

V/Réf. : EE520-170399  
N/Réf. : F1626050-002



**SM<sup>i</sup>**  
LABO S.M. INC.

# Étude géotechnique

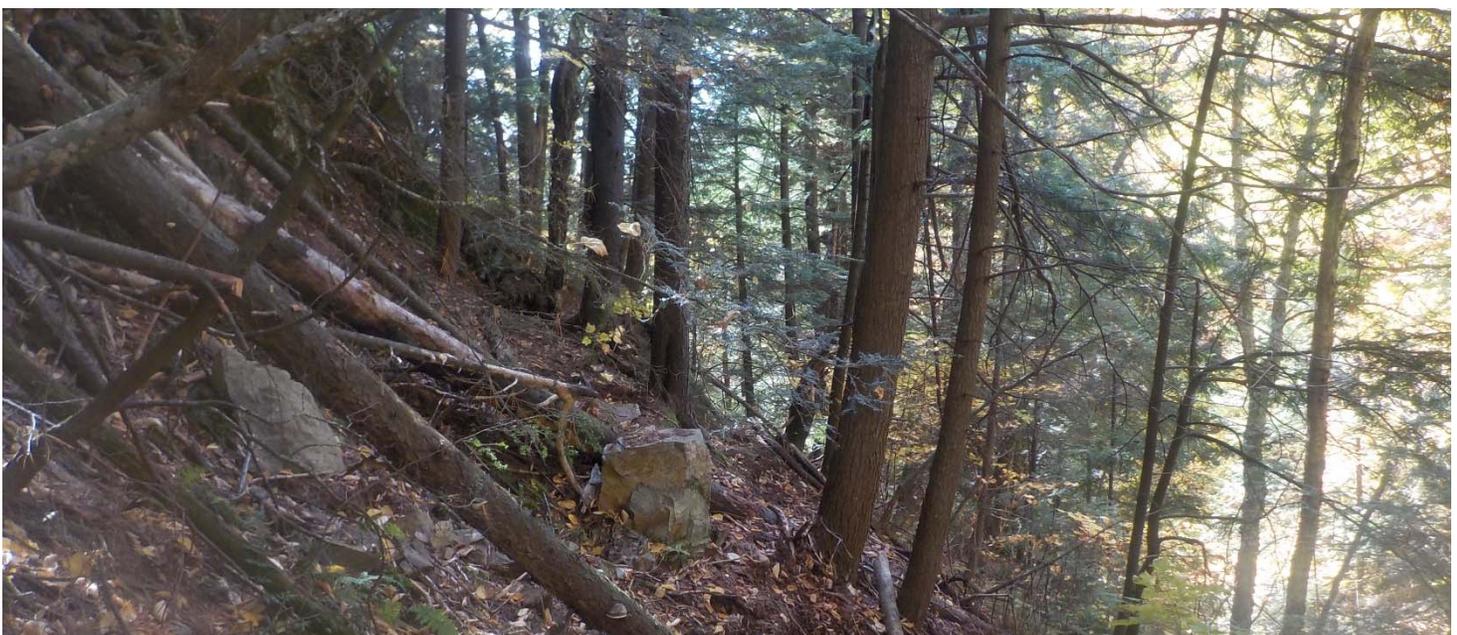
TRAVAUX PUBLICS

ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA

**Sentier des chutes – Réserve nationale de faune  
du Cap-Tourmente**

► JANVIER 2017

RAPPORT FINAL



## Étude géotechnique

### Sentier des chutes - Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente

Présenté à :

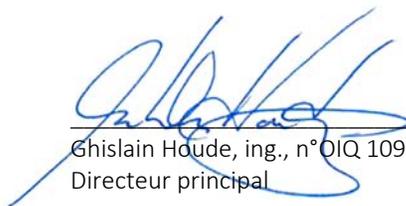
Monsieur Marcel Thum, ing.  
Gestionnaire de projets - Équipe de service à la clientèle Patrimoine  
TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA  
3, Passage du Chien d'Or  
Québec (QUÉBEC) G1R 3Z8

Préparé par :



Pascal Bouchard, ing., n°OIQ 5017762  
Chef de service – Géotechnique

Approuvé par :



Ghislain Houde, ing., n°OIQ 109938  
Directeur principal

V/Réf. : EE520-170399

N/Réf. : F1626050-002

Date : Janvier 2017

# Table des matières

1	Introduction .....	1
1.1	Mandat et portée de l'étude .....	1
1.2	Localisation du site.....	1
1.3	Description du projet.....	2
2	Travaux réalisés.....	3
2.1	Travaux en chantier .....	3
2.1.1	Implantation, localisation et nivellement .....	3
2.1.2	Forages et échantillonnage.....	3
2.2	Travaux en laboratoire.....	4
2.2.1	Essais géotechniques .....	4
3	Résultats .....	6
3.1	Nature et propriété du roc .....	6
4	Conclusions et recommandations .....	7
4.1	Résumé du projet et des conditions du site .....	7
4.2	Stabilité des ouvrages .....	7
4.2.1	Rupture du tendon d'acier.....	8
4.2.2	Rupture du scellement au niveau du contact tendon-coulis .....	8
4.2.3	Rupture du scellement au niveau du contact roc-coulis .....	8
4.2.4	Rupture du massif rocheux.....	8
4.3	Paramètres de conception.....	9
4.4	Suivi de construction.....	9
5	Personnel.....	10
6	Limitations .....	10

## Annexes

Annexe A: Localisation du site à l'étude / Localisation des forages

Annexe B: Rapports de forages

Annexe C: Rapports d'analyse en laboratoire

Annexe D : Photographies des échantillons de roc

## Figures

Figure 1 Géologie du secteur à l'étude (tirée de SIGEOM, 2016).....2

Figure 2 Réalisation d'un des forages horizontaux (TF-03-16) .....4

## Tableaux

Tableau 1 Essais en laboratoire .....4

Tableau 2 Synthèse de la stratigraphie .....6

Tableau 3 Résultats des analyses en laboratoire sur le roc .....6

# 1 Introduction

## 1.1 Mandat et portée de l'étude

Les services de **Labo S.M. inc.** ont été retenus par **Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC)**, afin d'effectuer une étude géotechnique dans le cadre du projet de construction de nouveaux aménagements récréotouristiques à la Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente, laquelle est située à Saint-Joachim.

L'objectif de l'étude géotechnique consistait à déterminer la nature et les propriétés du roc en place, et ce, dans la mesure où ces caractéristiques affectent la conception et la construction des aménagements projetés.

Ce rapport présente une description du site et du projet, la méthodologie utilisée lors des travaux de chantier et en laboratoire, les résultats obtenus, de même que nos conclusions et nos recommandations concernant :

- > Le choix du type d'ancrages à considérer
- > Les paramètres de conception des ancrages (résistance du roc, angle du cône de rupture, contrainte d'adhérence)
- > La supervision durant la construction.

## 1.2 Localisation du site

Le terrain à l'étude est situé à l'intérieur des limites de la Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente, laquelle est localisée à Saint-Joachim. Le secteur des travaux, lequel correspond à une falaise plus ou moins escarpée située en bordure de chutes, est accessible via un ancien sentier réaménagé qui rejoint les sentiers pédestres existants.

Le secteur des travaux est donc constitué du palier supérieur de la falaise, d'un palier intermédiaire situé à environ 23 m en contrebas, puis d'un palier inférieur situé encore 13 m plus bas. Dans tous les cas, les zones de travail sont boisées et présentent des surfaces inégales. Il est à noter que le roc est généralement affleurant dans le secteur à l'étude, ou recouvert d'un mince couvert végétal.

Sur la base des cartes géologiques consultées via le **système d'information géominière du Québec (SIGÉOM)** du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, plusieurs unités géologiques distinctes sont susceptibles d'être interceptées dans le secteur du projet. La figure suivante, laquelle est tirée de **SIGÉOM**, illustre la répartition des différentes unités géologiques, lesquelles se définissent comme suit :

1. Dépôts quaternaires constitués de sable, gravier, silt, till
2. Migmatite charnockitique et roches associées du *Complexe charnockitique de Charlevoix*
3. Shale calcaireux d'*Utica*
4. Micrite fossilifère de la *Formation de Deschambault*
5. Grès et conglomérat du *Groupe de Trenton*
6. Shale avec lamines gréseuses de la *Formation de Lotbinière*.

De plus, on remarque que le site est recoupé par plusieurs failles régionales (traits en gras) orientées principalement *est-ouest*, ou encore *nord-est/sud-ouest*.

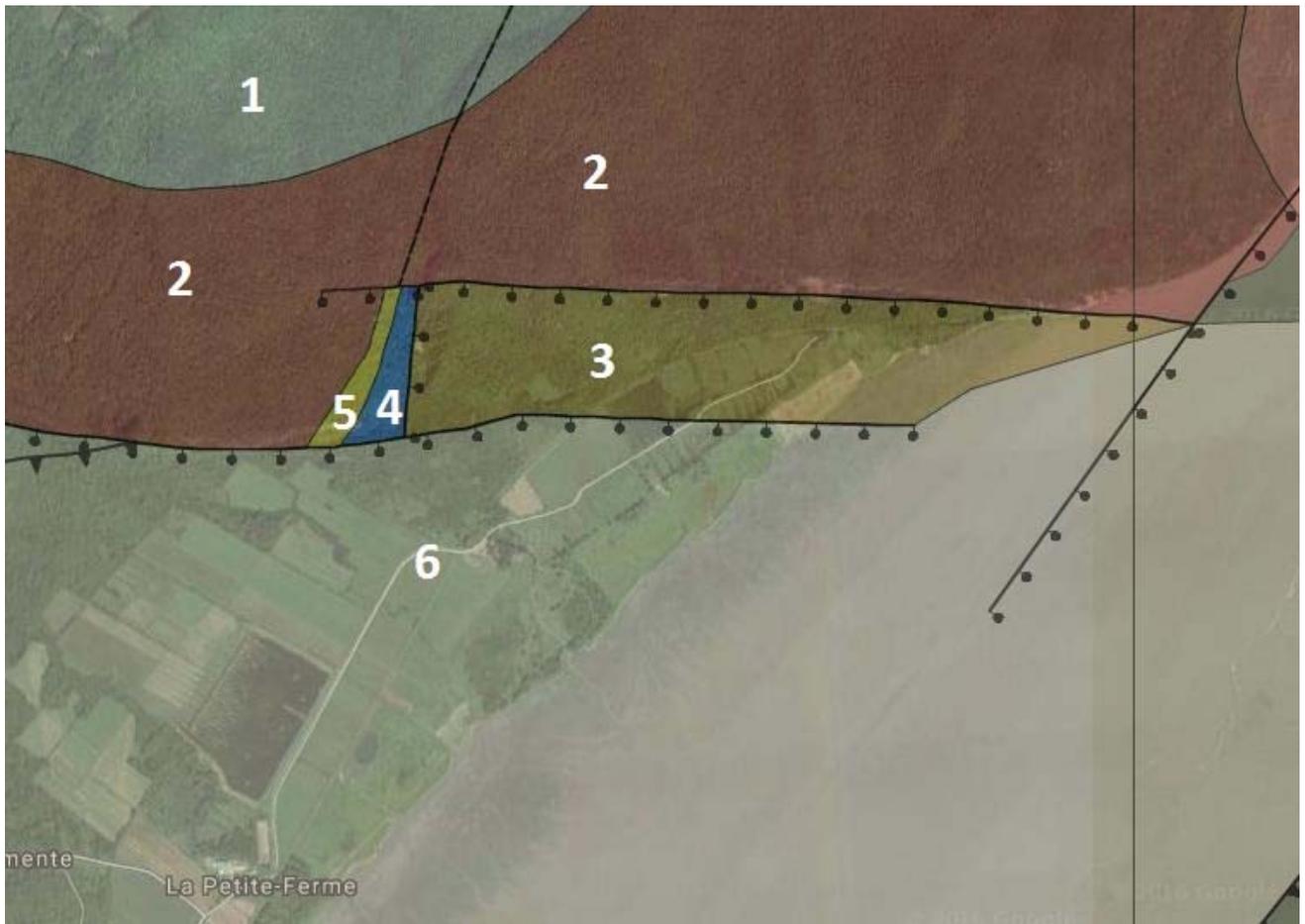


Figure 1 Géologie du secteur à l'étude (tirée de SIGEOM, 2016)

## 1.3 Description du projet

Selon les informations fournies par le client, le projet consiste en l'aménagement d'un nouveau sentier pédestre, de belvédères et d'escaliers dans un secteur de la Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente actuellement non accessible aux visiteurs. Compte tenu de la topographie du site dans le secteur à l'étude, les ouvrages projetés (belvédères et escaliers) devront être ancrés dans le socle rocheux pour en assurer la stabilité. Au moment d'écrire le rapport final, une vue d'ensemble des aménagements projetés nous avait été fournie par **TPSGC** en format CAD.

## 2 Travaux réalisés

### 2.1 Travaux en chantier

Les travaux d'investigation sur le terrain ont été effectués entre le 3 et le 12 octobre 2016. Ils ont consisté en la réalisation :

- > De trois (3) forages avec échantillonnage du roc, identifiés TF-01-16 à TF-03-16, et situés respectivement sur les paliers supérieur, intermédiaire et inférieur du site à l'étude.

Tous les travaux de terrain ont été réalisés sous la supervision constante d'un technicien expérimenté. Les renseignements recueillis sont présentés dans les rapports de forages inclus à l'annexe B.

#### 2.1.1 Implantation, localisation et nivellement

L'implantation des points de forages sur le terrain a été réalisée par le personnel de **Labo S.M. inc.** en fonction des indications du personnel d'**Environnement Canada** et des contraintes sur le site. En effet, pour les besoins des forages, une surface de roc plane et facilement accessible était nécessaire afin d'ancrer les équipements.

Aucun relevé de localisation et de nivellement n'a été effectué par nos services pour ce projet. Toutefois, les positions des forages TF-01-16 et TF-02-16 ont été relevées par l'arpenteur mandaté par **TPSGC** et nous ont été fournies sur un plan CAD. Dans le cas du forage TF-03-16, celui-ci n'a pas été relevé. Il a donc été positionné de façon approximative sur le plan fourni. Dans tous les cas, les élévations des points de forages ont été interpolées à partir des courbes de niveau indiquées sur le plan.

La localisation des forages réalisés est présentée sur la figure jointe à l'annexe A.

#### 2.1.2 Forages et échantillonnage

Les forages ont été effectués à l'aide de carotteuses électriques de marques WEKA DK-32 et CARDI T9-475, en utilisant des tubages de calibre « BW » de 73 mm de diamètre extérieur et de 60 mm de diamètre intérieur enfoncés par lavage et rotation. Les forages ont atteint une profondeur variant entre 2,1 m et 7,2 m. Il est à noter que le forage TF-01-16 a été réalisé verticalement, alors que les forages TF-02-16 et TF-03-16 ont été réalisés horizontalement.

Le socle rocheux et les blocs ont été échantillonnés à l'aide d'un carottier à double parois de calibre « BQ » ayant un diamètre du trou de 60,0 mm et un diamètre des carottes de 36,5 mm; d'un carottier à simple parois de calibre « BX » ayant un diamètre du trou de 60,0 mm et un diamètre des carottes de 42,0 mm; de même qu'avec des carottiers à paroi mince de diamètre de 75 mm et 100 mm. La mesure de l'indice de qualité du roc (RQD) a été effectuée directement au chantier par le technicien affecté au projet et elle a été validée en laboratoire par l'ingénieur géotechnicien.

La figure suivante illustre une installation typique pour la réalisation des forages de ce projet.



Figure 2 Réalisation d'un des forages horizontaux (TF-03-16)

## 2.2 Travaux en laboratoire

### 2.2.1 Essais géotechniques

Les échantillons de roc récupérés lors des forages ont été acheminés à notre laboratoire et ont été soumis à une identification visuelle par un ingénieur géotechnicien afin de tracer les profils stratigraphiques présentés dans les rapports de forages. Afin de préciser la nature et certaines propriétés mécaniques du roc échantillonné, les essais donnés au tableau suivant ont été réalisés sur des échantillons représentatifs.

Tableau 1 Essais en laboratoire

Quantité	Analyse	Norme
2	Résistance en compression uniaxiale sur carotte de roc (conditionnement sec)	ASTM D 7012



Les résultats des essais en laboratoire sont joints à l'annexe C. Il est à noter que les essais ont été réalisés uniquement sur des échantillons provenant des forages TF-02-16 et TF-03-16. En effet, dans le cas du forage TF-01-16, les carottes récupérées étaient trop fracturées pour permettre la réalisation des essais en laboratoire.

Tous les échantillons récupérés lors des forages et qui n'ont pas été utilisés pour les essais de laboratoire seront conservés jusqu'en mars 2017. Après ce délai, ils seront détruits, à moins d'un avis contraire écrit de votre part.

## 3 Résultats

### 3.1 Nature et propriété du roc

Les informations recueillies lors des investigations sur le terrain et en laboratoire sont présentées dans les paragraphes suivants et résumées dans les tableaux 2 et 3.

#### Roc

Tous les forages ont été initiés à partir du socle rocheux affleurant sur le site, à l'exception du forage TF-01-16 qui a été amorcé sur un bloc de gneiss de 1,3 m d'épaisseur. Tel qu'indiqué précédemment, le forage TF-01-16 était vertical alors que les forages TF-02-16 et TF-03-16 ont été réalisés horizontalement.

Le roc rencontré se décrit comme un gneiss granitique ou une migmatite selon les forages. Sa couleur varie de rosé à gris verdâtre. Au droit du forage vertical (TF-01-16), le roc présente une foliation inclinée entre 30° et 45° par rapport à l'axe de la carotte. Quant aux forages horizontaux (TF-02-16 et TF-03-16), la foliation est inclinée entre 45° et 70° par rapport à l'axe de la carotte, soit entre 20° et 45° par rapport à la verticale.

Des discontinuités ont été notées à plusieurs endroits le long des échantillons prélevés. Ces discontinuités suivent généralement la foliation et sont qualifiées de serrées à moyennement espacées avec un espacement variant entre 25 mm et 560 mm. Les surfaces des discontinuités présentent généralement de l'altération sous forme de rouille.

Au droit du forage TF-01-16, la qualité de la masse rocheuse est qualifiée de très mauvaise avec un RQD (indice de qualité du roc) inférieur à 25 %, et ce, jusqu'à 7,2 m de profondeur. Sur la base des carottes récupérées, la qualité du roc tend à augmenter à partir d'une profondeur de ±7,0 m. Nous ne pouvons toutefois confirmer sa qualité réelle. Dans le cas des forages TF-02-16 et TF-03-16, la qualité est moyenne à excellente avec des RQD variant généralement entre 56 % et 100 %. Un horizon présentant un RQD de 0 % a toutefois été rencontré entre 1,9 m et 2,1 m de profondeur au droit du forage TF-02-16. À noter que, lors de l'évaluation du paramètre RQD, les plans de clivage ou les discontinuités saines (non altérées) ne sont pas considérés.

Le roc est qualifié de dur à très dur avec une dureté estimée entre 5 et 7 sur l'échelle des duretés relatives de Mohs. La résistance du roc est qualifiée de forte à très forte sur la base des résultats des essais en laboratoire réalisés sur des échantillons représentatifs, lesquels sont de 98,5 MPa et 160,0 MPa.

**Tableau 2 Synthèse de la stratigraphie**

Forage no	Élévation de surface * (m)	Profondeur du gneiss granitique (m)		Profondeur de la migmatite (m)	
		Mauvaise qualité	Moyenne à excellente qualité	Mauvaise qualité	Moyenne à excellente qualité
TF-01-16	88,00	0,0 à > 7,24	--	--	--
TF-02-16	67,00	--	0,0 à > 2,1	--	--
TF-03-16	39,25	--	--	--	0,0 à > 2,3

\* élévations approximatives estimées à partir du relevé topographique fourni par TPSGC

**Tableau 3 Résultats des analyses en laboratoire sur le roc**

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Conditionnement	Résistance en compression uniaxiale (MPa)
TF-02-16	CR-4	1,45 - 1,65	À sec	160,0
TF-03-16	CR-3	2,08 - 2,31	À sec	98,5

## 4 Conclusions et recommandations

### 4.1 Résumé du projet et des conditions du site

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet de construction de nouvelles installations récréotouristiques à la Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente, soit l'aménagement d'un nouveau sentier pédestre, de belvédères et d'escaliers à flanc de montagne. En raison de la topographie accidentée du site, il est projeté d'ancrer les structures au socle rocheux, lequel est généralement affleurant dans le secteur des travaux.

Les résultats de la campagne de forages ont révélé que le roc est principalement constitué de gneiss granitique ou de migmatite présentant une foliation inclinée entre 30° et 70° par rapport à l'axe de la carotte. Au droit du forage TF-01-16, la qualité de la masse rocheuse est qualifiée de très mauvaise. Dans le cas des forages TF-02-16 et TF-03-16, la qualité est moyenne à excellente. La dureté du roc est estimée entre 5 et 7 sur l'échelle des duretés relatives de Mohs, et sa résistance à la compression est qualifiée de forte à très forte.

### 4.2 Stabilité des ouvrages

Compte tenu de la topographie du site et de la nature des aménagements projetés, plusieurs types d'ancrages peuvent être considérés pour la construction des belvédères et des escaliers. En effet, le recours à des ancres mécaniques ou chimiques (injectés de coulis cimentaire ou de résine) installés dans le socle rocheux pourra être considéré. Le choix final du type d'ancrages à utiliser est de la responsabilité du concepteur, tout comme la sélection du type d'action (ancrages actifs ou passifs). Compte tenu des conditions particulières du site et des difficultés d'installation projetées, il est fortement recommandé de prendre contact avec des entrepreneurs spécialisés dans le domaine, lesquels seront les plus à même d'évaluer la faisabilité du concept et de proposer les solutions optimales au projet.

Selon les informations obtenues auprès de différentes compagnies spécialisées, le recours à des ancres simples constitués de barres d'acier cimentées dans le massif rocheux à l'aide d'un coulis cimentaire pourrait être envisagé. Toutefois, cette solution constitue une première approche et devrait faire l'objet d'analyses plus poussées lorsque le concept final (incluant les charges anticipées et les différentes contraintes) sera connu. La conception des ancres (actifs ou passifs) devra tenir compte des quatre modes de rupture suivants :

- > Rupture du tendon d'acier
- > Rupture du scellement au niveau du contact tendon-coulis (ancres injectés seulement)
- > Rupture du scellement au niveau du contact roc-coulis (ancres injectés seulement)
- > Rupture du massif rocheux

Les équations générales permettant de calculer la résistance requise pour chacun des modes de rupture sont présentées dans les sections suivantes. De plus, les caractéristiques physiques et mécaniques du socle rocheux sont présentées à la section 4.3. Pour ce qui est des caractéristiques physiques et mécaniques de l'acier, lesquelles sont requises pour certains calculs, elles devront être obtenues auprès des fournisseurs.

Dans la mesure où des ancres mécaniques sont envisagés, la sélection de l'ancre devra se faire en considérant les chartes des différents fabricants, lesquelles sont consultables sur les différents sites (Dywidag, Williams, etc.)

Dans tous les cas, les calculs devraient être effectués par un ingénieur qualifié dans le domaine, et ce, afin de valider les formules et les paramètres à utiliser pour les besoins du projet, et ainsi d'optimiser la solution retenue. L'ingénieur concepteur devra également préciser le nombre, l'inclinaison et le positionnement des différents ancres requis.

#### 4.2.1 Rupture du tendon d'acier

La capacité ultime en tension du tendon d'acier se calcule comme suit :

$$Q_{tu} = \sigma_{tu} * A_t$$

Où :  $\sigma_{tu}$  = résistance ultime de l'acier en traction, Mpa

$A_t$  = aire de la section transversale d'acier dans le tendon

#### 4.2.2 Rupture du scellement au niveau du contact tendon-coulis

La résistance au cisaillement à l'ultime qui se développe au niveau du contact tendon-coulis se calcule par la relation suivante :

$$Q_{tgu} = 2\pi r_t \int_0^l \tau_{tgu}(z) dz$$

Où :  $r_t$  = rayon du tendon d'acier

$l$  = longueur du contact tendon-coulis

$\tau_{tgu}$  = contrainte d'adhérence tendon-coulis à une distance  $z$  le long du contact tendon-coulis ( $0 \leq z \leq l$ )

#### 4.2.3 Rupture du scellement au niveau du contact roc-coulis

De façon générale, et en considérant une distribution uniforme de la contrainte d'adhérence roc-coulis sur toute la longueur de contact, la résistance à l'ultime du contact roc-coulis est donnée par l'équation suivante :

$$Q_{rgu} = 2\pi r_g * l_{brg} * \tau_{rgu}$$

Où :  $r_g$  = rayon effectif de l'ancrage (rayon extérieur de la zone injectée de coulis), ou rayon du trou de forage

$l_{brg}$  = longueur du contact roc-coulis

$\tau_{rgu}$  = Contrainte d'adhérence roc-coulis (assumée uniforme le long du contact)

#### 4.2.4 Rupture du massif rocheux

De façon générale, et en considérant un ancrage isolé, la résistance ultime du massif rocheux (ou la force nécessaire pour rupturer le cône de roc) peut être estimée par la relation suivante :

$$Q_{ru} = \frac{1}{3} \pi \gamma * \tan^2 \frac{\theta}{2} (D + \frac{L}{2})^3$$

Où :  $\gamma$  = poids volumique du roc (utiliser une valeur déjaugée si le roc est submergé)

$\theta$  = angle du cône de rupture (en considérant l'apex localisé au milieu du tendon)

$D$  = profondeur du dessus du contact roc-coulis (à partir de la surface du roc)

$L$  = longueur du contact roc-coulis

Dans la mesure où les ancrages sont peu espacés, les cônes de rupture se superposeront et la résistance pourra se calculer par la relation suivante :

$$Q_{ru} = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{s} (D + \frac{L}{2})^2 \tan \frac{\theta}{2}$$

Où :  $s$  = espacement entre les ancrages d'une même rangée.

Les formules indiquées précédemment proviennent de l'article *Rock engineering design of post-tensioned anchors for dams - A Review* présenté dans le **Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering**.

## 4.3 Paramètres de conception

Sur la base des résultats des investigations en chantier et des essais en laboratoire, les paramètres de conception suivants pourront être utilisés pour le dimensionnement des ancrages passifs ou actifs:

### Dans le roc qualifié de très mauvaise à mauvaise qualité :

Les valeurs suivantes pourront être utilisées pour l'intégralité du roc rencontré au droit du forage TF-01-16, et ce, même si une légère augmentation de la qualité est observée à partir de  $\pm 7,0$  m de profondeur.

- > Densité du roc : 2,65
- > Poids volumique du roc  $\gamma$  : 26,0 kN/m<sup>3</sup>
- > Angle du cône de rupture à la base de l'ancrage  $\Theta$  : 60°
- > Contrainte d'adhérence coulis-roc (admissible) : 0,5 N/mm<sup>2</sup> (sur la longueur de l'ancrage dans le roc de mauvaise qualité)
- > Contrainte d'adhérence coulis-roc,  $\tau_{\text{rgu}}$  (ultime) : 1,5 N/mm<sup>2</sup> (sur la longueur de l'ancrage dans le roc de mauvaise qualité)
- > Résistance à la compression du coulis : minimum de 30 MPa à 28 jours
- > Résistance à la compression du roc : 98,5 MPa
- > Facteur de sécurité utilisé (valeur admissible) : > 3,0.

### Dans le roc qualifié de moyenne à excellente qualité :

Les valeurs suivantes pourront être utilisées pour l'intégralité du roc rencontré au droit des forages TF-02-16 et TF-03-16.

- > Densité du roc : 2,65
- > Poids volumique du roc  $\gamma$  : 26,0 kN/m<sup>3</sup>
- > Angle du cône de rupture à la base de l'ancrage  $\Theta$  : 90°
- > Contrainte d'adhérence coulis-roc (admissible) : 0,9 N/mm<sup>2</sup> (sur la longueur de l'ancrage)
- > Contrainte d'adhérence coulis-roc (ultime) : 2,7 N/mm<sup>2</sup> (sur la longueur de l'ancrage)
- > Résistance à la compression du coulis : minimum de 30 MPa à 28 jours
- > Résistance à la compression du roc : 98,5 MPa
- > Facteur de sécurité utilisé (valeur admissible) : > 3,0.

Peu importe le type d'ancrages (mécaniques ou chimiques) et le mode d'action (passif ou actif), des essais en arrachement devront être effectués sur le site afin de vérifier que les valeurs de résistance demandées par le concepteur sont atteintes. Les essais devront être réalisés selon les normes ASTM D-4435 et ASTM D-4436 et selon les indications du fabricant.

## 4.4 Suivi de construction

Nous recommandons à ce que les services d'un entrepreneur spécialisé dans ce type de travaux soient retenus afin de garantir que les travaux seront exécutés en respect avec les règles de l'art applicables.

De plus, toutes les indications des fabricants devront être respectées lors de la mise en place des ancrages et lors de la réalisation des différents essais de contrôle.

## 5 Personnel

Les travaux en chantier ont été réalisés par messieurs Andrew Cavanagh, technicien, Jérôme Déry, technicien, et Jean-François Rosa, ingénieur junior membre n°5066816 de l'OIQ. Monsieur Pascal Bouchard, ingénieur membre n°5017762 de l'OIQ, a rédigé le présent rapport, lequel a été vérifié et approuvé par monsieur Ghislain Houde, ingénieur membre n°109938 de l'OIQ.

## 6 Limitations

Les résultats obtenus lors de cette étude géotechnique ne sont applicables qu'en regard des hypothèses et des données utilisées au cours de l'étude et sur les limites et techniques d'exploration. Si des conditions géotechniques différentes de celles décrites dans ce rapport sont rencontrées en cours de travaux, elles devraient faire l'objet d'une vérification de la part d'un ingénieur géotechnicien lequel pourra en déterminer les impacts sur l'ouvrage à construire et si requis, émettre de nouvelles recommandations.

Toutes les données factuelles, les interprétations et les recommandations émises dans le présent rapport se rapportent uniquement au projet décrit dans ce rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ou site. Ce rapport a été préparé pour le seul bénéfice de notre client. Nous déclinons toute responsabilité ou obligation associée à l'utilisation de ce rapport par une tierce personne, de même que toute décision qui en découle, lui en est strictement imputable.

Advenant que des changements soient apportés à l'élévation, la localisation, la conception et la nature du projet, alors les conclusions et recommandations de notre rapport ne devront pas être considérées valides à moins que l'impact desdits changements ne soit évalué par **Labo S.M. inc.**, et que les conclusions du rapport soient modifiées ou maintenues par écrit. Il pourrait être nécessaire d'effectuer de nouveaux sondages et d'émettre un rapport complémentaire.



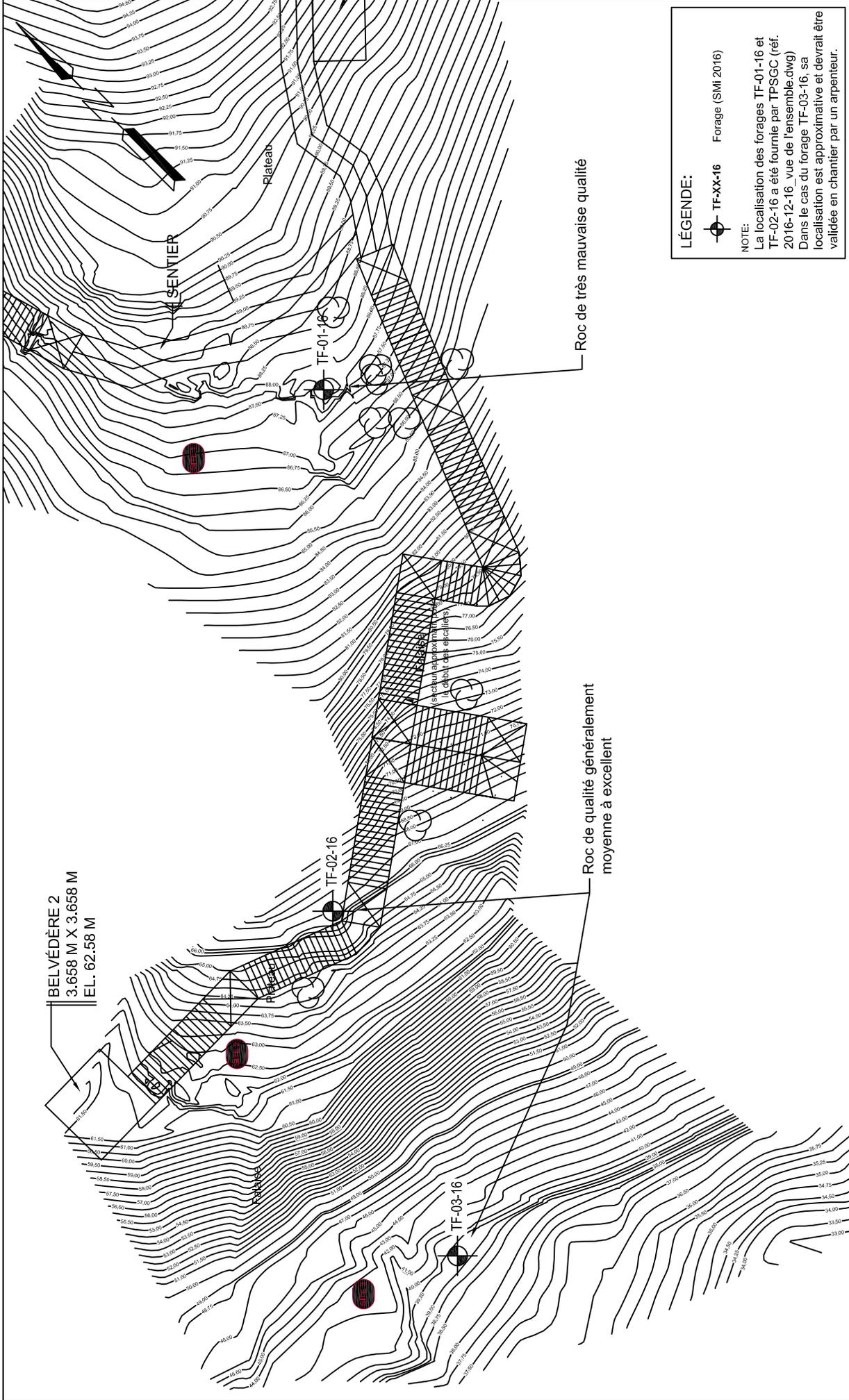
# ANNEXE A



LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE  
LOCALISATION DES FORAGES



 <p><b>SMI</b> LABO S.M. INC. 1200, av. Saint-Jean-Baptiste, bureau 116, Québec (Québec) G2E 5E8 Tél.: (418) 871-9330 - Téléc.: (418) 871-9343 www.grouppsm.com</p>	<b>Projet:</b> Étude géotechnique - Sentier des chutes Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente Saint-Joachim (Québec)	<b>Titre:</b> Figure de localisation du site à l'étude
<b>Dessiné par:</b> S. Bordeleau, tech.	<b>Appr. par:</b> Ghislain Houde, ing.	<b>Discipline:</b> Géotechnique
<b>Échelle:</b> N/A	<b>No. Dossier:</b> F 1626050-002	<b>No. Dessin:</b> F 1626050002K001



**LÉGENDE:**

TF-XX-16 Forage (SMI 2016)

**NOTE:**  
La localisation des forages TF-01-16 et TF-02-16 a été fournie par TPSGC (réf. 2016-12-16\_vue de l'ensemble.dwg)  
Dans le cas du forage TF-03-16, sa localisation est approximative et devrait être validée en chantier par un arpenteur.

<b>Projet:</b> Étude géotechnique - Sentier des chutes Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente Saint-Joachim (Québec)		<b>Titre:</b> Figure de localisation des forages	
<b>Appr. par:</b> Ghislain Houde, ing.		<b>Date:</b> 10 janvier 2017	
<b>Client:</b> Travaux Publics et Services Gouvernementaux Canada		<b>No. Dossier:</b> F1626050-002	
<b>Dessiné par:</b> S. Bordeleau, tech.		<b>Discipline:</b> Géotechnique	
<b>Échelle:</b> 1:250		<b>No. Dessin:</b> F1626050002K002	

**SMI** LABO S.M. INC.

200, av. Saint-Jean-Baptiste, bur116, Québec (Québec) G2E 5E8  
 Tél: (418) 671-9300 - Téléc: (418) 671-9343  
 www.groupermi.com



# ANNEXE B



RAPPORTS DE FORAGES

Projet: Étude géotechnique - Sentier des Chutes	Localisation: Palier #1	N° sondage: TF-01-16
Client: Travaux publics et Services gouv. Canada (TPSGC)	X:	Page: 1 de 1
Site: Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente	Y:	Date début: 2016-10-03
N./réf.: F1626050002	Type de sondage: FORAGE	Inspecteur: Andrew Cavanagh, techn.
Figure: F1626050002K002	Équipement: Carotteuse (WEKA DK-32 / CARDI T9-475)	Profondeur: 7.24m
	Tubage: BW Carottier: BX, BQ, paroi mince 4.0"	Élévation: aucune

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	SYMBOLES	EAUX SOUTERRAINES
CF Cuillère fendue	Argile < 0,002 mm	Traces < 10 %	Nspt Indice de pénétration standard (BNQ 2501-140)	Date Profondeur Lecture 1 m Lecture 2 m
CFC Tube d'échantillonnage continu	Silt 0,002 - 0,08 mm	Un peu 10 - 20 %	Ncorr N corrigé pour tenir compte du diamètre non standard	
CR Carottier Ediamants	Sable 0,08 - 5 mm	Adjectif (...eux) 20 - 35 %	Nc Indice de pénétration au cône (BNQ 2501-145)	Remarque:
TM Tube Eparois minces	Gravier 5 - 80 mm	et (ex: et gravier) > 35 %	RQD Indice de la qualité du roc (%)	
TA Tarière	Cailloux 80 - 200 mm	Fraction dominante		
TS Tube shelby	Blocs > 200 mm			
EM Échantillon manuel				

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS
Remanié Intact (tube à parois minces) Perdu Carotté (forage au diamant)	<b>COMPACTITÉ</b> Très lâche Lâche Compacte Dense Très dense	<b>INDICE "N"</b> 0 - 4 4 - 10 10 - 30 30 - 50 > 50	<b>QUALIFICATIF</b> Très mauvaise Mauvaise Moyenne Bonne Excellente
	<b>CONSISTANCE</b> Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	<b>RQD</b> < 25 % 25 - 50 % 50 - 75 % 75 - 90 % 90 - 100 %	< 20 mm Serré 20 - 60 mm Rapproché 60 - 200 mm Moyennement espacé 200 - 600 mm Espacé 600 - 2000 mm Très espacé 2000 - 6000 mm Éloigné > 6000 mm

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLONS					RÉSULTATS D'ESSAIS		REMARQUES
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	Essai de pénétration standard	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	
0.00		Bloc: Gneiss granitique; gris et rose.								
1					CR-1	BQ	100	50		
					CR-2	BQ	100	100		
					CR-3	BQ	100	0		
					CR-4	BQ	100	0		
					CR-5	BQ	58	58		
					CR-6	BQ	27	0		
1.25		Roc: Gneiss granitique ou Migmatite; gris et rose. Foliation inclinée entre 30° et 45° par rapport à l'axe de la carotte. Discontinuités généralement inclinées selon la foliation et espacées entre ±25 mm et ±150 mm. Altérations dans les fractures. Dureté estimée entre 5 et 7 sur l'échelle des duretés de Mohs.			CR-7	BX	100	0		
2					CR-8	BX	87	0		
					CR-9	BX	75	0		
3		Zones très fracturées entre 3,1 m et 5,9 m.			CR-10	BX	89	22		
					CR-11	BX	100	0		
					CR-12	BX	38	0		
					CR-13	BX	23	0		
					CR-14	BX	33	0		
5					CR-15	BX	41	0		
					CR-16	BX	69	0		
6					CR-17	BX	81	24		
7										
7.24		FIN DU FORAGE								

Remarques générales: Forage vertical

Véifié par: Pascal Bouchard, ing. 2016-11-05

Date: 2016-11-05

Projet: Étude géotechnique - Sentier des Chutes	Localisation: Palier #2	N° sondage: TF-02-16
Cliant: Travaux publics et Services gouv. Canada (TPSGC)	X:	Page: 1 de 1
Site: Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente	Y:	Date début: 2016-10-07
N./réf.: F1626050002	Type de sondage: FORAGE	Inspecteur: Andrew Cavanagh, techn.
Figure: F1626050002K002	Équipement: Carotteuse (WEKA DK-32 / CARDI T9-475)	Profondeur: 2.13m
	Tubage: Carrotier: Paroi mince (4.0", 3.0")	Élévation: aucune

<b>TYPE D'ÉCHANTILLON</b> CF Cuillère fendue CFC Tube d'échantillonnage continu CR Carottier Ediamants TM Tube Eparois minces TA Tarière TS Tube shelby EM Échantillon manuel	<b>TERMINOLOGIE QUALITATIVE</b> Argile < 0,002 mm Silt 0,002 - 0,08 mm Sable 0,08 - 5 mm Gravier 5 - 80 mm Tarière 80 - 200 mm Blocs > 200 mm	<b>TERMINOLOGIE QUANTITATIVE</b> Traces < 10 % Un peu 10 - 20 % Adjectif (...eux) 20 - 35 % et (ex: et gravier) > 35 % Fraction dominante mot principal	<b>SYMBOLES</b> Nspt Indice de pénétration standard (BNQ 2501-140) Ncorr N corrigé pour tenir compte du diamètre non standard Nc Indice de pénétration au cône (BNQ 2501-145) RQD Indice de la qualité du roc (%)	<b>EAUX SOUTERRAINES</b> Date Profondeur Lecture 1 m Lecture 2 m Remarque:			
<b>ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON</b> Remanié Intact (tube à parois minces) Perdu Carotté (forage au diamant)	<b>CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS</b> COMPACITÉ Très lâche Lâche Compacte Dense Très dense	INDICE "N" 0 - 4 4 - 10 10 - 30 30 - 50 > 50	CONSISTANCE Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	Cu OU Su (kPa) < 12 12 - 25 25 - 50 50 - 100 100 - 200 > 200	<b>INDICE DE QUALITÉ DU ROC</b> QUALIFICATIF Très mauvais Mauvaise Moyenne Bonne Excellente	RQD < 25 % 25 - 50 % 50 - 75 % 75 - 90 % 90 - 100 %	<b>ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS</b> Très serré < 20 mm Serré 20 - 60 mm Rapproché 60 - 200 mm Moyennement espacé 200 - 600 mm Espacé 600 - 2000 mm Très espacé 2000 - 6000 mm Éloigné > 6000 mm

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLONS					RÉSULTATS D'ESSAIS		REMARQUES		
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	Nspt - Nc - RQD	Essai de pénétration standard COUPS/150mm		NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS
	0.00	Roc: Gneiss granitique; gris et rose. Foliation inclinée entre 45° et 70° par rapport à l'axe de la carotte. Discontinuités inclinées à 45° et espacées entre ±230 mm et ±560 mm. Altérations visibles dans certaines fractures. Dureté estimée entre 6 et 7 sur l'échelle des duretés de Mohs.			CR-1		100	56			AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique k : perméabilité VB : bleu de méthylène MD : micro-deval LA : los angeles AC : analyses chimiques	× : N (pen. standard) ∇ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié Wp W WL 20 40 60 80
	2.13	FIN DU FORAGE			CR-2		100	100			f <sub>c</sub> =160,0 MPa	
					CR-3		100	100				
					CR-4		100	100				
					CR-5		100	64				
					CR-6		100	0				

Remarques générales: Forage horizontal

Vérifié par: Pascal Bouchard, ing.  
Date: 2017-01-17

Projet: Étude géotechnique - Sentier des Chutes Localisation: Palier #3 N° sondage: TF-03-16  
 Client: Travaux publics et Services gouv. Canada (TPSGC) X: Page: 1 de 1  
 Site: Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente Y: Date début: 2016-10-12  
 N./réf.: F1626050002 Type de sondage: FORAGE Inspecteur: Andrew Cavanagh, techn.  
 Figure: F1626050002K002 Équipement: Carotteuse (CARDI T9-475) Profondeur: 2.31m  
 Tubage: Carottier: Paroi mince (4.0") Élévation: aucune

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	SYMBOLES	EAUX SOUTERRAINES						
CF Cuillère fendue	Argile < 0,002 mm	Traces < 10 %	Nspt Indice de pénétration standard (BNQ 2501-140)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Profondeur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lecture 1</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lecture 2</td> <td>m</td> </tr> </tbody> </table>	Date	Profondeur	Lecture 1	m	Lecture 2	m
Date	Profondeur									
Lecture 1	m									
Lecture 2	m									
CFC Tube d'échantillonnage continu	Silt 0,002 - 0,08 mm	Un peu 10 - 20 %	Ncorr N corrigé pour tenir compte du diamètre non standard							
CR Carottier Ediamants	Sable 0,08 - 5 mm	Adjectif (...eux) 20 - 35 %	Nc Indice de pénétration au cône (BNQ 2501-145)							
TM Tube Eparois minces	Gravier 5 - 80 mm	et (ex: et gravier) > 35 %	RQD Indice de la qualité du roc (%)							
TA Tarière	Cailloux 80 - 200 mm	Fraction dominante								
TS Tube shelby	Blocs > 200 mm									
EM Échantillon manuel										

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS
Remanié Intact (tube à parois minces) Perdu Carotté (forage au diamant)	<b>COMPACTITÉ</b> Très lâche Lâche Compacte Dense Très dense	<b>INDICE "N"</b> 0 - 4 4 - 10 10 - 30 30 - 50 > 50 Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	<b>QUALIFICATIF</b> Très mauvaise Mauvaise Moyenne Bonne Excellente

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLONS				RÉSULTATS D'ESSAIS		REMARQUES		
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	PROFONDEUR (m)	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	Essai de pénétration standard		Niveau d'eau / Venue d'eau	ESSAIS
		0.00						COUPS/150mm		AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique k : perméabilité VB : bleu de méthylène MD : micro-deval LA : los angeles AC : analyses chimiques	× : N (pen. standard) ▽ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié
		2.31								f <sub>c</sub> = 98,5 MPa	Wp W WL 20 40 60 80
1					CR-1		100	66			
5					CR-2		92	28			
2					CR-3		100	100			
		2.31									
10											
20											

Remarques générales: Forage horizontal  
 Vérifié par: Pascal Bouchard, ing. Date: 2016-11-05



# ANNEXE C

---

RAPPORTS D'ANALYSES EN LABORATOIRE

Mesure de la résistance à la compression non confinée sur une carotte de roc intacte

ASTM D 7012, méthode C

No. rapport: 1604607

No. laboratoire: 16-10624

**Forage: TF-02-16**

**Échantillon: CR-4**

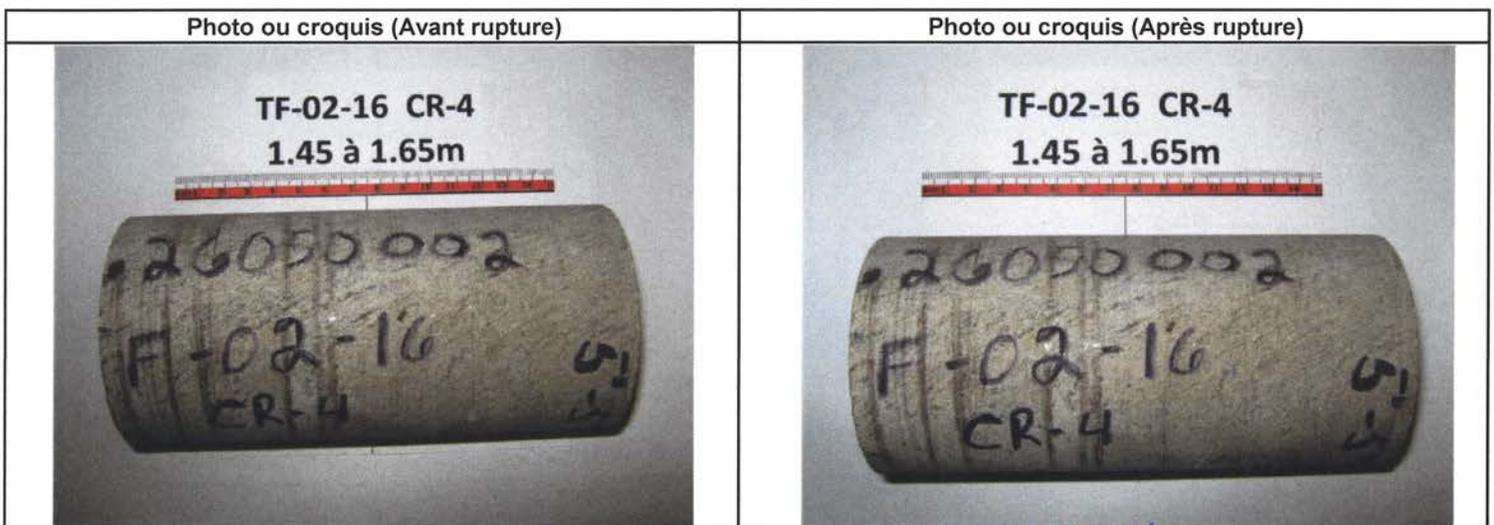
**Profondeur: 1.45 à 1.65m**

<b>Dossier:</b>	<b>F1626050002</b>	Conditionnement:	Sec
<b>Client:</b>	Travaux publics et services gouv. Canada	Traitement de surface:	Meulé
<b>Projet:</b>	Étude géotechnique-Sentier des Chutes	Température de confinement*:	22.7°C
		Manipulateur:	Marc Potvin
		Date de l'analyse:	2016-10-25
		Appareil de mesure de la longueur:	Vernier GSM-403
		Appareil utilisé pour la rupture:	Presse GSM-350

Description géologique:

Sens du litage par rapport à l'axe de rupture:

Résultat			Remarques
Diamètre moyen	(mm)	70.76	Atteint son point de rupture
Hauteur	(mm)	148.37	
Ratio hauteur/diamètre		2.10	
Charge	(kN)	629.10	
<b>Résistance</b>	(MPa)	<b>160.0</b>	
Temps de rupture	(S)	6.4	
Taux de charge	(kN/s)	98.3	
Masse volumique	(kg/m <sup>3</sup> )	2662	



\* Si celle-ci diffère de la température de la pièce.

Préparé par:

Sylvie Daigle, Chef labo

Date

2016-10-25

Vérifié par:

Pascal Bouchard, ing.

Date

18/11/2016

Mesure de la résistance à la compression non confinée sur une carotte de roc intacte

ASTM D 7012, méthode C

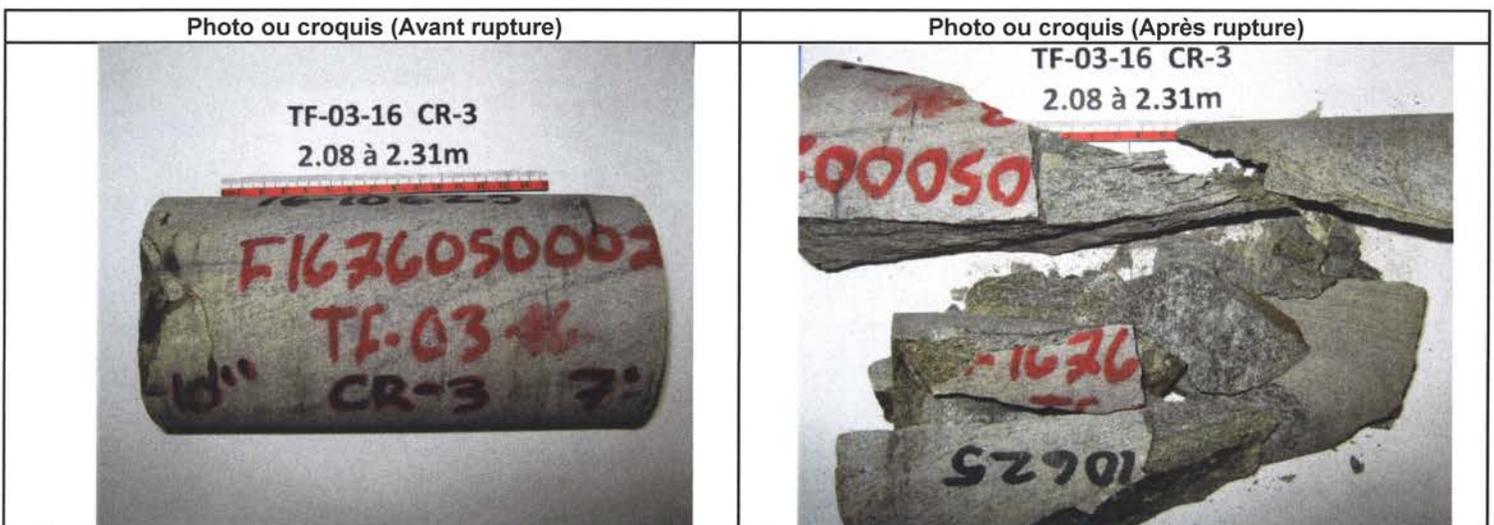
No. rapport: 1604607  
No. laboratoire: 16-10625  
**Forage: TF-03-16**  
**Échantillon: CR-3**  
**Profondeur: 2.08 à 2.31m**

<b>Dossier:</b>	<b>F1626050002</b>	Conditionnement:	Sec
<b>Client:</b>	Travaux publics et services gouv. Canada	Traitement de surface:	Meulé
<b>Projet:</b>	Étude géotechnique-Sentier des Chutes	Température de confinement*:	22.7°C
		Manipulateur:	Marc Potvin
		Date de l'analyse:	2016-10-25
		Appareil de mesure de la longueur:	Vernier GSM-403
		Appareil utilisé pour la rupture:	Presse GSM-350

Description géologique:

Sens du litage par rapport à l'axe de rupture:

Résultat			Remarques
Diamètre moyen	(mm)	84.14	
Hauteur	(mm)	174.1	
Ratio hauteur/diamètre		2.07	
Charge	(kN)	547.70	
<b>Résistance</b>	(MPa)	<b>98.5</b>	
Temps de rupture	(S)	5.17	
Taux de charge	(kN/s)	105.9	
Masse volumique	(kg/m <sup>3</sup> )	2656	



\* Si celle-ci diffère de la température de la pièce.

Préparé par:

Sylvie Daigle, Chef labo

Date

2016-10-25

Vérfié par:

Pascal Bouchard, ing.

Date

18/11/2016



# ANNEXE D

---

PHOTOGRAPHIES DES ÉCHANTILLONS DE ROC



Figure 1 Forage TF-01-16 (boite 1 de 3)



Figure 2 Forage TF-01-16 (boite 2 de 3)



Figure 3 Forage TF-01-16 (boite 3 de 3)



Figure 4 Forage TF-02-16 (boite 1 de 2)



Figure 5 Forage TF-02-16 (boite 2 de 2)



Figure 6 Forage TF-03-16 (boite 1 de 3)



Figure 7 Forage TF-03-16 (boite 2 de 3)



Figure 8 Forage TF-03-16 (boite 3 de 3)

age / Etudes d'impact sur l'environnement / Evaluation des soudures / Gestion de suivi de la securite des barrages / Ingenierie des materiaux / Manuels d'exploita  
vironnement / Programme de formation / Réseaux de fibres optiques (courte ou longue portée) / Suivi des émissions atmosphériques / Laboratoires d'analyses / Accompagnerr  
la certification de l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments / Audits qualité / Conception et réalisation de nouvelles voies ferroviaires, de voies d'évitement et de gare  
je incluant les aiguillages, la signalisation et les télécommunications / Détection sur réseaux / Tests d'intrusion / Consultation et participation citoyenne/ Infrastructures / Ges  
ystèmes de sécurité / Ingénierie des procédés / Manuels et procédures de prévention pour la santé et la sécurité au travail / Sécurité/Planification des transports / program  
surance qualité / Réservoirs d'eau potable et systèmes de surpression / Suivi des rejets liquides / Systèmes informatisés de gestion des infrastructures municipales / Alimentat  
ement et gestion de l'eau potable / Audits techniques des infrastructures / Conception sécuritaire de DMZ / Études de dragage / Évaluation économique et simulation budgét  
:stion déléguée / Ingénierie des renseignements / Manutention et entreposage / Agroalimentaire/Planification et gestion des déplacements de tout mode / Program  
retien préventif / Restauration des milieux aquatiques / Pétrole et gaz /Positionnement stratégique / Gazoducs et systèmes de distribution de gaz / Techniques d'excavatio  
onstruction / Transport et circulation / Augmentation de puissance et d'efficacité de réseaux de transport / Conception, déploiement et gestion de construction de rése  
eloppement et intégration d'applications spécifiques / Études de la sécurité des barrages / Évaluations de la capacité portante d'ouvrages existants / Gestion des actifs / Ingéni  
telecommunications / Télécommunication / Planification stratégique, directives et politiques de sécurité / Programmes de conservation et d'efficacité énergétique / Restaura  
sols contaminés et des sites dégradés / Caractérisation environnementale / Technologies de l'information / Aménagement, ingénierie et réalisation de nouvelles route  
routes incluant: Auscultation et cartographie du comportement d'un ouvrage / Conception, ingénierie et réalisation de nouvelles superstructuresincluant: Développem  
sfert de nouvelles technologies / Études de marché et analyses financiers/Expertise des effets de la pyrite / Gestion des eaux de ruissellement/Bâtiment / Matériaux et  
ipements / Programmes de formation / Restauration et réhabilitation de structures existantes / Étude de circulation / Surveillance environnementale / Énergie / Technologies  
communications / Aménagements hydroélectriques / Automatisation et télécommande / Diagnostics de sécurité / Ingénierie des procédés / Fondations superficielle  
ondes / Gestion des eaux usées, des neiges usées et des lixiviats / Ingénierie et conception / Plans d'atténuation (migration) / Proposition de mesures d'atténuation e  
ification / scanners fixes et mobiles / Surveillance et inspection / télécommunications filaires ou sans fil (PABX, VoIP, GSM, CDMA) / Aménagements paysagers / Min  
omatismes locaux/Construction d'aérogares et de hangars d'entretien et entreposage / Distribution et affectation des déplacements sur le réseau routier / Études de perform  
le capacité / Formation spécifique dans divers domaines / Géotechnique / Perméabilité et connectivité des milieux de vie et milieux naturels / Ingénierie et réalisa  
rastructures aéroportuaires incluant: Mise en service de systèmes de sécurité / Audits qualité / Plans d'intervention sur le réseau routier / Puits d'alimentation en eau pot  
rises d'eau / Schémas d'aménagement et plans directeurs / Solutions numériques / terrassement / Barrages et centrales hydroélectriques / Construction de brise-lam  
umentation et archivage structuré / Pâtes et papiers / Études de réhabilitation des chaussées / Formulation de fabrication de matériaux / Surveillance de travaux / Design url  
chitecture du paysage / Gestion des toitures et de l'étanchéité / Ingénierie et réalisation d'infrastructures municipales: Modélisation et simulation des conditions de la circula  
antification des impacts des mesures de transport durable sur les émissi / atmosphériques/Sciences du climat et de l'atmosphère / Matériaux et des équipements / Program  
formation / Restauration et réhabilitation de structures existantes / Surveillance environnementale/ Énergie /Accompagnement à la certification ISO 9000 / Au  
ronnementaux / Conception et réalisation de centre d'entretien de matériels roulants / Design urbain et architecture du paysage / Études d'impact sur l'environnem  
uation des soudures / Gestion de suivi de la sécurité des barrages / Ingénierie des matériaux / Environnement / Programme de formation / Réseaux de fibres optiques (courte  
ue portée) / Suivi des émissions atmosphériques / Laboratoires d'analyses / Accompagnement pour la certification de l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments / Concep  
balisation de nouvelles voies ferroviaires, de voies d'évitement et de gares de triage incluant les aiguillages, la signalisation / Requalification de secteurs dévitalisés / et  
communications / Détection sur réseaux / Tests d'intrusion / Études d'impact, de circulation et de transport intermodal / Infrastructures / Gestion de systèmes de sécur  
ierie des procédés / Manuels et procédures de prévention pour la santé et la sécurité au travail / Sécurité/Planification des transports / programmes d'assurance quali  
nologies des télécommunications / Réservoirs d'eau potable et systèmes de surpression / Suivi des rejets liquides / Systèmes informatisés de gestion des infrastructu  
icipales / Alimentation, traitement et gestion de l'eau potable / Audits techniques des infrastructures / Évaluation économique et simulation budgétaire / Ingénierie  
eignements / Manutention et entreposage / Agroalimentaire/Planification et gestion des déplacements de tout mode / Programmes d'entretien préventif / Restauration  
ux aquatiques / Pétrole et gaz /Techniques d'excavation et de construction / Transport et circulation / Technologies des télécommunications / Augmentation de puissance  
efficacité de réseaux de transport / Conception de milieux animés, multifonctionnels et conviviaux/Développement et intégration d'applications spécifiques / Études de la sécu  
barrages / Évaluations de la capacité portante d'ouvrages existants / Ingénierie des telecommunications / Télécommunication / Planification stratégique, directives et politici  
écurité / Programmes de conservation et d'efficacité énergétique / Restauration des sols contaminés et des sites dégradés / Surveillance de travaux / Technologies de l'informa  
énagement, ingénierie et réalisation de nouvelles routes ou autoroutes incluant: Auscultation et cartographie du comportement d'un ouvrage / Conception, ingénieri  
isation de nouvelles superstructuresincluant: Développement et transfert de nouvelles technologies / Études de marché et analyses financiers/Expertise des effets de la pyr  
tion des eaux de ruissellement/Bâtiment / Matériaux et des équipements / Programmes de formation / Restauration et réhabilitation de structures existantes / Surveilla  
ronnementale / Énergie / Technologies des télécommunications / Aménagements hydroélectriques / Études de dragage / Densification intelligente et à l'échelle humaine  
ux de vie / Diagnostics de sécurité / Ingénierie des procédés / Fondations superficielles et profondes / Gestion des eaux usées, des neiges usées et des lixiviats / Ingénieri  
:ception / Matériels roulants / Plans d'atténuation (migration) / Proposition de mesures d'atténuation et de bonification / scanners fixes et mobiles / Surveillance et inspecti  
communications filaires ou sans fil (PABX, VoIP, GSM, CDMA) / Aménagements paysagers / Mines / Automatismes locaux/Construction d'aérogares et de hangars d'entree  
eposage / Distribution et affectation des déplacements sur le réseau routier / Études de performance et de capacité / Concordance au PMAD / Géotechnique / Ingénieri  
isation d'infrastructures aéroportuaires incluant: Mise en service de systèmes de sécurité / Audits qualité / Plans d'intervention sur le réseau routier / Puits d'alimentation en  
ible et prises d'eau / Schémas d'aménagement et plans directeurs / Solutions numériques / terrassement / Analyse d'accessibilité / Barrages et centrales hydroélectrique  
struction de brise-lames / documentation et archivage structuré / Pâtes et papiers / Formulation de fabrication de matériaux / Surveillance de travaux / Gestion des toiture  
étanchéité / Ingénierie et réalisation d'infrastructures municipales: Modélisation et simulation des conditions de la circulation / Quantification des impacts des mesure

De la science • aux solutions • aux réalisations

1200, avenue Saint-Jean-Baptiste, bur. 116  
Québec (Québec) G2E 5E8

Téléphone : (418) 871.9330  
Télécopieur : (418) 871.9343

[groupesm.com](http://groupesm.com)