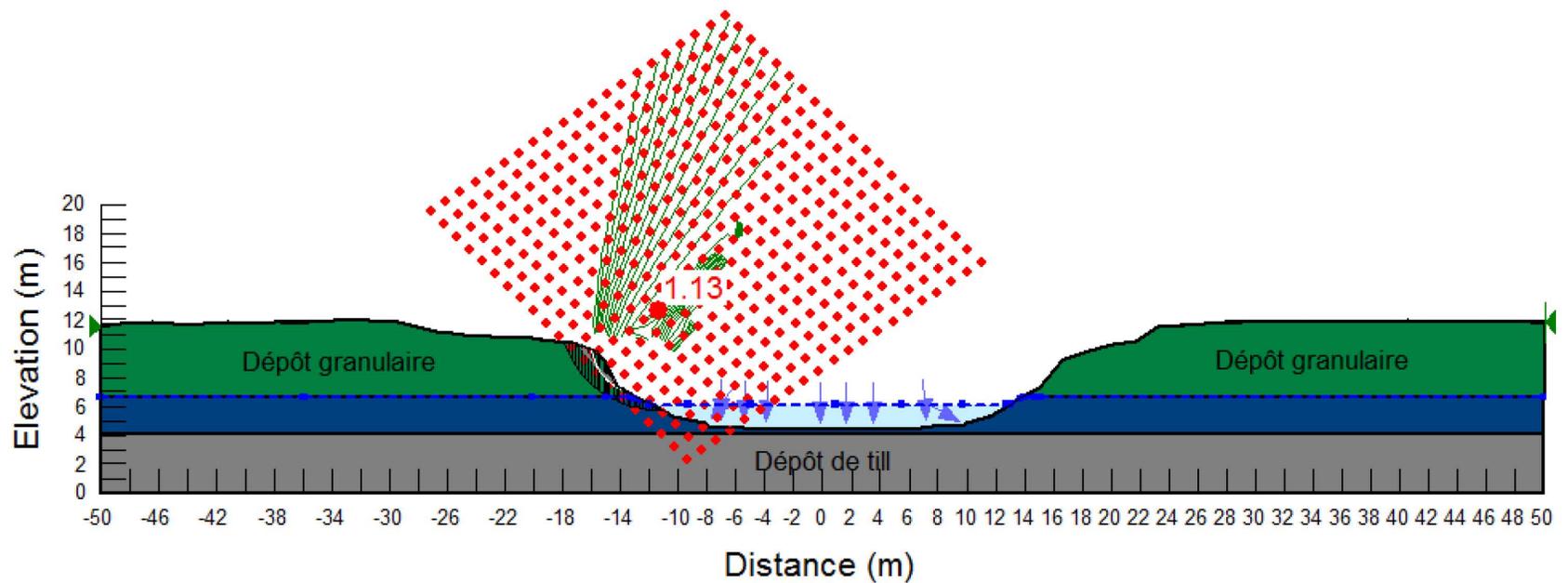
**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

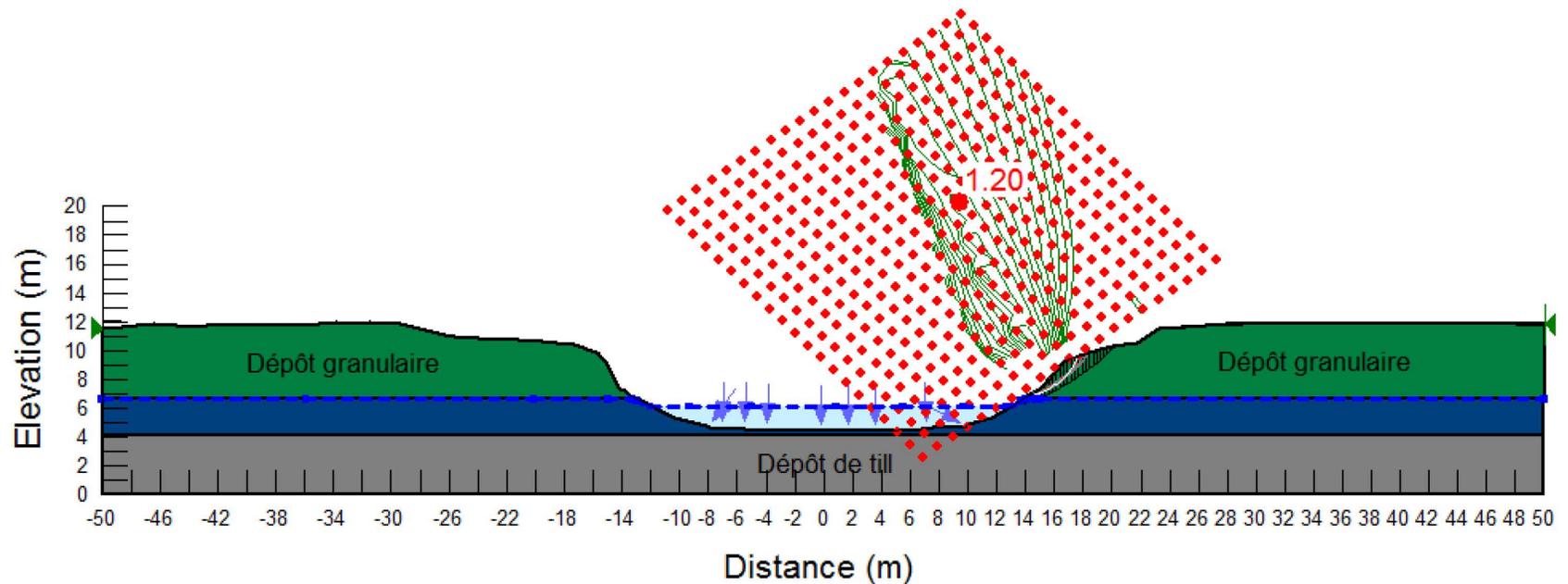
**Analyse :** Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.06



<b>Client :</b> Ville de Terrebonne	<b>Échelle :</b> Pas à l'échelle
<b>Projet :</b> Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)	<b>N/Réf. :</b> 025-B-009089-1
	<b>Préparé par :</b> Marianne Aquin
<b>Analyse :</b> Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Est	<b>Date :</b> Septembre 2014
	<b>C.S. :</b> 1.13



**Client :** Ville de Terrebonne

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

**Analyse :** Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Échelle :** Pas à l'échelle

**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

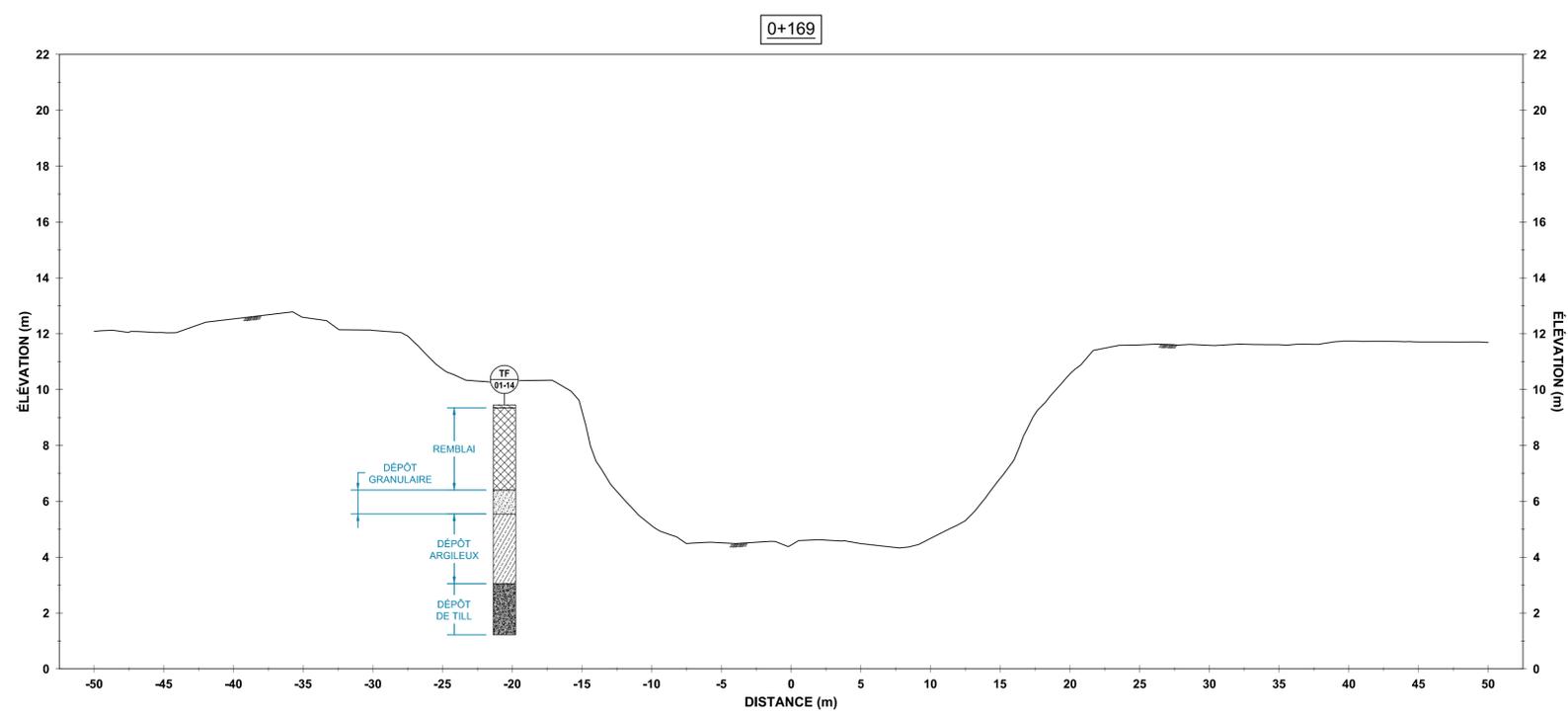
**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.20

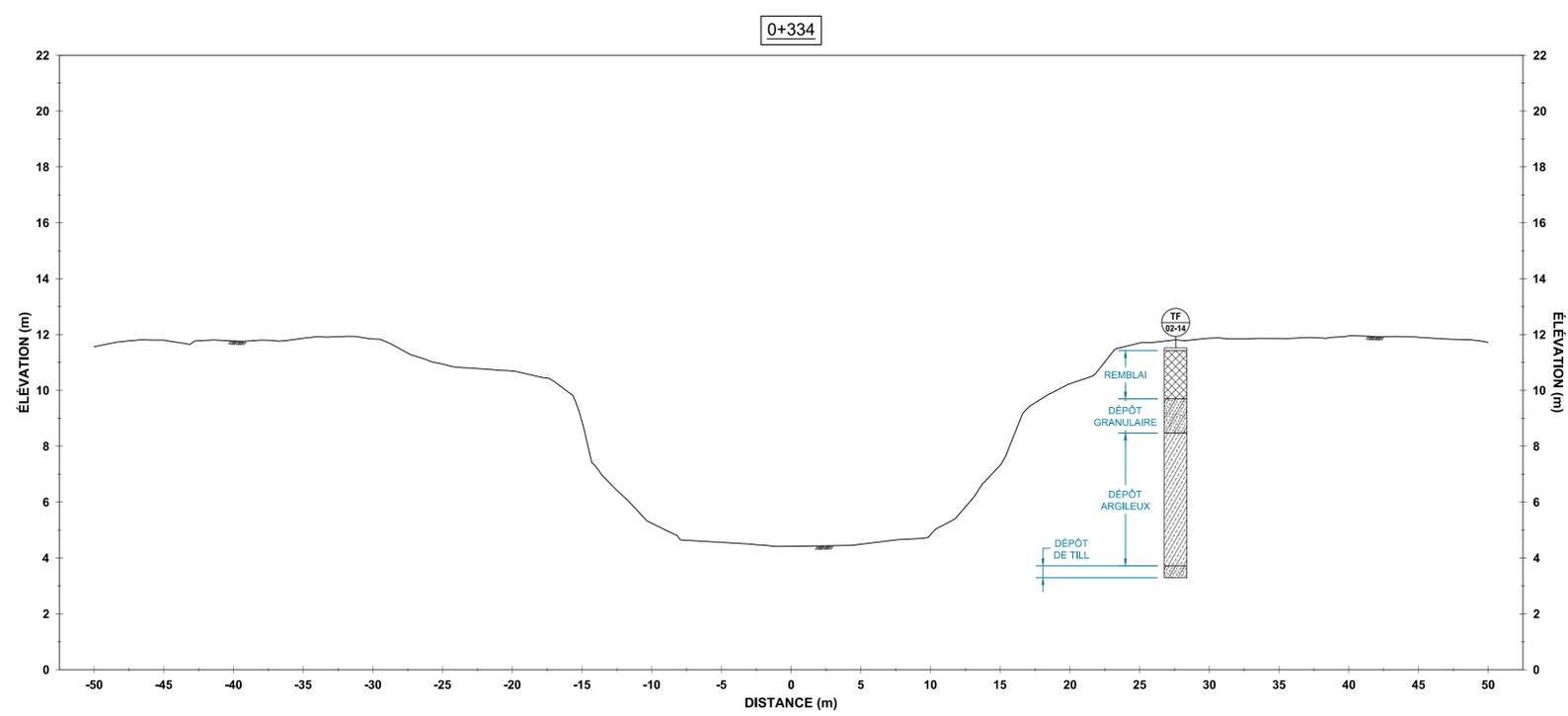
**Annexe 5 Vue d'ensemble, topographie et  
localisation des forages et des coupes  
(2 plans)**



CE DOCUMENT D'INGÉNIERIE EST LA PROPRIÉTÉ DE LVM ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE LVM.



**COUPE A**  
HOR. 1:250 VERT. 1:125



**COUPE B**  
HOR. 1:250 VERT. 1:125

REV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	14-12-17	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ FINALE	M.K.	H.G.
0A	14-08-29	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ PRÉLIMINAIRE	M.K.	H.G.

ÉMISSIONS / RÉVISIONS

TOUTES LES DIMENSIONS DEVONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX

Sceaux

Client



Références du client

Projet

**EXPERTISE GÉOTECHNIQUE  
CANAL DE DÉRIVATION**

RUE DE L'ÉTIAGE, TERREBONNE, QUÉBEC

Titre

**COUPES TRANSVERSALES DU CANAL**



LVM  
Une division d'EnGlobe corp.  
1200, boul. Saint-Martin Ouest, bureau 300  
Laval (Québec) H7S 2E4  
Téléphone : 514.281.5151  
Télécopieur : 450.668.5532

Préparé	<b>M. Küntz</b>	Discipline	<b>GÉOTECHNIQUE</b>
Dessiné	<b>B. Thibaudeau</b>	Échelle	<b>INDIQUÉES</b>
Vérifié	<b>H. Guimont</b>	Date	<b>2014-08-29</b>

Chargé de projet  
**H. Guimont**

N° de séquence  
**02 de 02**

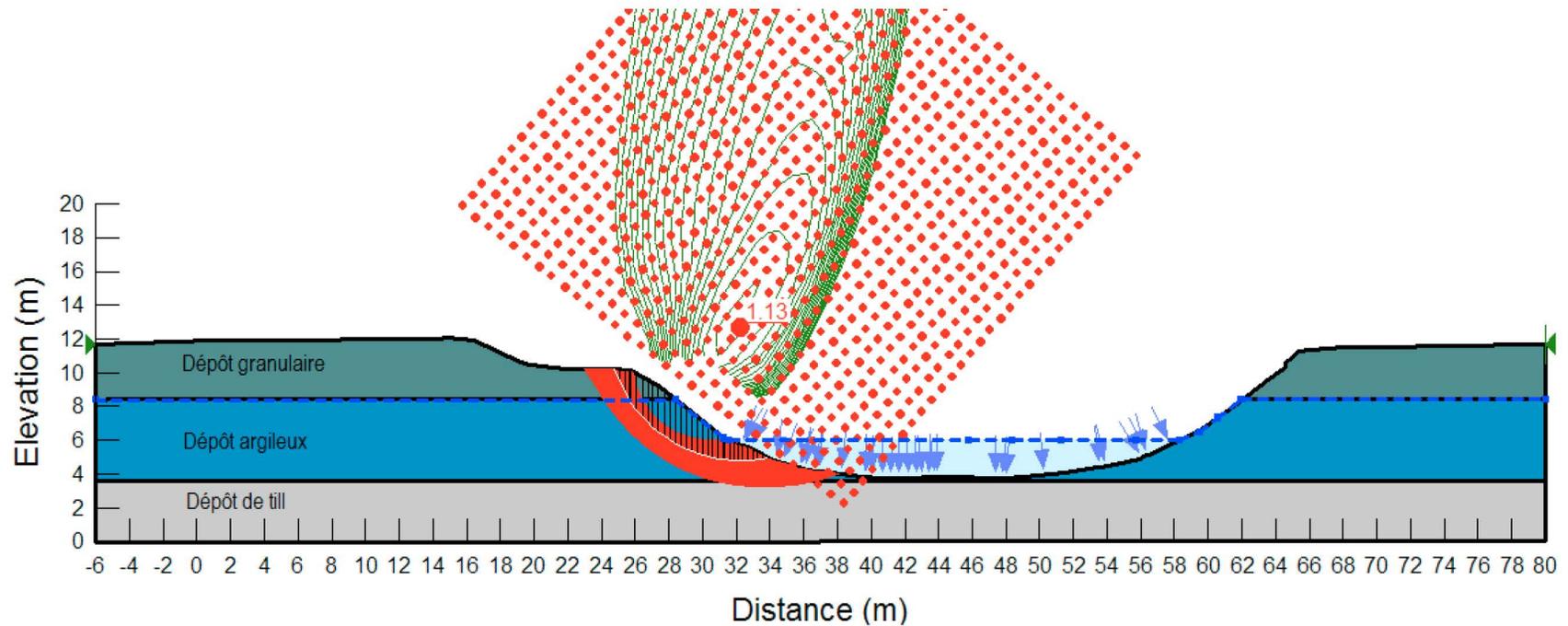
025	B-0009089	001	GE	D	0002	00
-----	-----------	-----	----	---	------	----

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude géotechnique

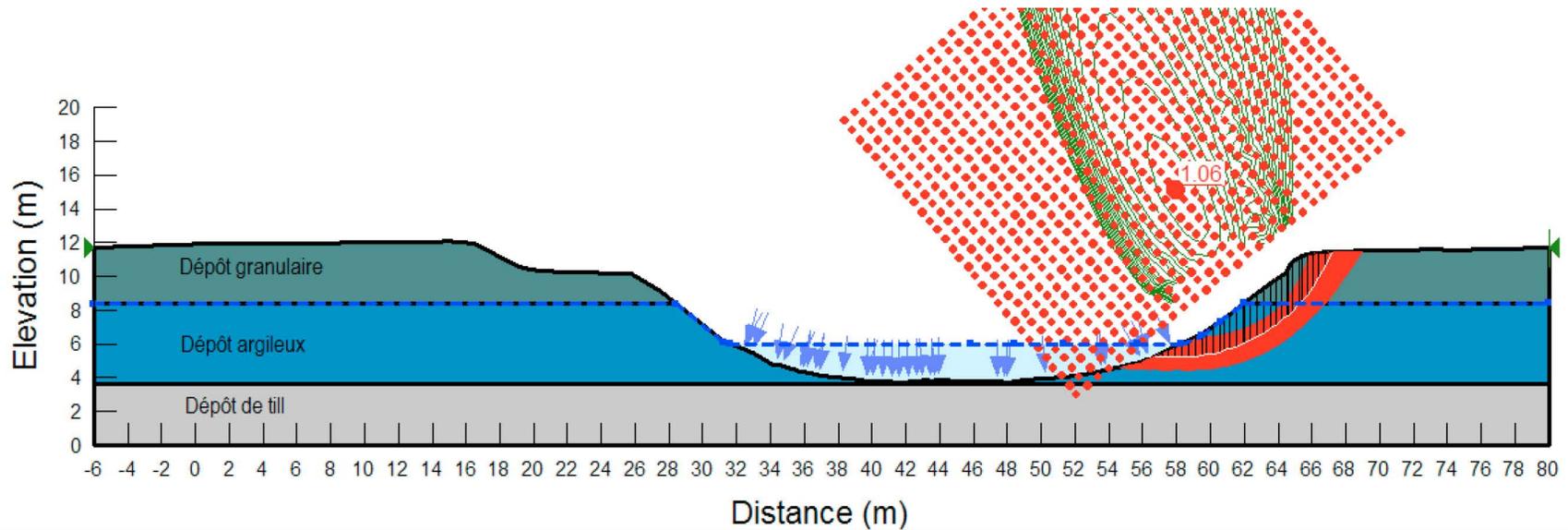
U:\LAVAL\SF\PROJETS\025\B-0009089\_TERREBONNE\25\_CAD\DRAWABLE\_GEB\0009089-1-CEC-0001\_0002-00\_2014-12-17.DWG

**Annexe 2**

**Résultats des analyses de  
stabilité**



<b>Client :</b> Ville de Terrebonne	<b>Échelle :</b> Pas à l'échelle
<b>Projet :</b> Analyses de stabilité - Canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)	<b>N/Réf. :</b> 025-B-0014307-1
	<b>Préparé par :</b> Marianne Aquin, ing.
<b>Analyse :</b> Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme – Rive Est	<b>Date :</b> Mars 2016
	<b>C.S. :</b> 1.13


**Client :** Ville de Terrebonne

**Échelle :** Pas à l'échelle

**Projet :** Analyses de stabilité - Canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

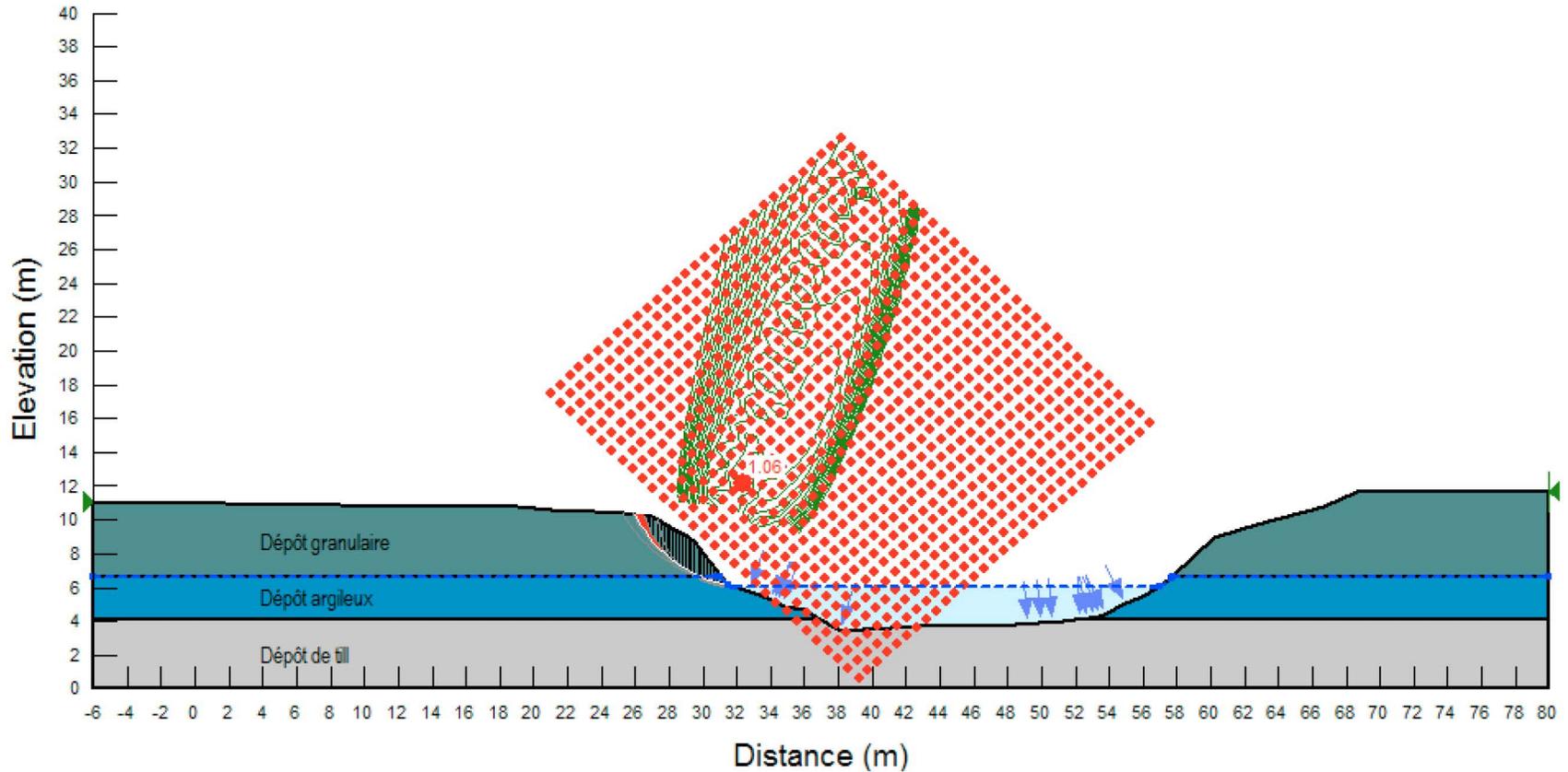
**N/Réf. :** 025-B-0014307-1

**Préparé par :** Marianne Aquin, ing.

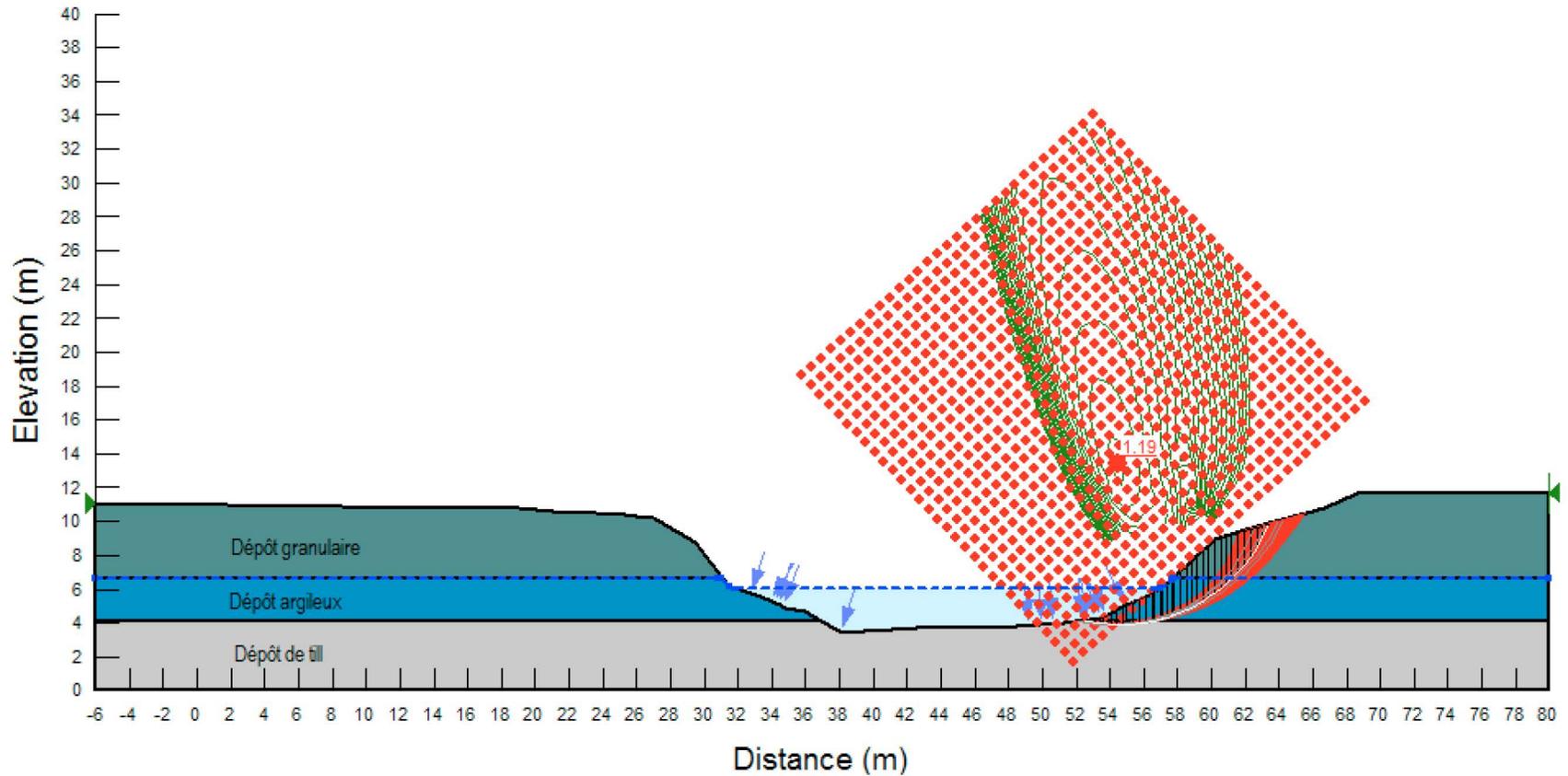
**Analyse :** Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Date :** Mars 2016

**C.S. :** 1.06



<b>Client :</b> Ville de Terrebonne	<b>Échelle :</b> Pas à l'échelle
<b>Projet :</b> Analyses de stabilité - Canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)	<b>N/Réf. :</b> 025-B-0014307-1
	<b>Préparé par :</b> Marianne Aquin, ing.
<b>Analyse :</b> Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Est	<b>Date :</b> Mars 2016
	<b>C.S. :</b> 1.06



**Client :** Ville de Terrebonne

**Échelle :** Pas à l'échelle

**Projet :** Analyses de stabilité - Canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

**N/Réf. :** 025-B-0014307-1

**Préparé par :** Marianne Aquin, ing.

**Analyse :** Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Date :** Mars 2016

**C.S. :** 1.19

# GESTION DE L'ÉROSION AU CANAL DE DÉRIVATION DE LA RIVIÈRE MASCOUCHE

SITUATION, DIAGNOSTIC ET MESURES DE  
PROTECTION À METTRE EN OEUVRE

MARS 2016

# GESTION DE L'ÉROSION AU CANAL DE DÉRIVATION DE LA RIVIÈRE MASCOUCHE

SITUATION, DIAGNOSTIC ET MESURES  
DE PROTECTION À METTRE EN OEUVRE

**Ville de Terrebonne**

## **Version finale**

Projet n° : 151-12555-00

Date : Mars 2016



---

## **WSP Canada Inc.**

1175, boulevard Lebourgneuf, bureau 300  
Québec (Québec) G2K 0B4

Téléphone : 418-780-0878

Télécopieur : 418-780-4182

**[www.wspgroup.com](http://www.wspgroup.com)**



---

# SIGNATURES

## PRÉPARÉ PAR

---

Claudine Breton, ing., M.Sc.A.  
N° OIQ : 116294

## RÉVISÉ PAR

---

Pierre Pelletier, ing., M.Sc.  
N° OIQ : 104363

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

RÉVISION N°	PRÉPARÉ POUR	DATE
Préliminaire	Ville de Terrebonne	29 mars 2016
Finale	Ville de Terrebonne	30 mars 2016

---

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## VILLE DE TERREBONNE

Directeur adjoint - Entretien du territoire      Yannick Venne, ing.

Chef de service - Développement durable et  
environnement      Marc Léger, ing.

## WSP CANADA INC. (WSP)

Chargée de projet      Claudine Breton, ing., M.Sc.A.

Directeur de l'ingénierie      Pierre Pelletier, ing., M.Sc.

Traitement de texte et édition      Nancy Paquet, adj. administrative

### Référence à citer :

---

WSP. 2016. *Gestion de l'érosion au canal de dérivation de la rivière Mascouche - Situation, diagnostic et mesures de protection à mettre en œuvre*. Rapport de WSP Canada Inc. à la ville de Terrebonne. 13 p.

---

## ÉNONCÉ DE RESPONSABILITÉ

Ce rapport a été préparé par WSP Canada Inc. (WSP) uniquement pour la ville de Terrebonne. Tous les autres intervenants sont des tierces parties.

Ni WSP ni la ville de Terrebonne ne déclarent, ne certifient ou ne garantissent à une tierce partie, que ce soit expressément ou implicitement :

- a) L'exactitude, l'intégralité ou encore l'utilité de,
- b) Les droits de propriétés intellectuelles, ou autres droits de propriété, de toute personne ou de toute partie, ou
- c) La qualité marchande, l'adaptation à un usage particulier.

tout renseignement, produit ou procédé divulgué, décrit ou recommandé dans ce rapport.

WSP et la ville de Terrebonne déclinent toute responsabilité de quelque nature résultant de quelque façon de l'utilisation faite par une tierce partie de tout renseignement, produit ou procédé divulgué, décrit ou recommandé dans ce rapport. WSP et la ville de Terrebonne déclinent toute responsabilité résultant de la confiance que toute tierce partie accorde à tout renseignement, énoncé ou recommandation contenu dans ce rapport. Si une tierce partie utilisait tout renseignement, produit ou procédé divulgué, décrit ou recommandé dans ce rapport, ou encore se fondait sur ceux-ci, il le ferait à ses risques et périls.

---

## SOMMAIRE

Le canal de dérivation de la rivière Mascouche a été aménagé en 1978. Il reçoit la totalité des eaux de la rivière Mascouche et les déverse dans la rivière des Mille Îles en coupant le dernier méandre de la rivière. Au cours des années, une érosion importante des berges du canal s'est produite, les arbres matures sont tombés dans le canal et les talus sont devenus presque verticaux par endroits. Le canal est bordé de part et d'autre par les résidences des rues de l'Étiage et de l'Affluent.

Une fissure longitudinale est apparue en 2010 sur deux arrières-lots de la rue de l'Étiage, au haut du talus du canal. Cette fissure révèle l'existence de forces tractrices dans le sol et pourrait être l'amorce d'un glissement de terrain. Il existe également une problématique de tassement du sol sur les propriétés de la rue de l'Étiage en raison du remblai effectué lors de la construction des résidences au début des années 2000. Un représentant du ministère de la Sécurité publique ayant visité les lieux a toutefois statué, à ce moment, qu'il n'y avait alors aucun risque pour les résidences.

À la suite des questionnements des citoyens, qui associent les tassements sur leur terrain à l'érosion du canal, un mandat d'étude géotechnique est octroyé en 2014. Cette première étude géotechnique a démontré que les talus étaient instables et recommandait à la ville de Terrebonne d'effectuer des travaux pour remédier à la situation dans un horizon de 2 ans. À la suite de ces recommandations, un mandat a été attribué à WSP, à la fin de 2015, afin d'établir un concept, produire les plans et devis pour les travaux et préparer les demandes d'autorisations environnementales. **Dans le cadre de ce mandat, des relevés topographiques et bathymétriques du canal et des berges ont été effectués, et un diagnostic de la situation a été posé en janvier 2016. Il est apparu que le processus d'érosion ayant mené à l'élargissement du canal est toujours actif, que le fond du canal s'érode aussi de manière régressive et que cette érosion pourrait même s'accélérer en raison de l'état de dégradation avancé des berges du canal et des changements climatiques.** C'est à ce moment que l'ampleur de la dégradation du canal a pu être évaluée, et que ce dossier est devenu une priorité pour la Ville.

Les concepts élaborés pour les travaux correctifs impliquent d'intervenir dans le littoral sur toute la longueur du canal et sur des superficies importantes, car la problématique touche le canal dans sa totalité et que des interventions localisées seulement dans certaines zones pourraient amplifier le problème dans les zones adjacentes du canal. Le projet de protection et de stabilisation serait donc soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Cette procédure implique des délais de 1,5 à 3 ans pour la réalisation des travaux, car ces travaux ne peuvent être réalisés qu'à la fin de l'été et au début de l'automne.

En novembre 2015, le ministère des Transports du Québec a produit, à la demande du ministère de la Sécurité publique, un avis technique sur l'érosion et la déformation en sommet de talus affectant les terrains de la rue de l'Étiage. Cet avis, basé sur les données alors disponibles, concluait qu'il n'y avait pas de risque de glissement de terrain pouvant affecter les résidences de la rue de l'Étiage, seuls les 3 à 4 premiers mètres en haut de talus étant jugés instables, sur la base de l'étude géotechnique de 2014.

En mars 2016, l'étude géotechnique a été mise à jour à partir des relevés topographiques et bathymétriques effectués en novembre 2015 et une étude de stabilité a été réalisée spécifiquement pour la résidence au 2249, chemin Saint-Charles. **Ces analyses ont permis de conclure que la largeur de terrain instable en haut de talus est de 6 à 10 m, et cette limite**

correspond à l'emplacement de la fissure longitudinale observée en 2010. De plus, le coefficient de sécurité à la résidence du 2249, chemin Saint-Charles n'est pas suffisant pour assurer la stabilité à long terme.

La situation requiert une intervention rapide afin de freiner le processus d'érosion et de stabiliser les talus. Idéalement, des travaux devraient être réalisés avant la prochaine crue printanière, soit avant le printemps 2017. En attendant la réalisation des travaux, la ville de Terrebonne effectue une vigie du secteur le plus à risque, mais une solution fiable et durable doit être apportée à cette situation.

Compte tenu du risque de glissement de terrain et des délais normalement requis pour obtenir les autorisations environnementales, la ville de Terrebonne juge qu'il est urgent de procéder aux travaux de protection et de stabilisation des berges et souhaite déposer une demande de décret afin que le projet soit soustrait à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>MISE EN CONTEXTE.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SITUATION.....</b>	<b>3</b>
2.1	HISTORIQUE DE LA CRÉATION DU CANAL DE DÉRIVATION .....	3
2.2	ÉTAT ACTUEL DU CANAL .....	3
<b>3</b>	<b>DIAGNOSTIC DE WSP .....</b>	<b>7</b>
3.1	PROBLÈME D'ÉROSION .....	7
3.2	PROBLÈME DE STABILITÉ DES TALUS .....	8
3.3	SOLUTION PROPOSÉE .....	10
<b>4</b>	<b>JUSTIFICATION DE L'URGENCE DE RÉALISER LES TRAVAUX CORRECTIFS .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>13</b>

---

## FIGURES

FIGURE 1	LOCALISATION DU CANAL DE DÉRIVATION DE LA RIVIÈRE MASCOUCHE.....	2
FIGURE 2	COUPE TRANSVERSALE DU CANAL ET STRATIGRAPHIE. ....	6

---

## CARTES

CARTE 1	DÉLIMITATION DE LA ZONE À RISQUE DE MOUVEMENTS DE SOL.....	9
---------	---	---

# 1 MISE EN CONTEXTE

Le canal de dérivation de la rivière Mascouche a été aménagé en 1978 dans le but de réduire le risque d'inondation dans la portion aval de la rivière. Ce canal (figure 1) reçoit la totalité des eaux de la rivière Mascouche et les déverse dans la rivière des Mille Îles en coupant le dernier méandre de la rivière. Au cours des années, une érosion importante des berges du canal s'est produite et les talus, d'une hauteur d'environ 7 m, sont devenus presque verticaux par endroits.

Le canal est bordé par des résidences de part et d'autre. Une fissure longitudinale est apparue en 2010 sur deux arrières-lots de la rue de l'Étiage, au haut du talus du canal (ministère de la Sécurité publique du Québec, 2010). Cette fissure pourrait être l'amorce d'un glissement de terrain. **Les calculs géotechniques effectués démontrent que les coefficients de sécurité sur la stabilité des talus bordant le canal sont insuffisants : les talus sont considérés instables et il existe un risque d'affaissement et de glissement de terrain dans la partie arrière des lots résidentiels de la rue de l'Étiage. De plus, il semble que le processus d'érosion du canal est encore très actif et pourrait même s'accélérer en raison de l'état de dégradation observé du canal.**

**La situation requiert une intervention rapide afin de freiner le processus d'érosion et de stabiliser les talus.** Idéalement, des travaux devraient être réalisés avant la prochaine crue printanière, soit le printemps 2017. En attendant la réalisation des travaux, la ville de Terrebonne effectue une vigie du secteur le plus à risque, mais une solution fiable et durable doit être apportée à cette situation.

L'ampleur des travaux de stabilisation à effectuer dans le littoral de la rivière Mascouche fait en sorte que le projet devra fort probablement être soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Cette procédure occasionnera des délais minimaux de 1,5 an avant d'obtenir les autorisations requises et démarrer les travaux, qui eux ne peuvent être réalisés qu'en période d'étiage, au début de l'automne.

Ce document vise à exposer les éléments sur lesquels est basé le diagnostic effectué et à justifier l'urgence de réaliser les travaux. Pour être réalisé dans un court délai, le projet doit être soustrait à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.

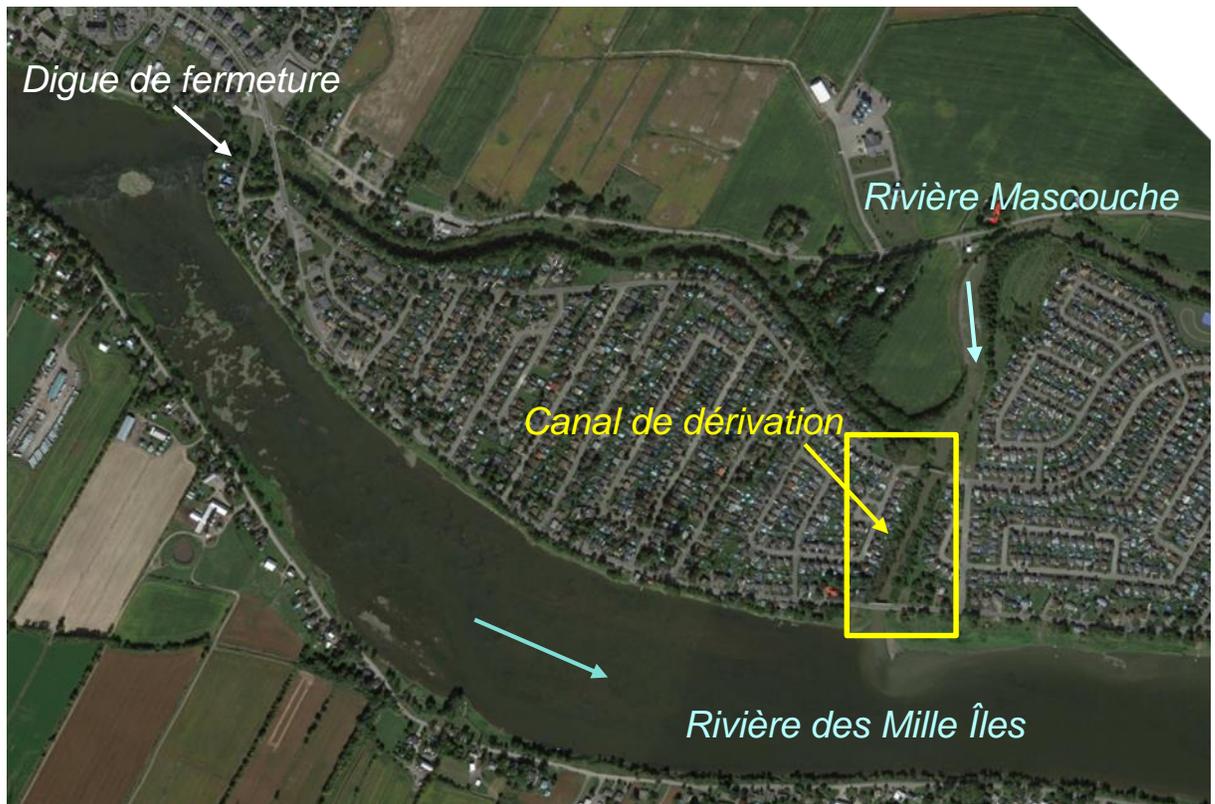


Figure 1 Localisation du canal de dérivation de la rivière Mascouche.

# 2 SITUATION

## 2.1 HISTORIQUE DE LA CRÉATION DU CANAL DE DÉRIVATION

Le canal de dérivation de la rivière Mascouche a été creusé en 1978 afin de remédier à la problématique d'inondation par refoulements causés par des embâcles se formant dans la rivière des Mille Îles, un peu en aval de la confluence avec la rivière Mascouche. Ce canal permettait ainsi aux eaux de la rivière Mascouche de contourner la zone d'embâcle et évitait le refoulement des eaux de la rivière des Mille Îles, dont le niveau s'élevait de manière importante en amont de la zone d'embâcle, jusque dans la rivière Mascouche, dont la pente d'écoulement est faible.

Le canal de dérivation a été implanté 1,6 km en amont de l'embouchure de la rivière Mascouche. Une digue ferme l'extrémité aval du lit naturel de la rivière afin d'empêcher le refoulement des eaux de la rivière des Mille Îles. Par conséquent, le canal de dérivation reçoit la totalité des eaux de la rivière Mascouche, et le tronçon naturel de la rivière en aval du canal est devenu une annexe hydraulique alimentée par le bassin versant local et occasionnellement par refoulement lors de la montée des niveaux d'eau dans le lit actuel de la rivière.

Au moment de sa construction, le canal de dérivation était bordé de terres agricoles. Ce canal de forme trapézoïdale a été excavé avec des pentes de talus de 2H :1V et une largeur au fond de 40 pieds (12,2 m). L'élévation du fond était constante d'un bout à l'autre du canal, elle est indiquée à 15 pieds (4,57 m) sur les plans de construction. La hauteur des talus variait de 17,5 à 25 pieds (5,3 à 7,6 m).

Le développement domiciliaire de part et d'autre du canal s'est effectué à la fin des années 1990 sur la rue de l'Affluent (du côté est du canal) et au début des années 2000 sur la rue de l'Étiage (du côté ouest du canal). La construction des résidences s'est accompagnée d'un remblai des terrains adjacents au canal de l'ordre de 1,5 m d'épaisseur (LVM, 2014).

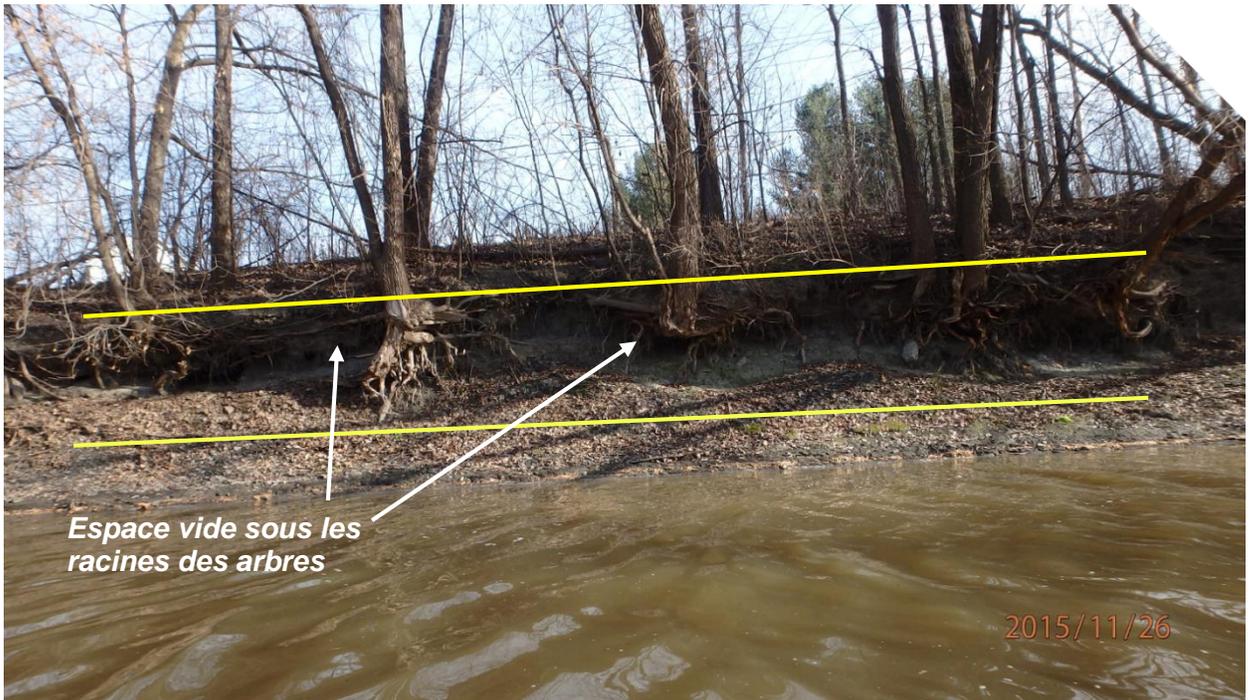
Selon les plans de construction consultés et par l'observation du site dans son état actuel, il apparaît qu'aucune protection du fond et des berges du canal contre l'érosion n'avait été installée, sauf autour des culées du pont du chemin Saint-Charles, localisé à l'extrémité aval du canal. Cette protection en enrochement a par ailleurs en grande partie disparu et le géotextile sous-jacent est exposé.

## 2.2 ÉTAT ACTUEL DU CANAL

Le canal dans son état actuel (photographie 1) montre d'importants signes d'érosion : il a adopté une forme en « U » et une encoche d'érosion est observable sur toute la longueur du canal, sur les deux rives, entre les élévations 6 m et 8,5 m (photographie 2). Le talus est presque vertical au niveau de cette encoche. Les racines des arbres matures poussant sur le talus sont mises à nu et plusieurs arbres sont tombés en bordure du canal. Les arbres toujours en place dans le haut de cette encoche portent des marques du passage des glaces. Deux de ces marques ont été relevées, à 8,2 m et 8,4 m d'élévation. Les témoignages des intervenants et de citoyens riverains mentionnent qu'une forte débâcle est observable au printemps et semble être une cause majeure de l'érosion des berges. La débâcle du printemps 2015 a été filmée par un riverain et cette vidéo donne un aperçu de la force érosive des glaces (photographie 3).



Photographie 1 Vue d'ensemble du canal.



Photographie 2 Encoche d'érosion sur la berge du canal.



**Photographie 3**      **Débâcle du printemps 2015.**

Depuis 2010, des résidents de la rue de l'Étiage se plaignent que leur terrain s'« affaisse », les obligeant à remettre à niveau leurs cabanons et autres structures annexes à leur résidence (mais les résidences semblent être stables). En 2010, est apparue une fissure longitudinale au canal d'une profondeur de 1 m et d'une largeur de 5 cm sur les terrains aux 233 et 237, rue de l'Étiage (ministère de la Sécurité publique du Québec, 2010).

En 2014, des calculs de stabilité des talus ont été effectués sur deux sections transversales au canal situées au droit de chacun des deux forages (LVM, 2014). Ces calculs indiquent des coefficients de sécurité minimaux de 1,03 à 1,20, alors qu'une valeur de 1,5 est recherchée pour assurer une stabilité à long terme. Il semble que les racines des arbres jouent un rôle important dans le maintien des sols en place. La distance horizontale affectée par un glissement est de 3 à 10 m à partir du haut de talus. Cette étude recommandait à la ville de Terrebonne d'effectuer des travaux pour remédier à la situation dans un horizon de 2 ans.

À la suite de ces recommandations, un mandat a été attribué à WSP Canada Inc. (WSP), à la fin de l'année 2015, afin d'établir un concept, produire les plans et devis pour les travaux et préparer les demandes d'autorisations environnementales. La firme WSP a procédé en novembre 2015 à des relevés topographiques et bathymétriques du canal et des talus, jusqu'à la limite de l'emprise du canal. Ces relevés ont permis de faire les constats suivants (WSP, 2016a) :

- le niveau du fond du canal (le talweg) est plus bas que la cote indiquée sur les plans de construction du canal. Il y aurait eu au cours des années une érosion du fond du canal variant progressivement de 0,6 m à l'amont jusqu'à 1,9 m à l'aval, sous le pont du chemin Saint-Charles;
- la section du canal, à l'origine trapézoïdale, adopte maintenant une forme en « U » (figure 2);
- la largeur du canal a augmenté : au niveau de l'eau relevé en novembre 2015 (élévation à 5,75 m), le canal construit en 1978 avait une largeur de 17,9 m. Selon les relevés de 2015, cette largeur atteint maintenant de 23 à 26 m. Il y a donc eu un net élargissement du canal dans la portion exposée aux écoulements;

- entre le haut et le bas de l'encoche d'érosion, la pente calculée varie de 0,8H :1V à 1,8H :1V, avec une moyenne de 1,4H :1V. Il est cependant possible que la pente soit localement plus forte au centre de l'encoche d'érosion, voir verticale (tel qu'observé sur le terrain), la végétation retenant le sol dans le haut de l'encoche.

L'examen de la stratigraphie du sol de la zone du canal, à l'aide de deux forages effectués en 2014 dans cette zone, permet les constats suivants (figure 2) :

- sous le remblai et sous un dépôt granulaire (de sable et silt), se trouve un horizon argileux. Le fond du canal se trouvait initialement dans la couche d'argile, à l'élévation 4,57 m;
- comme le fond du canal descend maintenant jusqu'à la cote 2,7 m, on peut présumer que le fond, dans la partie aval du canal, se trouve maintenant sous la couche d'argile. Les forages indiquent la présence de silt, de sable silteux et de silt sableux sous la couche d'argile. Ce matériel est beaucoup plus facilement érodable que l'argile sus-jacente;
- les berges, à l'élévation de l'encoche d'érosion (de 6 m à 8,5 m), sont partiellement voir entièrement constituées d'un dépôt granulaire (facilement érodable), en particulier dans la partie aval du canal.

Les calculs de stabilité des talus effectués en 2014 ont été mis à jour en mars 2016 (Englobe, 2016) à partir des relevés topographiques et bathymétriques récents et plus précis. Ces calculs indiquent peu de changement sur les coefficients de sécurité minimaux (de 1,06 à 1,20, alors qu'une valeur de 1,5 est recherchée) pour assurer une stabilité à long terme. Par contre, la distance horizontale affectée par un glissement est plus grande, de 6 à 10 m.

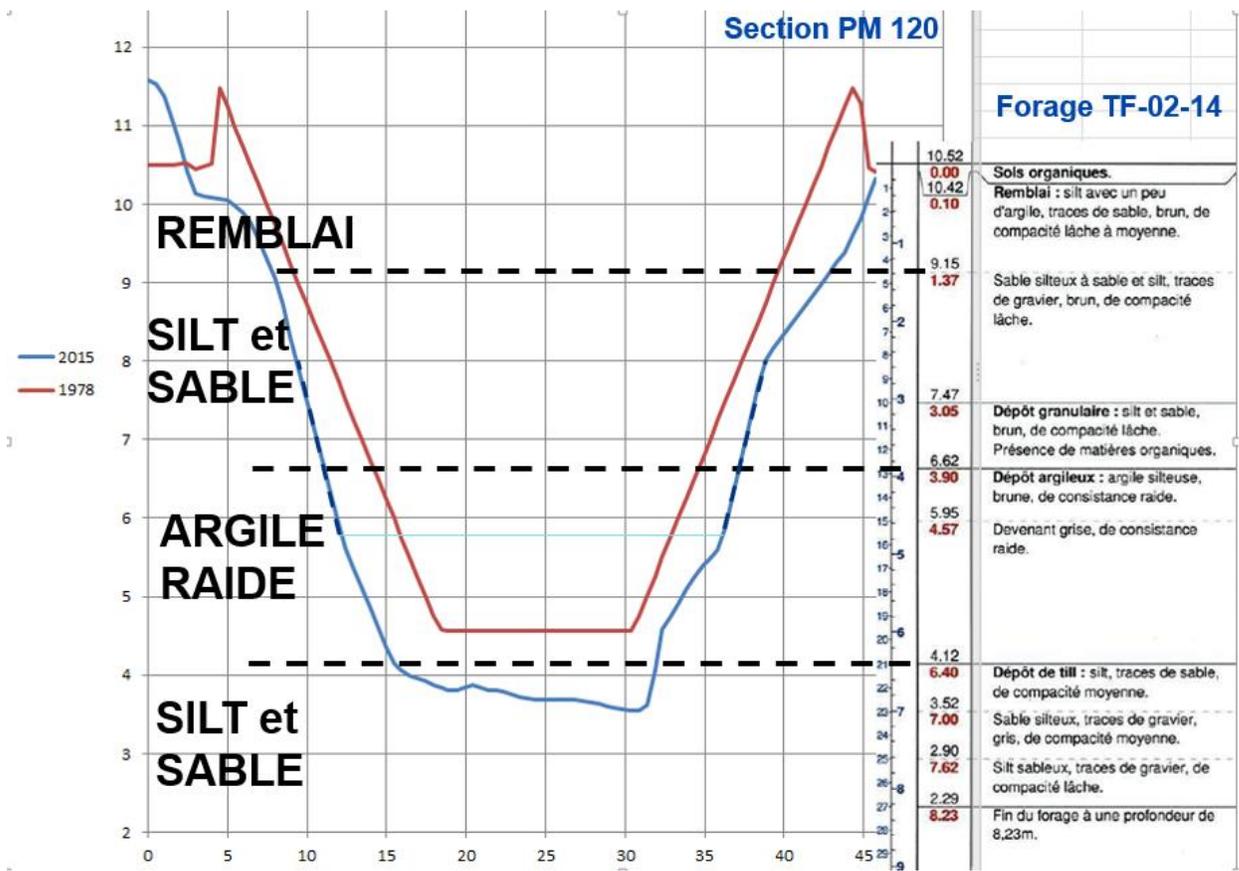


Figure 2 Coupe transversale du canal et stratigraphie.

# 3 DIAGNOSTIC DE WSP

Un mandat d'étude a été confié à WSP à l'automne 2015 afin d'élaborer le concept pour les travaux de contrôle de l'érosion. À cette occasion, WSP a effectué des relevés et étudié la problématique globalement, sous ses aspects hydraulique, géotechnique et morphologique, afin de poser un diagnostic de la situation (WSP, 2016a).

Considérant l'évolution de l'état du canal, la composition des sols en place, les conditions hydrauliques et l'action des glaces, il est devenu évident à cette étape que le canal pose un double problème :

- un processus d'érosion est actif et affecte à la fois le fond du canal et les berges;
- l'érosion du canal cause une instabilité des talus, et il existe un risque de glissement de terrain en bordure du canal.

Les prochains paragraphes présentent cette problématique plus en détail.

## 3.1 PROBLÈME D'ÉROSION

### ÉROSION DU LIT DE LA RIVIÈRE ET DU CANAL

---

Sur le plan hydraulique, la dérivation des eaux de la rivière Mascouche par le canal a augmenté la pente d'écoulement de la portion aval de la rivière, notamment parce qu'elle se déverse maintenant plus bas dans la rivière des Mille Îles, en un point où le niveau d'eau est plus bas, et parce que la distance de parcours des eaux a été réduite de manière importante. À la suite de l'excavation du canal, il y a eu une augmentation de la vitesse d'écoulement dans la rivière en amont du canal, et par conséquent une érosion du fond, ce qui explique la baisse du niveau du fond observée en amont du canal de dérivation. Il s'agit d'un phénomène d'érosion régressive, par lequel le cours d'eau fortement perturbé (par la création du canal) modifie sa section d'écoulement dans la recherche d'un nouvel équilibre morphologique.

Le canal de dérivation a été construit en 1978 sans mesure de protection contre l'érosion potentielle par les écoulements et par les glaces. Le fond du canal s'est érodé et s'est creusé progressivement au cours des années, sous l'action des écoulements, à l'occasion des crues printanières et probablement aussi lors des crues estivales alors que le niveau d'eau est plus bas. Cette érosion s'est opérée tout le long du canal, mais davantage sous le pont du chemin Saint-Charles, lequel occasionne une restriction par la présence des culées et une augmentation des vitesses d'écoulement. Une fois la couche d'argile érodée dans la partie aval, l'érosion a commencé à s'opérer dans la couche de matériau silteux sous-jacente, plus vulnérable à l'érosion. Il y a donc probablement un phénomène d'érosion régressive dans le canal, comme à l'amont dans le lit naturel, par lequel l'eau creusera le fond du canal en remontant vers l'amont du canal. L'équilibre géomorphologique du canal n'est pas atteint.

### ÉROSION DES BERGES DU CANAL

---

Les berges subissent également l'action érosive de l'écoulement des eaux en crues. S'ajoute l'action des glaces lors de la débâcle printanière qui peuvent exercer une contrainte importante, en particulier sur la végétation. Les arbres partiellement déracinés sont alors emportés par la débâcle, laissant le talus exposé à l'érosion par les écoulements. Il en résulte un élargissement du canal par le bas, la formation d'une encoche d'érosion d'une hauteur d'environ 2,5 m où la pente du talus est très inclinée et une

diminution du coefficient de stabilité du talus. La disparition des arbres le long du canal, probablement exacerbée par les fortes débâcles des printemps 2014 et 2015, et la mise à nu des berges qui en résulte laisse croire que le processus d'érosion s'accélère.

Le taux d'érosion des berges varie d'une année à l'autre en fonction des conditions hydrauliques rencontrées. Notamment, les crues de la rivière Mascouche causées par de fortes pluies estivales, alors que le niveau de la rivière des Mille Îles est bas, sont susceptibles d'occasionner des vitesses d'écoulement élevées dans le canal. L'épaisseur des glaces et la violence de la débâcle printanière sont l'autre facteur important. **Dans le contexte actuel de changements climatiques, il est fort possible que ce type d'événement hydraulique générateur d'érosion soit devenu plus fréquent.**

L'érosion des berges semble être généralisée pour le tronçon du canal entre les ponts du chemin Saint-Charles et piétonnier, et s'observe sur les deux rives. Ce constat indique qu'une intervention est nécessaire sur toute la longueur du canal de dérivation, et non localement. De plus, la protection appliquée devra pouvoir résister à l'action des glaces.

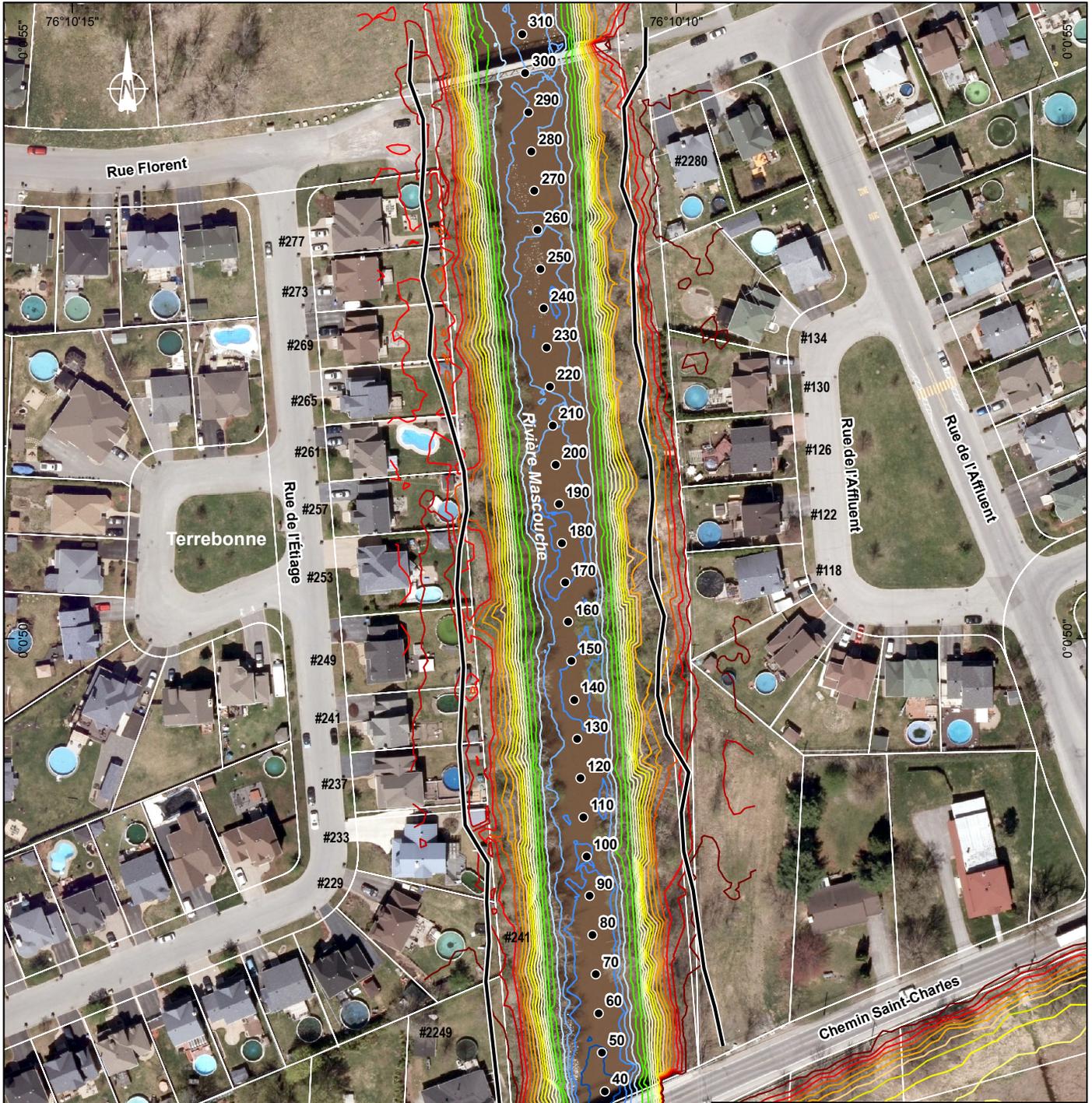
### 3.2 PROBLÈME DE STABILITÉ DES TALUS

La hauteur du talus, la forte pente des berges le long du canal occasionnée par l'érosion et la composition de ces berges (dépôt granulaire et argile) font en sorte que les abords du canal sont identifiés comme étant une zone à risque de mouvements de sol. Cette zone, présentée à la carte 1, a été délimitée à partir des données et critères suivants :

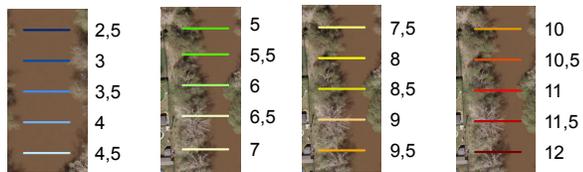
- les relevés topographiques et bathymétriques effectués en novembre 2015;
- une étude de la stabilité du talus à la résidence du 2249, chemin Saint-Charles;
- les analyses de stabilité de 2016, au droit des deux forages effectués en 2014;
- une hauteur de talus supérieure à 5 m;
- une pente de talus supérieure à 36 % (20 degrés).

À partir de ces données et critères, une bande d'une largeur équivalente à une fois la hauteur du talus a été tracée horizontalement à partir du haut de talus, et précisée localement à partir des analyses de stabilité effectuées. La zone à risque de mouvements de sol ainsi délimitée est présentée à la carte 1. Elle empiète sur les propriétés de la rue de l'Étiage.

Aucune résidence n'est incluse dans cette zone : la résidence au 2249, chemin Saint-Charles en a été exclue puisque le coefficient de sécurité à l'emplacement de la maison est de 1,3, ce qui est considéré acceptable dans un horizon de 2 ans, en attendant que les travaux de stabilisation soient effectués. Ce coefficient n'est cependant pas suffisant pour garantir la stabilité à long terme du terrain à l'emplacement de la résidence (il devrait être de 1,5) (WSP, 2016b).



**Canal 2015**  
élévation (m)

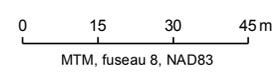


**Autres**

- Point métrique (10 m)
- Bande d'une largeur égale à une fois la hauteur du talus
- Limite de lot
- Numéro civique

Gestion de l'érosion au canal de dérivation  
de la rivière Mascouche  
Terrebonne  
Une habitude de vie  
Ville de Terrebonne

Carte 1  
**Délimitation de la zone à risque  
de mouvement de sol**



Source :  
Image, Ville de Terrebonne, 297-5061\_avril13\_rgb\_12cm\_geo.tif  
Fichier : 151-12555-00\_GE\_c1\_MouvSol\_wspa\_160328.mxd

Mars 2016

Projet : 151-12555-00



### 3.3 SOLUTION PROPOSÉE

Lors d'un comité de conception regroupant des ingénieurs expérimentés dans les différents domaines concernés (géotechnique, hydraulique, glaces, génie végétal, construction), différents types de solutions ont été envisagés et pour chacun les avantages et inconvénients ont été énoncés.

Le principal facteur d'érosion semble être l'action des glaces lors de la débâcle printanière. La seule solution permettant de freiner l'érosion et d'augmenter en même temps la stabilité du talus est la mise en place d'une protection en enrochement sur les berges, jusqu'au niveau atteint par les glaces. Cette solution aurait pour avantage d'être durable si elle est convenablement appliquée, et pourrait contribuer à augmenter la stabilité du talus par l'ajout d'une berme en pied de talus. Par contre, l'enrochement des rives seulement pourrait contribuer à accentuer l'érosion du fond du lit de la rivière du fait de la réduction de la section d'écoulement qui en résulterait. Il faudra donc veiller à combiner cette solution avec l'installation d'un seuil de fond ou d'un lit en enrochement dans la partie aval du canal.

La mise en place de l'enrochement devra être accompagnée de la coupe des arbres restants, d'un reprofilage du talus, de l'excavation d'une clé, de la pose d'un géotextile et d'une revégétalisation en haut de talus. L'enrochement ajouté ne devra pas réduire significativement la capacité hydraulique du canal. Il faudra donc voir s'il est possible d'excaver une partie du talus du côté ouest afin de prévoir l'espace pour ajouter les matériaux sans réduire la section d'écoulement.

Le calibre des enrochements requis sera sélectionné afin de résister aux glaces, car elles constituent la principale contrainte. L'épaisseur de l'enrochement est fonction du calibre moyen des pierres à installer. La réduction de la pente du talus permet de réduire le diamètre des enrochements requis pour assurer leur stabilité, mais requiert plus d'excavation.

Les travaux devront être réalisés en eaux, puisqu'il ne semble pas techniquement possible de dériver les eaux de la rivière Mascouche. Ces travaux devront être effectués par barge pour avoir accès au pied de talus, considérant la hauteur importante de ces talus. En raison des contraintes techniques et aussi afin de limiter les impacts sur l'environnement, ces travaux devraient être effectués durant les mois d'août à novembre, idéalement de la mi-août à la fin septembre, afin de bénéficier de l'étiage estival et demeurer hors des périodes de fraye du poisson.

Les concepts élaborés impliquent de procéder à des travaux dans le littoral sur toute la longueur du canal (plus de 300 mètres linéaires de rive) et sur des superficies importantes (plus de 5 000 m<sup>2</sup>), car la problématique touche le canal dans sa totalité et que des interventions localisées seulement dans certaines zones pourraient amplifier le problème dans les zones adjacentes du canal. Le projet de protection et de stabilisation serait donc soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.

# 4 JUSTIFICATION DE L'URGENCE DE RÉALISER LES TRAVAUX CORRECTIFS

La ville de Terrebonne envisage de déposer une demande de décret pour la soustraction du projet d'enrochement du canal de dérivation de la rivière Mascouche à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Cette volonté se base sur les éléments suivants :

- il existe un risque de glissement de terrain élevé dans les arrières cours des résidents de la rue de l'Étiage. Diverses structures sont présentes dans la zone à risque (lignes électriques, cabanons, piscines) et ces zones sont utilisées par les citoyens;
- ce risque causera beaucoup d'inquiétude chez les citoyens concernés, jusqu'à la réalisation des travaux;
- l'érosion est toujours active le long du canal et pourrait être accentuée par de fortes pluies ou par la prochaine débâcle hivernale ou printanière;
- la vulnérabilité des berges à l'érosion est accrue par la perte de la végétation qui était présente sur les talus, le phénomène d'érosion est susceptible de s'accélérer;
- le contexte de changements climatiques fait également craindre une accélération du phénomène d'érosion par l'occurrence de fortes débâcles printanières comme en 2014 et 2015, puis par une augmentation de la fréquence des orages;
- l'érosion du fond du canal augmente la hauteur du talus et la grandeur du cercle de rupture – soit la largeur de la bande de terrain à risque en haut de talus;
- des délais pour la réalisation des travaux sont attendus si le projet doit être soumis à la procédure d'évaluation environnementale;
- le canal est un milieu ayant subi de fortes perturbations anthropiques, où peu de végétation s'implante. Il s'agit également d'un milieu très homogène, présentant un potentiel faunique relativement faible. De plus, l'érosion du canal génère des sédiments. Pour ces raisons, il semble raisonnable de croire que les impacts négatifs de ces travaux seront limités.

# 5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2010. *Programme de détermination des cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans (PDCC) – Rivière Mascouche, Ville de Mascouche*. 35 pages et annexe.
- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2015. *Étude hydraulique sur l'émissaire naturel de la rivière Mascouche – Rapport final*. 31 pages.
- ENGLOBE. 2016. *Analyses de stabilité – Pour commentaires – Talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche – Terrebonne (Québec) (025-B-0009089-1-GE-R-0001-0A)*. 4 pages et annexes.
- LVM. 2014. *Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec) – Rapport d'étude géotechnique (025-B-0009089-1-GE-R-0001-00)*. Rapport présenté à la ville de Terrebonne. 18 décembre 2015. 14 pages et annexes.
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. 2010. *État de situation – Mouvement de sol – Terrebonne – Arrière des 233 et 237 rue de l'Étiage*. 1<sup>er</sup> octobre 2010. 1 page.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. 2015. *Avis technique final – Érosion des berges et déformations en sommet de talus – rue de l'Étiage – Terrebonne (MT.04064008.15.01)*. Avis technique présenté au ministère de la Sécurité publique. 6 novembre 2015. 11 pages.
- SÉCURITÉ CIVILE QUÉBEC. 2015. *Rapport de visite – Mouvement de sol – Terrebonne – Rue de l'Étiage*. Rapport suite à la visite du 29 septembre 2015.
- WSP. 2016a. *Travaux de gestion de l'érosion au canal de dérivation de la rivière Mascouche – Diagnostic et concepts*. Présentation (document PowerPoint) à la ville de Terrebonne le 2 février 2016 par WSP. Projet 151-12555-00. 31 pages.
- WSP. 2016b. *Note de calculs – Analyse de stabilité de talus – Propriété du 2249, chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)*. 24 mars 2016. Projet 151-12555-00. 6 pages et annexes.

Service de la géotechnique et de la géologie

Québec, le 18 mai 2016

Monsieur Claude Lebeux  
Service des programmes d'aide financière et des municipalités  
Direction du rétablissement  
Ministère de la Sécurité publique  
455, rue du Marais, bureau 100  
Québec (Québec) G1M 3A2

**OBJET: Avis technique complémentaire**

Événement : Érosion des berges et déformations en sommet de talus

Localisation : rue de l'Étiage et 2249, chemin Saint-Charles

Municipalité : Terrebonne

No/Dossier : MT.04.64008.15.01

Cet avis technique complémentaire répond à une demande d'expertise, de M. Gilles Desgagnés, directeur de la direction régionale de la sécurité civile de Montréal, Laval, Lanaudière et des Laurentides, datant du 7 avril 2016, afin de confirmer l'urgence d'intervenir dans le canal de détournement de la rivière Mascouche où l'érosion y est très importante et des déformations sont présentes en sommet de talus. Nous avons inspecté les lieux, mon collègue Thomas Fournier et moi-même, le 27 avril 2016. Nous avons inspecté les talus le long des berges près du 2249, chemin Saint-Charles, du 229 au 241 rue de l'Étiage et dans le parc au bout de la rue de l'affluent. Nous étions accompagnés de votre conseiller en sécurité civile, M. Éric Doneys. Les représentants de la municipalité du Service de Sécurité incendie de la ville, M. Marchand et M. Sévigny, ainsi que Mme Breton de la firme WSP, se sont aussi joints à nous pour la visite du site.

Notre mandat consistait à évaluer à nouveau si le site présentait des signes de danger imminent de mouvement de terrain pour les résidences de la rue de l'Étiage, à donner un avis technique sur la situation et à recommander les mesures à prendre afin d'assurer la sécurité des lieux à court terme.

Cet avis est essentiellement basé sur nos observations de terrain et la consultation de données d'archives. Nous n'avons pas réalisé d'étude géotechnique ni de calcul de stabilité dans le cadre de notre intervention.

Cet avis complète l'avis technique qui vous a été envoyé le 6 novembre 2015 et tient compte des observations de terrain de notre visite de 2016. Il comprend un historique de la situation, le résumé de nos observations de terrain, une évaluation de la situation et nos recommandations concernant la sécurité du site.

Les figures mentionnées dans le texte sont présentées à la fin de cet avis. Veuillez noter que toutes les distances mentionnées dans cet avis ont été relevées à l'aide d'un ruban à mesurer ou d'un télémètre et que les hauteurs et les inclinaisons ont été obtenues à l'aide d'un clinomètre de poche. De plus, plusieurs dimensions ont été

validées à l'aide d'un modèle numérique de terrain (MNT) réalisé à partir d'un relevé lidar qui a été effectué dans la région en 2007.

## HISTORIQUE DE LA SITUATION

La municipalité a déjà mandaté une firme pour la réalisation d'une étude géotechnique en 2014 et une autre en 2015 pour le dimensionnement et la gestion des travaux de protection contre l'érosion du canal de détournement de la rivière. Dans le cadre de l'étude de 2015, la firme WSP a réalisé un relevé topographique et bathymétrique du secteur. Ces données résumées dans le rapport de WSP (151-12555-00) ont permis à la firme de quantifier l'érosion très importante qui se produit sur les berges et au fond du canal depuis sa construction qui remonte à 1978. Dans le cadre de ce rapport, ils ont aussi refait des calculs de stabilité à l'endroit du 2249, rue Saint-Charles qui est la résidence la plus près du sommet de talus. Leur conclusion était que les coefficients de sécurité étaient trop faibles pour assurer la stabilité du talus à long terme et que ça justifiait de réaliser des travaux d'enrochement des berges en urgence.

## OBSERVATIONS DE TERRAIN

Lors de notre visite de 2016, le niveau d'eau dans la rivière était très haut, soit autour de l'élévation 8 m, ce qui ne nous a pas permis de visualiser l'ampleur de l'érosion qui affecte les berges du canal. Il nous a toutefois été possible de voir une encoche d'érosion quasi verticale variant de 1 à 1,3 mètre de hauteur au-dessus du niveau d'eau observé dans le canal (figure 1). Selon le niveau d'eau mesuré sur le relevé d'arpentage de la firme WSP, l'encoche d'érosion pourrait donc atteindre 3,5 mètres de hauteur lorsque le niveau d'eau sera plus bas.

### 2249, rue Saint-Charles

Un léger affaissement a été observé dans la pelouse en sommet de talus du terrain du 2249, de la rue Saint-Charles (figure 2). La déformation fait environ 8 mètres de largeur et se trouve à 10,7 mètres de la résidence (figure 3). La descente de cave en béton montre un déplacement de 7,5 centimètres vers la rivière (figure 4). Celle-ci se trouve à 7,7 mètres du sommet de talus.

### 233 à 241, rue de l'Étiage

Les affaissements de sols qui sont observés depuis 2010 affectent le terrain situé entre les résidences (233 à 241) et le sommet de talus remblayé. Les fissures qui ont été observées en 2010 à cet endroit ont été régalarées, mais sont encore visibles dans le fond de la piscine du 237, rue de l'Étiage (figure 5), et ce, bien que la piscine ait été enfoncée de 0,7 mètre dans le sol. Les 3 piscines démontrent qu'il y a un tassement du sol sous-jacent. Au moment de notre visite des lieux, les déformations avaient une longueur totale de l'ordre de 30 mètres et se trouvent entre 5 et 10 mètres du sommet de talus remblayé, mais 10 et 14 mètres du sommet de talus naturel (figure 3). Le remblai en sommet de talus fait entre 1,5 à 1,7 mètre de hauteur à cet endroit.

## Parc de la rue de l'Affluent

Un glissement de terrain est survenu dans le talus sur une largeur de 16,5 mètres avec un recul d'environ 2 mètres en sommet de talus (figure 6). Dans le glissement, le talus fait 3,5 mètres de hauteur avec un angle de 45°. En sommet de talus se trouve un poteau électrique dont un ancrage a été partiellement déchaussé à cause du glissement de terrain. Le poteau ne montrait pas de signe d'instabilité et il semble qu'Hydro Québec aurait été avisée. Un périmètre de sécurité a été érigé à 3,7 mètres de la zone instable.

## ÉVALUATION DE LA SITUATION ET RECOMMANDATIONS

Dans l'ensemble nous avons constaté qu'il n'y a pas eu d'évolution majeure de la situation depuis la rédaction de notre rapport à l'automne dernier. L'affaissement observé en sommet de talus sur le terrain du 2249 pourrait être relié à une instabilité de pente. Si un mouvement survenait à cet endroit, il y aurait un faible recul en sommet de talus. Les autres affaissements observés au niveau de la descente de cave du 2249 et entre les résidences 233 à 241 semblent associés à des tassements plutôt qu'à des amorces de glissement de terrain.

Comme l'érosion est très importante en pied de talus, que les berges sont fortement inclinées et que le type de sol est propice à l'occurrence de glissement de terrain, il pourrait éventuellement survenir des glissements comparables à celui observé dans le parc de la rue de l'Affluent, qui pourrait affecter quelques mètres en sommet de talus. En ce sens et comme proposé par les firmes LVM et WSP, le fait de protéger les berges contre l'érosion serait une intervention bénéfique à la stabilité des talus.

Toutefois, les résidences ne sont pas en danger imminent, car elles sont suffisamment loin du sommet de talus. De plus, et tel que déjà indiqué dans notre avis technique du 6 novembre 2015, les éventuels travaux de protection de la berge ne régleront pas les problèmes de tassements observés sur les terrains résidentiels.

Afin de ne pas aggraver le niveau de stabilité naturel des berges et les problèmes de tassements, nous recommandons aux propriétaires des lieux de ne pas concentrer de l'eau en sommet de talus, et de ne pas remblayer, ni d'entreposer de matériaux en sommet de talus.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre disposition pour toute information complémentaire.

Maryse Létourneau, ing. M.Sc.  
N° membre OIQ : 143324

c. c. Madame Sophie Rainville, ing.  
Chef du Service de la géotechnique et de la géologie



Figure 1 : Vue de l'encoche d'érosion (tirets rouges) observée sur la rive droite du canal de détournement, près du 2249, rue Saint-Charles, source MTMDET en date du 27 avril 2016.



Figure 2 : Vue de l'affaissement en sommet de talus observé sur le terrain du 2249, rue Saint-Charles (tirets jaunes), source MTMDET en date du 27 avril 2016.



Figure 3 : Croquis du site montrant la position approximative des affaissements (tirets jaunes) et des fissures (tirets rouges) observés sur les terrains de la rue de l'Étiage. Les courbes de niveau sont au mètre (lidar 2007) et l'orthophoto date de 2013.

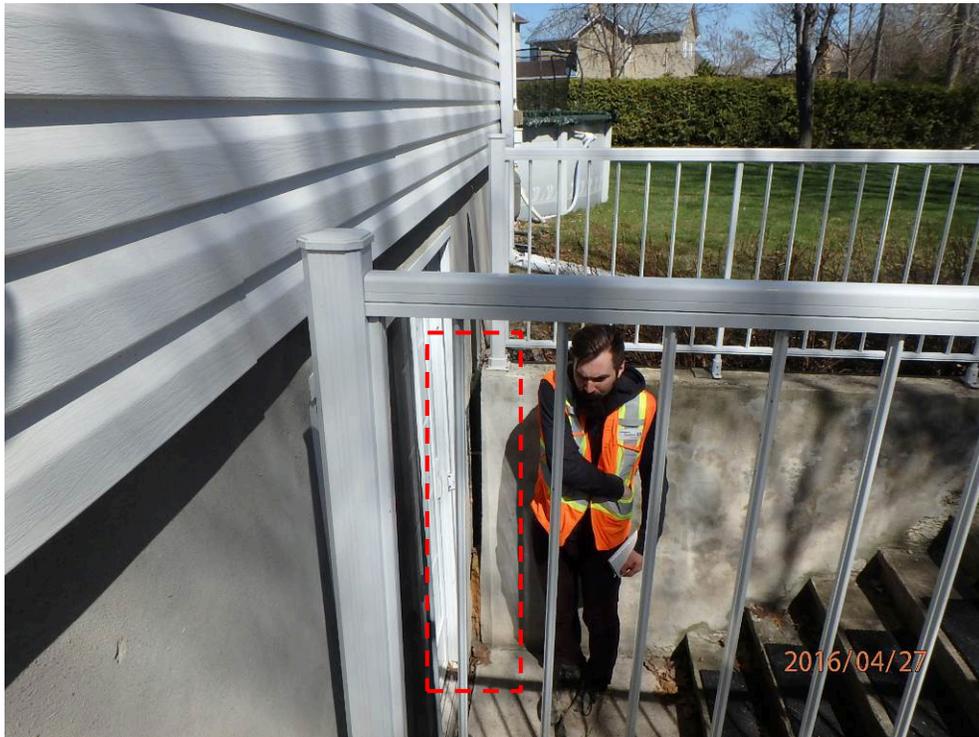


Figure 4 : Vue de la descente de cave en béton du 2249, chemin Saint-Charles, qui montre un déplacement de 7,5 cm vers la rivière, source MTMDET en date du 27 avril 2016.



Figure 5 : Fissure et tassements dans la piscine du 237, rue de l'étiage, source MTMDET en date du 27 avril 2016.



Figure 6 : Vue du glissement de terrain dans le talus du parc de la rue de l'Affluent, source MTMDET en date du 27 avril 2016.



Québec, le 6 novembre 2015

Monsieur Claude Lebeux  
Service des programmes  
Direction du rétablissement  
Ministère de la Sécurité publique  
1150, Grande Allée Ouest, RC 100  
Québec (Québec) G1S 4Z1

**OBJET : Avis technique final**

Évènement : Érosion des berges et déformations en sommet de talus  
Localisation : rue de l'Étiage  
Municipalité : Terrebonne  
N°/Dossier : MT.04.64008.15.01

Cet avis technique répond à votre demande d'assistance technique du 30 septembre 2015 concernant des problèmes d'érosion sur les berges du canal de la rivière Mascouche et des déformations en sommet de talus affectant les terrains de la rue de l'Étiage dans la municipalité de Terrebonne (figure 1). Depuis quelques années, la municipalité s'inquiète des dommages causés par l'érosion printanière qui auraient entraîné la chute d'arbre et de légères pertes de terrain. De plus, les résidents observent, depuis quelques années, des affaissements sur leur terrain. Une visite avait été réalisée en 2010 par un de vos conseillers où des fissures et des déformations avaient été observées dans la cour arrière des résidences. Nous avons également vu les berges du cours d'eau à l'automne 2011 dans le cadre de visites pour des travaux de cartographie des zones potentiellement exposées aux glissements de terrain à Terrebonne.

Vous nous avez mandatés pour évaluer si le site présentait des signes de danger imminent de mouvement de terrain pour les résidences et, le cas échéant, pour recommander les mesures à prendre afin d'assurer la sécurité des lieux à court terme. Notre avis est basé principalement sur nos données d'archives dans le secteur. Nous n'avons pas réalisé d'étude géotechnique ni de calcul de stabilité dans le cadre de notre intervention.

Avant la visite de votre conseiller du 29 septembre dernier, la municipalité avait déjà mandaté une firme pour vérifier la stabilité berges du canal, l'évaluation des travaux de stabilisation nécessaires et une estimation préliminaire des coûts pour les travaux recommandés. L'expertise technique de la firme LVM (025-B0009089-1-GE-0001-00), datée du 18 décembre 2014, décrit le site, les méthodes d'investigation géotechnique, la nature et propriété des sols, les calculs de stabilité ainsi que des recommandations sur les travaux de stabilisation.

Cet avis technique final contient une description du site, une évaluation de la situation avec recommandations sur la sécurité des lieux.

Le tableau et les figures mentionnés dans le texte sont présentés à la fin de cet avis. Veuillez noter que toutes les mesures de distance, de hauteur et d'inclinaison mentionnées dans cet avis se réfèrent à un modèle numérique de terrain (MNT) généré à partir d'un relevé lidar aéroporté réalisé dans la région en 2007.

## DESCRIPTION DES LIEUX

Un canal de détournement de la rivière Mascouche a été réalisé à la fin des années 1970 sur le lot 3725461, créant des berges artificielles d'environ 5,5 mètres de hauteur. Des propriétés sises sur la rue de l'Étiage et sur la rue de l'Affluent se trouvent respectivement en sommet des rives droite et gauche (figure 1). Les berges ont une inclinaison moyenne de 30°, mais qui peut atteindre par endroits plus de 45° selon le MNT. Les talus sont constitués principalement d'argile bien que le sommet des talus ait été remblayé lors de la construction des résidences sur une épaisseur d'environ 1 à 2 mètres. Dans l'étude de LVM, deux forages confirment la présence de sols argileux surmontés par un remblai dont l'épaisseur est de 1,70 mètre sur la rive droite et 2,95 mètres sur la rive gauche. Les indices N obtenus dans cette couche de sols sont très faibles et montrent à l'endroit des forages que le remblai est de compacité très lâche à très peu compact. Les sols de remblai intercepté semblent aussi hétérogènes et consistent en un mélange de silt, sable, gravier et argile en proportions variable avec la présence de matière organique notée dans l'un des forages. La coupe type tirée du MNT à l'endroit du 237 rue de l'Étiage montre bien la présence d'un remblai d'une hauteur d'environ 2 mètres à proximité du sommet du talus naturel (figure 2).

Une encoche d'érosion de l'ordre de 2 mètres de hauteur avait été observée au pied du talus lors de notre visite en 2011 (figure 3). Cette encoche semblait aussi importante lors de la visite de votre conseiller le 29 septembre dernier (figure 4). Lors de cette visite, il a également constaté que des arbres sont tombés dans la rivière entraînant des glissements pelliculaires dans le talus (figure 5).

Dans le cadre de l'analyse du dossier, les orthophotographies numériques de 2005 à 2013 ainsi que quelques couvertures de photographies aériennes datant de 1964 à 2004 ont été consultées (tableau 1). L'examen des photographies aériennes nous indique qu'avant la construction du canal, les terrains étaient relativement plats et utilisés à des fins d'agriculture. Sur les photos de 1983, le canal est creusé et il n'y pas de végétation le long des berges. On peut apercevoir la zone de déblai tout au long du canal et de remblai où des matériaux d'excavations semblent avoir été étalés de part et d'autre des berges, mais en plus grande partie sur la rive gauche. En 1997, les maisons de la rue de l'Affluent sont présentes en sommet de la rive gauche tandis qu'on trouve toujours une bande de remblai le long de la rive droite. En 2004, les résidences de la rue de l'Étiage sont presque toutes construites. On remarque que du remblai a été ajouté en sommet de talus à l'arrière des résidences de la rue de l'Étiage. Le remblai présent à cet endroit sur les photographies de 1997 a probablement été étendu jusqu'au sommet de talus au moment de la construction des maisons. Quelques cicatrices de marques d'érosion et de glissements de terrain (superficiels) ont été observées sur les berges de la rivière Mascouche, mais aucun mouvement important n'a été observé le long des berges du canal entre 1983 et 2013. Toutefois, les marques d'érosion étaient très importantes à la suite de la crue printanière de 2007, surtout dans la partie amont du canal.

Les résidences situées en sommet de talus sur la rue de l'étiage et de l'affluent se trouvent entre 11 et 20 mètres du sommet de talus, soit à plus de 2 H (2 x la hauteur du talus). Les affaissements de sols qui ont été observés par vos conseillers en 2010 et en 2015 sur les terrains situés sur la rue de l'Étiage ont affecté principalement des piscines hors terre et des cabanons situés entre les résidences et le sommet de talus remblayé. En 2010, une fissure avait été observée sur les terrains du 233 et 237 de la rue de l'Étiage accompagné par un affaissement de terrain. La position approximative de la fissure a été identifiée sur la coupe schématique présentée à la figure 2. Toutefois cette fissure n'était plus visible sur ces terrains lors de la visite de votre conseiller à l'automne 2015. Entre 2010 et 2015, il semble que des travaux auraient été réalisés par les résidents afin de diminuer la surcharge en sommet de talus qui auraient encastré leur piscine hors terre et acheminé les eaux de ruissellement jusqu'au pied de talus. Toutefois, l'affaissement de terrain derrière les résidences était toujours percevable en 2015 (figure 6).

## ÉVALUATION DE LA SITUATION ET RECOMMANDATIONS

Bien que le talus argileux présente une pente forte avec une encoche d'érosion au pied, il n'y a pas de signe d'imminence de glissement de terrain pouvant affecter les résidences, car elles sont suffisamment loin du sommet de talus. Tel que montré dans les analyses de stabilités de la firme, les pentes étudiées présentent une stabilité précaire pour les 3 à 4

premiers mètres en sommet de talus. La firme propose des solutions pour régler le problème de stabilité de la berge en procédant soit à un adoucissement de la pente ou la mise en place d'un contrepoids en enrochement jumelé à une protection contre l'érosion.

Concernant les affaissements qui sont observés sur les terrains depuis quelques années, il semble qu'ils soient associés à des tassements plutôt qu'à des amorces de glissement de terrain. Étant donné l'historique de remblayage sur le site et la présence de sols argileux sous-jacents, des tassements progressifs peuvent survenir. Les tassements peuvent être plus ou moins importants d'un endroit à l'autre, selon l'épaisseur et la consistance des sols argileux, ce qui pourrait expliquer que des terrains ne subissent pas de problème. La consistance raide des sols argileux naturels laisse supposer que les tassements se produisent surtout dans les matériaux de remblai de nature argileuse qui sont difficilement compactables et vulnérables au gel et dégel. De plus, comme les résidents n'ont pas observé de dommages à leurs résidences, mais surtout aux structures appuyées sur le remblai, il semble plus probable que les tassements se produisent dans la couche de remblai. De façon générale, les déformations se produisent principalement dans les années qui suivent la mise en place d'une surcharge et vont généralement en décroissance avec le temps. À notre avis, la mise en place d'un contrepoids en enrochement jumelé à une protection contre l'érosion serait bénéfique à la stabilité du talus, mais ne réglerait pas les problèmes de tassements observés sur les terrains résidentiels. Dépendamment de l'épaisseur de remblai et de la consistance des sols argileux, la mise en place de fondations profondes (pieux vissés dans les sols naturels) pourrait être envisagée afin de limiter les effets sur les cabanons ou terrasses. Si on considère que les tassements se produisent principalement dans le remblai, un remblai structural appuyé sur les sols naturels pourrait être réalisé sous les piscines hors terre, de façon à distribuer les charges et limiter les effets du gel et dégel. Un tel remblai doit être compacté par couches avec des matériaux granulaires non gélifs. La mise en place se fait généralement avec une légère pente (~2 %) pour permettre le drainage à l'extérieur de l'excavation et canaliser vers le pied de talus pour éviter de déstabiliser le sommet de talus. Dans tous les cas, une étude géotechnique devrait être réalisée pour déterminer si ces solutions sont envisageables et appropriées.

Afin de ne pas aggraver le niveau de stabilité naturel des berges et les problèmes de tassements, nous recommandons aux propriétaires des lieux de ne pas concentrer de l'eau en sommet de talus, et de ne pas remblayer, ni d'entreposer de matériaux en sommet de talus.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre disposition pour toute information complémentaire.



Maryse Létourneau, ing., M.Sc.  
N° OIQ : 143324

c. c. Madame Sophie Rainville, ing.  
Chef du Service de la géotechnique et de la géologie

Tableau 1 : Liste des photos aériennes et orthophotographies consultées

Ligne de vol	Numéros	Année	Référence	Échelle
(1)	AV13L069-095	2013	Communauté métropolitaine de Montréal	(2)
(1)	297-5061	2009	Communauté métropolitaine de Montréal	(3)
(1)	297-5061	2007	Communauté métropolitaine de Montréal	1:8000
(1)	297-5061	2005	Communauté métropolitaine de Montréal	1:8000
HMQ04-106	159-160	2004	Hauts-Monts Inc.	1:15000
HMQ97-109	270-271	1997	Hauts-Monts Inc.	1:15000
Q83309	240-241	1983	Ministère de l'Énergie et des Ressources	1:15000
Q75840	178-179	1975	Ministère des Terres et Forêts	1:15000
Q64519	48-49	1964	Ministère des Terres et Forêts	1:15840

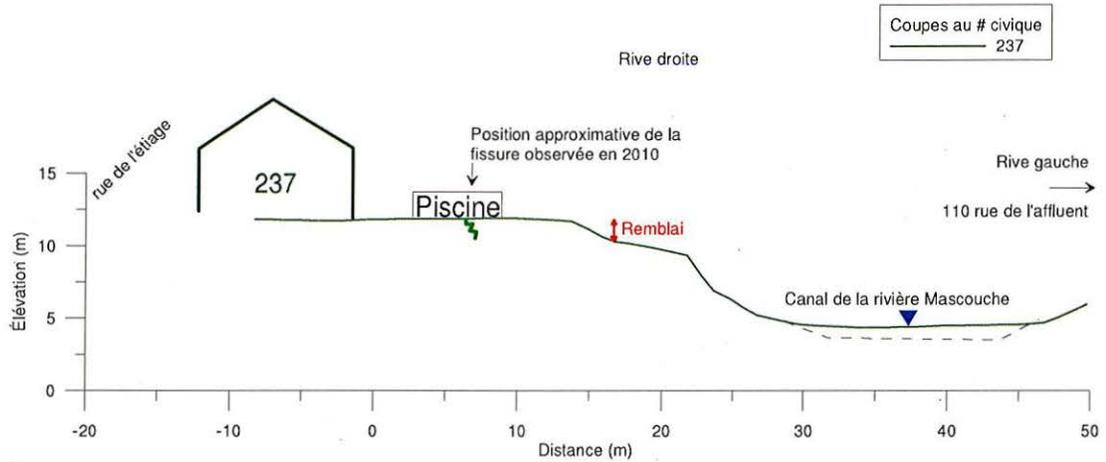
(1) Sans objet

(2) Pixels de 15 cm au sol

(3) Pixels de 10 et 20 cm au sol



Figure 1 : Localisation générale du site à l'étude.



Note : La position de la piscine se réfère à l'orthophotographie numérique de 2013. En 2009, la piscine était beaucoup plus près du sommet de talus.

Figure 2 : Coupe schématique du talus réalisé à l'endroit du numéro civique 237 rue de l'Étiage tirée du MNT.



Figure 3 : Vue de l'encoche d'érosion présente en 2011 sur la rive gauche, près du pont de la rue Saint-Charles (pointillé rouge). Source MTQ



Figure 4 : Vue de l'encoche d'érosion présente le 29 septembre 2015 sur la rive droite (pointillé rouge). Source MSP



Figure 5 : Chute d'arbre ayant entraîné un glissement pelliculaire dans le talus.  
Source MSP, 29 septembre 2015



Figure 6 : Vue de l'affaissement de terrain à l'arrière de la résidence sise au 241, rue de l'Étiage, Source MSP, 29 septembre 2015





Sols et matériaux  
Environnement  
Science du bâtiment  
Qualité de l'approvisionnement

---

## VILLE DE TERREBONNE

# Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

## Rapport d'étude géotechnique

Date : 18 décembre 2014  
N/Réf. : 025-B-0009089-1-GE-0001-00



**VILLE DE TERREBONNE****Stabilité des talus en bordure du canal de dérivation  
de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)**

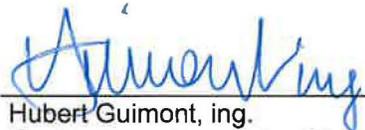
Rapport d'étude géotechnique | 025-B-0009089-1-GE-R-0001-00

Préparé par :

 2014/12/18

Marianne Aquin, ing.  
Gestionnaire de projet – Géotechnique  
Membre de l'OIQ n° 139129

Approuvé par :

 2014/12/18

Hubert Guimont, ing.  
Gestionnaire de projet – Géotechnique  
Membre de l'OIQ n° 142878

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>MÉTHODE DE RECONNAISSANCE</b>	<b>5</b>
3.1	Visite de site	5
3.2	Travaux de forage	5
3.3	Travaux d'arpentage	5
3.4	Relevés lidar	6
3.5	Travaux en laboratoire	6
<b>4</b>	<b>NATURE ET PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX</b>	<b>7</b>
4.1	Sol organique	7
4.2	MatériauX de remblai	7
4.3	Dépôt granulaire	7
4.4	Dépôt argileux	8
4.5	Dépôt de till	8
<b>5</b>	<b>EAU SOUTERRAINE</b>	<b>9</b>
5.1	Niveau de l'eau souterraine	9
5.2	Niveau de la rivière Mascouche	9
5.3	Cotes d'inondation	9
5.4	Vitesse d'écoulement de l'eau du cours d'eau	9
<b>6</b>	<b>DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>10</b>
6.1	Analyses de la stabilité - état actuel	10
6.1.1	<i>Méthode d'analyse et cas de chargement étudiés</i>	10
6.1.2	<i>Géométrie des talus</i>	10
6.1.3	<i>Propriétés géotechniques des sols</i>	10
6.1.4	<i>Résultats des analyses de stabilité – État actuel</i>	11
6.1.5	<i>Causes possibles des instabilités</i>	12
6.2	Concept préliminaire de stabilisation	12
6.2.1	<i>Méthodes de stabilisation recommandées</i>	12
6.2.2	<i>Délais d'intervention</i>	13
6.2.3	<i>Estimations budgétaires</i>	13

## TABLE DES MATIÈRES

### Tableaux

Tableau 1 : Essais en laboratoire réalisés .....	6
Tableau 2 : Unités stratigraphiques .....	7
Tableau 3 : Résultats des limites de liquidité et de plasticité - Dépôt d'argileux.....	8
Tableau 4 : Observation de l'eau souterraine – mesurée le 8 septembre 2014.....	9
Tableau 5 : Propriétés géotechniques des sols utilisés pour les analyses de stabilité.....	11
Tableau 6 : Résultats des analyses de stabilité de talus – État actuel.....	11
Tableau 7 : Estimation budgétaires préliminaires des deux scénarios.....	14
Tableau 8 : Estimation budgétaire des coûts indirects.....	14

### Figure

Figure 1 : Localisation du site à l'étude (extrait tiré de Google Earth 2014) .....	2
---	---

### Annexes

Annexe 1	Portée de l'étude géotechnique (1 page)
Annexe 2	Note explicative et rapports de forage (3 pages)
Annexe 3	Résultats d'essais de laboratoire (1 page)
Annexe 4	Résultat des analyses de stabilité (4 pages)
Annexe 5	Vue d'ensemble, topographie et localisation des forages et des coupes (2 plans)

## Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est la propriété de LVM, une division d'EnGlobe Corp. et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de LVM et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de LVM qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
00	2014-12-18	Émission finale
0A	2014-10-29	Émission préliminaire

DISTRIBUTION	
Nombre de copies	Destinataire
1 copie électronique (PDF)	Monsieur Marc Lupien technicien principal

## 1 INTRODUCTION

Les services professionnels de LVM ont été retenus par la Ville de Terrebonne afin d'effectuer une étude géotechnique de manière à pouvoir évaluer la stabilité des talus des rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche située dans la municipalité de Terrebonne au Québec.

Cette étude a été menée en accord avec les termes de notre proposition de services professionnels n°13-0425-025 datée du 19 novembre 2013.

Le but de cette étude est de vérifier la stabilité des talus des deux rives du canal de dérivation de la rivière Mascouche, d'identifier les causes possibles des instabilités observées, de recommander des méthodes de stabilisation et d'effectuer l'estimation préliminaire des coûts de la méthode de stabilisation retenue.

Les travaux de reconnaissance sur le terrain ont consisté à la réalisation de deux forages géotechniques numérotés TF-01-14 et TF-02-14. Les informations recueillies dans les forages de la présente étude nous ont permis de définir la stratigraphie générale des berges du canal. Outre les travaux de forage, une visite de site a été effectuée afin d'observer la configuration géométrique du talus des berges, la hauteur, l'inclinaison, la présence de signes d'érosion le long des talus.

Le présent rapport contient une description du site et de la méthode de reconnaissance utilisée, une description détaillée de la nature et des propriétés des matériaux du sol. Une section est consacrée à la discussion des résultats obtenus et aux recommandations géotechniques pertinentes pour la stabilisation des berges.

Les termes définissant la portée de l'étude géotechnique sont présentés à l'annexe 1.

## 2 DESCRIPTION DU SITE

Le site à l'étude correspond au canal de dérivation de la rivière Mascouche. Le site visé couvre les deux rives du canal sur une distance d'environ 400 m, et ce, à partir de la rivière des Mille-Îles.

La figure ci-après présente la localisation approximative du site concerné par le présent projet (extrait tiré de Google Earth 2014).

Figure 1 : Localisation du site à l'étude (extrait tiré de Google Earth 2014)



Une visite de site a été effectuée par LVM en juin 2014.

Basée sur nos observations, la géométrie des talus des deux rives du canal est similaire. La hauteur des talus est de l'ordre de 6 à 7 m. Les talus se compose, de façon générale, de bas en haut, d'une partie dépourvue en végétation et d'une partie boisée. La pente générale des talus possède une inclinaison moyenne de l'ordre de 1,5 H : 1 V. À certains endroits le long des talus, l'inclinaison de la pente est plus importante et peut atteindre une inclinaison de l'ordre de 1H : 2V. Le talus montre des signes d'érosion, à certains endroits le long du talus, notamment à la limite entre la partie dépourvue en végétation et la partie boisée où la présence de racines dénudées a été observée. Des résidences sont présentes au sommet des talus.

Les figures 2 et 3 suivantes présentent une vue générale des talus à l'étude (juin 2014)

Photo 1 : Vue générale du site – Rive ouest à partir de la passerelle de la rue Florent (juin 2014)



Photo 2 : Vue générale du site - Rive est à partir de la passerelle de la rue Florent (juin 2014)



Photo 3 : Présence de signes d'érosion – Présence de racines dénudées (Juin 2014)



Photo 4 : Présence de signes d'érosion – Présence de racines dénudées (Juin 2014)



## 3 MÉTHODE DE RECONNAISSANCE

### 3.1 VISITE DE SITE

La visite de site a été réalisée le 6 juin 2014 dans le but de caractériser les berges du talus. La visite de site avait pour but d'identifier, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- ▶ la configuration géométrique générale du talus;
- ▶ la hauteur approximative du talus;
- ▶ l'inclinaison approximative des pentes du talus;
- ▶ la présence de signes d'érosion le long de la berge;
- ▶ si présents, les fissures, les affaissements ou autres signes d'instabilité;
- ▶ la présence de végétation.

### 3.2 TRAVAUX DE FORAGE

Les travaux de forage ont été effectués le 20 mai 2014. Ils ont consisté à la réalisation de deux forages identifiés TF-01-14 et TF-02-14. Le forage TF-01-14 a été réalisé sur la berge ouest du canal et le forage TF-02-14 sur la berge est du canal.

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une foreuse de type CME 55 montée sur une chenille équipée d'une tarière évidée. L'échantillonnage des sols a été effectué à l'aide d'un carottier fendu normalisé de 51 mm de diamètre extérieur. Lors du prélèvement de ces échantillons, l'indice de pénétration standard « N » a été mesuré selon les exigences de la norme ASTM D-1586.

La résistance au cisaillement de l'argile intacte et remaniée a été mesurée au sein du dépôt argileux rencontré. Les essais ont été réalisés à l'aide d'un scissomètre de chantier à déformation contrôlée de marque Nilcon.

Afin de déterminer les conditions d'eau souterraine, un piézomètre de type « *Casagrande* » a été installé dans les forages TF-01-14 et TF-02-14 suite au retrait des tarières.

Tous les travaux de chantier ont été exécutés sous la surveillance à temps plein d'un inspecteur expérimenté en géotechnique de LVM.

La description de la stratigraphie rencontrée à l'emplacement des forages est présentée sur les rapports individuels de forage à l'annexe 2.

### 3.3 TRAVAUX D'ARPENTAGE

L'implantation des forages au terrain a été réalisée par le personnel de LVM à partir des informations transmises du projet. Une fois les forages complétés, ces derniers ont été relevés par le personnel de LVM.

Les coordonnées X, Y ont été relevées à l'aide d'un GPS de poche de type Garmin. L'élévation de la surface du sol à l'emplacement des forages a été établie à partir d'un repère de nivellement géodésique localisé dans le pavage, au nord-est de l'intersection de la rue des Écueils et du chemin Saint-Charles à Terrebonne et correspond au matricule M06KM096 par le ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec. Ce repère géodésique possède une élévation de 12,01 m. Toutes les élévations dans ce rapport se rapportent à ce repère de nivellement.

La localisation des forages ainsi que le repère de nivellement sont présentés au plan de localisation n° 025-B-0009089-1-GE-D-0001-0A de l'annexe 4.

### 3.4 RELEVÉS LIDAR

Des relevés lidar du secteur à l'étude provenant de Géoboutique Québec ont été utilisés afin de définir la topographie du site.

### 3.5 TRAVAUX EN LABORATOIRE

Tous les échantillons prélevés dans les forages ont été transportés à notre laboratoire pour les besoins d'analyses, d'identification et de classification. Ils ont tous fait l'objet d'un examen visuel attentif de la part d'un géotechnicien.

Deux échantillons prélevés et jugés représentatifs des conditions en place ont été soumis à des limites de consistance afin de compléter les informations recueillies au moment des travaux en chantier. Le tableau 1 présente ces échantillons.

Tableau 1 : Essais en laboratoire réalisés

SONDAGE	ÉCH.	PROF. (m)	LIMITES DE CONSISTANCE (NQ 2501-092)
TF-01-14	CF-7	3,81-4,42	✓
TF-02-14	CF-9	5,33-5,94	✓

Les résultats des essais réalisés sont résumés sur les rapports de forage de l'annexe 2 et les résultats des limites de consistance sont présentés de façon plus détaillée aux rapports d'essais de laboratoire de l'annexe 3.

Tous les échantillons prélevés dans les forages et n'ayant pas servi aux essais de laboratoire seront conservés pour une période de 3 mois à compter de la date de fin des travaux de chantier. Après quoi, ils seront détruits à moins qu'un avis écrit quant à leur destination nous soit transmis.

## 4 NATURE ET PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX

La présente section traite de différentes unités stratigraphiques mises en évidence par les forages TF-01-14 et TF-02-14. La description détaillée des matériaux rencontrés peut être consultée dans le rapport de forage à l'annexe 2. Le tableau 2 présente les différentes unités stratigraphiques rencontrées dans les forages.

Tableau 2 : Unités stratigraphiques

SONDAGE [ÉL. (m)]	PROFONDEUR (m) / [ÉLÉVATION (m)]					
	SOL ORGANIQUE	REMBLAI	SOL NATUREL			FIN DU FORAGE
			DÉPÔT GRANULAIRE	DÉPÔT ARGILEUX	DÉPÔT DE TILL	
TF-01-14 [11,45]	0,00 - 0,10 [11,45 - 11,35]	0,10 - 1,83 [11,35 - 9,62]	1,83 - 3,05 [9,62 - 8,40]	3,05 - 7,80 [8,40 - 3,65]	7,80 - >8,23 [3,65 - <3,22]	8,23 [3,22]
TF-02-14 [10,52]	0,00 - 0,10 [10,52 - 10,42]	0,10 - 3,05 [10,42 - 7,47]	3,05 - 3,90 [7,47 - 6,62]	3,90 - 6,40 [6,62 - 4,12]	6,40 - >8,23 [4,12 - <2,29]	8,23 [2,29]

### 4.1 SOL ORGANIQUE

En surface, au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14, une couche de sol organique a été interceptée. L'épaisseur de cette couche est de 100 mm.

### 4.2 MATÉRIAUX DE REMBLAI

Sous-jacent au sol organique, des matériaux de remblai ont été interceptés au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14. L'épaisseur des matériaux de remblai est respectivement de 1,73 m et 2,95 m au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14.

La couche de remblai consiste, en général, en un mélange de silt, sable, gravier et argile en proportions variables. La présence de matières organiques a également été notée au sein du remblai au droit du forage TF-01-14.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le remblai au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 3 et 12, ce qui traduit une compacité du remblai de très lâche à moyenne.

### 4.3 DÉPÔT GRANULAIRE

Au droit de tous les sondages, sous les matériaux remblai, un dépôt granulaire a été intercepté à une profondeur de 1,83 m au droit du forage TF-01-14 et à une profondeur de 3,05 m au droit du forage TF-02-14. Ce dépôt de granulaire est généralement constitué de silt avec un peu de sable à silt et sable avec des traces de gravier.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le dépôt granulaire au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 5 et 15, ce qui traduit une compacité du dépôt granulaire de lâche à moyenne.

#### 4.4 DÉPÔT ARGILEUX

Sous le dépôt granulaire, un dépôt argileux a été rencontré au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14. Le dépôt argileux a été intercepté à une profondeur variant entre 3,05 m et 3,90 m. Son épaisseur est de 4,75 m au droit du forage TF-01-14 et de 2,50 m au droit du forage TF-02-14.

Ce dépôt consiste, de façon générale, en une argile silteuse.

Des limites de consistance ont été effectuées sur des échantillons du dépôt. Le tableau 3 résume les résultats obtenus.

Tableau 3 : Résultats des limites de liquidité et de plasticité - Dépôt d'argileux

FORAGE	ÉCH.	PROF. (m)	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	CLASSIFICATION USCS
TF-01-14	CF-7	3,81 - 4,42	35	40	22	18	0,7	CL
TF-02-14	CF-9	5,33 - 5,94	41	52	24	28	0,6	CL
<i>W</i> : teneur en eau <i>W<sub>L</sub></i> : limite de liquidité <i>W<sub>P</sub></i> : limite de plasticité			<i>I<sub>P</sub></i> : indice de plasticité <i>I<sub>L</sub></i> : indice de liquidité					

De plus, des mesures de la résistance au cisaillement non drainé intact (Cu) ont été effectuées au sein du dépôt cohérent, au droit des forages. Généralement, les valeurs de résistance au cisaillement mesurées varient entre 61 et 99 kPa, ce qui correspond à un dépôt argileux de consistance raide.

Des mesures de la résistance au cisaillement non drainé remanié (Cur) ont également été évaluées au sein de l'argile pour en juger sa sensibilité. Des valeurs de Cur variant entre de 3 et 27 kPa ont été enregistrées. Les valeurs du rapport (Cu/Cur) varient entre 3 et 26, ce qui indique un dépôt de sensibilité variable (faible à sensible).

#### 4.5 DÉPÔT DE TILL

Au droit de tous les sondages, sous le dépôt argileux, un dépôt de till a été intercepté à une profondeur de 7,80 m au droit du forage TF-01-14 et à une profondeur de 6,40 m au droit du forage TF-02-14. Ce dépôt de till est généralement constitué de sable, silt et gravier en proportions variables.

L'indice de pénétration standard « N » a été mesuré dans le dépôt de till au droit des deux forages TF-01-14 et TF-02-14. Les valeurs mesurées varient généralement entre 4 et 14, ce qui traduit une compacité du dépôt de till de lâche à moyenne.

## 5 EAU SOUTERRAINE

### 5.1 NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

Le niveau de l'eau souterraine a été mesuré le 8 septembre 2014 dans les piézomètres « *Casagrande* » installés au droit des forages TF-01-14 et TF-02-14, à la suite du retrait des tarières. Le niveau de l'eau souterraine se situait à la profondeur et l'élévation indiquées au tableau 4.

Tableau 4 : Observation de l'eau souterraine – mesurée le 8 septembre 2014

FORAGE N°	TYPE D'INSTALLATION	NIVEAU D'EAU (m) (ÉLÉVATION)
TF-01-14 (11,45)	Piézomètre Casagrande	5,34 (6,11)
TF-02-14 (10,52)	Piézomètre Casagrande	Sec

Il est important de souligner que le niveau de l'eau souterraine peut être influencé par plusieurs facteurs, dont, entre autres, les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique et, ainsi, il peut varier avec les saisons et les années.

### 5.2 NIVEAU DE LA RIVIÈRE MASCOUCHE

Au moment de la réalisation des forages en mai 2014, le niveau de la rivière Mascouche, adjacent aux forages, se situait à une élévation de 7,62 m.

### 5.3 COTES D'INONDATION

Il ne faisait pas partie de notre mandat de vérifier les cotes d'inondation de la rivière Mascouche.

### 5.4 VITESSE D'ÉCOULEMENT DE L'EAU DU COURS D'EAU

Il ne faisait pas partie de notre mandat de procéder à l'évaluation de ce paramètre.

## 6 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

### 6.1 ANALYSES DE LA STABILITÉ - ÉTAT ACTUEL

Des analyses de stabilité ont été effectuées afin de vérifier la stabilité des talus à l'état actuel. Les sections qui suivent présentent les résultats des analyses de stabilité effectuées.

#### 6.1.1 Méthode d'analyse et cas de chargement étudiés

Les analyses de stabilité ont été effectuées à l'aide du programme de calcul SLOPE/W (version 7.15) développé par GEO-SLOPE International Ltd (Calgary, Canada). Pour fins d'analyse, la méthode de Morgenstern et Price pour les surfaces générales de glissement a été utilisée.

Seules des analyses de stabilité statique à long terme ont été effectuées en considérant les paramètres de résistance effective (Cohésion effective et angle de frottement effectif) des matériaux granulaires et du dépôt argileux. Pour ce cas, le coefficient de sécurité (C.S.) minimum recherché pour assurer la stabilité à long terme du talus est de 1,5.

#### 6.1.2 Géométrie des talus

Pour les besoins de l'expertise et compte tenu que la géométrie des talus est similaire entre les deux rives du canal, deux profils, identifiés A et B, ont été considérés afin de vérifier la stabilité des talus à l'état actuel. Les profils ont été exécutés entre la crête et la base du talus.

Les profils ont été positionnés comme suit, perpendiculairement à l'axe du canal :

- ▶ Profil AA' - secteur du forage TF-01-10; et
- ▶ Profil BB' - secteur du forage TF-02-10.

La localisation des profils est présentée sur le plan de localisation identifié 025-B-0009089-001-GE-D-0002-0A présentée à l'annexe 5.

#### 6.1.3 Propriétés géotechniques des sols

La stratigraphie des coupes ainsi que le niveau de l'eau souterraine ont été établis à partir des résultats obtenus à l'emplacement des forages TF-01-14 et TF-02-14, réalisés dans le cadre de la présente étude.

Les propriétés géotechniques du dépôt granulaire de même que celles du dépôt de till ont été établies à partir de la compacité respective des dépôts. Les propriétés géotechniques du dépôt argileux ont, quant à elles, été établies à partir des valeurs de la résistance au cisaillement non drainé mesurées. Les données tirées de la littérature et de notre connaissance du secteur ont également été utilisées. Le tableau 5 présente les propriétés utilisées pour les analyses de stabilité effectuées dans le cadre de la présente étude.

Le niveau de l'eau de la rivière pour les fins des calculs a été considéré à une élévation de 6,10 m.

Tableau 5 : Propriétés géotechniques des sols utilisés pour les analyses de stabilité

PARAMÈTRES	MATÉRIAUX			
	DÉPÔT GRANULAIRE	DÉPÔT ARGILEUX		DÉPÔT DE TILL
		COURT TERME	LONG TERME	
Poids volumique unitaire, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	17	17	20
Poids volumique déjaugé, $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	8	7	7	10
Cohésion effective, $c'$ (kPa)	0	---	7	0
Angle effectif de frottement interne, $\phi'$ (°)	30	---	28	35
Angle de frottement interne non drainé, $\phi_u$ (°)	---	0	---	---
Résistance au cisaillement non drainé à l'état intact, $C_u$ (kPa)	---	Variable (voir rapport de forage)	---	---

#### 6.1.4 Résultats des analyses de stabilité – État actuel

Les figures 1 à 4 de l'annexe 4 présentent les résultats obtenus à l'aide du logiciel SLOPE/W selon la géométrie actuelle du talus à l'endroit des profils AA' et BB' et prenant les propriétés géotechniques des sols présentés au tableau 5.

Les résultats des analyses de stabilité effectuées sont résumés au tableau 6 ci-après.

Tableau 6 : Résultats des analyses de stabilité de talus – État actuel

SECTION	COEFFICIENT DE SÉCURITÉ (C.S.) CALCULÉ	
	ANALYSE STATIQUE À LONG TERME	
	ÉTAT ACTUEL	C.S. MIN. ÉXIGÉ À LONG TERME
Profil AA' – Rive Est	1,03	1,5
Profil AA' – Rive Ouest	1,06	1,5
Profil BB' – Rive Est	1,13	1,5
Profil BB' – Rive Ouest	1,20	1,5

L'examen de ces résultats montre que les coefficients de sécurité (C.S.) de stabilité des talus à l'état actuel sont inférieurs au C.S. minimum recherché pour les analyses statiques à long terme soit de 1,5.

Les résultats des analyses ont démontré que les terrains résidentiels sont situés hors des zones instables. Selon les analyses effectuées, la zone jugée à risque est située à l'intérieur d'une bande d'approximativement 10 m à partir du sommet du talus. À l'intérieur de cette zone, les coefficients de sécurité sont inférieurs à 1,5. Selon les informations reçues, cette bande de terrain est la propriété de la Ville.

Comme il est possible de voir aux figures 1 à 4 de l'annexe 4, les analyses indiquent également que les masses de sol les plus instables se limitent aux quelques premiers mètres du talus. Il est cependant important de noter que l'influence de la végétation existante n'est pas considérée dans les calculs. En effet, les racines des arbres contribuent à stabiliser et à protéger les talus contre l'érosion.

### 6.1.5 Causes possibles des instabilités

Basées sur les données disponibles pour le projet, sur nos observations de site, sur les résultats obtenus aux emplacements des forages (de même que lors des essais de laboratoire) et sur les analyses effectuées pour vérifier la stabilité du talus, notre avis quant aux causes probables de l'instabilité des talus sont les suivantes.

#### Pentes des talus

Tel que mentionné à la section 2, la pente générale des talus possède une inclinaison moyenne de l'ordre de 1,5 H : 1 V et à certains endroits le long des talus, l'inclinaison de la pente est plus importante et peut atteindre une inclinaison de l'ordre de 1 H : 2V. Les analyses de stabilité ont démontré que les pentes des talus à l'état actuel, en fonction de la nature des sols présents, sont trop abruptes.

#### Érosion en pied de talus

De l'érosion en pied de talus a été observée. Ces dégradations contribuent à accentuer les pentes du talus et à l'instabilité globale des talus.

## 6.2 CONCEPT PRÉLIMINAIRE DE STABILISATION

Basé sur les résultats des analyses de stabilité effectuées sur les talus à l'état actuel, il en ressort que des travaux de stabilisation devront être effectués afin d'assurer la stabilité à long terme des talus.

### 6.2.1 Méthodes de stabilisation recommandées

À long terme de manière à éviter tout problème d'instabilité qui pourrait être lié à l'érosion, la solution idéale afin de stabiliser les talus serait de reprofiler les pentes selon un angle plus faible et de protéger le bas des talus contre l'érosion par la mise en place d'un perré de protection en enrochement. Compte tenu de la présence de résidences en sommet de talus, de manière à limiter la perte de terrain, une solution mixte consistant en une réduction de la pente des talus et

par la mise en place d'un contrepoids en enrochement pourrait également être considérée. Ces travaux de stabilisation et de protection contre l'érosion seraient toutefois coûteux et leur influence du point de vue environnemental non-négligeable (déboisement, travaux en rive...).

Une approche alternative, moins coûteuse et probablement mieux adaptée au contexte, consisterait à protéger le pied du talus à l'aide d'un perré de protection en enrochement de manière à conserver les coefficients de stabilité actuels. Si cette approche est retenue, il est recommandé de conserver une distance sécuritaire de 10 m par rapport au sommet du talus. Aucune construction ou entreposage de remblai ou de matériaux ne devrait être autorisé à l'intérieur de cette zone. De plus, comme la végétation joue un rôle stabilisant, aucun déboisement ne doit être permis sur les talus riverains.

### 6.2.2 Délais d'intervention

Tel que mentionné, la stabilité actuelle des talus est marginale. Les arbres et la végétation jouent un rôle important et permettent d'éviter la progression des glissements et la perte de terrain progressive. Au fil des ans, en fonction de l'importance variable de l'érosion, la proportion d'arbres arrachés est variable. Au fur et à mesure, les talus sont donc de plus en plus exposés à l'érosion et les risques de glissement augmentent.

Afin de conserver les coefficients de stabilité actuels des talus, il est recommandé de procéder aux travaux de stabilisation à l'intérieur des meilleurs délais possibles. Des interventions d'ici les deux prochaines années sont recommandées. Entre temps, un suivi du comportement des talus est également recommandé. Toute action qui pourrait permettre d'éviter une érosion par les glaces au moment de la fonte est souhaitable.

### 6.2.3 Estimations budgétaires

Le tableau ci-dessous présente les estimations budgétaires préliminaires des 2 scénarios envisagés pour la stabilisation des talus du canal de dérivation. Les quantités présentées sont approximatives et sont basées sur un total de 700 m. linéaires de rive. Une conception détaillée ainsi qu'une estimation basée sur un relevé d'arpentage seraient requises afin de déterminer les quantités exactes.

Tableau 7 : Estimation budgétaires préliminaires des deux scénarios

	QUANTITÉ	COÛT UNITAIRE	COÛT
<b>Scénario 1 (reprofilage et perré de protection)</b>			
Mobilisation	1	Forfait	10 000 \$
Déboisement	1	Forfait	10 000 \$
Excavation	35 000 m <sup>3</sup>	15 \$/m <sup>3</sup>	525 000 \$
Géotextile	17 500 m <sup>2</sup>	5 \$/m <sup>2</sup>	87 500 \$
Enrochement (500 mm d'épaisseur)	3 500 m <sup>3</sup>	70 \$/m <sup>3</sup>	245 000 \$
Paysagement	1	Forfait	50 000 \$
			<b>Total : 927 000 \$</b>
<b>Scénario 2 (perré de protection)</b>			
Mobilisation	1	Forfait	50 000 \$
Location et opération d'une barge	1	80 000 \$/mois	80 000 \$
Géotextile	3 500 m <sup>2</sup>	5 \$/m <sup>2</sup>	17 500 \$
Enrochement (500 mm d'épaisseur)	1 750 m <sup>3</sup>	70 \$/m <sup>3</sup>	122 500 \$
			<b>Total : 270 000 \$</b>

À ces coûts directs, les coûts indirects d'ingénierie et de surveillance doivent être ajoutés. Le tableau 8 présente les principaux coûts à considérer :

Tableau 8 : Estimation budgétaire des coûts indirects

ITEM	COÛT
Étude hydraulique	10 000 \$
Demande de certificat d'autorisation auprès du MDDELCC	10 000 \$
Préparation des plans et devis	20 000 \$
Surveillance	20 000 \$

Il est à noter qu'une validation auprès du MDDELCC est recommandée afin de s'assurer que les travaux ne requièrent pas d'étude d'impact. Effectivement, compte tenu que la longueur de rive touchée par les travaux est supérieure à 300 mètres linéaires, les travaux pourraient être assujettis à une étude d'impact.

**Annexe 1 Portée de l'étude géotechnique  
(1 page)**

## PORTÉE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

### 1.0 *Caractéristiques des sols et du roc*

Les caractéristiques des sols et du roc décrites dans ce rapport proviennent de forages et/ou de sondages effectués à une période donnée et correspondent à la nature du terrain aux seuls endroits où ces mêmes forages et sondages ont été effectués. Ces caractéristiques peuvent varier de façon importante entre les points de forage et de sondage.

Les formations de sol et de roc présentent une variabilité naturelle. Les limites entre les différentes formations présentées sur les rapports doivent donc être considérées comme des transitions entre les formations plutôt que comme des frontières fixes. La précision de ces limites dépend du type et du nombre de sondages, de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage.

Les descriptions des échantillons prélevés ont été faites selon les méthodes d'identification et de classification reconnues et utilisées en géotechnique. Elles peuvent impliquer le recours au jugement et à l'interprétation du personnel ayant réalisé l'examen des matériaux. Celles-ci peuvent être présumées justes et correctes suivant la pratique courante dans le domaine de la géotechnique. Finalement, si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les propriétés des sols et du roc peuvent être modifiées de façon importante à la suite d'activités de construction, telles que l'excavation, le dynamitage, le battage de pieux ou le drainage, effectuées sur le site ou sur un site adjacent. Elles peuvent également être modifiées indirectement par l'exposition des sols ou du roc au gel ou aux intempéries.

### 2.0 *Eau souterraine*

Les conditions d'eau souterraine présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié. La précision et la représentation de ces conditions doivent être interprétées en fonction du type d'instrumentation mis en place et de la période, de la durée et du nombre d'observations effectuées. Ces conditions peuvent varier selon les précipitations, les saisons et éventuellement les marées. Elles peuvent également varier à la suite d'activités de construction ou de modifications d'éléments physiques sur le site ou dans le voisinage. La problématique de l'ocre ferreuse et ses effets n'est pas couverte par le présent rapport.

### 3.0 *Utilisation du rapport*

Les commentaires et recommandations donnés dans ce rapport s'adressent principalement à l'équipe de conception du projet. Pour déterminer toutes les conditions souterraines pouvant affecter les coûts et les techniques de construction, le choix des équipements ainsi que la planification des opérations, le nombre de forages ou de sondages nécessaire pourrait être supérieur au nombre de forages ou sondages effectué pour les besoins de la conception. Les entrepreneurs présentant une soumission ou effectuant les travaux doivent effectuer leur propre interprétation des résultats des forages et des sondages et au besoin leur propre investigation pour déterminer comment les conditions en place peuvent influencer leurs travaux ou leur méthode de travail.

Toute modification de la conception, de la position et de l'élévation des ouvrages devra être communiquée rapidement à LVM de façon à ce que la validité des recommandations présentées puisse être vérifiée. Des travaux complémentaires de terrain ou de laboratoire pourraient éventuellement s'avérer nécessaires.

Le rapport ne doit pas être reproduit, sinon entier, sans l'autorisation de LVM.

### 4.0 *Suivi du projet*

L'interprétation des résultats de chantier et de laboratoire et les recommandations présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié et aux informations disponibles sur le projet au moment de la rédaction du rapport.

Les informations disponibles sur les conditions de terrain et sur l'eau souterraine augmentent au fur et à mesure de l'avancement des travaux de construction. Les conditions de terrain ayant été interprétées et corrélées entre les points de forage et de sondage, LVM devrait avoir la possibilité de vérifier ces conditions de terrain par des visites de chantier effectuées au fur et à mesure de l'avancement des travaux, afin de confirmer les informations obtenues des forages et sondages. S'il nous est impossible de faire de telles vérifications, LVM n'assurera aucune responsabilité concernant l'interprétation géotechnique que des tiers feront des recommandations de ce rapport, particulièrement si la conception est modifiée ou que des conditions de terrain différentes à celles décrites dans ce rapport sont rencontrées. L'identification de tels changements requiert de l'expérience et doit être effectuée par un ingénieur géotechnicien expérimenté.

### 5.0 *Environnement*

Les informations contenues dans ce rapport ne couvrent pas les aspects environnementaux des conditions de terrain, ces aspects ne faisant pas partie du mandat d'étude.

**Annexe 2** **Note explicative et  
rapports de forage  
(3 pages)**

Les rapports de sondage qui font suite à cette note synthétisent les données de chantier et de laboratoire sur les propriétés géotechniques des sols, de la roche et de l'eau souterraine recueillies à chaque sondage. Cette note a pour but d'expliquer les différents symboles et abréviations utilisés dans les rapports de sondage.

### STRATIGRAPHIE

**Élévation/Profondeur :** Dans cette colonne sont inscrites les élévations des contacts géologiques rattachées au niveau de référence mentionné à l'en-tête du rapport de sondage et établies à partir de la surface du terrain mesuré au moment de la réalisation du sondage. Les profondeurs sont également indiquées.

**Description des sols et du roc :** Chaque formation géologique est décrite selon la terminologie d'usage présentée ci-dessous.

### SYMBOLES

TERRE VÉGÉTALE 	SABLE 	CAILLOUX 
REMBLAI 	SILT 	BLOC 
GRAVIER 	ARGILE 	ROC 

### NIVEAU D'EAU

Dans cette colonne est indiquée l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée à la date indiquée. Un schéma présentant le type et la profondeur d'installation est aussi présenté dans cette colonne.

### ÉCHANTILLONS

**Type et numéro :** Chaque échantillon est étiqueté conformément au numéro de cette colonne et la notation donnée réfère au type d'échantillon décrit à l'en-tête du rapport de sondage.

**Sous-échantillon :** Lorsqu'un échantillon inclut un changement de matière stratigraphique, il est parfois requis de le séparer et de créer des sous-échantillons. Cette colonne permet l'identification de ces derniers et permet l'association des mesures in situ et en laboratoire à ces sous-échantillons.

**État :** La position, la longueur et l'état de chaque échantillon sont montrés dans cette colonne. Le symbole illustre l'état de l'échantillon suivant la légende donnée à l'en-tête du rapport de sondage.

**Calibre :** Dans cette colonne est indiqué le calibre de l'échantillonneur.

**N et Nb coups/150 mm :** L'indice de pénétration standard « N » donné dans cette section est montré dans la colonne correspondante. Cet indice est obtenu de l'essai de pénétration standard et correspond au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kilogrammes tombant en chute libre de 0,76 mètre nécessaire pour enfoncer les 300 derniers millimètres du carottier fendu normalisé (ASTM D-1586). Le résultat du nombre de coups obtenu par 150 mm est indiqué dans la colonne Nb coups/150 mm. Pour un carottier de 610 mm de longueur, l'indice N est obtenu en additionnant le nombre de coups nécessaire pour enfoncer les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> courses de 150 mm d'enfoncement.

**RQD :** L'indice de qualité de la roche (RQD) est défini comme étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carottes de 100 millimètres ou plus à la longueur totale de la course. L'indice RQD est présenté en pourcentage.

### ESSAIS

**Résultats :** Dans cette section, les résultats d'essais effectués sur le chantier et au laboratoire sont indiqués à la profondeur correspondante. La définition des symboles rattachés à chaque essai est présentée à l'en-tête du rapport de sondage. Les résultats des essais qui n'apparaissent pas sur le rapport sont présentés en note à la fin du rapport de sondage. Par contre, une abréviation indiquant le type d'analyse réalisée est présentée vis-à-vis l'échantillon analysé.

**Graphique :** Ce graphique montre la résistance au cisaillement non drainé des sols cohérents mesurée en chantier ou en laboratoire (NQ 2501-200). Il est également utilisé pour les essais de pénétration dynamique (NQ 2501-145). De plus, ce graphique sert à la représentation des résultats de la teneur en eau et des limites d'Atterberg.

#### Classification

Argile  
Silt et argile (non différenciés)  
Sable  
Gravier  
Caillou  
Bloc

#### Dimension des particules

Plus petite que 0,002 mm  
plus petite que 0,08 mm  
de 0,08 à 5 mm  
de 5 à 80 mm  
de 80 à 300 mm  
plus grande que 300 mm

#### Terminologie descriptive

« Traces »  
« Un peu »  
Adjectif (ex. : sableux, silteux)  
« Et » (ex. : sable et gravier)

#### Proportions

1 à 10 %  
10 à 20 %  
20 à 35 %  
35 à 50 %

#### Compacité des sols granulaires

Très lâche  
Lâche  
Moyenne ou compacte  
Dense  
Très dense

#### Indice « N » de l'essai de pénétration standard, ASTM D-1586 (coups par 300 mm de pénétration)

0 à 4  
4 à 10  
10 à 30  
30 à 50  
plus de 50

#### Consistance des sols cohérents

Très molle  
Molle  
Moyenne ou ferme  
Raide  
Très raide  
Dure

#### Résistance au cisaillement non drainé (kPa)

Moins de 12  
12 à 25  
25 à 50  
50 à 100  
100 à 200  
plus de 200

#### Plasticité des sols cohérents

Faible  
Moyenne  
Élevée

#### Limite de liquidité

Inférieure à 30 %  
entre 30 et 50 %  
supérieure à 50 %

#### Sensibilité des sols cohérents

Faible  
Moyenne  
Forte  
Très forte  
Argile sensible

#### S<sub>t</sub>=(Cu/Cur)

S<sub>t</sub> < 2  
2 à 4  
4 à 8  
8 à 16  
S<sub>t</sub> > 16

#### Classification du roc

Très mauvaise qualité  
Mauvaise qualité  
Qualité moyenne  
Bonne qualité  
Excellente qualité

#### RQD (%)

< 25  
25 à 50  
50 à 75  
75 à 90  
90 à 100



Client :

Ville de Terrebonne

# RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: **B-0009089-1**  
 Sondage n°: **TF-01-14**  
 Date: **2014-05-20**

Projet: **Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche**  
 Endroit: **Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)**

Coordonnées (m): Nord 5061658.0 (Y)  
 MTM Nad-83 Fuseau 8 Est 297515.0 (X)  
 Élévation **11.45 (Z)**  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m

### État des échantillons

Intact   
  Remanié   
  Perdu   
  Carotte

### Examens organoleptiques sur les sols:

Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM)  
 Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)

### Type d'échantillon

**CF** Carottier fendu  
**TM** Tube à paroi mince  
**PS** Tube à piston fixe  
**CR** Tube carottier  
**TA** À la tarière  
**MA** À la main  
**TU** Tube transparent  
**PW** Carottier LVM  
**SG** Sol gelé

### Abréviations

**L** Limites de consistance  
**W<sub>L</sub>** Limite de liquidité (%)  
**W<sub>p</sub>** Limite de plasticité (%)  
**I<sub>p</sub>** Indice de plasticité (%)  
**I<sub>L</sub>** Indice de liquidité  
**W** Teneur en eau (%)  
**AG** Analyse granulométrique  
**S** Sédimentométrie  
**R** Refus à l'enfoncement  
**VBS** Valeur au Bleu du sol  
**PDT** Poids des tiges  
**M.O.** Matière organique (%)  
**K** Perméabilité (cm/s)  
**PV** Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
**A** Absorption (l/min. m)  
**U** Compression uniaxiale (MPa)  
**RQD** Indice de qualité du roc (%)  
**AC** Analyse chimique  
**P<sub>L</sub>** Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
**E<sub>m</sub>** Module pressiométrique (MPa)  
**E<sub>r</sub>** Module de réaction du roc (MPa)  
**SP<sub>o</sub>** Potentiel de ségrégation (mm<sup>2</sup>/H °C)

**▼** Niveau d'eau  
**N** Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
**N<sub>c</sub>** Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ●  
**σ'<sub>p</sub>** Pression de préconsolidation (kPa)  
**TAS** Taux d'agressivité des sols

### Résistance au cisaillement

**C<sub>u</sub>** Intact (kPa) ▲  
**C<sub>ur</sub>** Remanié (kPa) △

Chambré ▲  
 Laboratoire ■

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS						ESSAIS				
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.	RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)
																W <sub>p</sub>
		11.45														20 40 60 80 100 120
		0.00		<b>Sols organiques.</b>												
1	11.35	0.10		Remblai : silt avec un peu d'argile, traces de sable, brun, de compacité très lâche à lâche. Présence de matières organiques.		CF-1	A			57	1-1 2-2	3				
2						CF-2	B			33	2-2 3-3	5				
3						CF-3	A			66	2-2 4-6	6				
4						CF-4	B			62	6-7 8-8	15				
5						CF-5	A			74	3-3 3-4	6				
6						CF-6	B			74	3-2 3-2	5				
7						CF-7				66	2-2 2-2	4				
8						CF-8				74	2-2 2-2	4				
9						CF-9				74	1-2 1-2	3				
10						CF-10				82	1-2 1-2	3				
11						CF-11				49	1-0 1-0	1				
12						CF-12	A			33	1-2 5-8	7				
13							B									

Remarques:

Type de forage: **Tarière**

Équipement de forage: **CME 55**

Préparé par: **M. Roussy, tech.**

Vérifié par: **F. Fainke, ing.**

2014-09-26

Page: 1 de 1

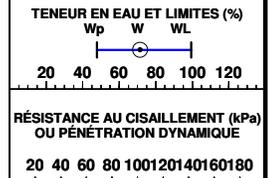
Projet: <b>Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche</b>  Endroit: <b>Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)</b>	Coordonnées (m): Nord 5061658.0 (Y) Est 297515.0 (X) Élévation <b>10.52 (Z)</b> Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m
---	---

<b>État des échantillons</b> Intact  Remanié  Perdu  Carotte	<b>Examens organoleptiques sur les sols:</b> Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)
---	--

<b>Type d'échantillon</b> CF Carottier fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TU Tube transparent PW Carottier LVM SG Sol gelé	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>P</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement VBS Valeur au Bleu du sol PDT Poids des tiges M.O. Matière organique (%) K Perméabilité (cm/s) PV Poids volumique (kN/m³) A Absorption (l/min. m) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) AC Analyse chimique P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) SP <sub>o</sub> Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)	Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ● σ' <sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols <b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) ▲ C <sub>UR</sub> Remanié (kPa) △ Chantrier ▲ Laboratoire ■
---	---	---

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS						ESSAIS				
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.	RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)
																W <sub>p</sub>
		10.52														
1	0.00	10.42	0.10	Sols organiques. Remblai : silt avec un peu d'argile, traces de sable, brun, de compacité lâche à moyenne.		CF-1	A B			51	2-3 5-6	8				
2						CF-2				87	4-5 7-7	12				
3		9.15	1.37	Sable silteux à sable et silt, traces de gravier, brun, de compacité lâche.		CF-3	A B									
4						CF-4				85	3-4 2-3	6				
5		7.47	3.05	Dépôt granulaire : silt et sable, brun, de compacité lâche. Présence de matières organiques.		CF-5				49	2-2 2-2	4				
6		6.62	3.90	Dépôt argileux : argile silteuse, brune, de consistance raide.		CF-6				66	2-2 3-3	5				
7		5.95	4.57	Devenant grise, de consistance raide.		CF-7	A B			100	2-2 3-3	5				
8		4.12	6.40	Dépôt de till : silt, traces de sable, de compacité moyenne.		CF-8				95	1-2 1-3	3				
9		3.52	7.00	Sable silteux, traces de gravier, gris, de compacité moyenne.		CF-9				85	1-1 2-2	3				
10		2.90	7.62	Silt sableux, traces de gravier, de compacité lâche.		CF-10	A B			82	1-4 9-9	13				
11		2.29	8.23	Fin du forage à une profondeur de 8,23m.		CF-11	A B			49	4-9 5-6	14				
12						CF-12				100	2-2 2-2	4				

C<sub>U</sub> = 99 kPa  
 C<sub>U</sub> = 90 kPa  
 C<sub>UR</sub> = 15 kPa  
 C<sub>U</sub> = 78 kPa  
 W = 35.0  
 W<sub>L</sub> = 40  
 W<sub>P</sub> = 22  
 L  
 C<sub>U</sub> = 88 kPa  
 C<sub>UR</sub> = 27 kPa



Remarques: Le piezomètre était à sec en date du 08 septembre 2014

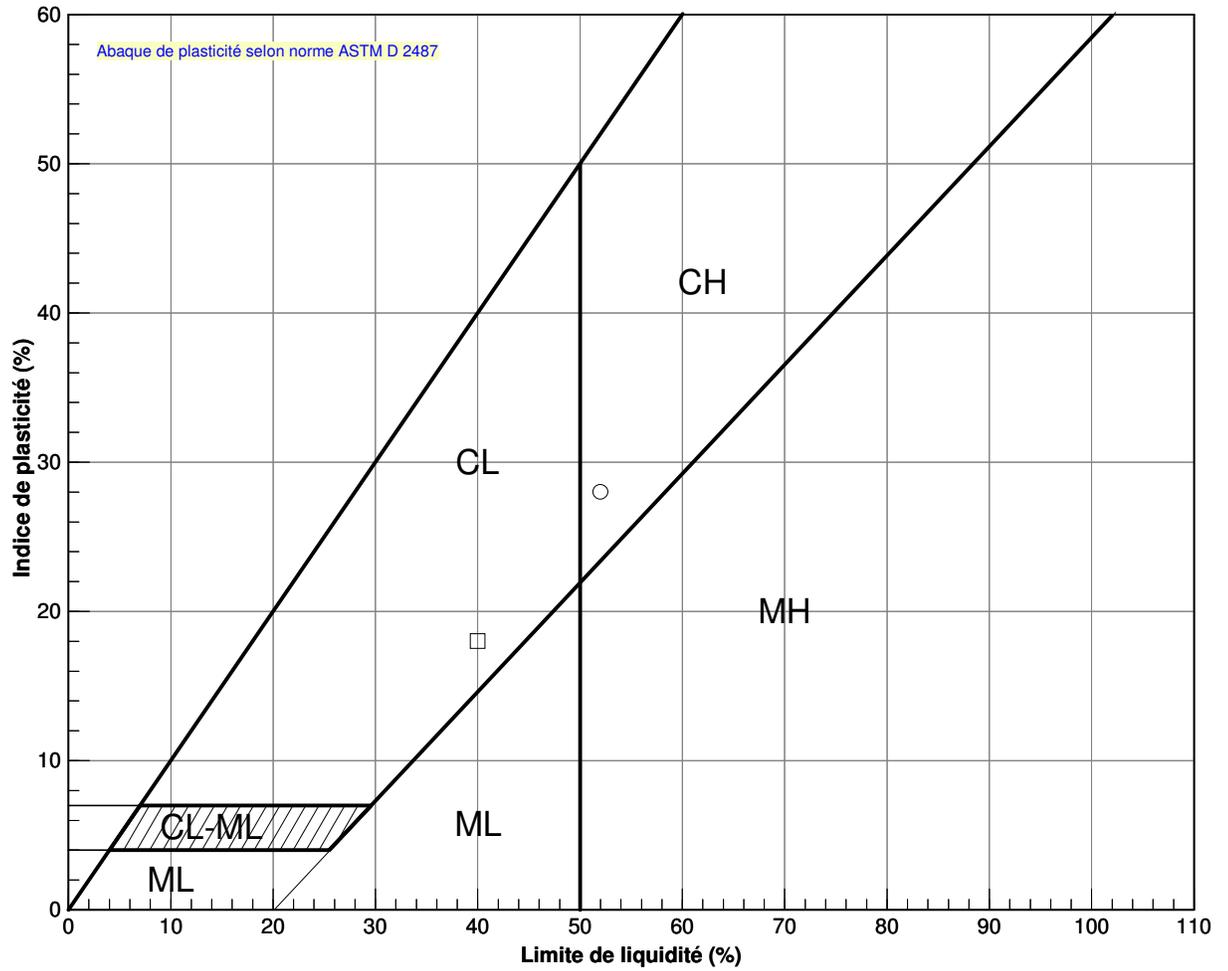
**Annexe 3 Résultats d'essais de laboratoire  
(1 page)**

Projet : **Expertise géotechnique Canal de dérivation**

Figure n° : **1**

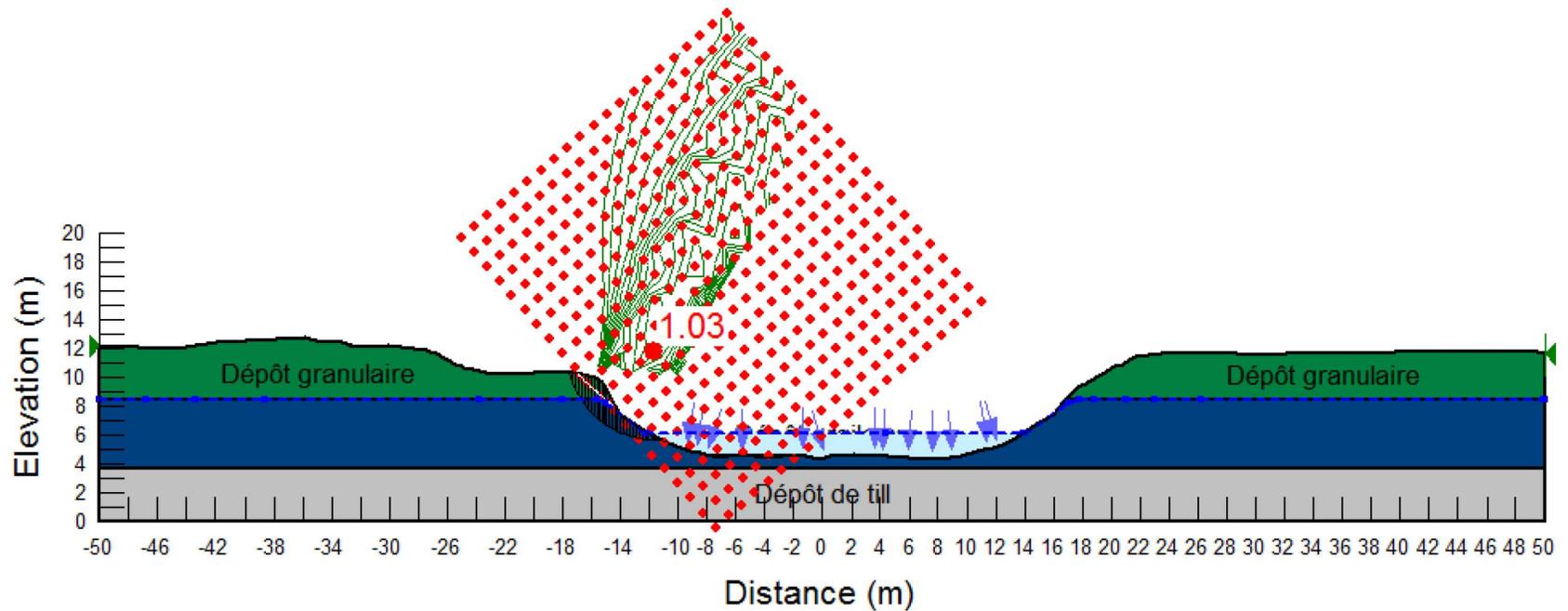
Endroit : **Chemin Saint-Charles, Terrebonne (Québec)**

Dossier n° : **B-0009089-1**



Symbole	Sondage n°	Échantillon n°	Profondeur (m)	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	Class. USCS
○	TF-01-14	CF-7	3.81 - 4.42	41.0	52.0	24.0	28	0.6	CH
□	TF-02-14	CF-9	5.33 - 5.94	35.0	40.0	22.0	18	0.7	CL

**Annexe 4    Résultat des analyses de stabilité  
(4 pages)**



**Client :** Ville de Terrebonne

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

**Analyse :** Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme – Rive Est

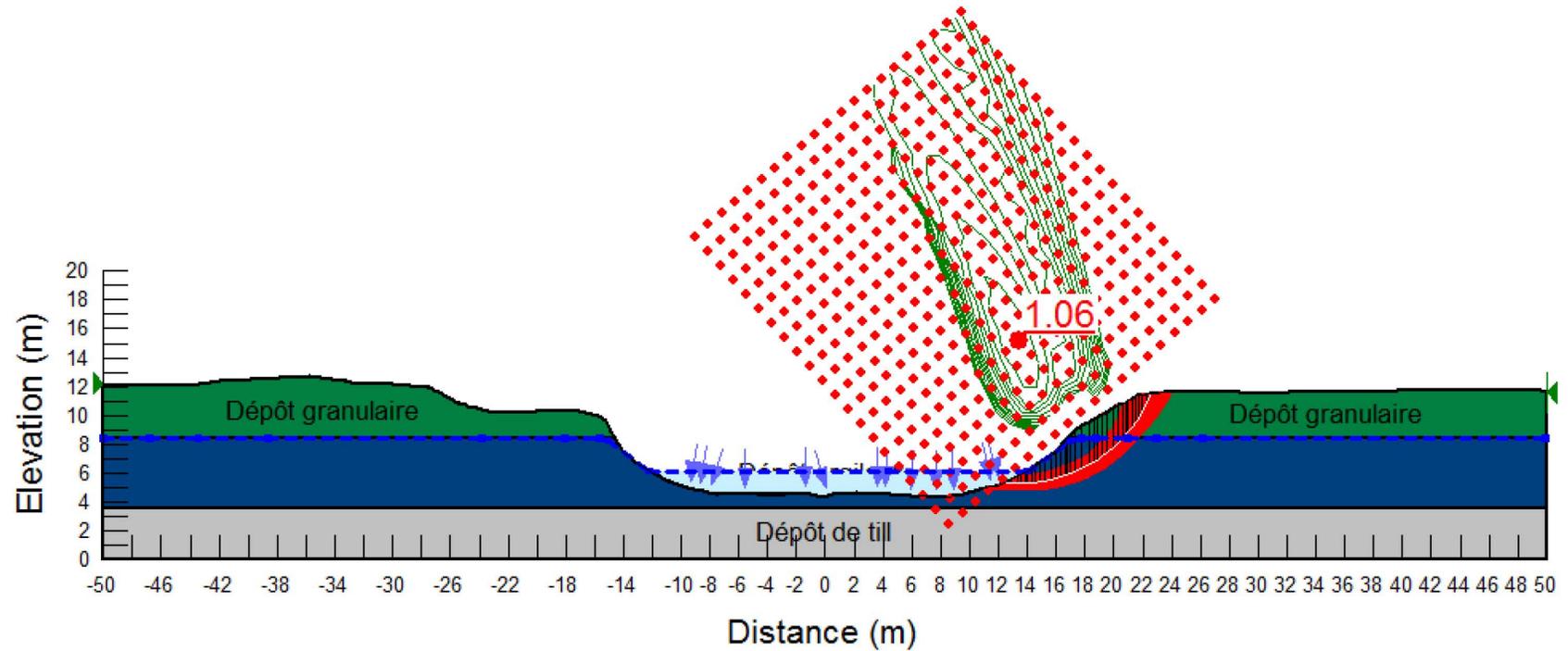
**Échelle :** Pas à l'échelle

**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.03



**Client :** Ville de Terrebonne

**Échelle :** Pas à l'échelle

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

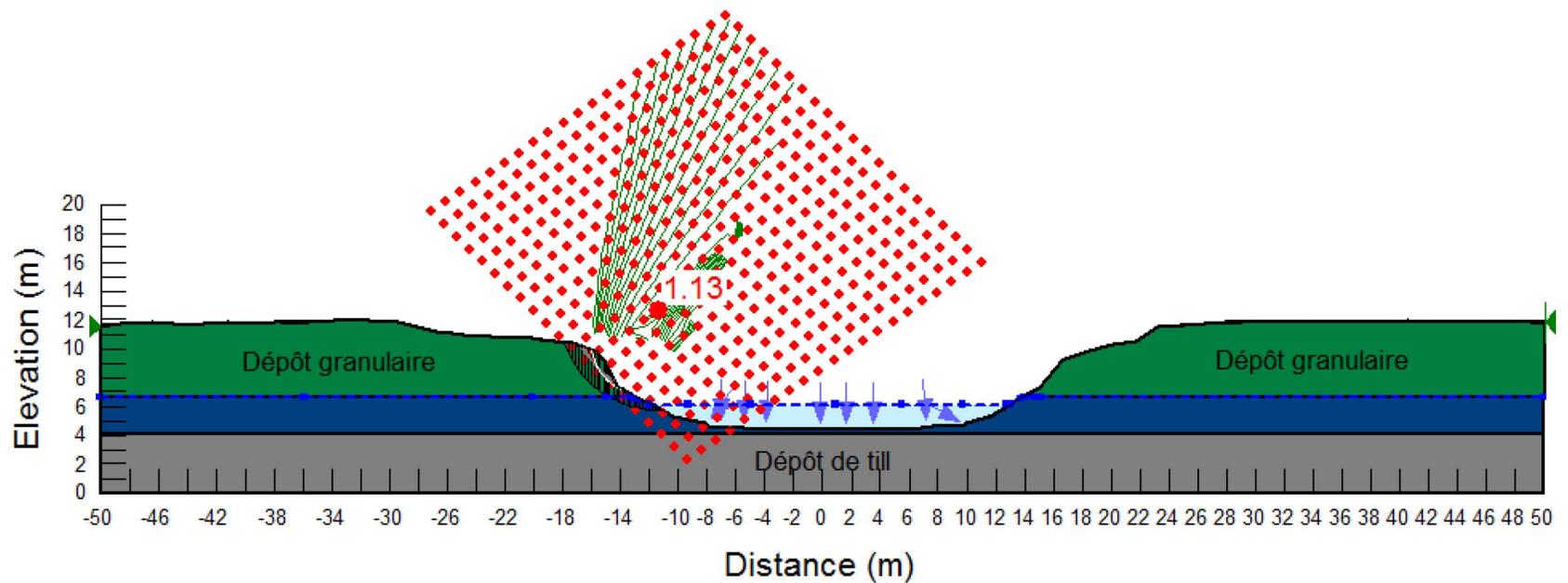
**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

**Analyse :** Profil AA' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.06



**Client :** Ville de Terrebonne

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

**Analyse :** Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Est

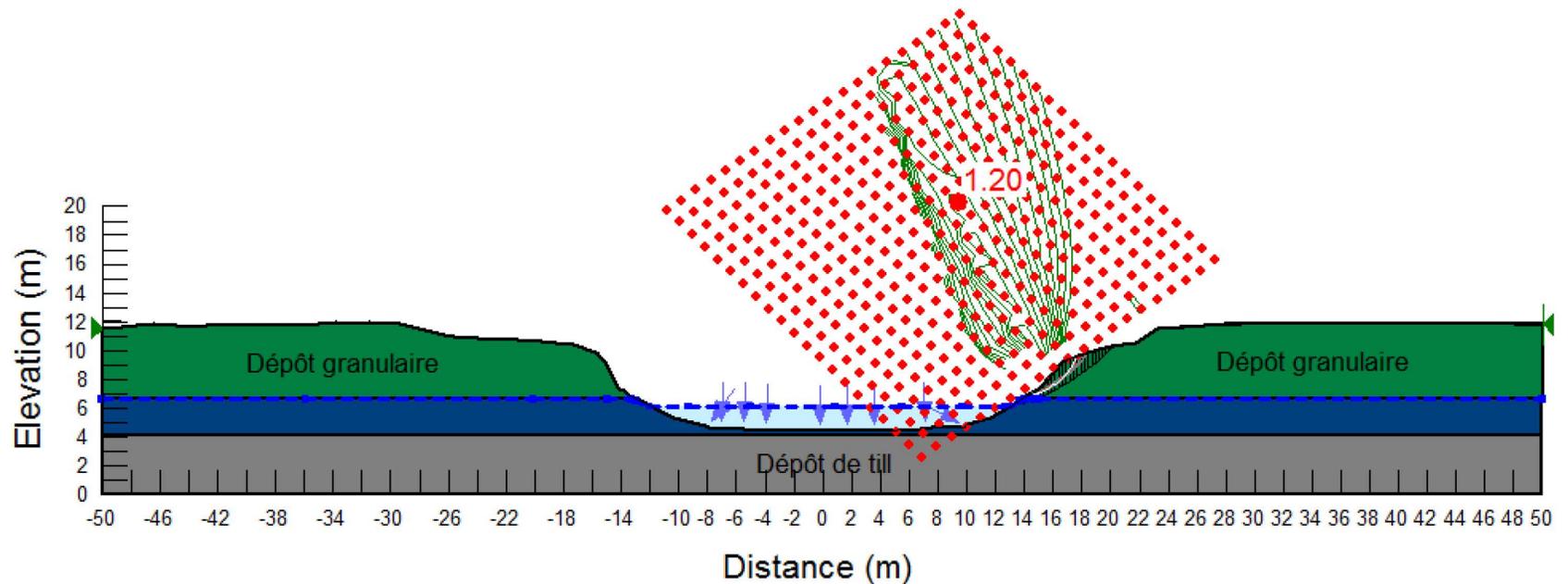
**Échelle :** Pas à l'échelle

**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.13



**Client :** Ville de Terrebonne

**Projet :** Expertise géotechnique du canal de dérivation de la rivière Mascouche à Terrebonne (Québec)

**Analyse :** Profil BB' – Analyse de stabilité – état actuel – long terme - Rive Ouest

**Échelle :** Pas à l'échelle

**N/Réf. :** 025-B-009089-1

**Préparé par :** Marianne Aquin

**Date :** Septembre 2014

**C.S. :** 1.20

**Annexe 5 Vue d'ensemble, topographie et  
localisation des forages et des coupes  
(2 plans)**



CE DOCUMENT D'INGÉNIEURIE EST LA PROPRIÉTÉ DE LVM ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE LVM.

**LEGENDE :**

**TF-NN-AA**  
00.00 FORAGE-NUMÉRO-ANNÉE  
ELEVATION (m)

- NOTES :**
- L'IMAGE EN FOND DE PLAN PROVIENT DE LA BIBLIOTHÈQUE GOOGLE EARTH 2013.
  - LA TOPOGRAPHIE A ÉTÉ GÉNÉRÉE À PARTIR D'UN RELEVÉ LIDAR PROVENANT DE LA GÉOBOUTIQUE DU MNRF.

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude géotechnique

REV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	14-12-17	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ FINALE	M.K.	H.G.
0A	14-08-29	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ PRÉLIMINAIRE	M.K.	H.G.

ÉMISSIONS / RÉVISIONS

TOUTES LES DIMENSIONS DEVONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX

Secaux

Client



Références du client

Projet

## EXPERTISE GÉOTECHNIQUE CANAL DE DÉRIVATION

RUE DE L'ÉTIAGE, TERREBONNE, QUÉBEC

Titre

### VUE D'ENSEMBLE, TOPOGRAPHIE ET LOCALISATION DES FORAGES ET DES COUPES



**LVM**

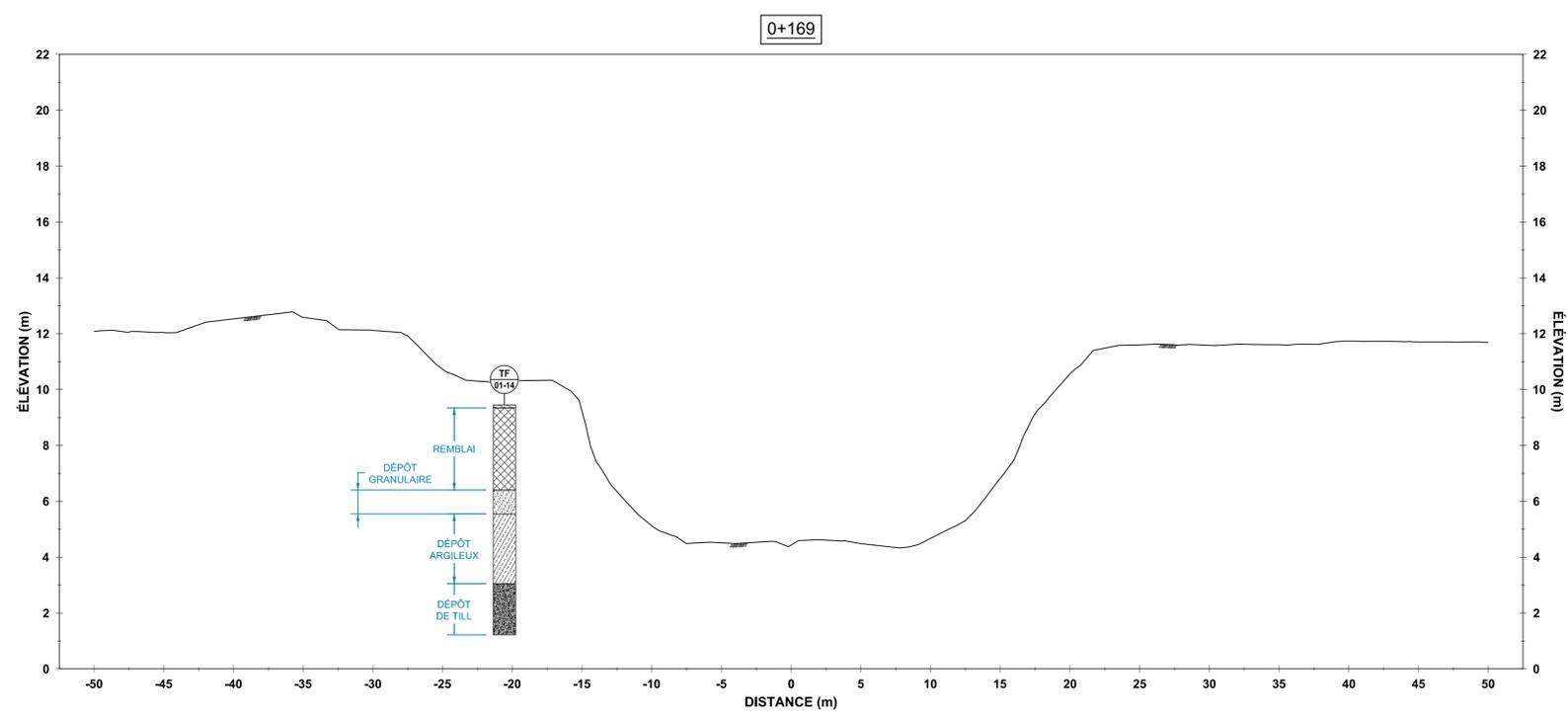
Une division d'EnGlobe corp.  
1200, boul. Saint-Martin Ouest, bureau 300  
Laval (Québec) H7S 2E4  
Téléphone : 514.281.5151  
Télécopieur : 450.668.5532

Discipline **GÉOTECHNIQUE**  
Échelle **1 : 1 000**  
Date **2014-08-29**

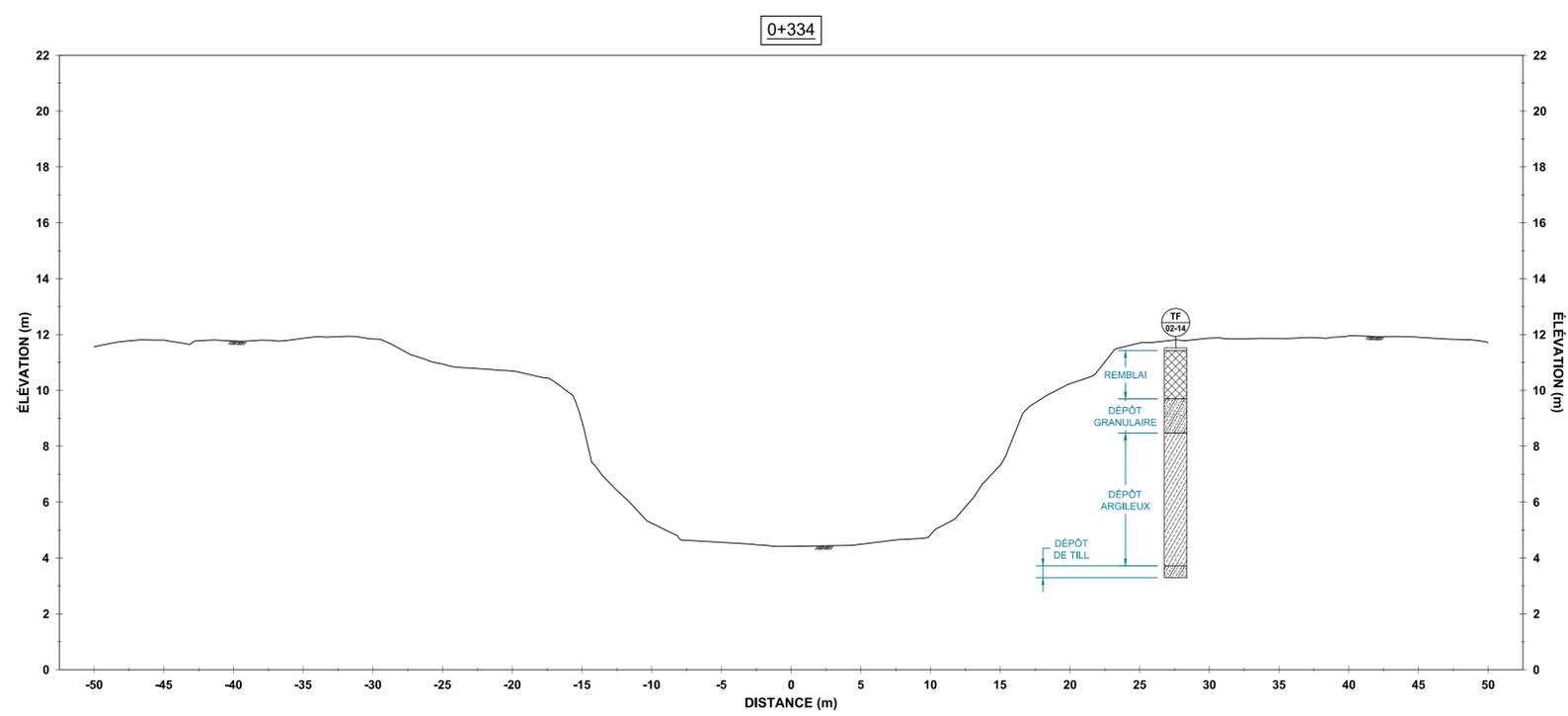
Préparé <b>M. Küntz</b>	Discipline <b>GÉOTECHNIQUE</b>												
Dessiné <b>B. Thibaut</b>	Échelle <b>1 : 1 000</b>												
Vérifié <b>H. Guimont</b>	Date <b>2014-08-29</b>												
Chargé de projet <b>H. Guimont</b>	N° de séquence <b>01 de 02</b>												
<table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <th>Proj.</th> <th>Otp.</th> <th>Disc.</th> <th>Type</th> <th>N° Dessin</th> <th>Rev.</th> </tr> <tr> <td><b>025</b></td> <td><b>B-0009089</b></td> <td><b>001</b></td> <td><b>GE</b></td> <td><b>D</b></td> <td><b>0001 00</b></td> </tr> </table>	Proj.	Otp.	Disc.	Type	N° Dessin	Rev.	<b>025</b>	<b>B-0009089</b>	<b>001</b>	<b>GE</b>	<b>D</b>	<b>0001 00</b>	
Proj.	Otp.	Disc.	Type	N° Dessin	Rev.								
<b>025</b>	<b>B-0009089</b>	<b>001</b>	<b>GE</b>	<b>D</b>	<b>0001 00</b>								

U:\LAV\SE\PROJETS\025\025-0009089\_TERREBONNE\25\_CAD\TABLE\_GEB\0009089-LEC-0001\_002-00\_2014-12-17.DWG

CE DOCUMENT D'INGÉNIERIE EST LA PROPRIÉTÉ DE LVM ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE LVM.



**COUPE A**  
HOR. 1:250 VERT. 1:125



**COUPE B**  
HOR. 1:250 VERT. 1:125

REV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	14-12-17	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ FINALE	M.K.	H.G.
0A	14-08-29	ÉMIS POUR ÉTUDE DE STABILITÉ PRÉLIMINAIRE	M.K.	H.G.

**ÉMISSIONS / RÉVISIONS**

TOUTES LES DIMENSIONS DEVRONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX

Sceaux

Client



Références du client

Projet

**EXPERTISE GÉOTECHNIQUE  
CANAL DE DÉRIVATION**

RUE DE L'ÉTIAGE, TERREBONNE, QUÉBEC

Titre

**COUPES TRANSVERSALES DU CANAL**



LVM  
Une division d'EnGlobe corp.  
1200, boul. Saint-Martin Ouest, bureau 300  
Laval (Québec) H7S 2E4  
Téléphone : 514.281.5151  
Télécopieur : 450.668.5532

Préparé	<b>M. Küntz</b>	Discipline	<b>GÉOTECHNIQUE</b>
Dessiné	<b>B. Thibaudeau</b>	Échelle	<b>INDIQUÉES</b>
Vérifié	<b>H. Guimont</b>	Date	<b>2014-08-29</b>

Chargé de projet  
**H. Guimont**

N° de séquence **02 de 02**

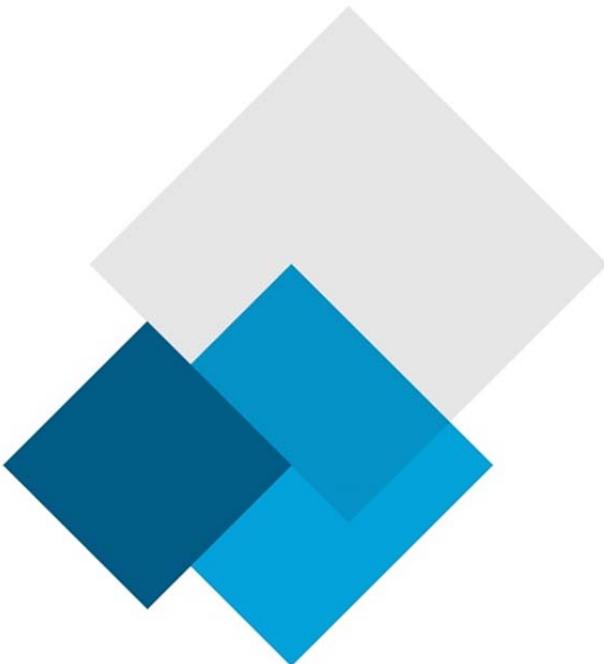
025	B-0009089	001	GE	D	0002	00
-----	-----------	-----	----	---	------	----

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude géotechnique

U:\AVAL-SF\PROJETS\025\B-0009089\_TERREBONNE\25\_CAD\DRAWABLE\_GEB\0009089-1-CEC-001\_002-00\_2014-12-17.DWG

# Annexe B

Étude hydrotechnique – 9 mai 2018





**Projet:** Canal de dérivation de la Rivière Mascouche

**Sujet:** Étude hydrotechnique pour la conception de la protection en enrochement du canal de dérivation et la gestion des eaux pendant la construction.

**Date:** 9 mai 2018

## **1. Introduction**

Cette note technique présente l'étude hydrotechnique réalisée pour la conception de la protection en enrochement du canal de dérivation de la rivière Mascouche et la gestion des eaux pluviales pendant la période de construction. Les principales phases de l'étude sont décrites ci-dessous :

- Revue des études antérieures;
- Compilation des données hydrométriques disponibles;
- Analyse statistique des données hydrométriques pour définir les crues statistiques et leur durée;
- Détermination de la capacité de décharge de la vanne située dans le bras mort;
- Calibration du modèle permettant d'évaluer le régime hydraulique dans le canal de dérivation, le bras mort et une partie de la rivière Mascouche immédiatement en amont du canal de dérivation;
- Simulation hydraulique des scénarios de crue pour la détermination des paramètres à utiliser pour la gestion des eaux pluviales pendant la construction et la conception de l'enrochement dans le canal de dérivation;
- Conception de l'enrochement pour le canal de dérivation;
- Conception du batardeau à utiliser pour les travaux de construction.

## **2. Description et localisation du site à l'étude**

La rivière Mascouche prend sa source à l'est de l'ancien aéroport international de Mirabel. Elle s'écoule d'abord vers l'est, puis bifurque vers le nord-est près de la limite entre les villes de Mascouche et de Terrebonne. Peu après la confluence avec le ruisseau Saint-Philippe, la rivière Mascouche tourne vers le sud et coule ainsi jusqu'à son embouchure dans la rivière des Mille Îles. Son bassin versant à l'embouchure est d'environ 411 km<sup>2</sup> (Figure 1).

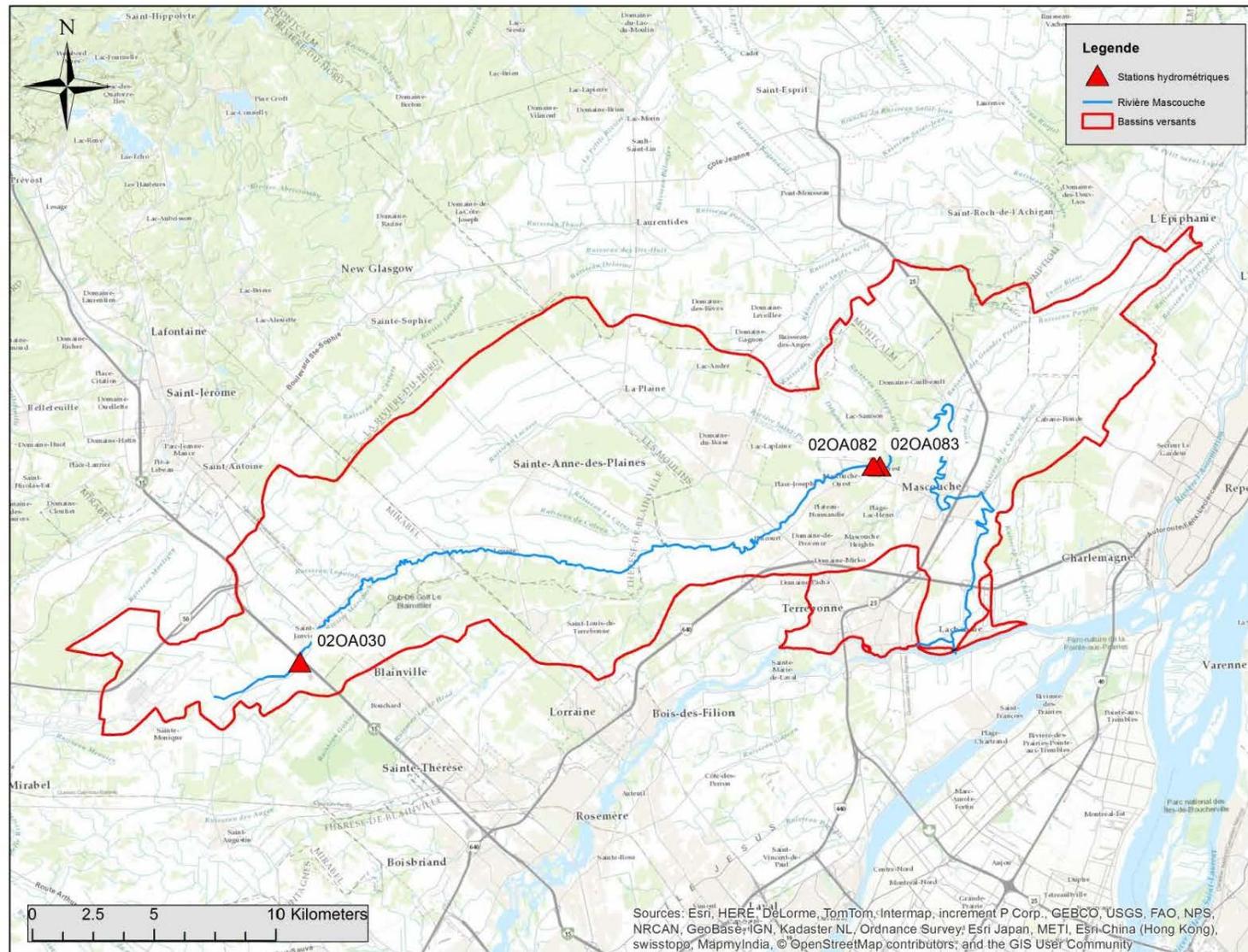


Figure 1: Bassin versant de la rivière Mascouche et localisation des stations hydrométriques.



Trois stations hydrométriques ont été en opération sur la rivière Mascouche. Les stations 02OA082 et 02OA083 ont enregistré des débits de 1971 à 1973 et de 1973 à 1976 respectivement. La station 02OA030 a été en fonction de 1971 à 1990.

**Tableau 1: Caractéristiques des stations hydrométriques.**

Nom de la station	Numéro de la station	Années	Coordonnées géographiques		Superficie du BV
			Latitude	Longitude	
Mascouche (rivière) en aval de la rivière Saint-Pierre	02OA082	1971-1973	45°45'39" N	73°37'51" W	258 km <sup>2</sup>
Mascouche (rivière) près de la rivière Saint-Pierre	02OA083	1973-1976	45°45'40" N	73°38'3" W	258 km <sup>2</sup>
Mascouche (rivière) près de Saint-Janvier	02OA030	1971-1990	45°41'30" N	73°56'17" W	18,9 km <sup>2</sup>

L'embouchure de la rivière Mascouche a été remblayée et remplacée par un canal de dérivation menant directement à la rivière des Mille Îles afin de réduire les problèmes d'inondation. L'embouchure de la rivière étant bloquée, le sens du courant s'est inversé dans le segment aval de la rivière et les rapides sont devenues des eaux calmes. Le canal ainsi créé constitue un habitat aquatique.

Le canal de dérivation subit actuellement un processus d'érosion qui nécessite la protection des berges et du fond du canal avec de l'enrochement.

### **3. Analyse statistique des données hydrométriques**

Une corrélation a été établie entre les débits de crue mesurés aux stations 02OA082/02OA083 et 02OA030 de la rivière Mascouche afin de générer une série des débits synthétiques des stations 02OA082/02OA083.. Cette corrélation est présentée à la figure 2 accompagnée d'une équation de régression polynomiale. Une courbe de double masse a été développée pour vérifier la corrélation entre les données de débits à ces stations (figure 3). Il a été constaté que ces données ont une corrélation satisfaisante aux fins de la présente analyse.

Une transposition directe des débits des stations 02OA082 et 02OA083 a fourni des résultats pour le secteur étudié. Un facteur de 1,59 a été appliqué à la série de débits étendus des stations 02OA082/02OA083. Ce facteur correspond au rapport entre la superficie du bassin hydrographique à l'embouchure (410 km<sup>2</sup>) et la superficie de drainage des stations hydrométriques 02OA082/02OA083 (258 km<sup>2</sup>).

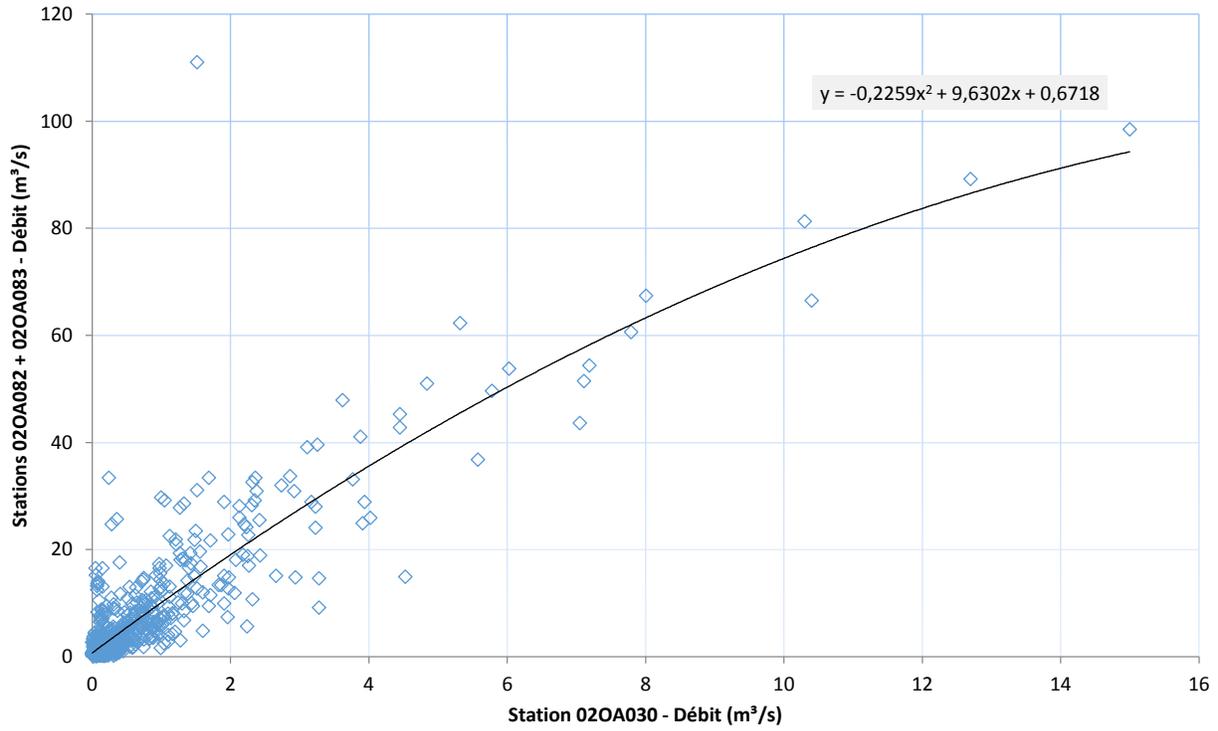


Figure 2 : Courbe de régression pour les données de débits des stations hydrométriques étudiées.

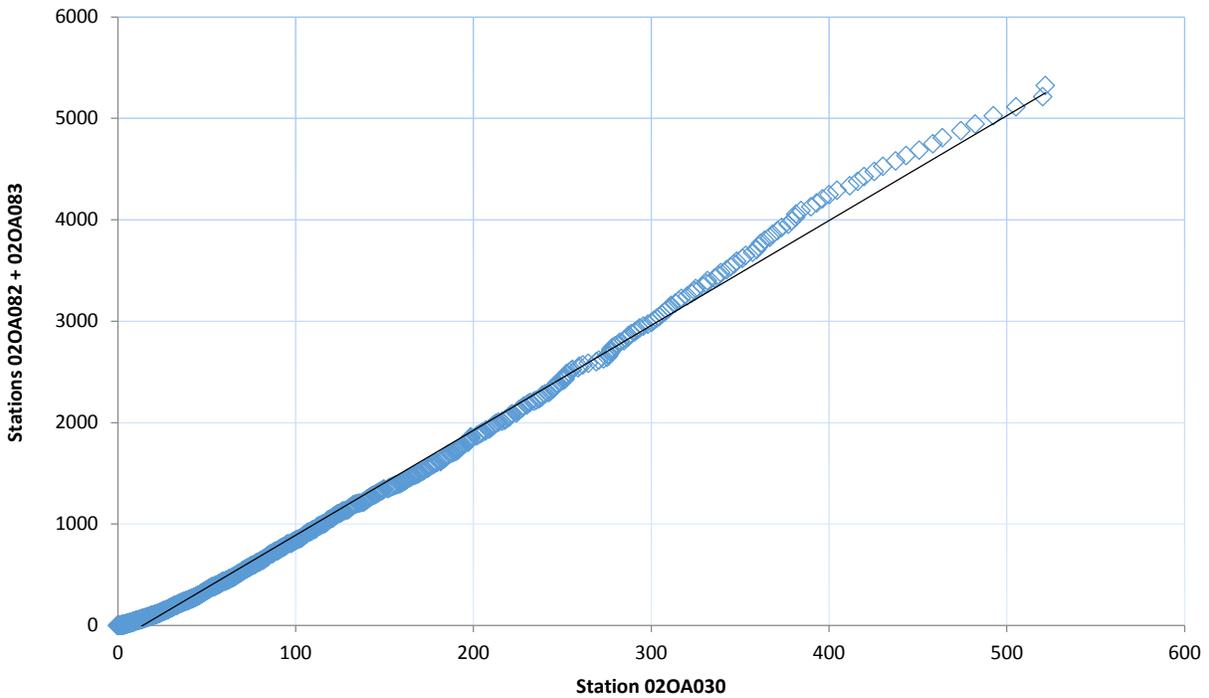


Figure 3 : Courbe de double masse pour les données de débits des stations hydrométriques étudiées.



### 3.1. Crues statistiques

La série de débits étendus des stations hydrométriques 02OA082/02OA083 a été utilisée afin d'évaluer les crues statistiques pour diverses périodes de retour. Cinq lois de probabilité ont été ajustées à l'échantillon des débits journaliers maximaux pour les mois d'août, septembre, octobre, novembre et décembre ainsi que pour toute l'année. Les résultats de la loi de probabilité présentant le meilleur ajustement ont été retenus. Les crues statistiques sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous. Les résultats pour des périodes de construction envisagées de 2, 3, 4 et 5 mois sont également présentés. Tel que démontré par les résultats du tableau, la période de 2 mois couvrant les mois d'août et de septembre est la plus favorable pour la construction dans le canal de dérivation compte tenu des faibles débits observés durant cette période.

**Tableau 2 : Stations hydrométriques 02OA082/02OA083 - Crues statistiques.**

Période		Période de retour (années)			
		100	50	20	2
		Débit (m <sup>3</sup> /s)			
Toute l'année		216,5	200,6	179,9	121,0
Août		58,7	51,3	41,4	13,6
Septembre		87,2	75,8	60,7	17,8
Octobre		141,4	123,2	99,2	31,5
Novembre		94,4	84,4	71,2	33,9
Décembre		110,5	96,6	78,2	26,6
Période de 5 mois	(août à décembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
Période de 4 mois	(août à novembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
	(septembre à décembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
Période de 3 mois	(août à octobre)	141,4	123,2	99,2	31,5
	(septembre à novembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
	(octobre à décembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
Période de 2 mois	(août et septembre)	87,2	75,8	60,7	17,8
	(septembre et octobre)	141,4	123,2	99,2	31,5
	(octobre et novembre)	141,4	123,2	99,2	33,9
	(novembre et décembre)	110,5	96,6	78,2	33,9



### 3.2. Analyse de persistance des crues statistiques

Une autre information importante pour la gestion des eaux pluviales pendant la période de construction est la durée prévue des crues statistiques. Des courbes de débits classés ont été élaborées sur la base des données hydrométriques des stations 02OA082/02OA083 pour chaque mois de l'année au cours de la période de construction. La durée de chaque crue statistique a été estimée à partir de ces courbes. Ces estimations sont présentées au Tableau 3.

Pour la période la plus favorable de l'année pour la construction du canal de dérivation (août et septembre), il est estimé que la crue statistique de deux ans aura une durée maximale d'environ 27 heures.

## **4. Mesures de gestion des eaux pluviales envisagées pendant la période de construction**

En tenant compte des résultats des analyses statistiques présentées à la section 3 et du fait qu'il n'est pas possible de gérer de grandes crues dans ce secteur de la rivière en raison des contraintes imposées par la présence de propriétés adjacentes à la rivière, il est recommandé d'effectuer les travaux de construction au cours des mois d'août et de septembre en raison des plus faibles débits de crue et de la durée relativement courte des crues éventuelles.

Il est suggéré de construire deux batardeaux dans le canal de dérivation: un à l'entrée du canal (près de la confluence avec le bras mort) et un autre en aval du canal pour empêcher l'eau de la rivière des Mille Îles de refouler dans le canal. Le batardeau en amont doit être conçu de façon à permettre le débordement pendant les fortes crues. Ceci est nécessaire pour s'assurer que pendant les périodes de crues, les propriétés adjacentes ne soient pas inondées par des effets de remous causés par le batardeau. En d'autres termes, le surplus d'eau qui ne peut passer par le bras mort devra passer par-dessus le batardeau afin de ne pas inonder les propriétés adjacentes. Au cas où une crue provenant de la rivière Mascouche déborde par-dessus le batardeau, les activités de construction dans le canal de dérivation seraient interrompues.



**Tableau 3 : Durée maximale estimée de chaque crue statistique pour les périodes considérées.**

Période considérée		Paramètres	Période de retour (années)			
			100	50	20	2
Toute l'année		Débit (m <sup>3</sup> /s)	216,5	200,6	179,9	121,0
Période de 1 mois	Août	Débit (m <sup>3</sup> /s)	58,7	51,3	41,4	13,6
		Persistance (heures)	0,0	1,3	3,3	14,0
	Septembre	Débit (m <sup>3</sup> /s)	87,2	75,8	60,7	17,8
		Persistance (heures)	2,4	2,4	2,4	16,9
	Octobre	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	31,5
		Persistance (heures)	0,8	1,2	1,7	16,8
	Novembre	Débit (m <sup>3</sup> /s)	94,4	84,4	71,2	33,9
		Persistance (heures)	2,4	2,4	2,4	25,1
	Décembre	Débit (m <sup>3</sup> /s)	110,5	96,6	78,2	26,6
		Persistance (heures)	0,0	0,5	1,5	24,8
Période de 5 mois	(août à décembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	3,6	5,5	8,0	65,8
Période de 4 mois	(août à novembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	2,9	4,4	6,4	46,1
	(septembre à décembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	3,1	4,6	6,7	61,8
Période de 3 mois	(août à octobre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	31,5
		Persistance (heures)	2,1	3,2	4,6	26,6
	(septembre à novembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	2,4	3,6	5,2	41,6
	(octobre à décembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	2,3	3,5	5,0	54,6
Période de 2 mois	(août et septembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	87,2	75,8	60,7	17,8
		Persistance (heures)	1,9	2,7	3,8	26,8
	(septembre et octobre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	31,5
		Persistance (heures)	1,6	2,4	3,5	21,0
	(octobre et novembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	141,4	123,2	99,2	33,9
		Persistance (heures)	1,6	2,4	3,5	37,9
	(novembre et décembre)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	110,5	96,6	78,2	33,9
		Persistance (heures)	0,0	1,2	3,4	41,0



Il convient de noter que la présence de la chambre des vannes à l'extrémité aval du bras mort présente un obstacle à l'écoulement de la crue du bras mort vers la rivière des Mille Îles. En outre, étant donné que cette vanne est submergée pendant la crue, sa capacité de décharge est dictée par la différence de niveau d'eau entre le bras mort et la rivière des Mille Îles.



Figure 4: Plan du site.



## **5. Étude hydraulique**

Le but de l'étude hydraulique est de monter un modèle hydrodynamique permettant d'évaluer les impacts de la fermeture du canal de dérivation par un batardeau de débordement et de définir les paramètres nécessaires à la conception hydraulique de l'enrochement de protection des berges et du fond du canal.

Plusieurs simulations en conditions de débits de crue ont été effectuées afin d'évaluer le risque d'inondation des propriétés et l'impact sur la vitesse et la direction de l'écoulement dans le secteur à l'étude.

### **5.1. Description de la méthode utilisée**

Un modèle hydrodynamique unidimensionnel a été créé avec le logiciel HEC-RAS pour le secteur à l'étude. Ce modèle a été calibré afin de reproduire de manière satisfaisante les niveaux d'eau observés lors d'une campagne de terrain réalisée en période de crue. Ces niveaux d'eau observés proviennent d'une étude réalisée par le Centre d'Expertise Hydrique du Québec (CEHQ) (Réf. 1).

La simulation des débits de récurrence de 2 ans a permis de définir l'élévation de la crête du batardeau amont situé à l'entrée du canal de dérivation (figure 4). Le niveau de la crête du batardeau a été choisi de sorte que les propriétés adjacentes ne soient pas inondées lors du passage de la crue de deux ans au cours de la période d'août à septembre.

La capacité de décharge de la vanne a été estimée en utilisant l'équation des orifices submergés. La capacité de décharge du batardeau amont a été estimée à l'aide de l'équation d'un déversoir avec un coefficient de décharge de 1,3. Il est à noter que les niveaux d'eau en amont du batardeau sont contrôlés par la profondeur d'eau critique au-dessus du niveau de la crête du batardeau.

### **5.2. Calibration du modèle hydraulique**

Tel que mentionné précédemment, les niveaux d'eau mesurés et présentés dans le rapport du CEHQ (Réf. 1) ont été utilisés pour calibrer le modèle HEC-RAS. De plus, les mêmes conditions aux frontières que celles présentées dans le rapport du CEHQ (Réf. 1) ont été utilisées. Les résultats de calibration du modèle sont présentés au Tableau 4.



Les endroits où les mesures des niveaux d'eau ont été effectuées sont présentés dans le rapport du CEHQ (Réf. 1).

**Tableau 4: Comparaison entre les niveaux d'eau mesurés et simulés.**

ID Site	Description	Niveau mesuré (m)	Niveau simulé (m)	Différence (m)
2.9	RMI – Amont	8,396	8,400	0,004
2	RMA – Bras mort – Aval	8,121	8,180	0,059
3	RMA – Bras mort	8,113	8,180	0,067
4	RMA – Bras mort	8,113	8,180	0,067
5	RMA – Embouchure	8,187	8,170	0,017
6	RMA – Amont Bras mort	8,168	8,180	0,012
9 amont	RMA – Pont piétonnier	8,170	8,170	0,000
10 aval	RMA – Pont route 344	8,164	8,170	0,006



**Figure 5: Sections transversales du modèle HEC-RAS.**



### 5.3. Simulations et résultats

Afin de déterminer les conditions frontières du modèle hydraulique pour la simulation de la crue 1:2 ans pendant la période d'août à septembre, le débit et les niveaux d'eau dans la rivière des Mille Îles ont dû être déterminés. Dans un premier temps, une courbe de tarage a été tracée pour la rivière des Mille îles en amont du bras mort et en aval du canal de dérivation. Pour ce faire, les données de l'étude réalisée par le CEHQ en 2005 (Réf. 2) sur les cotes de crues ainsi que l'étude réalisée sur les niveaux d'eau en période d'étiage (Réf. 3) ont été utilisées.

La crue de 1:2 ans pour la période d'août à septembre dans la rivière des Mille îles a par la suite été évaluée. Les débits maximums mesurés pour les mois d'août et septembre à la station hydrométrique « Mille îles (Rivière des) à Bois-des-Filion » (02OA003) ont été analysés. Comme 104 ans de données étaient disponibles, l'échantillon n'a pas eu à être ajusté à une loi statistique, et la crue 1:2 ans a été évaluée en calculant la période de retour par l'application de l'équation de probabilité empirique de Cunnane sur les débits classés.

La crue de 1 :2 ans pendant la période d'août et septembre dans la rivière des Mille îles ainsi que les courbes de tarages en amont du bas mort et en aval du canal de dérivation ont permis de déterminer les conditions frontières suivantes :

- Débit amont (rivière Mascouche) : 17,8 m<sup>3</sup>/s;
- Débit dans la rivière des Mille Îles : 116,0 m<sup>3</sup>/s ;
- Niveau d'eau dans la rivière des Mille Îles en amont du bras mort : 5,75 m ;
- Niveau d'eau dans la rivière des Mille Îles en aval du canal de dérivation : 5,09 m.

Plusieurs simulations ont été effectuées pour la crue avec une période de retour de 2 ans afin de définir l'élévation de la crête du batardeau de débordement. Tel que mentionné précédemment, l'objectif est d'établir un niveau de crête pour le batardeau qui n'entraîne pas d'inondation des propriétés adjacentes au cours de la période de crue d'août à septembre. L'élévation de la crête du batardeau a été fixée à 9,50 m.

Pour ce niveau de crête, lors de la crue de 2 ans, entre août et septembre, environ 13,7 m<sup>3</sup>/s d'eau passeront dans le bras mort et 4,1 m<sup>3</sup>/s passeront au-dessus du batardeau. Le canal de dérivation restera sec pour les activités de construction pendant les mois d'août et de septembre seulement si l'écoulement dans la rivière Mascouche est de 13,0 m<sup>3</sup>/s ou moins.



Selon la courbe de débits classés développée pour cette période (figure 7), ce débit sera dépassé durant environ deux (2) jours au cours de la période de deux mois (août et septembre). Par conséquent, la fenêtre de temps disponible pour réaliser les activités de construction dans le canal de dérivation est d'environ 58 jours au cours de cette période.



Figure 6 : Étendue de la crue de 2 ans pendant la construction dans les mois d'août et septembre.



## 6. Conception de l'enrochement

La protection avec l'enrochement des berges et du fond du canal de dérivation a été conçue selon la méthode du *EM 1110-2-1601 Hydraulic Design of Flood Control Channels* (Réf. 4). Les dimensions de l'enrochement ont été déterminées en utilisant les équations suivantes:

$$D_{30} = S_f \times C_s \times C_v \times C_t \times d \times \left[ \left( \frac{\gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} \right)^{1/2} \times \frac{V}{\sqrt{K_1 \times g \times d}} \right]^{2,5} \quad (\text{Équation 1})$$

$D_{30}$  : diamètre de l'ouverture du tamis à 30% de passant en masse (m) ;

$S_f$  : facteur de sécurité ;

$C_s$  : coefficient de stabilité ;

$C_v$  : coefficient de distribution de la vitesse verticale ;

$C_t$  : coefficient d'épaisseur ;

$d$  : profondeur d'écoulement local (m) ;

$\gamma_w$  : poids unitaire de l'eau (kg/m<sup>3</sup>) ;

$\gamma_s$  : poids unitaire de l'enrochement (kg/m<sup>3</sup>) ;

$V$  : vitesse locale moyenne en profondeur (m/s) ;

$K_1$  : facteur de correction de la pente latérale;

$g$  : accélération gravitationnelle (9,81 m/s<sup>2</sup>);

$$K_1 = \sqrt{1 - \frac{\sin \theta^2}{\sin \varphi^2}} \quad (\text{Équation 2})$$

$\theta$  : angle de la pente latérale avec l'horizontal (degrés) ;

$\varphi$  : angle de repos du matériau (degrés) ;

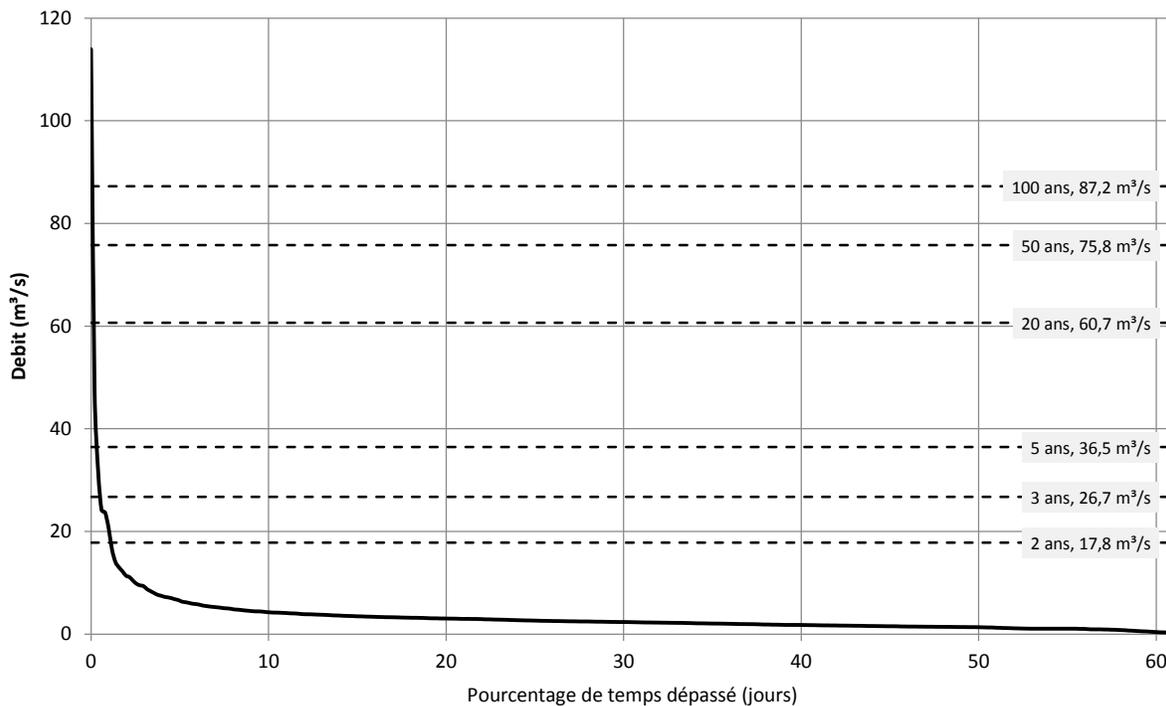


Figure 7 : Courbe des débits classés pour la période d'août-septembre.

La vitesse moyenne utilisée pour la conception de l'enrochement est basée sur les simulations effectuées avec le modèle hydraulique pour une crue avec un période de retour de 50 ans. Il a été supposé que les niveaux d'eau dans la partie aval de la rivière des Mille Îles seront ceux d'une période de retour de 2 ans. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice mais raisonnable, l'objectif étant d'augmenter la pente de la ligne d'eau afin d'estimer les vitesses maximales possibles dans le canal de dérivation au cours de la crue. La vitesse maximale estimée avec le modèle 1D pour la section transversale est de 2,45 m/s. Cette vitesse a été majorée à l'aide d'un facteur de 1,2 pour tenir compte du champ de vitesse dans la section transversale.



Les valeurs suivantes ont été utilisées comme paramètres pour les équations 1 et 2 :

$S_f$	1,2 (en tenant compte de l'effet des débris de glace)
$C_s$	0,375
$C_v$	1,0 (pour canaux droits)
$C_t$	1,5
$d$	4,74 m
$\gamma_w$	1000,0 kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_s$	2400,0 kg/m <sup>3</sup>
$V$	2,94 m/s
$\theta$	26,6 degrés
$\varphi$	40,0 degrés
$K_1$	0,72
$g$	9,81 m/s <sup>2</sup>

Les dimensions calculées pour l'enrochement sont:

$$D_{30} = 387 \text{ mm}$$

$$D_{50} = D_{30} \times \left(\frac{D_{85}}{D_{15}}\right)^{1/3} = 545 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{D_{85}}{D_{15}}\right) = 2,8$$

## 7. Conception du batardeau

Tel que mentionné à la section 5.3, le batardeau est conçu pour être débordé lorsque le débit dans la rivière Mascouche dépasse 13 m<sup>3</sup>/s. En considérant une pente de 3H:1V pour le batardeau, il a été estimé que la vitesse de l'écoulement au bas de la face aval de celui-ci atteindrait environ 4,5 m/s lors du débordement.

Il est proposé de revêtir le batardeau d'un tapis composé de blocs de béton articulés. L'utilisation d'un tapis de marque *Cable Concrete*<sup>®</sup> est suggéré. Le système CC-35, composé de blocs de 4''1/2 à 5'' d'épaisseur, serait adéquat pour une vitesse d'écoulement de 4,5 m/s.



## 8. Vérification de la capacité hydraulique du canal en condition de projet et comparaison avec la capacité existante

Une simulation a été effectuée afin de vérifier la capacité hydraulique du canal de dérivation dans les conditions de projet. Le canal a été modélisé selon les paramètres physiques suivants :

**Tableau 5 : Paramètres physiques du canal de dérivation dans les conditions de projet**

Largeur du fond du canal	12,20 m
Pente latérale $\theta$	26,6 degrés (1:2)
Pente longitudinale	0 degrés (fond plat)
Niveau du fond du canal	5,5 m
Épaisseur moyenne de l'enrochement	1,5 m

Les coupes des sections modélisées sont présentées à l'annexe A.

Le débit de la crue de récurrence 50 ans, soit 200,6 m<sup>3</sup>/s, a été modélisé. Il a été considéré que la totalité de ce débit transite par le canal de dérivation. Le niveau d'eau de la rivière des Mille-Îles à la sortie du canal de dérivation pour la période de retour de 50 ans, soit 9,76 m, a servi de condition aval. **Le niveau d'eau, la vitesse d'écoulement et la revanche disponible sont présentés pour chaque section au Tableau 6. Un profil de la ligne d'eau modélisée est présenté à la Figure 8.**

La revanche minimale obtenue par rapport au niveau supérieur de l'enrochement du canal de dérivation lors de la simulation est de 26 cm. Par conséquent, la capacité hydraulique du canal de dérivation dans les conditions de projet est considérée suffisante pour transiter la crue de période de retour de 50 ans.

Une seconde simulation a été effectuée afin de comparer la capacité du canal de dérivation en enrochement avec la capacité existante. La modélisation a été effectuée avec les données bathymétriques du canal existant.

En moyenne, le niveau d'eau modélisé par le passage de la crue cinquantenaire dans le canal de dérivation en condition de projet est 7 cm plus élevé que celui obtenu lors de la modélisation du même débit dans le canal existant.



**Tableau 6: Résultat de la simulation de la crue 50 ans dans le canal, en condition de projet.**

Chaînage (m)	Niveau des berges (enrochement) (m)	Niveau d'eau (m)	Revanche (m)	Vitesse moyenne (m/s)
0+010.000	10.50	9.76	0.74	0.96
0+020.000	10.50	9.75	0.75	1.04
0+030.000	10.50	9.72	0.78	1.37
0+040.000	10.50	9.54	0.96	2.45
0+050.000	10.50	9.58	0.92	2.42
0+060.000	10.50	9.61	0.89	2.39
0+070.000	10.50	9.64	0.86	2.37
0+080.000	10.50	9.67	0.83	2.34
0+090.000	10.50	9.70	0.80	2.32
0+100.000	10.50	9.72	0.78	2.30
0+110.000	10.50	9.75	0.75	2.28
0+120.000	10.50	9.78	0.72	2.26
0+130.000	10.50	9.80	0.70	2.24
0+140.000	10.50	9.83	0.67	2.22
0+150.000	10.50	9.85	0.65	2.21
0+160.000	10.50	9.88	0.62	2.19
0+170.000	10.50	9.90	0.60	2.17
0+180.000	10.50	9.92	0.58	2.16
0+190.000	10.50	9.94	0.56	2.14
0+200.000	10.50	9.96	0.54	2.13
0+210.000	10.50	9.99	0.51	2.11
0+220.000	10.50	10.01	0.49	2.1
0+230.000	10.50	10.03	0.47	2.09
0+240.000	10.50	10.05	0.45	2.07
0+250.000	10.50	10.07	0.43	2.06
0+260.000	10.50	10.08	0.42	2.05
0+270.000	10.50	10.10	0.40	2.04
0+280.000	10.50	10.12	0.38	2.02
0+290.000	10.50	10.14	0.36	2.01
0+300.000	10.50	10.16	0.34	2.00
0+310.000	10.50	10.17	0.33	1.99
0+320.000	10.50	10.19	0.31	1.98
0+330.000	10.50	10.21	0.29	1.97
0+340.000	10.50	10.22	0.28	1.96
0+350.000	10.50	10.24	0.26	1.95

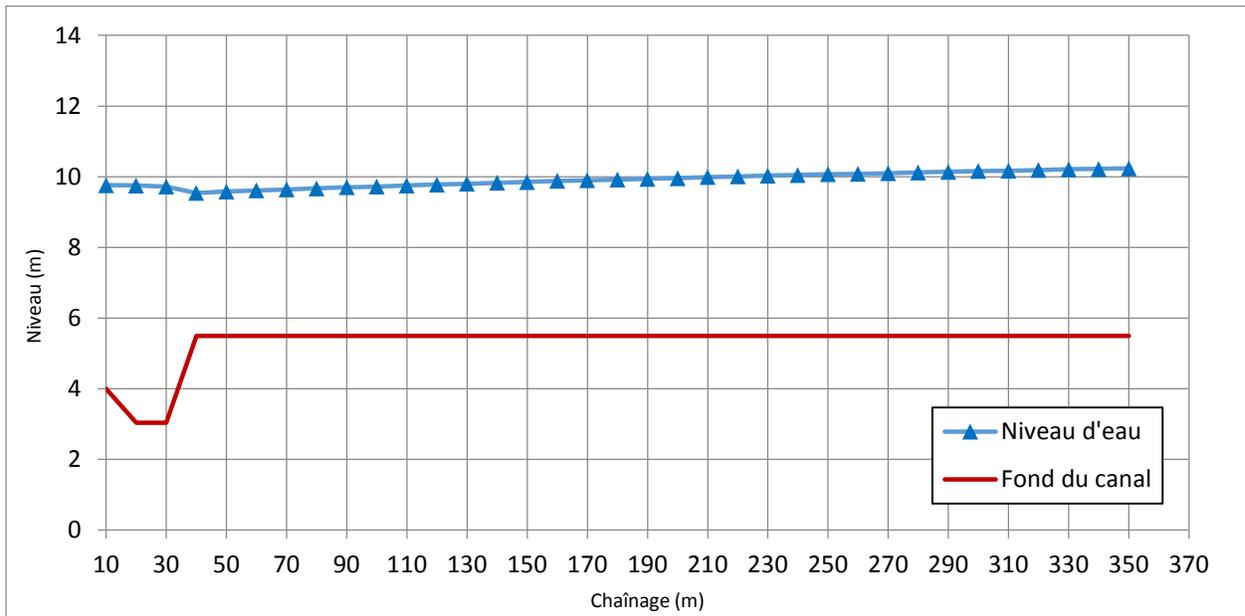


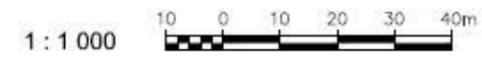
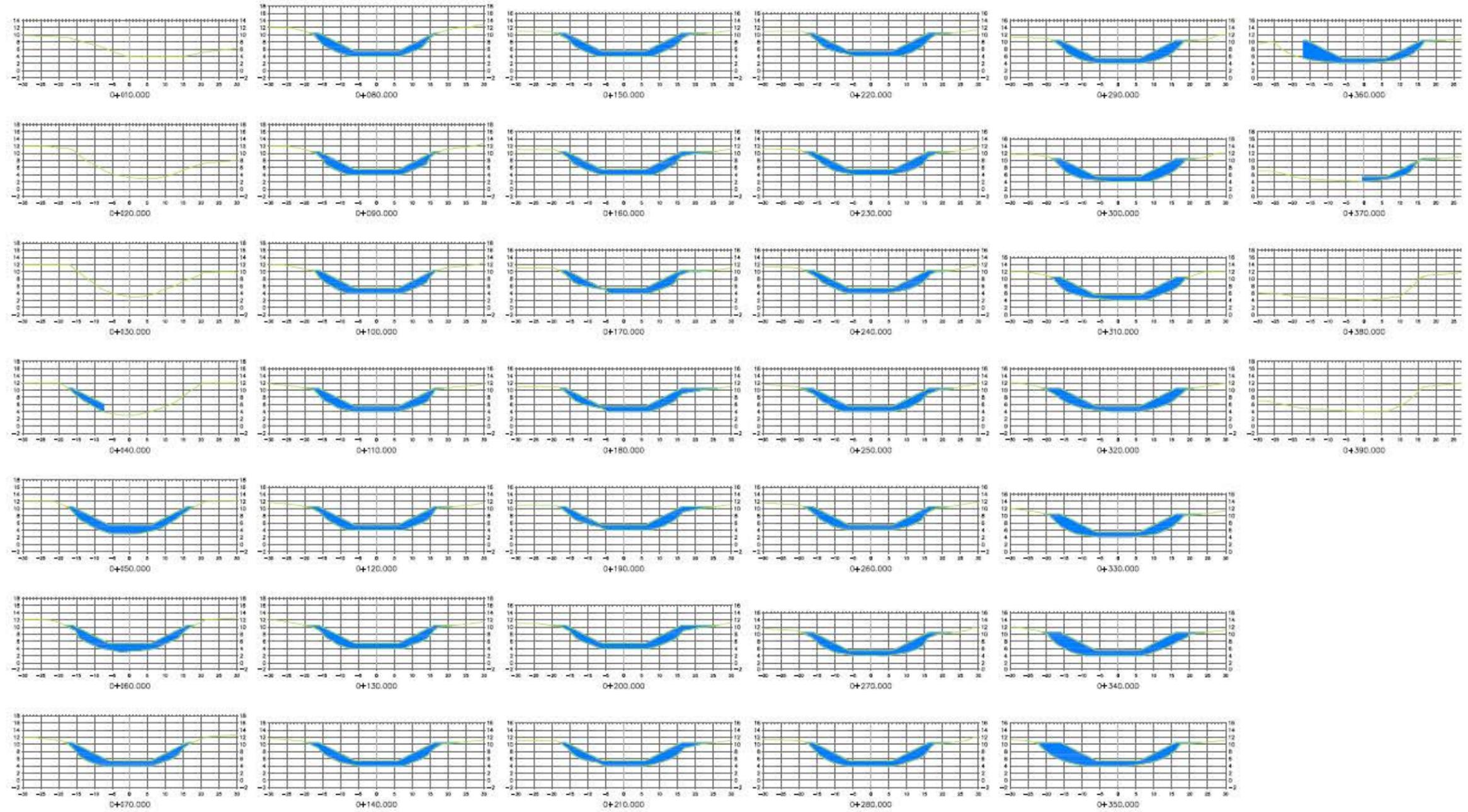
Figure 8 : Profil de la simulation de la crue 50 ans dans le canal, en condition de projet.



## **RÉFÉRENCES**

- Réf. 1 Centre d'Expertise Hydrique du Québec – CEHQ (2015). Étude hydraulique sur l'émissaire naturel de la rivière Mascouche. Rapport final.
- Réf. 2 Centre d'Expertise Hydrique du Québec – CEHQ (2005). Revision des cotes de crues. Riviere des Mille Îles. CEHQ 13-001. Avril 2005.
- Réf. 3 Consortium Aqua Terra – (2007). Hydrologie de la rivière des Mille Îles - Relevés en période d'étiage – Rapport de mission. Décembre 2007
- Réf. 4 United States Army Corps of Engineers – USACE (1994). Hydraulic Design of Flood Control Channels. Engineer Manual – EM 1110-2-1601. 1 July 1991 / 30 June 1994.

**ANNEXE A – SECTIONS DU CANAL DE DÉRIVATION DANS LES CONDITIONS DE PROJET**



# Annexe C

Rapport de conversation avec Mme Chantal Côté du ministère  
des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec





---

**Objet :** Inventaires – Canal de dérivation, Mascouche **Réf. :** 643174

**Client :** Ville de Terrebonne **Date :** 2018-03-13

**Conversation entre :** Christian Fortin SNC-Lavalin GEM Qc inc. **et :** Chantal Côté MFFP

**Type de contact (X) :** Tél. :  Réunion :  Autres :

**Diffusion :**

---

**DÉTAIL DE LA COMMUNICATION**

Micromammifères : protocole MFFP, deux transects (1 par zone d'étude restreinte), inventaire à partir du 15 août

Tortues : 3 visites espacées de 1 semaine, dans les deux zones d'étude restreinte, en juin (avant 9:00 et après 18:00), observations de tortues; pas seulement la validation de sites de ponte potentiels

Couleuvres : protocole MFFP, bardeaux, 1 grille par zone d'étude restreinte, au printemps (avril-juin) ou fin été (mi-août-octobre, et doit débuter au plus tard le 15 septembre)

Anoures et salamandres : aucun inventaire

---

# Annexe D

Inventaires fauniques complémentaires  
(SNC-Lavalin, 2018)





SNC • LAVALIN

# Étude d'impact pour la gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche

Inventaires fauniques complémentaires

Ville de Terrebonne



Environnement et géosciences

novembre | 2018

Rapport  
Ref. Interne 643174\_SLEG\_EEE\_L02

# Étude d'impact pour la gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche

Inventaires fauniques complémentaires

Ville de Terrebonne

Préparé par :



Louis Simon Barville, M. Env., Biologiste  
Chargé de projet  
Environnement et géosciences  
Ingénierie des infrastructures

Vérfié par :



Christian Fortin, M.Sc., Biologiste  
Directeur de projet  
Environnement et géosciences  
Ingénierie des infrastructures

N/Dossier n° : 643174  
N/Document n° : 643174\_SLEG\_EEE\_L02

Novembre 2018



## Avis au lecteur

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

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

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

## Équipe de travail

### **SNC-Lavalin GEM Québec inc.**

Julie Bastien, M.Sc. Eau, Biologiste

Louis Simon Banville, M. Env., B. Sc. Biologie

Benoit Caron, M. Sc. Biologie

Christian Fortin, M. Sc. Biologie

Christian Laroche, B. Sc. Géographie

Mélanie Hunault

Chargée de projet

Chargé de projet

Spécialiste ichthyofaune

Spécialiste faune terrestre

Géomatique

Édition

### **Ville de Terrebonne**

Marc Léger

Mahotia Gauthier

Karine Dancose, M. Sc. Biologie

Directeur de l'environnement

Coordonnatrice – Biodiversité et changements climatiques

Assistance au terrain

## Table des matières

1	Introduction .....	1
2	Zone d'étude .....	3
3	Méthodologie.....	7
3.1	Micromammifères .....	7
3.2	Couleuvres .....	7
3.3	Tortues .....	8
3.4	Habitat du poisson.....	13
3.5	Habitat des chiroptères.....	13
4	Résultats et discussion .....	15
4.1	Micromammifères .....	15
4.2	Couleuvres .....	15
4.3	Tortues .....	16
4.4	Habitat du poisson.....	16
4.5	Habitat des chiroptères.....	17
5	Références.....	21

## Liste des tableaux

Tableau 1	Description des trois sites d'inventaire des micromammifères .....	7
Tableau 2	Calendrier d'inventaire des couleuvres.....	8
Tableau 3	Espèces et nombre de micromammifères capturés aux trois sites d'inventaire, 22 au 27 août 2018 .....	15
Tableau 4	Espèces et nombre de couleuvres capturés aux quatre sites d'inventaire en 2018.....	16
Tableau 5	Résumé de la caractérisation de l'habitat du poisson.....	17
Tableau 6	Évaluation du potentiel de présence des chauves-souris dans la zone d'étude .....	19

## Liste des cartes

Carte 1	Zones d'études restreintes .....	5
Carte 2	Stations d'inventaire et observations d'intérêt - Bras-Mort de la rivière Mascouche .....	9
Carte 3	Stations d'inventaire et observations d'intérêt - Canal de dérivation .....	11

## Liste des annexes

Annexe A	Photographies
Annexe B	Liste des captures de micromammifères, par date et par station
Annexe C	Effort de capture lors de la campagne de piégeage des micromammifères, par date et par station
Annexe D	Résultats détaillés – Couleuvres

# 1 Introduction

Dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'ÉIE pour le projet de gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a transmis le 7 mars 2018 à la Ville de Terrebonne des questions sur l'ÉIE. À la question 24, des inventaires supplémentaires sur l'herpétofaune, les micromammifères et l'habitat du poisson ont été demandés afin de décrire l'utilisation de la zone d'étude par les différentes espèces et de mieux évaluer les impacts sur la faune. Suite à une discussion avec l'analyste du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP; Mme Chantal Côté) le 13 mars 2018, il a été entendu que des inventaires étaient requis pour les tortues, les couleuvres et les micromammifères.

Les principaux objectifs de ces inventaires sont :

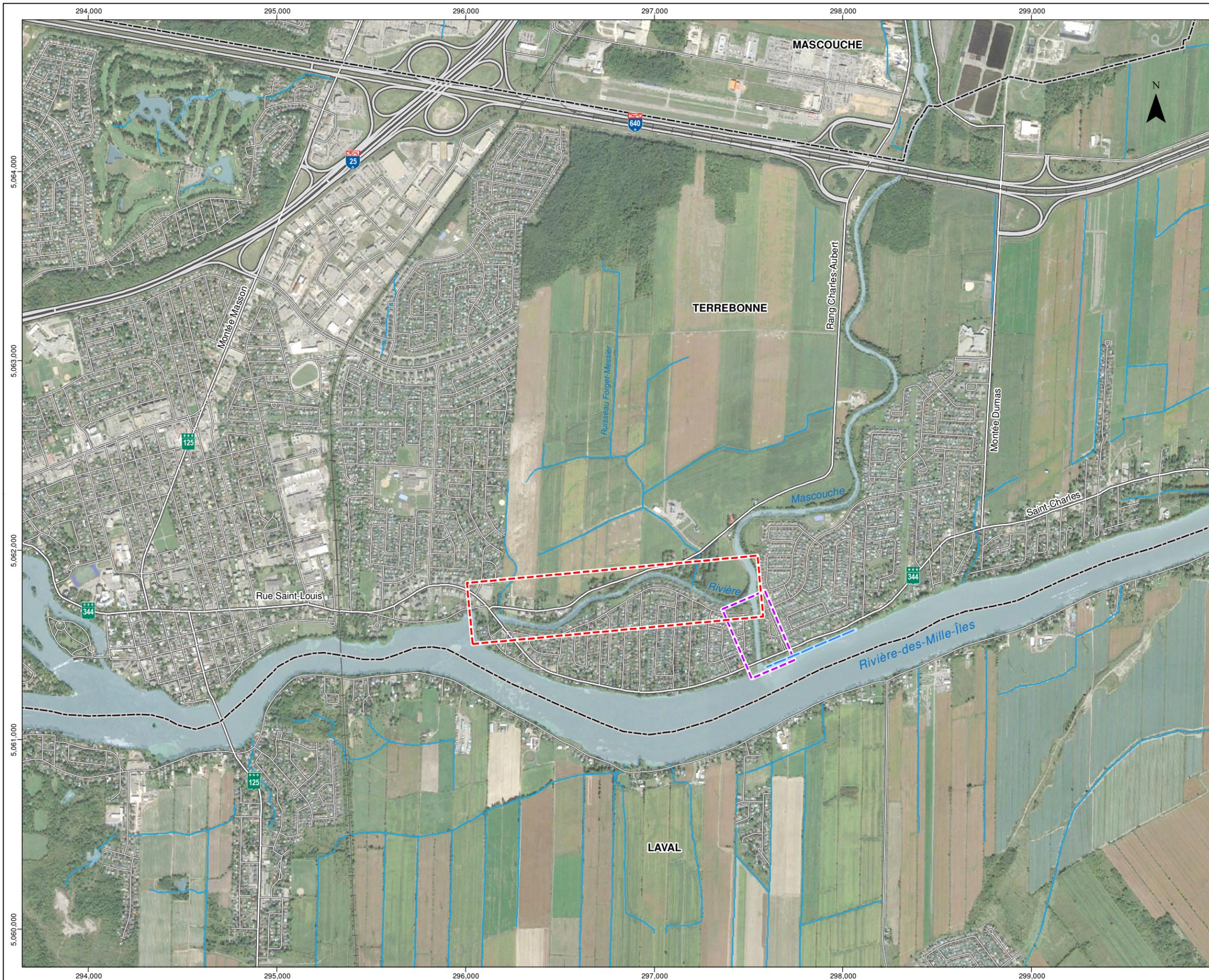
- › Identifier les espèces de micromammifères, de couleuvres et de tortues présentes dans la zone d'étude en portant une attention particulière aux espèces à statut particulier, notamment la tortue géographique;
- › Caractériser l'habitat du poisson dans la rivière des Mille-Îles en aval du canal de dérivation, sur un tronçon de 500 m;
- › Évaluer le potentiel d'habitat pour les chiroptères.

Le présent document décrit les méthodologies utilisées et les résultats des inventaires.

## 2 Zone d'étude

Pour les besoins des inventaires complémentaires, deux zones d'étude restreintes ont été définies. La première est un rectangle d'environ 250 m par 450 m situé autour du canal de dérivation, soit entre le bras-mort et la rivière des Mille-Îles (carte 1). Il s'agit de la zone d'étude correspondant à l'endroit où la majeure partie des impacts se feront sentir, puisque c'est dans cette zone que les travaux auront lieu.

La seconde zone d'étude est un rectangle d'environ 300 m par 1 500 m autour du bras-mort, entre le croisement de celui-ci avec le canal de dérivation et la rivière des Mille-Îles.



**COMPOSANTES DU PROJET**

Zones d'études restreintes

- Bras mort
- Canal de dérivation

**AUTRE**

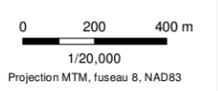
- Limite municipale
- Autoroute
- Route régionale et collectrice
- Route locale
- ++ Chemin de fer
- Cours d'eau
- Caractérisation de l'habitat du poisson (500 m)



**Gestion de l'érosion du canal de dérivation  
de la rivière Mascouche  
Étude d'impact sur l'environnement  
Inventaires fauniques complémentaires**

**Zones d'études restreintes**

**Sources :**  
 Canvec, RnCan, 2008. MDDEFP, 2012. MFFP, 2016. SDA, 2017.  
 Carte topo 31H12-200-0202, © Gouvernement du Québec.  
 MRC Les Moulins, 2016. Image Google Earth, 2013.  
 Adresse Québec, 2015. CIC, 2010.



Novembre 2018

Carte 1

### 3 Méthodologie

Deux personnes ont été impliquées dans les inventaires, soit M. Christian Fortin (biologiste, M. Sc.) et Louis Simon Banville (biologiste, M. Env.). Un permis de gestion de la faune (permis 2018-06-05-1502-14-GF) a été obtenu auprès du MFFP pour la capture des micromammifères et des couleuvres. Les méthodes ont été validées auprès du MFFP préalablement à la réalisation des inventaires.

#### 3.1 Micromammifères

L'inventaire des micromammifères s'inspire des recommandations de Jutras (2005) et a impliqué l'utilisation de pièges-fosses et de pièges-trappes. Deux grilles de 50 pièges-trappes et 4 pièges-fosses chacune et une troisième grille de 44 pièges-trappes et 4 pièges-fosses ont été disposées dans les habitats propices (cartes 2 et 3; tableau 1; photos 1 à 3, annexe A). Les trois grilles ont donc été disposées dans des habitats d'intérêt pour les micromammifères en général, et en particulier pour le campagnol-lemming de Cooper (espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec), soit une friche herbacée dans la bande riveraine de la rivière des Mille-Îles, une herbaçaie dans la bande riveraine du bras-mort et une arbustaie/herbaçaie dans la bande riveraine du bras-mort également. Les milieux riverains constituent en effet des habitats de choix pour les micromammifères. Le campagnol-lemming de Cooper sélectionne quant à lui les habitats dominés par les herbes, dont les milieux humides herbeux (Lindzey, 1983). Chaque piège a été actif pendant au moins cinq nuits. Les pièges étaient appâtés avec du beurre d'arachide et étaient visités chaque jour, entre le 22 et le 27 août 2018. Les spécimens ont été congelés, puis identifiés en laboratoire par un spécialiste, soit M. Gilles Lupien.

**Tableau 1 Description des trois sites d'inventaire des micromammifères**

Site	Principale espèce visée	Description de l'habitat
1 (M01)	Campagnol-lemming de Cooper	Friche herbacée dans la bande riveraine de la rivière des Mille-Îles Présence d'herbes : +++
2 (M02)	Campagnol-lemming de Cooper	Herbaçaie dans la bande riveraine du bras-mort Présence d'herbes : ++
3 (M03)	Campagnol-lemming de Cooper	Arbustaie/herbaçaie dans la bande riveraine du bras-mort Présence d'herbes : +

#### 3.2 Couleuvres

Le protocole d'inventaire des couleuvres élaboré par le MFFP (2018a) a été suivi. L'objectif des inventaires était de recenser les espèces présentes dans la zone d'étude, en portant une attention particulière aux espèces à statut particulier. Les milieux ouverts et les bordures de milieux forestiers (écotones) ont été privilégiés lors des travaux de terrain, car ces milieux sont généralement recherchés par les couleuvres. Ainsi, quatre grilles d'abris artificiels (bardeaux d'asphalte) comportant chacune entre 10 et 15 stations (pour un total de 50) ont été disposées dans des habitats propices, soit dans la friche de la bande riveraine de la rivière des Mille-Îles, en bordure d'une strate arbustive dans le parc de l'Étiage, dans le haut de talus du bras-mort le long d'une clôture et dans la friche herbacée située sur un terrain privé (cartes 2 et 3; photos 4 à 7, annexe A). Cette activité impliquait donc la pose de bardeaux d'asphalte, soit deux

bardeaux par station. Elle a eu lieu le 21 août 2018, soit neuf jours avant le premier relevé. L'inventaire a couvert une période d'environ cinq semaines entre le 30 août et le 28 septembre 2018, avec deux visites par semaine aux semaines 1, 3 et 5. Un total de six visites a donc été effectué pour chaque abri artificiel. De plus, des recherches actives, qui consistaient à soulever des abris potentiels (roches, empièvements, débris ligneux, déchets) pour vérifier la présence de couleuvres, ont également été réalisées au cours des semaines 1, 3 et 5. Ces visites ont été concomitantes à celles prévues pour le relevé des bardeaux et consistaient à parcourir les alentours de chaque site. Le calendrier d'inventaire et les conditions météorologiques sont présentés au tableau 2.

**Tableau 2 Calendrier d'inventaire des couleuvres**

Activités	Date	Heure		Conditions météorologiques		
		Début	Fin	T° min.	Nuages	Précipitations
Installation des bardeaux	2018-08-21	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Abris artificiels - visite 1	2018-08-30	12h	13h45	19 à 21 °C	50 à 70 %	Aucune
Abris artificiels - visite 2	2018-08-31	9h	10h	15 à 18 °C	0 %	Aucune
Abris artificiels - visite 3	2018-09-11	9h	10h	20 °C	95 %	Oui
Abris artificiels - visite 4	2018-09-13	9h	10h15	18 °C	10 %	Aucune
Abris artificiels - visite 5	2018-09-27	11h	12h30	16 °C	25 %	Aucune
Abris artificiels - visite 6	2018-09-28	11h	12h30	19 °C	70 %	Aucune

### 3.3 Tortues

Pour les tortues, l'inventaire à vue prévoyait trois visites, de juin au début de juillet, soit au cours de la période de ponte de la tortue géographique (MFFP 2018b). Toutefois, suite à l'observation de tortues géographique lors de la première visite de terrain (6 juin 2018), le MFFP a considéré qu'il n'était pas nécessaire de poursuivre les inventaires (communication personnelle de Chantal Côté, MFFP, 8 juin 2018).



- COMPOSANTE DU PROJET**
- Zone d'étude restreinte
  - Bras mort
- INVENTAIRE**
- Piégeage micromammifères
  - Bardeaux d'asphalte (couleuvres)
  - Tortue géographique
  - Couleuvre brune
  - Couleuvre rayée
- AUTRE**
- Route régionale et collectrice
  - Route locale

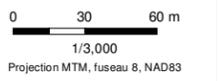


Terrebonne SNC-LAVALIN

**Gestion de l'érosion du canal de dérivation de la rivière Mascouche**  
**Étude d'impact sur l'environnement**  
**Inventaires fauniques complémentaires**

**Stations d'inventaire et observations d'intérêt**  
**Bras mort de la rivière Mascouche**

**Sources :**  
 MRC Les Moulins, 2016. Image Google Earth, 2013.  
 Adresse Québec, 2015. Matrice\_64008\_Lachenaie.dwg  
 Inventaires herpétofaunes, SNC-Lavalin, Environnement et géosciences, 2018





**COMPOSANTE DU PROJET**

-  Zone d'étude restreinte
-  Canal de dérivation

**INVENTAIRE**

-  Piégeage micromammifères
-  Zone de ponte de tortue potentielle
-  Bardeaux d'asphalte (couleuvres)
-  Tortue géographique
-  Couleuvre brune
-  Couleuvre rayée

**AUTRE**

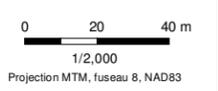
-  Route régionale et collectrice
-  Route locale



Gestion de l'érosion du canal de dérivation  
de la rivière Mascouche  
Étude d'impact sur l'environnement  
Inventaires fauniques complémentaires

**Stations d'inventaire et observations d'intérêt  
Canal de dérivation**

**Sources :**  
MRC Les Moulins, 2016. Image Google Earth, 2013.  
Adresse Québec, 2015. Matrice\_64008\_Lachenaie.dwg  
Inventaires herpétofaunes, SNC-Lavalin, Environnement et géosciences, 2018



Novembre 2018

Carte 3

### 3.4 Habitat du poisson

Une caractérisation de l'habitat du poisson a été effectuée le long de la rivière des Mille-Îles en aval du canal de dérivation, sur un tronçon de 500 m (voir carte 1). Celle-ci comprenait une description des rives, du substrat et la prise de données de qualité de l'eau. La caractérisation des herbiers, incluant l'identification des espèces de plantes aquatiques, ainsi que l'estimation de la superficie, a également été réalisée. La visite de caractérisation a été effectuée le 31 août 2018 lorsque les herbiers étaient bien implantés. Les paramètres physicochimiques de l'eau ont été mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètre YSI (Pro Plus). L'étalonnage de la sonde a été effectué le jour même à l'aide de solutions d'étalonnage certifiées.

### 3.5 Habitat des chiroptères

Bien qu'aucune caractérisation spécifique de l'habitat des chiroptères n'a été réalisée, les multiples visites terrain dans le cadre des autres inventaires ont permis de mieux décrire l'habitat.

## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Micromammifères

Un total de 22 micromammifères appartenant à deux espèces et un genre (les souris capturées du genre *peromyscus* n'ont été identifiées qu'au genre, car un test d'ADN est nécessaire pour différencier avec certitude la souris à pattes blanches de la souris sylvestre) ont été capturés au cours de 768 nuits-pièges, soit un succès de capture global de 2,9 spécimens par 100 nuits-trappes (tableau 3; annexes B et C). La principale espèce capturée est celle du genre *peromyscus*, avec 12 captures. Ce faible taux de capture et cette faible diversité d'espèces suggèrent fortement que 2018 était un creux d'abondance pour les micromammifères dans la région d'insertion du projet.

Aucune espèce à statut particulier n'a donc été capturée. Toutefois, l'année 2018 a été une faible année d'abondance pour les rongeurs dans la région d'insertion du projet, comme mentionné précédemment. De plus, le campagnol-lemming de Cooper est généralement présent en faible densité, bien que des pics d'abondance soient parfois observés (Linzey 1983, Fortin et Doucet 2003). Il arrive ainsi qu'on n'observe aucune capture de l'espèce lors des années de faible abondance même si l'espèce est présente dans une zone d'étude donnée (Fortin et Doucet 2003). Dans ces circonstances, on ne peut pas exclure la présence du campagnol-lemming de Cooper dans la présente zone d'étude, d'autant plus que ses habitats préférentiels sont présents, bien que de faibles superficies.

**Tableau 3** Espèces et nombre de micromammifères capturés aux trois sites d'inventaire, 22 au 27 août 2018

Espèce	Site 1 (M01)	Site 2 (M02)	Site 3 (M03)	Total
<b>Souris du genre <i>Peromyscus</i></b>	5	6	1	<b>12</b>
<b>Grande musaraigne</b> - <i>Blarina brevicauda</i>	1	4	1	<b>6</b>
<b>Campagnol des champs</b> - <i>Microtus pennsylvanicus</i>	2	1	1	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

### 4.2 Couleuvres

Deux espèces de couleuvre ont été observées, soit la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) et la couleuvre brune (*Storeria dekayi*) (photos 11 à 13, annexe A). La méthode des bardeaux a permis la capture de tous les spécimens, les recherches actives n'ayant donné aucun résultat (tableau 4). La couleuvre rayée est très commune au Québec alors que la couleuvre brune est une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

**Tableau 4 Espèces et nombre de couleuvres capturés aux quatre sites d'inventaire en 2018**

Espèce	Site 1 (C01)	Site 2 (C02)	Site 3 (C03)	Site 4 (C04)	Total
<b>Couleuvre brune</b> - <i>Storeria dekayi</i>	3	2	0	0	<b>5</b>
<b>Couleuvre rayée</b> - <i>Thamnophis sirtalis</i>	0	2	0	0	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>

#### 4.3 Tortues

Lors de la première visite (6 juin 2018), trois tortues géographiques ont été observées dans le canal de dérivation puis formellement identifiés (cartes 2 et 3, photo 8, annexe A). Conséquemment, le MFFP n'a pas jugé nécessaire de poursuivre l'inventaire étant donné que l'espèce ayant le plus d'intérêt a été observée et que la présence de celle-ci dans ce secteur ne faisait plus aucun doute (communication personnelle de Chantal Côté, MFFP, 8 juin 2018).

Un site de ponte potentiel a également été identifié, dans le parc des Méandres, qui est situé sur la rive gauche de la rivière Mascouche, au croisement du canal de dérivation et du bras-mort (carte 3). Le substrat de certaines sections du parc est en effet constitué de sable (autour des jeux d'enfants) et il est traversé par un sentier en gravier (photo 9, annexe A). Toutefois, le potentiel est grandement diminué en raison du talus très abrupt dans ce secteur de la rivière Mascouche, limitant l'accès des tortues au parc (photo 10, annexe A). C'est aussi un site fréquenté par la population environnante le jour, ce qui pourrait déranger d'éventuelles tortues désirant fréquenter le site.

Aucun signe de ponte n'a été observé lors de la visite du 6 juin 2018.

#### 4.4 Habitat du poisson

Les premiers 500 m en aval de l'embouchure du canal de dérivation le long de la rivière des Mille-Îles forment une plage et constituent un chenal lotique (profondeur > 60 cm et vitesse d'écoulement supérieur à 0,3 m/s; Malavoi et Souchon, 2001) sur toute la longueur caractérisée. Les données physicochimiques relevées indiquent un pH acide de 6,25, une température de 16,0 °C et une oxygénation du cours d'eau à 86,3%.

Lorsqu'elle est présente, la végétation aquatique est submergée et couvre une superficie d'environ 2 à 3 mètres de largeur sur environ 10 mètres de longueur (31 août 2018 ; voir photo 14, annexe A) et est constituée de *sparganium* sp. (voir photo 15, annexe A). La rive est constituée d'une friche herbacée et la pente y est relativement faible.

Le substrat est composé de sable et de limon dans une proportion 60-40 (voir photo 16, annexe A). Les abris sont rares et sont essentiellement des débris ligneux et des structures anthropiques (quais).

La qualité de l'habitat pour la fraie est jugée faible, puisque la végétation aquatique est présente en trop faible quantité et qualité (talles de rubanier très compactes). La qualité de l'habitat pour l'alevinage et l'alimentation est jugée moyenne en raison de la présence de quelques abris (troncs d'arbres et de quais). En période estivale, les herbiers présents peuvent également offrir un refuge et une source d'alimentation pour les alevins (invertébrés benthiques, insectes,

poissons). De façon opportuniste en période de crue, les poissons de plus grandes tailles peuvent également profiter des herbiers pour s'alimenter.

Le tableau 5 présente un résumé de la caractérisation et de l'évaluation de la qualité de l'habitat du poisson sur 500 m en aval de l'embouchure.

**Tableau 5 Résumé de la caractérisation de l'habitat du poisson**

Caractère		
Faciès d'écoulement	Chenal lotique	
Substrat (par ordre d'importance)	Sable et limon	
Nature des berges	Herbacée	
Pente	0-5 %	
Couvert végétal (bande riveraine)	Herbacée	
Ombre vers midi (%)	0	
Transparence de l'eau	Moyenne	
Quantité d'abris	Peu	
Type d'abris	Débris ligneux, végétation aquatique, quais	
Qualité de l'habitat	Fraie	Faible
	Alevinage et alimentation	Moyenne

#### 4.5 Habitat des chiroptères

La zone d'étude chevauche l'aire de répartition des huit espèces de chauves-souris du Québec (Jutras et Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012). Toutes les espèces possèdent un statut de protection provincial et/ou fédéral, à l'exception de la grande chauve-souris brune. Comme les cours d'eau sont entre autres utilisés par les chauves-souris comme voie de déplacement et pour l'alimentation (Grindal, Morissette et Brigham 1999), on ne peut pas exclure à priori l'utilisation de la zone d'étude par l'une ou l'autre des espèces, considérant la présence du bras-mort et du canal de dérivation, lesquels sont connectés à la rivière Mascouche et à la rivière des Mille-Îles. Toutefois, les espèces davantage forestières risquent moins d'utiliser la zone d'étude de façon significative (Henderson, Farrow et Broders 2008; Farrow et Broders 2011), comparativement aux espèces généralistes capables d'exploiter les insectes présents autour des lampadaires, et celles tolérant bien un paysage forestier fragmenté (c.-à-d., les boisés résiduels au sein des matrices urbaines et agricoles) (Fabianek, Gagnon et Delorme 2011). Par ailleurs, la présence d'arbres matures et de bâtiments procure des sites de repos et de maternité potentiels. Le tableau suivant évalue le potentiel de présence dans la zone d'étude pour chaque espèce.

**Tableau 6 Évaluation du potentiel de présence des chauves-souris dans la zone d'étude**

Nom français	Nom latin	Habitats de repos ou de reproduction	Habitats d'alimentation	Potentiel dans la zone d'étude
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i>	Dans le feuillage d'arbres et d'arbustes. Préférence pour les feuillus matures et les habitats forestiers riverains	Utilise l'habitat forestier riverain, les milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie et au sein des milieux forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires. Sensible à la fragmentation.	Faible
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i>	Dans le feuillage d'arbres et d'arbustes. Préférence pour les résineux matures et les habitats forestiers riverains	Utilise les champs agricoles, les zones déboisées, les habitats forestiers riverains, les milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie des milieux forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Au sein de cavités et sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et les plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i>	Dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse au sein et en périphérie des milieux forestiers. Privilégie les habitats forestiers connectés et sensibles à la fragmentation.	Faible
Grande chauve-souris brune	<i>Eptesicus fuscus</i>	Dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et des cours d'eau. Attraction par les lampadaires.	Élevé
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i>	Principalement dans la charpente des bâtiments, les fissures de roche, les cavités ou sous l'écorce d'arbres matures avec une préférence pour les arbres morts sur pieds. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et principalement les plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et des cours d'eau.	Élevé
Chauve-souris pygmée de l'Est	<i>Myotis leibii</i>	Principalement dans la charpente des bâtiments et les fissures de roche	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et plans d'eau. Chasse en périphérie des secteurs forestiers et au-dessus des cours d'eau.	Faible
Pipistrelle de l'Est	<i>Perimyotis subflavus</i>	Principalement au sein d'arbres et d'arbustes matures, dans la charpente de bâtiments et les abris sous roche. Préférence pour les peuplements matures et surannés, les parcelles comprenant de nombreux arbres morts sur pieds et les habitats forestiers riverains	Utilise les habitats forestiers riverains, milieux humides et principalement les plans d'eau. Chasse en périphérie et au sein des secteurs forestiers, au-dessus des cours d'eau. Attraction par les lampadaires. Sensible à la fragmentation.	Moyen

## 5 Références

- FABIANEK, F., Gagnon, D. et Delorme, M. 2011. Bat distribution and activity in Montréal island green spaces: responses to multi-scale habitat effects in a densely urbanized area. *Ecoscience*, 18, 9-17.
- FARROW, L.J. et Broders, H.G. 2011. Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling tri-colored bat (*Perimyotis subflavus*). *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 76, 172-179.
- FORTIN, C. ET G.J. DOUCET. 2003. Communautés de micromammifères le long d'une emprise de lignes de transport d'énergie électrique située en forêt boréale. *Le Naturaliste Canadien*, 127 (2) : 47-53.
- GRINDAL, S.D., Morissette, J.L. et Brigham, R.M. 1999. Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology*, 77, 972-977.
- HENDERSON, L.E., Farrow, L.J. et Broders, H.G. (2008) Intra-specific effects of forest loss on the distribution of the forest-dependent northern long-eared bat (*Myotis septentrionalis*). *Biological Conservation*, 141, 1819-1828.
- JUTRAS, J. 2005. Protocole pour les inventaires de micromammifères. Direction du Développement de la faune. 10 pages.
- JUTRAS, J. et VASSEUR, C. 2010. Chirops no. 10: Bulletin de liaison du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris. pp. 32.
- JUTRAS, J., DELORME, M., MC DUFF, J. ET VASSEUR, C. 2012. Le suivi des chauves-souris du Québec. En ligne : [ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/DEFH/Publications/2012/Jutras%20et%20al.2011\\_suivi%20chauve-souris.pdf](ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/DEFH/Publications/2012/Jutras%20et%20al.2011_suivi%20chauve-souris.pdf)
- LINZEY, A.V. 1983. *Synaptomys cooperi*. *Mammalian Species*, 210: 1-5.
- MALAVOI, J.R. ET SOUCHON, Y. 2001. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observable en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physique. *Bulletin Fr. Pêche Pisciculture* (2002) 365/366 : 357-372
- MFFP. 2016. Fiches descriptives des chauves-souris. En ligne : <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/chauves-souris/fiches/index.jsp>
- MFFP. 2018a. Protocole d'inventaire des couleuvres au Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, secteur des opérations régionales. 14 pages.
- MFFP. 2018b. Protocole d'inventaire pour la détection de la tortue géographique au Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, secteur des opérations régionales. 13 pages.

# Annexe A

Photographies



Photo 1 : Habitats au site 1 de piégeage des micromammifères (M01)



Photo 2 : Habitats au site 2 de piégeage des micromammifères (M02)



Photo 3 : Habitats au site 3 de piégeage des micromammifères (M03)



Photo 4 : Site 1 de capture des couleuvres (C01)



Photo 5 : Site 2 de capture des couleuvres (C02)



Photo 6 : Site 3 de capture des couleuvres (C03)



Photo 7 : Site 4 de capture des couleuvres (C04)



Photo 8 : Observation d'une tortue géographique sous le pont du chemin Saint-Charles (6 juin 2018)



Photo 9 : Site de ponte potentiel de tortue (Parc des Méandres, Terrebonne)



Photo 10 : Talus abrupt en bordure du parc des Méandres



Photo 11 : Couleuvres brunes et rayées (Site 2 – 2018-08-30)



Photo 12: Couleuvre brune et l'habitat où elle a été capturée (Site 2 – 2018-08-30)



Photo 13 : Couleuvre brune et l'habitat où elle a été capturée (Site 1 – 2018-09-27)



Photo 14 : Rive de la rivière des Mille-Îles (de gauche à droite, vue vers l'amont puis vers l'aval)



Photo 15 : Végétation aquatique et débris ligneux pouvant servir d'abris aux poissons

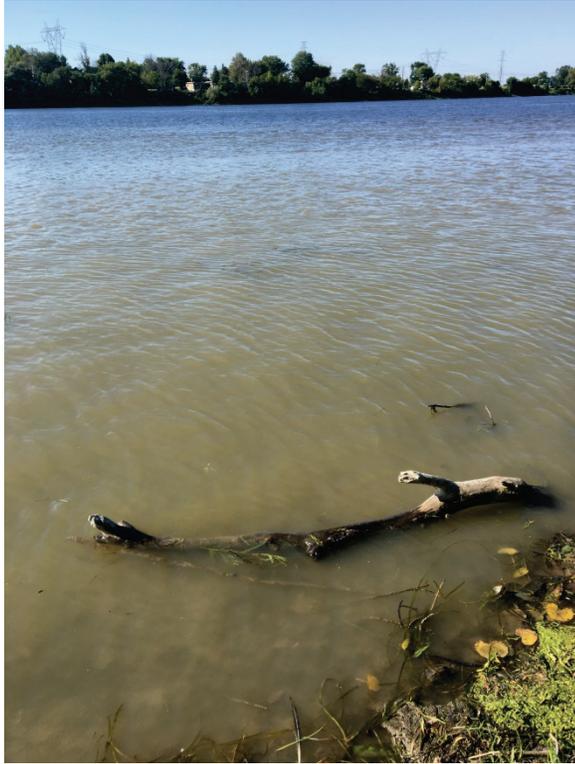
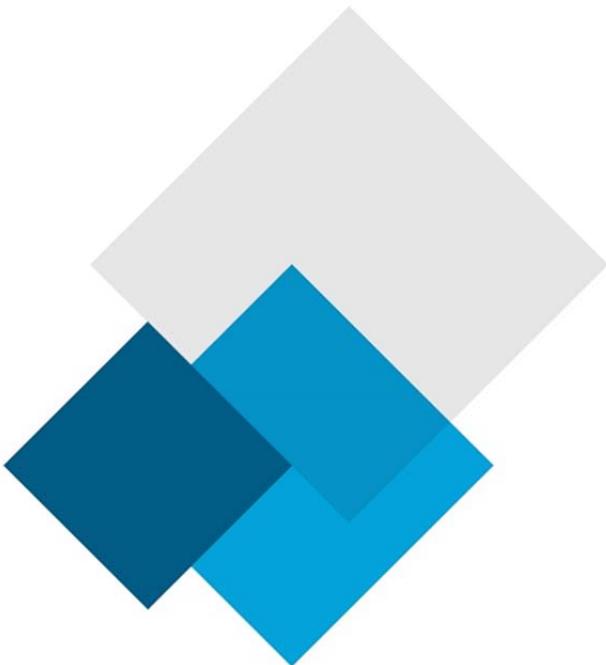


Photo 16 : Substrat de la rive de la rivière des Mille-Îles, soit du sable et du limon



# Annexe B

Liste des captures de micromammifères, par date et par station

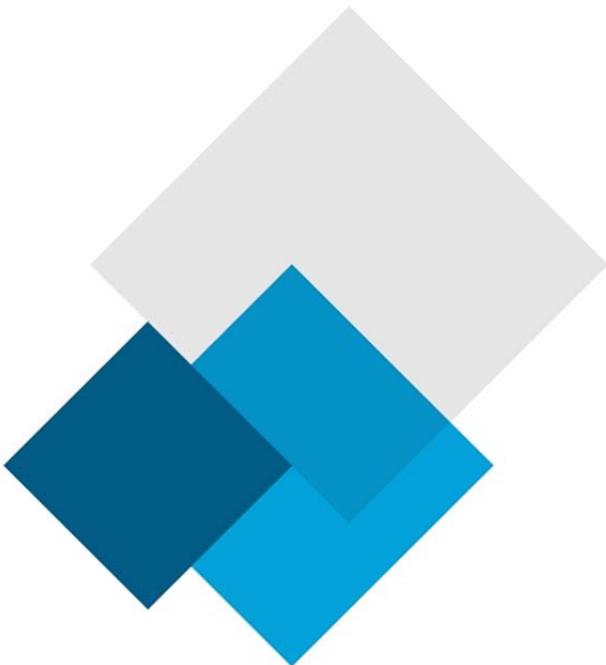


Liste des captures de micromammifères, par date et par station

<b>Date</b>	<b>Site</b>	<b>Numéro</b>	<b>Espèce</b>
22 août	M01	1	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	2	Campagnol des champs
	M01	3	<i>Peromyscus</i> sp.
23 août	M01	4	<i>Peromyscus</i> sp.
	M01	5	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	6	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	7	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	8	Campagnol sp. (pas de tête)
	M03	9	Campagnol des champs
24 août	M01	10	<i>Peromyscus</i> sp.
	M01	11	Campagnol des champs
	M02	12	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	13	<i>Peromyscus</i> sp.
	M03	14	Grande musaraigne
	M03	15	<i>Peromyscus</i> sp.
26 août	M02	16	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	17	<i>Peromyscus</i> sp.
	M02	18	Grande musaraigne
	M02	19	Grande musaraigne
	M02	20	Grande musaraigne
27 août	M01	21	Grande musaraigne
	M02	22	Grande musaraigne

# Annexe C

Effort de capture lors de la campagne de piégeage des micromammifères, par date et par station

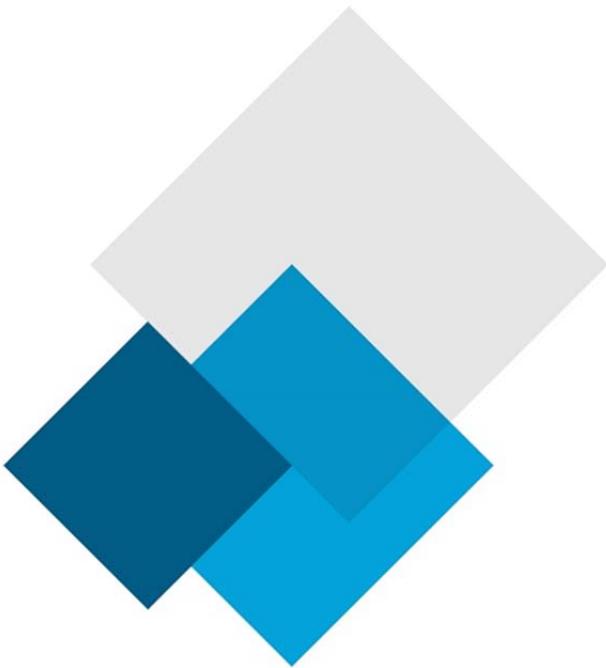


Effort de capture lors de la campagne de piégeage des micromammifères, par date et par station

Site	Date visite	Pièges disponibles	Pièges déclenchés	Nuits-pièges à soustraire	Nuits-pièges effectifs	Captures
M01	2018-08-22	54	5	2,5	51,5	3
	2018-08-23	54	2	1	53	2
	2018-08-24	54	8	4	50	2
	2018-08-25	54	10	5	49	0
	2018-08-26	54	6	3	51	0
	2018-08-27	54	4	2	52	1
M02	2018-08-23	54	3	1,5	52,5	3
	2018-08-24	54	22	11	43	2
	2018-08-25	54	6	3	51	0
	2018-08-26	54	4	2	52	5
	2018-08-27	54	7	3,5	50,5	1
M03	2018-08-23	48	10	5	43	1
	2018-08-24	48	11	5,5	42,5	2
	2018-08-25	48	12	6	42	0
	2018-08-26	48	7	3,5	44,5	0
	2018-08-27	48	15	7,5	40,5	0
<b>Total</b>		<b>834</b>	<b>132</b>	<b>66</b>	<b>768</b>	<b>22</b>

# Annexe D

Résultats détaillés – Coulevres



Détails sur les observations de couleuvres

Site	Date	Heure	Température (°C)	Ennuagement (%)	Précipitations	Code espèce	Stade	Coordonnées GSP	
								Lat.	Long.
C02	2018-08-30	12h45	20	70	Non	THSI	Adulte	45,69490	-73,59419
C02	2018-08-30	12h45	20	70	Non	THSI	Adulte	45,69490	-73,59419
C02	2018-08-30	12h45	20	70	Non	STDE	Juvenile	45,69490	-73,59419
C02	2018-08-30	12h45	20	70	Non	STDE	Juvenile	45,69490	-73,59419
C01	2018-09-18	9h15	18	10	Non	STDE	Juvenile	45,69241	-73,59133
C01	2018-09-27	11h15	16	25	Non	STDE	Juvenile	45,692446	-73,592796
C01	2018-09-27	11h15	16	25	Non	STDE	Juvenile	45,692446	-73,592796



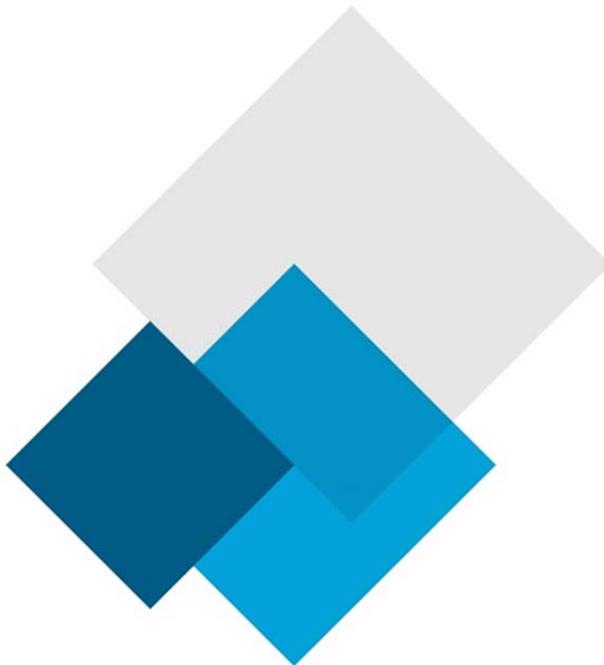
**SNC • LAVALIN**

360, rue Saint-Jacques, 16<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H2Y 1P5  
514-393-1000 - 514-392-4758  
[www.snclavalin.com](http://www.snclavalin.com)



# Annexe E

Stations d'inventaire de la rivière Mascouche  
(extrait de MFFP, 2016)



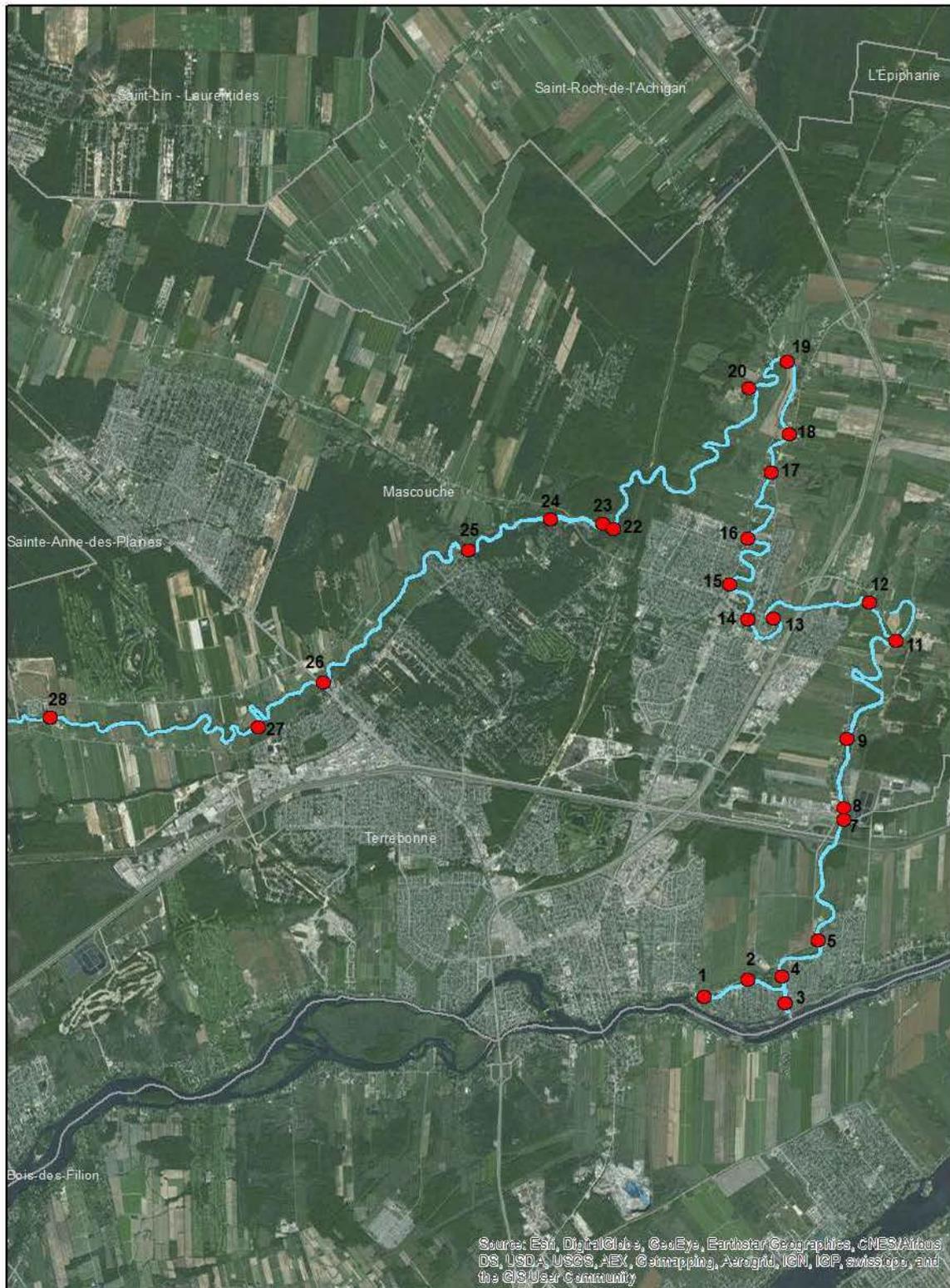


Figure 2. Stations d'inventaire de la rivière Mascouche



360, rue Saint-Jacques Ouest, 16<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H2Y 1P5  
4-893-1000 - 514-392-4758  
[www.snc-lavalin.com](http://www.snc-lavalin.com)

