

## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Section 31 05 10 – masse volumique sèche maximale corrigée – Matériaux de remblais.
- .2 Section 31 05 16 – Granulats.
- .3 Section 31 14 13 – Décapage et mise en dépôt du sol.
- .4 Section 31 23 33.01 – Excavation, creusage de tranchées et remblayage.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 CSA International
  - .1 CSA A23.1/A23.2-14, Béton - Constituants et exécution des travaux/Essais et pratiques normalisées pour le béton.
- .2 Ministère des Transports du Québec
  - .1 Cahier des charges et devis généraux (CCDG) - Infrastructures routières - Construction et réparation, Partie 2 -2016.
- .3 Bureau de normalisation du Québec
  - .1 BNQ 2560-114 - Travaux de génie civil – Granulats - 2014.

### **1.3 ÉTAT DU CHANTIER**

- .1 Le plan du terrain montre les canalisations d'utilités publiques souterraines ainsi que les objets enfouis dont l'emplacement est connu. L'Entrepreneur doit toutefois vérifier auprès des organismes d'utilités publiques la présence et la localisation exacte de leur équipement souterrain et fournir un rapport au représentant du Ministère.

### **1.4 MESURES DE PROTECTION**

- .1 Protéger les clôtures, arbres, aménagements paysagers, repères de nivellement, bâtiments existants, bornes de lotissement, revêtements existants, canalisations d'utilités publiques en surface ou souterraines qui doivent demeurer en place. Réparer tout dommage ou défrayer le coût des réparations.

### **1.5 DOCUMENTS/ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE POUR APPROBATION/INFORMATION**

- .1 Soumettre les documents et les échantillons requis conformément à la section 01 33 00 – Documents/Échantillons à soumettre.

- .2 Échantillons : Permettre au représentant du Ministère l'accès aux sources d'approvisionnement à des fins d'échantillonnage.

## **1.6 RAPPORTS D'ÉTUDE SUR LE SOUS-SOL**

- .1 Les rapports d'étude sur le sous-sol sont compris dans le devis à la suite de la présente section.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX**

- .1 Remblai
  - .1 Les remblais sont construits avec les matériaux provenant des déblais de première ou deuxième classe et sont conformes à l'article 11.6 du CCDG.
  - .2 Avant de pouvoir servir de remblai, les matériaux d'excavation ou de terrassement doivent être approuvés par le représentant du Ministère. Protéger ces matériaux contre la contamination.
  - .3 Lorsque les déblais ne fournissent pas suffisamment de matériaux acceptables pour la construction des remblais, un matériel d'emprunt MG-112 doit être utilisé.
- .2 Matériaux granulaires
  - .1 Doivent être conformes à la section 31 05 16 – Granulats.
- .3 Le matériau de remplissage dimensionnellement stabilisé doit être dosé et mélangé en vue de combiner les propriétés ci-après :
  - .1 Résistance maximale à la compression de 0,4 MPa à 28 jours.
  - .2 Teneur maximale en ciment Portland de 25 kg/m ; .
  - .3 Résistance minimale de 0,07 MPa à 24 heures.
  - .4 Granulats de béton conformes aux exigences de la norme CSA A23.1/A23.2.
  - .5 Liant conforme à la norme CSA A3000, type GU ou GU-SF.
  - .6 Affaissement de 180 à  $\pm 20$  mm.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 EXAMEN**

- .1 Évaluation
  - .1 Étudier le rapport géotechnique fourni au devis.
  - .2 Avant de commencer les travaux, vérifier et déterminer l'emplacement des canalisations de services situées sur le chantier ou à la proximité de ce dernier.

### **3.2 TRAVAUX PRÉPARATOIRES**

- .1 Moyens de contrôle de l'érosion et des sédiments
  - .1 Mettre en place des moyens temporaires de lutte contre l'érosion et le dépôt de sédiments, tel que spécifié à la section 01 57 13 – Contrôle temporaire de l'érosion et des sédiments.
- .2 Protection des ouvrages en place
  - .1 Protéger les excavations contre le gel.
  - .2 Garder les excavations propres, exemptes d'eau stagnante et de sol friable.
  - .3 Lorsque le sol peut varier sensiblement en volume à cause des fluctuations de sa teneur en humidité, le couvrir et le protéger à la satisfaction du Représentant du Ministère.
  - .4 Protéger les éléments naturels et artificiels qui doivent demeurer en place.
  - .5 Protéger les canalisations de services enfouies qui doivent demeurer en place.
- .3 Travaux d'enlèvement
  - .1 Enlever les souches et les racines des arbres qui se trouvent sous les semelles, les dalles et les surfaces revêtues en dur; aux autres endroits, les enlever jusqu'à une profondeur de 600 mm sous le niveau définitif du sol.
  - .2 Enlever les canalisations enfouies désuètes qui se trouvent à moins de 2 m des fondations et obturer les tronçons coupés au moyen de bouchons femelles.

### **3.3 EXCAVATION**

- .1 Étayer et contreventer les excavations, protéger les pentes et les talus, et exécuter tous les travaux selon les exigences les plus strictes des règlements provinciaux et municipaux en vigueur.
- .2 Enlever la terre végétale recouvrant les aires qui seront occupées par un nouvel ouvrage, les aires où des changements de niveau doivent être façonnés et les aires où des matériaux excavés doivent être mis en dépôt.
  - .1 Mettre la terre végétale en dépôt sur le chantier en vue d'un usage ultérieur.
- .3 Effectuer les travaux d'excavation nécessaires à l'exécution des terrassements.
  - .1 Ne pas remanier le sol ou le roc en dessous des surfaces portantes.
  - .2 Informer le Représentant du Ministère de la fin des travaux d'excavation.
  - .3 Si la capacité portante du sol n'est pas satisfaisante, des travaux d'excavation supplémentaires seront autorisés par écrit et payés aux termes fixés pour les travaux supplémentaires.
  - .4 Les fouilles effectuées au-delà des profondeurs spécifiées, sans l'autorisation écrite du Représentant du Ministère, devront être remplies de béton ayant la même résistance que celui utilisé pour les semelles aux endroits où reposeront les surfaces portantes et les empattements. Aux autres endroits, utiliser un remblai granulaire compacté à 90 % de la masse sèche volumique maximale.

- .4 Pour les dalles et les surfaces revêtues en dur, creuser jusqu'au niveau du sol d'assise.
  - .1 Enlever la terre végétale, les matières organiques, les débris et les autres matières lâches ou nuisibles rencontrées à ce niveau.

### **3.4 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ SUR PLACE**

- .1 L'essai des matériaux ainsi que l'essai de compactage des matériaux de remblai et de remplissage seront effectués par un laboratoire désigné par le Représentant du Ministère.
- .2 Ne pas commencer les travaux de remblayage ou de remplissage avant que les matériaux aient été approuvés pour utilisation à cette fin par le Représentant du Ministère.
- .3 Aviser le Représentant du Ministère au plus tard 48 heures avant de commencer les travaux de remblayage ou de remplissage avec les matériaux approuvés, afin que le laboratoire d'essai désigné puisse effectuer les essais de compactage nécessaires.

### **3.5 REMBLAYAGE**

- .1 Matières nuisibles : débarrasser les aires à remblayer de la neige et de la glace, des débris de construction, des matières organiques et de l'eau stagnante qui s'y trouvent.
- .2 Support latéral : disposer le remblai de façon uniforme de part et d'autre des ouvrages au fur et à mesure que progressent les travaux, de manière à égaliser la pression des terres.
- .3 Compactage du sol d'assise : compacter le sol d'assise existant sous les allées piétonnes, les surfaces revêtues en dur jusqu'à l'obtention de la masse volumique prescrite pour les matériaux de remplissage.
- .4 Mise en place
  - .1 Étendre les matériaux de remblai par couches de 300 mm d'épaisseur maximum. Ajouter la quantité d'eau requise pour obtenir la masse volumique prescrite.
- .5 Compactage : compacter chaque couche de matériaux jusqu'à l'obtention des masses volumiques indiquées à l'article 11.9.2 du CCDG.
- .6 Surfaces ensemencées ou gazonnées : utiliser les déblais jusqu'au niveau de la terre végétale, sauf dans les tranchées et à moins de 600 mm des fondations.
- .7 Fondations (sauf en ce qui a trait aux tranchées, et sous les dalles et les surfaces revêtues en dur) : utiliser des déblais ou des matériaux d'emprunt ne contenant aucune pierre de plus de 200 mm de diamètre à moins de 600 mm des ouvrages.

### **3.6 NIVELLEMENT**

- .1 Effectuer le nivellement de manière que l'eau ne s'écoule pas vers les bâtiments, les murs et les surfaces revêtues en dur, mais qu'elle soit plutôt dirigée vers les bouches d'égout et les autres ouvrages d'évacuation approuvés par le Représentant du Ministère.

- .1 Niveler le sol en lui donnant une pente progressive entre les différents points cotés indiqués sur les dessins.

### **3.7 NETTOYAGE**

- .1 Nettoyage en cours de travaux : effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
  - .1 Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.
  - .2 Évacuer du chantier, chaque jour, les déblais et autres matériaux extraits qui ne seront pas réutilisés.
- .2 Nettoyage final : une fois les travaux terminés, évacuer du chantier les matériaux/matériels en surplus, les déchets, les outils et l'équipement conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.

**FIN DE LA SECTION**





RRTS-00217423-00-50-50

Soumis le : 27 novembre 2014

Révisé le : 26 février 2016



**Consortium St-Gelais  
Montminy et Associés  
/ Rubin et Rotman  
Associés**

**Étude géotechnique  
Projet d'agrandissement et  
de réaménagement du poste  
frontalier de St-Bernard-  
de-Lacolle**

**Les Services exp inc.**  
30, rue Dufferin  
Granby (Québec) J2G 4W6  
Tél. : 450-378-3322  
Télec. : 450-378-6281  
[www.exp.com](http://www.exp.com)



# **Consortium St-Gelais Montminy et Associés / Rubin et Rotman Associés**

## **Étude géotechnique Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste frontalier de St-Bernard-de-Lacolle**

**Projet n° :**  
RRTS-00217423-00-50-50

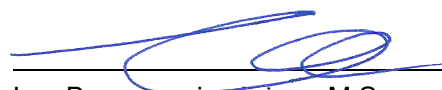
**Soumis à :**  
**Monsieur Jean-Yves Montminy**  
**Architecte associé**  
**Consortium St-Gelais Montminy et Associés /**  
**Rubin et Rotman Associés**  
2980, boulevard Sainte-Anne  
Québec (Québec) Canada G1E 3J3

**Préparé par :**



Guillaume Lapointe, ing.  
N° O.I.Q. : 5025681

**Approuvé par :**



Luc Bergeron, ingénieur, M.Sc.  
Ingénieur principal  
N° O.I.Q. : 40570

**Les Services exp inc.**  
30, rue Dufferin  
Granby (Québec) J2G 4W6  
Tél. : 450-378-3322  
Télec. : 450-378-6281  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

**Émis le :**  
27 novembre 2014

**Révisé le :**  
26 février 2016



## Sommaire

Les services professionnels des Services **exp** inc. ont été retenus par Le Consortium St-Gelais Montminy + Associés / Rubin et Rotman Associés, afin de réaliser une étude géotechnique pour le projet d'agrandissement et de réaménagement du poste frontalier de St-Bernard-de-Lacolle. Les travaux ont consisté à la réalisation de 18 forages ainsi que de 2 tranchées d'exploration à l'emplacement des nouveaux bâtiments et aménagements proposés. Les forages ont permis de déterminer la composition des sols en place, la profondeur du socle rocheux ainsi que la structure de chaussée des voies de circulation. Un échantillonnage environnemental a de plus été effectué au droit de deux des forages. Les deux tranchées ont été réalisées le long des fondations d'un bâtiment existant afin de déterminer leur profondeur et dimension.

À la suite des travaux terrain, des analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons afin de compléter leur description, et les échantillons environnementaux ont été acheminés à un laboratoire indépendant afin de connaître leur concentration en hydrocarbures pétroliers, HAM et métaux.

Les résultats des forages ont montré que le niveau du socle rocheux était généralement situé près de la surface, soit à partir de 0,7 à 2,6 mètres sous la surface du terrain mais devenant plus profond dans la moitié sud-est (élévation < 58,8 mètres). Le dépôt naturel, lorsque rencontré, était constitué de sable silteux graveleux compact. Les analyses chimiques ont indiqué que tous les échantillons étaient d'une concentration inférieure au critère A, à l'exception d'un seul où les hydrocarbures pétroliers se situaient dans la plage B-C.

Les conclusions de ce rapport ont permis de déterminer les capacités portantes du sol et de donner des recommandations nécessaires à la conception des fondations des nouveaux bâtiments qui pourront être de type conventionnel avec des capacités portantes (ELS) égales ou supérieures à 150 kPa. Ainsi, l'agrandissement situé au sud du bâtiment voyageur sera implanté directement sur le socle rocheux, mais il pourrait également prendre appui sur le dépôt de silt et sable du côté sud de celui-ci. Pour la nouvelle marquise ainsi que le bâtiment pour l'inspection tertiaire, les résultats des forages indiquent que les fondations prendront appui directement sur le socle rocheux. Enfin, la nouvelle passerelle aérienne pourrait prendre appui à la fois sur le roc et sur le dépôt naturel de silt et sable. Des dalles sur sol conventionnelles pourront être mises en place à l'emplacement de tous les nouveaux aménagements.

La catégorie d'emplacement est « C » (sols très denses) au minium et les sols en place ne sont pas liquéfiables.

Pour les voies de circulation, les résultats des forages ont montré que la structure de chaussée en place est acceptable et pourrait être maintenue en place dans les secteurs où celle-ci ne sera pas touchée par les travaux de réaménagement. Dans le cas contraire, une nouvelle structure de chaussée a été proposée pour les voies de circulation et les stationnements.

## Executive Summary

The St-Gelais Montminy + Associés / Rubin & Rotman Associates Consortium retained the professional services of **exp** Services Inc. to carry out a geotechnical study for the St-Bernard-de-Lacolle border crossing expansion and redevelopment project. The work consisted in drilling 18 boreholes and excavating 2 test trenches at the location of the proposed new buildings and amenities. The boreholes made it possible to determine the composition of the soil at the site, depth to bedrock, as well as the pavement structure of roadways. An environmental sampling was also carried out at two borehole locations. The 2 test trenches were dug alongside the foundations of an existing building to determine their depth and dimensions.

Following the field work, particle-size analyses were carried out on the samples to complete their descriptions. The environmental samples were sent to an independent laboratory to ascertain their petroleum hydrocarbon, monocyclic aromatic hydrocarbon (MAH) and metal concentrations.

Drilling results showed that the bedrock was generally near the surface, i.e. between 0.7 and 2.6 metres below grade, although it deepened in the southeastern half (elevation < 58.8 metres). When encountered, the natural soil deposit consisted of compact, gravelly silty sand. The chemical analyses indicated that all the samples contained concentrations below the A criterion, with the exception of one with petroleum hydrocarbons in the B-C range.

The report's findings provided a basis to determine the soil's bearing capacities and to make recommendations for the design of foundations for the new buildings, which could be conventional with serviceability limit state (SLS) bearing capacities equal to or greater than 150 kPa. The expansion to the south of the travellers' facility will accordingly be built directly on the bedrock, but could also be supported on the silt and sand deposit on the south side of the bedrock. For the new canopy and the tertiary examination building, the drilling results indicated that the foundations would be built directly on the bedrock. Lastly, the new overhead walkway could be supported on both the bedrock and the natural silt and sand deposit. All the new amenities could be supported on conventional slab-on-grade foundations.

The site class is at least "C" (very dense soil), and the soils at the site are not liquefiable.

Regarding the roadways, the drilling results showed that the pavement structure in place is acceptable and could remain in place in areas where it will not be affected by the redevelopment work. Otherwise, a new pavement system was proposed for the roadways and parking lots.



## Table des matières

	Page
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Travaux d'investigation.....</b>	<b>2</b>
2.1 Travaux sur le terrain .....	2
2.2 Laboratoire .....	3
2.2.1 Essais géotechniques .....	3
2.2.2 Analyses chimiques .....	3
<b>3. Nature et propriétés des sols et du roc .....</b>	<b>5</b>
3.1 Structure de chaussée dans les aires pavées .....	5
3.1.1 Enrobé bitumineux .....	5
3.1.2 Fondation supérieure .....	5
3.1.3 Sous-fondation .....	6
3.1.4 Autres remblais et terre végétale .....	6
3.1.5 Dépôt naturel.....	7
3.2 Forages dans les aires non pavées (F-10, F-14 et F-17) .....	7
3.3 Socle rocheux .....	9
<b>4. Eau souterraine .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Interprétation des résultats des analyses chimiques .....</b>	<b>12</b>
<b>6. Conclusions et recommandations .....</b>	<b>14</b>
6.1 Portée et limitation du rapport.....	14
6.2 Description du projet .....	15
6.3 Fondations et capacités portantes .....	15
6.3.1 Agrandissement projeté (F-1 à F-3).....	15
6.3.2 Marquise et bâtiment pour inspection tertiaire (F-4 à F-6).....	17
6.3.3 Passerelle aérienne .....	17

## Table des matières (suite)

	<b>Page</b>
6.4 Protection contre le gel .....	18
6.5 Dalle sur sol .....	18
6.6 Classification sismique et potentiel de liquéfaction.....	19
6.7 Drainage.....	20
6.8 Structure de chaussée .....	20
6.8.1 Chaussées existantes .....	20
6.8.2 Nouvelles chaussées .....	20
6.9 Réutilisation des matériaux en place .....	22
6.9.1 Sols en place.....	22
6.9.2 Enrobé bitumineux pulvérisé (pulvo).....	23
6.10 Gestion des matériaux d'excavation potentiellement contaminés .....	23

## Liste des tableaux

Tableau 3.1 : Résumé des résultats des forages .....	10
Tableau 5.1 : Compilation des résultats des analyses chimiques sur les échantillons de matériaux de remblai .....	13



## Liste des annexes

- Annexe A : Plans de localisation
- Annexe B : Coupes de la fondation existante au droit de TR-19 et TR-20
- Annexe C : Rapports de forage
- Annexe D : Courbes granulométriques
- Annexe E : Certificat d'analyses chimiques

# 1. Introduction

Les services professionnels des Services **exp** inc. ont été retenus par Le Consortium St-Gelais Montminy + Associés / Rubin et Rotman Associés, afin de réaliser une étude géotechnique pour le projet d'agrandissement et de réaménagement du poste frontalier de St-Bernard-de-Lacolle.

Cette étude a été effectuée dans le but de déterminer la nature et certaines propriétés des sols et du roc en place, ainsi que de formuler les recommandations d'ordre géotechnique nécessaires à la conception et à la construction de l'aménagement proposé.

Parallèlement au volet géotechnique, une caractérisation environnementale préliminaire des sols ciblée a été effectuée dans le cadre du présent mandat afin d'en évaluer le niveau de contamination en fonction des critères génériques d'usage établis dans la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Cette caractérisation ne constitue pas une évaluation environnementale de site; elle ne peut donc pas être utilisée pour statuer sur la présence ou l'absence de sources de contamination réelles ou potentielles sur le terrain à l'étude.

Le présent rapport contient la description des travaux de reconnaissance effectués sur le terrain et en laboratoire, la synthèse des résultats obtenus, ainsi que nos conclusions et recommandations.

## 2. Travaux d'investigation

Les travaux d'investigation géotechnique visant à déterminer la nature et certaines propriétés des sols et du roc à l'emplacement à l'étude ont été effectués sur le terrain et en laboratoire.

### 2.1 Travaux sur le terrain

Les travaux sur le terrain se sont déroulés entre le 29 septembre et le 3 octobre 2014 suivant le programme préalablement établi par les concepteurs et dont il est fait état dans l'offre de service présentée le 11 septembre 2014 à monsieur Jean-Yves Montminy, architecte. Ces travaux ont consisté à la réalisation de 18 forages et de deux tranchées d'exploration à l'emplacement des nouveaux aménagements proposés.

La vérification de la position des services publics souterrains (égouts, aqueduc, gaz, électricité et téléphone) a été effectuée par nos services auprès d'Info-Excavation. Les travaux de localisation et de nivellement des sondages convenus ont été effectués par nos services à l'aide du plan de localisation des forages préparé par les concepteurs. Le repère de nivellement utilisé, dont l'élévation géodésique était de 66,36 mètres, correspond à l'extrémité supérieure d'un médaillon de métal ancré dans une base de béton. Toutes les élévations mentionnées dans le présent rapport sont géodésiques.

La position approximative des sondages implantés dans le cadre du présent mandat ainsi que la localisation du repère de nivellement utilisé sont montrées sur les plans de localisation inclus à l'annexe A du rapport.

Les forages, identifiés F-1 à F-18, ont été exécutés à l'aide d'une foreuse à tarières évidées ou en utilisant des tubages de calibre NW (89 millimètres de diamètre) enfoncés par lavage et par rotation. Ces forages ont atteint une profondeur variant entre 1,1 et 5,5 mètres sous la surface du terrain actuel. Ces forages ont été répartis comme suit :

- F-1 à F-3 et F-10 : Forages géotechniques au roc pour bâtiments.
- F-4 à F-9 et F-11 : Forages sans échantillonnage pour déterminer la profondeur et la qualité du roc, avec échantillonnage environnemental dans F-8 et F-9.
- F-12 à F-18 : Forages d'infrastructure pour établir l'épaisseur et la composition des structures de chaussée des voies de circulation.

Un carottier de grand diamètre (150 mm) a été employé dans la structure de chaussée de façon à s'assurer que les échantillons aient un volume suffisant pour assurer la représentativité des essais de laboratoire ultérieurs. Par la suite, un carottier normalisé de type cuillère fendue de 51 millimètres de diamètre ou plus a été utilisé pour le prélèvement d'échantillons remaniés et pour la mesure de l'indice « N » de l'essai de pénétration standard (ASTM D1586-11). Cet indice permet d'estimer la compacité des sols traversés. Le socle rocheux a été échantillonné en continu en utilisant un carottier à double paroi de calibre NQ (48 millimètres de diamètre).



Un tube d'observation perforé dans sa partie inférieure a été laissé dans plusieurs trous de forage afin de préciser, si désiré, le niveau de l'eau souterraine après la fin des travaux sur le terrain.

Les tranchées d'exploration, identifiées TR-19 à TR-20, ont été creusées à l'aide d'une rétrocaveuse le long des fondations du bâtiment existant. Les coupes des fondations existantes sont présentées à l'annexe B du rapport.

Afin d'éviter toute contamination croisée, les outils appelés à être en contact avec les échantillons qui ont été prélevés à des fins d'analyses environnementales ont été soigneusement nettoyés avant chaque prélèvement à l'aide d'une brosse pour être ensuite successivement rincés à l'eau distillée, à l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) à 10 pour cent, à l'acétone et à l'hexane, puis de nouveau à l'acétone et à l'eau distillée afin de déloger toute matière susceptible d'être source de contamination. Les échantillons ont été conservés au frais dans des récipients en verre neufs et étanches placés dans une glacière portative. Ces procédures sont conformes à celles recommandées aux guides d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales et au Guide de caractérisation des terrains (2003) du MDDELCC.

Tous les travaux de terrain ont été réalisés sous la supervision d'un ingénieur. Les rapports de sondage inclus à l'annexe C présentent les renseignements recueillis sur le terrain.

## **2.2 Laboratoire**

### **2.2.1 Essais géotechniques**

Tous les échantillons prélevés ont été acheminés au laboratoire où ils ont été soumis à une identification visuelle par un ingénieur géotechnicien. Subséquemment, 31 analyses granulométriques par lavage et tamisage (LC 21-040), ainsi qu'une mesure de la teneur en eau naturelle (LC 21-200) ont été effectuées afin de compléter la description et l'identification des matériaux rencontrés. De plus, trois échantillons ont été sélectionnés pour déterminer l'indice pétrographique de potentiel de gonflement (IPPG) (NQ 2560-500).

Les résultats de ces essais et analyses sont inclus à l'annexe D du rapport. Les échantillons qui n'ont pas été utilisés pour les essais de laboratoire seront conservés pendant une période de six mois à compter de la date de leur prélèvement; à moins d'indication contraire, ils seront par la suite détruits.

### **2.2.2 Analyses chimiques**

Tous les échantillons prélevés ont été acheminés à notre laboratoire; subséquemment, six échantillons ont été transmis à un laboratoire indépendant dûment accrédité auprès du MDDELCC où ils ont été analysés pour en mesurer la concentration en hydrocarbures pétroliers  $\text{C}_{10}$  à  $\text{C}_{50}$  ainsi qu'en métaux (balayage complet des paramètres de la politique sur les terrains contaminés) et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Afin de vérifier la qualité et la répétitivité des résultats analytiques, un échantillon a été prélevé en double (duplicata de chantier) et identifié par un numéro fictif pour être analysé avec les autres échantillons à l'insu du laboratoire sous-traitant (double interne à l'aveugle). En plus de cette mesure de contrôle de la qualité, le laboratoire sous-traitant a appliqué ses propres mesures de contrôle de la qualité requises par son accréditation.

Le certificat d'analyses chimiques délivré par le laboratoire est inclus à l'annexe E du présent rapport. Les résultats détaillés des mesures de contrôle interne de qualité y sont présentés.

### 3. Nature et propriétés des sols et du roc

Les forages ont permis d'établir, à leur emplacement, la stratigraphie présentée dans les paragraphes qui suivent et résumée au tableau à la fin de la présente section.

#### 3.1 Structure de chaussée dans les aires pavées

Des forages géotechniques avec échantillonnage ont été réalisés au droit des forages F-1 à F-3, F-8, F-9, F-12, F-13, F-15 et F-18.

##### 3.1.1 Enrobé bitumineux

À l'emplacement des forages situés dans les aires pavées, une couche d'enrobé bitumineux d'une épaisseur variant entre 40 et 120 millimètres a été traversée dans les stationnements et variant entre 100 et 140 millimètres dans les voies de circulation. À l'emplacement de F-16, une dalle de béton d'une épaisseur de 210 millimètres était présente en surface.

##### 3.1.2 Fondation supérieure

Par la suite, une fondation supérieure composée de pierre concassée grise de calibre 0-20 millimètres a été observée sur une épaisseur variant entre 160 et 390 millimètres pour une moyenne de 290 millimètres. À l'emplacement de F-18, une couche unique de gravier et sable brun a été observée sur une épaisseur de 830 millimètres. Neuf analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons de cette couche. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	< 80 µm	
MO-6971	F-1 / CF-1A	0,1 à 0,3	44	45	11,1	SP-SM
MO-6972	F-2 / CF-1A	0,1 à 0,3	52	39	8,5	GP-GM
MO-6973	F-3 / CF-1A	0,1 à 0,4	49	41	9,6	GP-GM
SB14-0907	F-8 / CF-2A	0,1 à 0,4	51	42	6,6	GW-GM
SB14-0910	F-9 / CF-2A	0,1 à 0,2	51	38	10,8	GP-GM
SB14-0914	F-12 / CF-2A	0,1 à 0,5	55	36	9,2	GP-GM
SB14-0918	F-13 / CF-2A	0,1 à 0,5	56	35	9,1	GP-GM
SB14-0923	F-15 / CF-2A	0,1 à 0,3	60	33	6,9	GP-GM
SB14-0931	F-18 / CF-2	0,1 à 0,8	47	43	9,6	GW-GM
Moyenne			52	39	9,0	--

La moyenne granulométrique ne rencontre pas les exigences d'un matériau granulaire de type MG 20 notamment par sa proportion de particules fines ( $< 80 \mu\text{m}$ ) supérieure aux exigences. Cependant, ceux-ci rencontrent les exigences d'un matériau granulaire de type MG 112.

Des essais d'IPPG ont également été réalisés sur les échantillons des forages F-1 à F-3. Les résultats montrent un indice de 1 ou de 2 correspondants à un potentiel de gonflement négligeable.

### 3.1.3 Sous-fondation

La couche de sous-fondation rencontrée sous la fondation supérieure, à l'exception des forages F-14 et F-18 où cette couche était absente, était composée de sable et de gravier à des proportions variables et a été traversée sur une épaisseur variant entre 0,3 et 0,7 mètre, sauf dans le forage F-3 où la couche était plus importante (1,2 mètre). Neuf analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons de la sous-fondation dont les résultats sont résumés dans le tableau suivant. Ceux-ci indiquent une grande variabilité dans la proportion de particules fines ( $< 80 \mu\text{m}$ ) dans ces échantillons et montrent que six échantillons sont conformes à un matériau granulaire de type MG 112.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	$< 80 \mu\text{m}$	
SB14-0902	F-1 / CF-1B	0,3 à 0,8	3	92	4,7	SP
SB14-0904	F-2 / CF-1B	0,3 à 0,6	32	58	10,2	SP-SM
SB14-0906	F-3 / CF-1B	0,4 à 0,7	48	41	11,3	GP-GM
SB14-0908	F-8 / CF-2B	0,4 à 0,8	57	35	8,4	GW-GM
SB14-0911	F-9 / CF-2B	0,2 à 0,8	62	27	10,5	GP-GM
SB14-0915	F-12 / CF-2B	0,5 à 0,8	1	92	7,3	SP-SM
SB14-0916	F-12 / CF-3A	0,8 à 1,1	65	27	8,1	GW-GM
SB14-0919	F-13 / CF-2B	0,5 à 0,8	23	67	9,7	SW-SM
SB14-0924	F-15 / CF-2B	0,3 à 0,8	68	25	6,6	GP-GM

### 3.1.4 Autres remblais et terre végétale

Dans la plupart des forages échantillonnés, la couche de sous-fondation reposait sur une ou deux couches de matériaux de remblai de composition très variable, tel que les résultats des analyses granulométriques résumés dans le tableau de la page suivante le démontrent.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	< 80 µm	
SB14-0905	F-2 / CF-2A	0,8 à 1,1	19	64	16,9	SM
SB14-0912	F-9 / CF-3B	1,1 à 1,5	1	89	9,9	SW-SM
SB14-0917	F-12 / CF-3B	1,1 à 1,5	28	31	40,5	SM
SB14-0920	F-13 / CF-3	0,8 à 1,5	18	32	50,3	-
SB14-0925	F-15 / CF-3	0,8 à 1,5	35	55	10,4	SP-SM
SB14-0928	F-16 / CF-3	0,8 à 1,1	11	65	23,8	SM

Sous le remblai, une couche de terre végétale a été traversée au droit des deux forages F-12 et F-13 sur une épaisseur respective de 0,4 et 0,5 mètre, avant de rencontrer une mince couche de sable ou cailloux (de l'ordre de 50 à 100 millimètres) reposant sur le roc probable.

### 3.1.5 Dépôt naturel

Le dépôt naturel a été rencontré au droit des forages F-1 à F-3, F-8, F-9, F-15 et F-18 à une profondeur variant entre 0,8 et 2,0 mètres. Il était composé d'un mélange de sable et de silt brun avec des proportions variables de gravier. Trois analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons jugés représentatifs de ce dépôt. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	< 80 µm	
SB14-0903	F-1 / CF-3	1,5 à 2,1	12	43	44,8	SM
SB14-0909	F-8 / CF-3B	0,8 à 1,5	37	29	33,8	SM
SB14-0932	F-18 / CF-3B	1,0 à 1,5	29	42	28,7	SM

Ce dépôt a été rencontré jusqu'à une profondeur de 4,2 mètres au droit de F-1. Selon les indices N obtenus dans ce forage, la compacité de ce dépôt serait moyenne jusqu'à 2,3 mètres de profondeur, et de très dense par la suite.

## 3.2 Forages dans les aires non pavées (F-10, F-14 et F-17)

Trois forages ont été réalisés dans des aires non pavées, dont F-10 situé à l'ouest du nouveau bâtiment en construction, F-14 situé sur la terrasse au nord-ouest du bâtiment administratif des douanes, et F-17 sur la terrasse au sud du poste de douane.

Les sols rencontrés au droit du forage F-10 sont un remblai de sable graveleux brun avec un peu de silt d'une épaisseur de 0,6 mètre suivi d'un second remblai composé de silt sableux graveleux brun qui a été observé jusqu'à 2,3 mètres de profondeur. Une analyse granulométrique a été réalisée sur un échantillon de ce remblai dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	< 80 µm	
SB14-0913	F-10 / CF-3	1,5 à 2,1	24	32	44,2	SM

Ce remblai était suivi d'une couche de bloc et cailloux qui a été traversée jusqu'au niveau du socle rocheux rencontré à 4,1 mètres de profondeur. Il faut noter que le forage était situé près d'une conduite d'égout pluviale ce qui pourrait expliquer la grande profondeur du roc au droit de ce forage comparativement à celle observée dans la tranchée de la fondation du nouveau bâtiment situé à environ 5 mètres du forage où le roc était à près de 1,5 mètre de profondeur.

Les forages F-14 et F-17 ont débuté avec une couche de terre végétale d'une épaisseur de 100 millimètres. Par la suite, des remblais de sable et gravier à sable silteux brun sont rencontrés jusqu'à 0,7 et 0,6 mètre respectivement. Quatre analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons de ces couches dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

N°	Sondage / Échantillon	Profondeur (m)	Proportions des constituants (%)			Classification unifiée
			Gravier	Sable	< 80 µm	
SB14-0921	F-14 / CF-1B	0,1 à 0,6	39	44	17,1	SM
SB14-0922	F-14 / CF-2B	0,6 à 0,7	42	43	14,7	SM
SB14-0929	F-17 / CF-1A	0,1 à 0,3	37	44	19,0	SM
SB14-0930	F-17 / CF-1B	0,3 à 0,6	1	75	23,7	SM

Ces couches de remblai étaient suivies d'une couche d'enrobé bitumineux de 50 et 90 millimètres d'épaisseur respectivement. À l'emplacement de F-17, la couche d'enrobé bitumineux aurait pris assise sur une dalle ou bloc de béton de 120 millimètres d'épaisseur. Les sols sous-jacents étaient composés de remblai de gravier, sable et silt à des proportions variables. Le dépôt naturel composé de sable et silt brun a été rencontré au droit de F-17 à 1,7 mètre de profondeur, tandis qu'une couche de terre végétale a été interceptée au droit de F-14 de 1,2 à 2,5 mètres de profondeur, soit jusqu'à un refus sur roc probable.

Ces trois forages indiquent donc la présence de plusieurs couches hétérogènes de matériaux de remblai.



### 3.3 Socle rocheux

Le niveau du socle rocheux a été atteint au droit de plusieurs forages à partir de 0,9 mètre sous la surface du terrain actuel. Il s'agissait d'un grès quartzitique dont la qualité est variable d'un emplacement à un autre. Les résultats indiquant que le roc se retrouve à une profondeur relativement faible dans la moitié nord-ouest du site, avec un pendage peu marqué vers le sud-est (élévation 65,0 à 63,0 mètres) et plonge plus rapidement par la suite dans la moitié sud-est (élévation < 58,8 mètres).

**Tableau 3.1 : Résumé des résultats des forages**

Forage	Élévation de la surface du sol	Épaisseurs de chaussée et/ou de remblai (mm)				Dépôt naturel			Niveau du socle rocheux	
		Enrobé bitumineux	Fondation supérieure	Sous-fondation	Autre(s) remblai(s)	Profondeur	Élévation	Épaisseur	Profondeur	Élévation
F-1	65,77	50	250	690	-	1,0	64,78	3,2	4,17	61,60
F-2	65,83	120	210	250	1 630	1,1	64,76	0,3	2,54	63,29
F-3	65,77	40	320	1 160	790	--	--	--	2,31	63,46
F-4	65,99	--	--	--	--	--	--	--	0,86	65,13
F-5	65,92	--	--	--	--	--	--	--	0,69	65,23
F-6	66,36	--	--	--	--	--	--	--	1,55	64,81
F-7	65,95	--	--	--	--	--	--	--	2,41	63,54
F-8	66,14	130	250	430	--	0,8	65,33	--	> 2,1	< 64,0
F-9	65,98	110	350	660	860	--	--	--	> 2,1	< 63,8
F-10 <sup>(1)</sup>	62,86	--	--	--	--	--	--	--	4,11	58,75
F-11	64,41	--	--	--	--	--	--	--	> 5,5	< 58,9
F-12	66,64	100	360	660	760	1,5	65,12	0,4 <sup>(2)</sup>	2,0 <sup>(3)</sup>	64,63
F-13	65,94	70	390	300	1 200	2,0	63,98	0,5 <sup>(2)</sup>	2,6 <sup>(3)</sup>	63,35
F-14	66,47	--	--	--	1 240	--	--	--	> 2,5	< 64,0
F-15	62,68	140	160	460	760	1,5	61,16		1,8 <sup>(3)</sup>	60,80
F-16	61,96	210 <sup>(4)</sup>	320	--	560	--	--	--	1,1 <sup>(3)</sup>	60,87
F-17	65,34	--	--	--	1 680	1,7	63,66	--	> 2,3	< 63,0
F-18	65,32	140	830	--	--	1,0	64,35	--	> 2,1	< 63,2

(1) : Forage réalisé hors-chaussée

(2) : Terre végétale

(3) : Refus à l'enfoncement sur roc probable; aucun carottage n'a été effectué

(4) : Dalle de béton dans ce cas



## 4. Eau souterraine

Le niveau de l'eau souterraine a été mesuré le 3 octobre 2014 dans les tubes d'observation laissés dans les trous de forage. Les résultats des relevés sont synthétisés au tableau suivant :

Forage	Élévation de la surface du sol (m)	Délai de stabilisation	Niveau de l'eau souterraine (m)	
			Profondeur	Élévation
F-1	65,77	1 jour	> 5,5	< 60,3
F-2	65,83	1 jour	> 3,9	< 61,9
F-3	65,77	1 jour	> 3,6	< 62,2
F-6	66,36	3 jours	3,3	63,1
F-7	65,95	3 jours	3,7	62,3
F-11	64,41	2 jours	5,0	59,4

Ces mesures ne sont fournies qu'à titre indicatif puisque le niveau de la nappe phréatique peut varier suivant les précipitations et les saisons.

## 5. Interprétation des résultats des analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques ont été interprétés en fonction des critères génériques d'usage établis dans la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT).

Pour les sols, la Politique prévoit trois niveaux de critères génériques pour plusieurs substances et ces niveaux (A, B, C) peuvent être résumés comme suit :

- Niveau A : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour les paramètres organiques.
- Niveau B : Limite maximale acceptable pour un terrain à vocation résidentielle, récréative et institutionnelle. Sont également inclus les terrains à vocation commerciale dans un secteur résidentiel; ces valeurs correspondent à celles de l'annexe I du RPRT.
- Niveau C : Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation commerciale, non situés dans un secteur résidentiel, et pour des terrains à usage industriel; ces valeurs correspondent à celles de l'annexe II du RPRT.

Ces critères génériques servent également à déterminer la façon dont les sols contaminés doivent être gérés et disposés, lors de la réalisation de travaux d'excavation, en fonction des lignes directrices émises dans la Grille intérimaire de gestion des sols contaminés excavés tirée de la Politique citée précédemment. Par ailleurs, des concentrations maximales ont été établies dans le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) à partir desquelles l'enfouissement est prohibé, ce qui implique que les sols contaminés à ce niveau doivent être décontaminés à un niveau acceptable avant d'être enfouis.

Compte tenu de la vocation du site, les critères C (sols) doivent être considérés comme étant le seuil effectif de contamination. Les différentes valeurs de ces critères génériques et des concentrations maximales d'enfouissement (RESC) sont également intégrées au tableau de compilation de la page suivante.

Les paramètres de dépistage de base que sont les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub> à C<sub>50</sub>, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les métaux ont été utilisés pour vérifier la qualité environnementale des sols. Ces paramètres sont ceux les plus fréquemment rencontrés selon le Bilan sur la gestion des terrains contaminés du MDDELCC (Hébert, 2006).

Interprétés en fonction des critères génériques décrits ci-dessus, les résultats des analyses chimiques montrent que les concentrations en hydrocarbures pétroliers, en HAP et en métaux de tous les échantillons sont inférieures au critère A, à l'exception de l'échantillon F-9 CF-2A où la concentration en hydrocarbures pétroliers était située dans la plage B-C. Le duplicata de chantier identifié DUP A était parent à l'échantillon F-9 CF-3A. Les résultats indiquent une similitude entre ces deux échantillons montrant que les mesures de contrôle de qualité sont positives.

**Tableau 5.1 : Compilation des résultats des analyses chimiques sur les échantillons de matériaux de remblai**

Paramètres	Critères génériques			RESC	F-8 CF-2A	F-8 CF-2B	F-9 CF-2A	F-9 CF-3A	F-9 CF-3A DC (DUP-A)	F-9 CF-3B
	A	B	C							
<b>Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub> à C<sub>50</sub></b>	300	700	3 500	10 000	190	< 100	940	< 100	< 100	< 100
- Argent (Ag)	0,8	20	40	200	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
- Arsenic (As)	15	30	50	250	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
- Baryum (Ba)	265	500	2 000	10 000	10	74	8	150	150	21
- Cadmium (Cd)	1,3	5	20	100	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
- Cobalt (Co)	20	50	300	1 500	3	5	3	6	6	5
- Chrome (Cr)	75	250	800	4 000	4	7	4	11	11	11
- Cuivre (Cu)	50	100	500	2 500	5	12	3	19	19	9
- Étain (Sn)	5	50	300	1 500	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
- Manganèse (Mn)	2 025	3 000	3 000	11 000	940	900	810	610	580	260
- Molybdène (Mo)	2	10	40	200	2	2	2	< 1	< 1	< 1
- Nickel (Ni)	55	100	500	2 500	6	11	6	18	19	14
- Plomb (Pb)	40	500	1 000	5 000	5	7	< 5	6	7	< 5
- Zinc (Zn)	130	500	1 500	7 500	13	35	< 10	56	56	31
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>					< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

DC : Duplicata de chantier

DL : Duplicata de laboratoire

= : Paramètre non réglementé



: Résultat A-B



: Résultat C-RESC



: Résultat B-C



: Résultat ≥ RESC

Note : Les critères du manganèse ont été mis à jour le 28 mars 2012; les nouveaux critères sont employés dans l'interprétation.

## 6. Conclusions et recommandations

### 6.1 Portée et limitation du rapport

Les conclusions et recommandations formulées dans les paragraphes qui suivent sont basées sur l'hypothèse de la représentativité, sur l'ensemble du site à l'étude, des conditions géotechniques relevées au droit des sondages implantés dans le cadre du présent mandat; ces recommandations reposent également sur les informations qui nous ont été transmises par les concepteurs au moment de la rédaction du présent rapport et dont il est fait état ci-après.

Le présent rapport doit être utilisé uniquement qu'à des fins de conception dans le contexte du projet décrit ci-après, et non à des fins de construction. Nos conclusions et recommandations sont valides uniquement sur le site à l'étude et ne pourront être utilisées sur d'autres terrains, même contigus, sans avoir fait l'objet d'une étude complémentaire.

Nous devons être avisés de toute modification dans la localisation, la nature ou la conception du projet afin d'en évaluer l'impact et, au besoin, de modifier les recommandations formulées dans le présent rapport.

Les conditions rencontrées entre les sondages ou ailleurs sur le site peuvent éventuellement différer de celles observées à l'emplacement de ceux-ci. Dans cette optique, nous recommandons que les excavations soient inspectées par un représentant de notre firme afin de s'assurer de la représentativité des sondages et, le cas échéant, de détecter toute particularité qui serait susceptible d'affecter nos conclusions et recommandations.

Les directives du Code national du bâtiment (CNB), édition 2010, et plus particulièrement les sections 4.1 et 4.2 du code ainsi que les commentaires J et K de l'annexe A dudit code, ainsi que la 4<sup>e</sup> édition du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF, 2013) ont été considérées dans la préparation du présent rapport, notamment dans les calculs des capacités portantes.

Bien qu'il s'agisse d'une propriété fédérale, la réglementation du Québec a été considérée puisque les travaux de caractérisation ont été effectués dans le cadre d'une gestion environnementale des matériaux d'excavation. Les conclusions en ce qui concerne le volet environnemental de la présente étude ont donc uniquement été formulées dans ce contexte et sont basées sur les différentes lois et politiques ainsi que les règlements environnementaux qui étaient en vigueur au moment de la rédaction du présent rapport. Toute modification apportée à ces lois, règlements ou politiques de même que tout changement de vocation du site à l'étude sont susceptibles de les affecter. Le présent rapport ne peut, en aucun cas, être considéré comme étant un avis juridique.

## 6.2 Description du projet

Selon les renseignements obtenus des concepteurs, un réaménagement du poste frontalier de St-Bernard-de-Lacolle est projeté. Ce réaménagement comprend un agrandissement au sud du bâtiment voyageur sur trois étages et d'un étage dans le secteur de F-1 et F-2. Cet agrandissement inclura une marquise qui sera située au-dessus d'un stationnement pour autobus. Un stationnement pour véhicule léger est de plus projeté au sud de l'agrandissement.

Au nord du bâtiment voyageur, il y aura une nouvelle marquise située au-dessus des postes d'inspection secondaire, ainsi qu'un nouveau bâtiment pour l'inspection tertiaire situé à l'emplacement de F-6. À l'est de cet aménagement, un nouveau stationnement pour véhicule léger est projeté.

Les guérites actuelles seront remplacées par 15 nouvelles qui seront situées un peu plus au nord que les existantes. Celles-ci seront mises en place en quinconce sur une dalle de béton et seront reliées par un lien physique aérien.

Le bâtiment des douanes existant sera démoli et l'excavation sera remblayée afin d'élargir la voie principale à la sortie des guérites, agrandir un stationnement et de mettre en place un chemin d'accès entre ce dernier et le stationnement pour l'inspection commerciale. La différence de niveau entre la voie principale et la partie est du site sera maintenue par un mur de soutènement construit en direction nord-sud.

Enfin, les aires pavées seront réaménagées et les conduites des services d'égout et aqueduc seront déplacées.

## 6.3 Fondations et capacités portantes

### 6.3.1 Agrandissement projeté (F-1 à F-3)

L'agrandissement projeté est situé au sud du bâtiment existant, dans les secteurs des forages F-1 à F-3. Cet agrandissement aura trois étages à l'emplacement de F-3 et d'un étage dans la section suivante allant jusqu'à F-1. La tranchée TR-20 réalisée le long de la fondation sud du bâtiment existant a montré que les semelles de ce dernier seraient implantées directement sur le socle rocheux à une profondeur de 1,7 mètre par rapport au niveau du terrain actuel. Le plan L04 à l'annexe B montre une coupe de la fondation existante à l'emplacement de la tranchée. Les forages F-1 à F-3 ont montré que le niveau du roc décroît vers le sud, passant de 2,3 à 4,2 mètres de profondeur (élevations 63,5 à 61,6 mètres). Au-dessus de celui-ci un dépôt généralement dense composé de silt et sable est présent sous la structure de chaussée, à l'exception de F-2 où un remblai a été rencontré jusqu'à 2,2 mètres de profondeur. Étant donné que ce forage a été réalisé près de conduites pluviales, il est probable que celui-ci ait été fait dans la tranchée d'excavation.



Tous les empattements devront prendre appui directement sur le terrain naturel composé de silt et sable ou directement sur le socle rocheux. Le sol naturel sous les empattements devra être intact (non remanié) et en tout temps protégé du gel. Tout le remblai ou sol organique situé sous les empattements devra être excavé jusqu'au niveau du terrain naturel et remplacé par un remblai contrôlé composé de matériaux granulaires de type MG 112. Celui-ci devra être mis en place par couche maximale de 300 millimètres et compacté à au moins 95 % de la densité maximale sèche obtenue avec l'essai Proctor modifié. Il est probable que l'épaisseur du remblai soit plus importante dans l'axe de la conduite pluviale existante.

Ces conditions étant respectées, les capacités portantes de la page suivante pourront être considérées par le concepteur dans le calcul des fondations (D étant la profondeur d'implantation de la base des semelles).

Conditions	Capacités portantes (kPa)		
	Filante $D \geq 1,5$ m	Isolées $D \geq 1,5$ m	Isolées $D = 0,5$ m
Résistance à l'état limite ultime (ELU)	1 200	1 900	420
Résistance géotechnique pondérée avec un coefficient de tenue de 0,5	600	950	210
Résistance à l'état limite d'utilisation pour des tassements de 25 mm (ELS <sub>25 mm</sub> )	300	300	150

Ces valeurs ne tiennent pas compte de l'inclinaison de la charge; l'effet de l'inclinaison des charges, le cas échéant, et de l'excentricité qui en découle devra faire l'objet d'une analyse distincte une fois que les paramètres de conception seront établis.

La résistance géotechnique à l'ELU porte sur la sécurité, c'est-à-dire principalement sur les mécanismes de rupture de la structure. Elle correspond aux charges totales. La résistance géotechnique à l'ELS se rapporte à l'usage prévu de la structure, soit aux tassements totaux et différentiels. Elle correspond aux contraintes pouvant être rajoutées aux contraintes en place au niveau considéré (charges nettes admissibles). Aucun facteur de sécurité n'intervient dans les calculs de tassements, ni dans les facteurs d'inclinaison des charges.

Tout ajout de charges sur les fondations du bâtiment actuel est susceptible de générer des tassements dont l'ampleur dépendra de la surcharge imposée qui ne devra pas causer, cependant, des pressions supérieures aux capacités portantes recommandées précédemment. Dans cette optique, nous recommandons que des joints structuraux soient prévus entre l'ancienne structure et la nouvelle afin de permettre les mouvements relatifs.

### 6.3.2 Marquise et bâtiment pour inspection tertiaire (F-4 à F-6)

Ces installations seront situées du côté nord du bâtiment voyageur existant et incluront une marquise située au-dessus du poste d'inspection secondaire projeté reliant le bâtiment existant avec le nouveau bâtiment pour inspection tertiaire situé près du forage F-6. À ces emplacements, les résultats des forages F-4 à F-6 indiquent que les empattements prendront appui directement sur le socle rocheux situé entre 0,7 et 1,6 mètre de profondeur (élevations 65,2 à 66,4 mètres). L'assise rocheuse devra être propre et libre de tout fragment lâche ou ébranlé.

La tranchée TR-19 effectuée le long de la fondation nord du bâtiment existant a montré que la fondation de celui-ci prend appui directement sur le socle rocheux à 1,4 mètre de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel, et qu'une excavation dans le socle rocheux a été nécessaire, puisque celui-ci a été à environ 0,9 mètre de profondeur. Le plan L03 de l'annexe B présente le schéma détaillé de la fondation.

Afin d'uniformiser la surface d'assise des empattements, nous recommandons de prévoir la mise en place d'un coussin de granulats concassés de type MG 20 (ou équivalent) sous les semelles. Ce coussin devra avoir une épaisseur minimale de 150 millimètres et devra être densifié à une masse volumique sèche minimale de 95 pour cent de la valeur maximale obtenue à l'essai Proctor modifié. Une couche de béton maigre de 100 millimètres d'épaisseur serait également acceptable pour uniformiser l'assise des empattements.

Ces conditions étant respectées et sous réserve d'une inspection préalable par un ingénieur géologue, des capacités portantes nominales à l'état limite de 3000 kPa (ELU) et admissible de 500 kPa pourront être utilisées par le concepteur dans le calcul des fondations. L'ELS n'est pas définie dans le cadre d'une fondation sur le roc, puisque les tassements sont considérés comme étant négligeables, nous sommes d'avis que la capacité portante admissible recommandée ci-dessus pourrait être utilisée comme valeur équivalente à l'ELS dans ce contexte.

L'effet de l'inclinaison de la charge n'est pas applicable aux fondations sur le roc.

### 6.3.3 Passerelle aérienne

Une passerelle aérienne reliera l'agrandissement du bâtiment (près de F-3) à toutes les nouvelles guérites, passant au-dessus de la voie principale jusqu'au forage F-10. Le niveau du roc à l'ouest de cette passerelle serait à 2,3 mètres de profondeur selon F-3 et à 4,1 mètres de profondeur du côté est, selon F-10, correspondant à une élévation passant de 63,5 à 58,8 mètres. Cependant, il est probable que les données du forage F-10 soient affectées par la présence d'une conduite pluviale à proximité puisque ce forage était situé à proximité de l'excavation du nouveau bâtiment de douane, où les fondations implantées à environ 1,5 mètre de profondeur reposaient sur le roc.

Étant donné la profondeur du socle rocheux, les fondations prendront appui directement sur le dépôt naturel composé de silt et sable. Tous les matériaux de remblai sous les fondations devront être excavés jusqu'au niveau du terrain naturel et comblé par un remblai contrôlé composé de matériaux granulaires de type MG 112. Celui-ci devra être mis en place par couche maximale de 300 millimètres et compacté à au moins 95% de la densité maximale sèche obtenue avec l'essai Proctor modifié. L'épaisseur de ce remblai pourrait être plus importante au droit de F-10 où l'élévation du terrain naturel est plus basse et où une couche de remblai de 2,3 mètres d'épaisseur a été rencontrée.

S'il est nécessaire d'uniformiser la surface d'assise des empattements, nous recommandons de prévoir la mise en place d'un coussin de granulats concassés de type MG 20 (ou équivalent) sous les semelles. Ce coussin devra avoir une épaisseur minimale de 150 millimètres et devra être densifié à une masse volumique sèche minimale de 95 pour cent de la valeur maximale obtenue à l'essai Proctor modifié.

Ces conditions rencontrées, les capacités portantes des tableaux de la section 6.3.1 pourront être utilisées dans les calculs de fondation.

## 6.4 Protection contre le gel

Tous les empattements extérieurs devront être enfouis à une profondeur minimale de 1,5 mètre sous la surface finale du sol pour assurer une protection efficace contre les soulèvements dus au gel.

Une protection supplémentaire contre les effets du gel pourrait cependant s'avérer nécessaire aux endroits où les fondations des bâtiments sont particulièrement exposées au gel (quai de chargement / déchargement, entrée de garage, etc.). En effet, en l'absence de la couche isolante qu'est la couverture de neige, la pénétration du gel pourrait atteindre 1,8 mètre.

Toutes les fondations des marquises seront particulièrement exposées au gel et devront être implantées à au moins 1,8 mètre de profondeur.

Afin de limiter la profondeur d'excavation ou d'éviter l'excavation du roc, le recours à une isolation artificielle pourrait être considéré par le concepteur, mais la protection thermique devra être équivalente en tout temps et partout à la profondeur d'enfouissement minimale spécifiée ci-dessus.

## 6.5 Dalle sur sol

Le recours à des dalles sur sol conventionnelles pourra être envisagé aux niveaux considérés; la terre végétale, les sols contaminés par des matières organiques ainsi que tous les matériaux de remblai présents sous le niveau d'implantation des dalles sur sol devront être entièrement excavés jusqu'au niveau du terrain naturel intact.





La différence d'élévation jusqu'à la base de la fondation des dalles sur sol devra être comblée à l'aide de matériaux d'emprunt pulvérulents de type MG 112 présentant préférentiellement une granulométrie étalée facilitant son compactage. Ces matériaux devront être mis en place par couches d'une épaisseur n'excédant pas 300 millimètres, chacune de ces couches étant densifiée à une masse volumique sèche minimale de 95 pour cent de la valeur maximale obtenue à l'essai Proctor modifié.

Une fondation de granulats concassés de type MG 20 (ou équivalent) d'une épaisseur minimale de 150 millimètres devra être mise en place directement sous les dalles sur sol. Cette fondation de granulats concassés devra être densifiée à une masse volumique sèche minimale de 95 pour cent de la valeur maximale obtenue à l'essai Proctor modifié.

Avant la mise en place des matériaux de fondation, une inspection visuelle devra être effectuée afin de s'assurer que le sol naturel en place est intact. Tout sol remanié ou gelé devra être excavé et remplacé par un matériau d'emprunt conformément aux exigences spécifiées précédemment.

Les matériaux de fondation mis en place sous les dalles sur sol devront être de qualité acceptable; ceux-ci devront également être exempts de particules de shale (schiste argileux) ou de tout autre matériau potentiellement gonflant (certification DB) afin d'éviter un éventuel soulèvement des dalles après la construction de l'agrandissement et du bâtiment proposé.

Des joints de construction devront être prévus par le concepteur afin que toutes les charges structurales des bâtiments proposés soient transmises uniquement aux empattements de façon à ce que les dalles sur sol restent indépendantes de la structure des bâtiments.

Les résultats des essais d'IPPG sur les granulats concassés échantillonnés au droit de F-1 à F-3 montrent un potentiel de gonflement négligeable. Les résultats de ces essais de même que ceux des analyses granulométriques réalisées sur ces mêmes échantillons indiquent que cette couche de granulat concassée sera acceptable pour être réutilisée sous une dalle sur sol.

## 6.6 Classification sismique et potentiel de liquéfaction

Selon le tableau 4.1.8.4.A ainsi que les articles 99 à 104 du commentaire J du CNB (2005), la classification de l'emplacement est basée sur la vitesse des ondes de cisaillement ( $V_s$ ). Pour évaluer indirectement ce paramètre, il est possible de corréler l'indice  $N_{60}$  pour les sols granulaires (sableux) et/ou la résistance non drainée ( $C_u$ ) dans le cas des sols cohérents, mais les propriétés moyennes sur une épaisseur de 30 mètres doivent cependant être considérées. Lorsque le socle rocheux est atteint à une profondeur inférieure à 30 mètres, son  $V_s$  est également estimé en fonction de la nature de la roche et de ses caractéristiques mécaniques. Une valeur moyenne sur toute la profondeur demandée ( $V_{s30}$ ) pourra ainsi être calculée.

Sur ces bases, nous recommandons de considérer une catégorie d'emplacement « C » (sol très dense).



Cette évaluation indirecte est forcément conservatrice. La mesure directe des vitesses de cisaillement avant la conception définitive par des méthodes géophysiques reconnues pourrait éventuellement permettre l'utilisation d'une catégorie supérieure si la vitesse réelle est supérieure à la vitesse évaluée indirectement.

## **6.7 Drainage**

Nous recommandons de mettre en place un système de drainage permanent périphérique sous le niveau des dalles sur sol. L'emploi de drains perforés enrobés d'un géotextile ou d'un matériau pulvérulent contenant moins de 10 pour cent de particules passant le tamis de 5 millimètres pourrait convenir à cette fin.

La capacité du système mis en place devra permettre que toutes les eaux ainsi recueillies puissent être acheminées hors du site de façon gravitaire et/ou au moyen de puits de pompage vers les fossés de drainage ou les systèmes d'égout pluviaux avoisinants.

## **6.8 Structure de chaussée**

### **6.8.1 Chaussées existantes**

Les forages F-8, F-9, F-12 et F-18 réalisés sur la voie principale indiquent que la structure de chaussée en place est acceptable et pourrait être maintenue en place dans les secteurs où celle-ci n'est pas touchée par les travaux de réaménagement.

La structure de chaussée du stationnement au nord du bâtiment de douane existant pourrait également être maintenue en place sur la base des résultats du forage F-13.

### **6.8.2 Nouvelles chaussées**

La composition d'une structure de chaussée dépend de plusieurs facteurs, notamment de la nature de l'assise, de la profondeur de la nappe phréatique, de la sollicitation de la chaussée et de la pérennité prévue du revêtement. Deux éléments doivent être principalement considérés, soit sa capacité structurale, en fonction des analyses de circulation et le soulèvement maximum lors du gel.

Sur la base des résultats des forages, les matériaux présents sous la ligne d'infrastructure sur l'ensemble de la zone à l'étude sont majoritairement constitués de sable et silt de type SM. Ces dépôts sont considérés comme étant peu perméables et gélifs.

Une couche de terre végétale a été observée sous les matériaux de remblai au droit des forages F-12 à F-14. Bien qu'il s'agisse de matériaux généralement non souhaitables sous une structure de chaussée, nous croyons que cette couche pourrait être laissée en place étant donné sa profondeur (1,2 à 2,0 mètres), sa compacité relativement compacte, la profondeur de la nappe phréatique ainsi que l'absence de signe de dégradation de la chaussée dans ce secteur.

Les structures de chaussées ont été conçues en utilisant le logiciel CHAUSSÉE 2 du ministère des Transports du Québec. Le tableau suivant montre les épaisseurs des différents éléments de chaussée recommandées en considérant comme hypothèse de conception un DJMA de 2 500 véhicules par jour incluant 5 % de véhicules lourds pour les voies de circulation pour véhicules légers. Une structure de chaussée pour les stationnements de véhicules légers est également proposée.

Élément de chaussée	Type de matériaux	Épaisseur (mm)		Compaction (% min) <sup>(3)</sup>
		Voies de circulation	Stationnement	
Sous-fondation <sup>(1,2)</sup>	Matériau granulaire MG 112	450	450	95
Fondation supérieure	Granulats concassés MG 20	250	150 <sup>(4)</sup>	95
Couche de base	ESG-14, PG 58-34	70	-	93
Couche de surface	ESG-10, PG 58-34	60	-	93
Couche unique	ESG-10, PG 58-34	-	70	93
<b>Épaisseur totale</b>		<b>830</b>	<b>670</b>	

Notes :

- 1- L'infrastructure devra être intacte (non remaniée) et au besoin compactée à nouveau.
- 2- Les matériaux de sous-fondation devront rencontrer les critères d'anticon tamination avec la couche sous-jacente selon la norme NQ 2560-114; sinon, un géotextile de séparation ou une couche de sable de type MG 112 de 150 mm d'épaisseur devra être mis en place.
- 3- Pourcentage de la masse volumique sèche maximale selon l'essai CAN/BNQ 2501-255.
- 4- Si la sous-fondation est composée de sable de type SP, l'épaisseur de la fondation supérieure doit être augmentée à 200 millimètres.

Lors de l'excavation des matériaux, toutes les précautions nécessaires devront être prises pour éviter de remanier le sol naturel afin qu'il conserve ses qualités de support. Dans le cas où une sur-excavation était nécessaire sous la ligne d'infrastructure (sols remaniés, présence de sols organiques, etc.), la différence d'élévation jusqu'à la ligne d'infrastructure devra être comblée avec des matériaux de gélivité semblable exempts de matières organiques, par couches d'épaisseur n'excédant pas 300 millimètres, chacune de ces couches étant densifiée à 90 pour cent de la densité maximale.

Dans le cas des nouvelles voies situées dans l'empreinte du stationnement qui sera démoli, un remblai sera nécessaire pour la mise au niveau. Bien que celui-ci sera d'origine inconnue, une inspection de ce remblai par un ingénieur est recommandée avant sa mise en place afin d'évaluer son potentiel de réutilisation et de donner des recommandations sur sa mise en place.

Un profilage adéquat au niveau de la ligne d'infrastructure devra être exécuté de façon à éviter l'accumulation d'eau dans les matériaux de fondation d'une part et d'obtenir une épaisseur uniforme de la structure de chaussée à titre de protection partielle contre le gel. À ce titre, nous recommandons une pente minimum de 2,5 % du centre à la périphérie la surface de l'infrastructure.

Un rendement satisfaisant de la chaussée ne sera obtenu qu'en assurant un drainage adéquat de ses fondations supérieures et inférieures de même que de la sous-fondation, particulièrement quand les sols d'infrastructure sont peu perméables. Le concepteur devra prendre les mesures nécessaires afin d'acheminer l'eau hors de la structure de chaussée, tel que la mise en place de drains perforés de part et d'autre des aires pavées au niveau de l'infrastructure.

Les matériaux devront être conformes à la norme NQ 2560-114. Les matériaux granulaires devront être compactés par couche maximale de 300 millimètres. Le pourcentage minimum de compaction, décrit dans les tableaux de la section précédente, est déterminé selon la norme BNQ 2501-255, essai avec énergie de compactage modifiée.

Il sera possible de réutiliser certains matériaux en place. Ceci est discuté dans la section suivante.

Une attention particulière devra être portée afin de s'assurer que les profils et la densification de l'infrastructure soient tout à fait conformes aux plans et devis, et ce, avant la mise en place des remblais granulaires de la chaussée.

Une inspection par **exp** est recommandée au moment de l'excavation et avant la mise en place des matériaux granulaires de la chaussée.

## 6.9 Réutilisation des matériaux en place

### 6.9.1 Sols en place

Les résultats des essais de laboratoire indiquent que tous les matériaux provenant de la fondation supérieure des voies existantes pourront être réutilisés comme matériaux granulaires de type MG 112. Cependant, les matériaux provenant de la sous-fondation présentent une plus grande variabilité granulométrique au niveau de la proportion de particule fine. Une réutilisation de ces matériaux comme un MG 112 pourrait toutefois être possible si une caractérisation de ceux-ci est réalisée sur place lors de la réalisation des travaux.

Tous les autres matériaux d'excavation ne pourront donc être réemployés uniquement qu'à titre de remblayage ordinaire (anciennement « classe B ») s'ils sont exempts de terre végétale, de matières organiques ou putrescibles, de matières résiduelles ou de particules d'un diamètre supérieur à 300 millimètres. Étant donné leur fine granulométrie, la réutilisation des matériaux d'excavation de remblai ou des sols naturels sous-jacents pourrait s'avérer difficile, et ce, surtout si leur teneur en eau est élevée au moment des travaux. La manipulation de ces matériaux en des périodes de forte humidité les rendra fort probablement difficilement utilisables.



### 6.9.2 Enrobé bitumineux pulvérisé (pulvo)

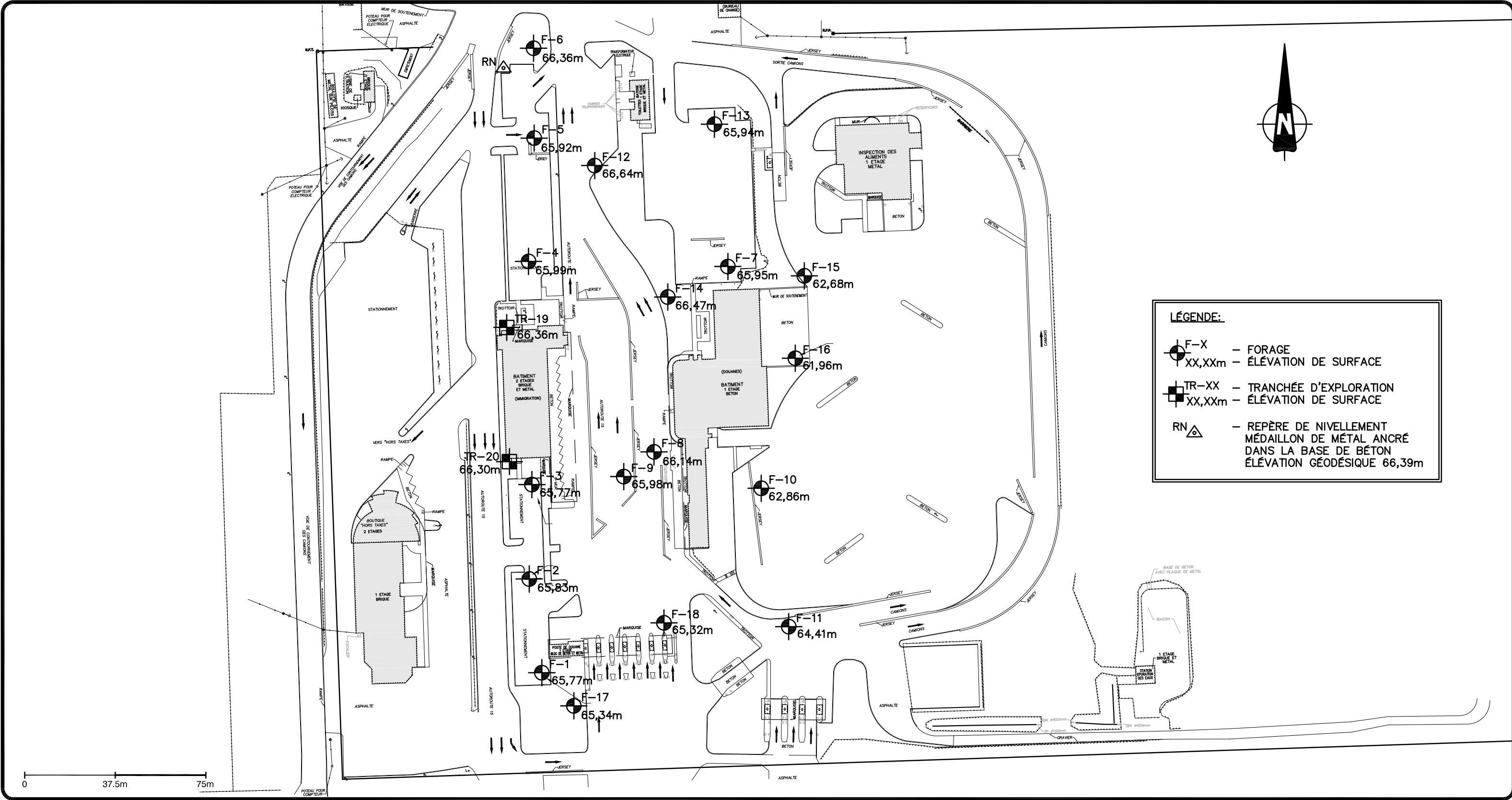
L'enrobé bitumineux en place pourrait être pulvérisés avec les matériaux de fondation sur une épaisseur de 300 millimètres afin d'être réutilisé comme un matériau granulaire de type MG 112. Dans ce cas, des analyses granulométriques devront être réalisées sur des échantillons de ce pulvo afin de vérifier qu'il rencontre les exigences d'un MG 112. Dans le cas où la proportion de particule fine serait supérieure à 10%, la pulvo devra être amendée avec un sable propre ou une pierre nette, afin d'abaisser la proportion de particules fine sous la barre des 10 %. Ce faisant, un nouvel échantillonnage devra être fait pour vérifier la conformité du produit fini. Une fois accepté par le laboratoire, ces matériaux décohesionnés pourront être réutilisés en sous-fondation, à même titre qu'un matériau pulvérulent de type MG 112.

### 6.10 Gestion des matériaux d'excavation potentiellement contaminés

Les résultats des analyses chimiques montrent que les matériaux d'excavation dans les forages F-8 et F-9 ne sont pas contaminés et pourront être gérés ou disposés sans contraintes environnementales sauf pour ce qui est de la couche de fondation du forage F-9 (CF-2A) qui montrait un faible niveau de contamination. Ces produits d'excavation devront par conséquent être gérés et disposés conformément à la Grille intérimaire de gestion des sols contaminés excavés tirée de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et au Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés. Les résultats de la présente caractérisation ne permettent toutefois pas d'en délimiter la superficie et une caractérisation complémentaire devra être exécutée en chantier pour le déterminer.

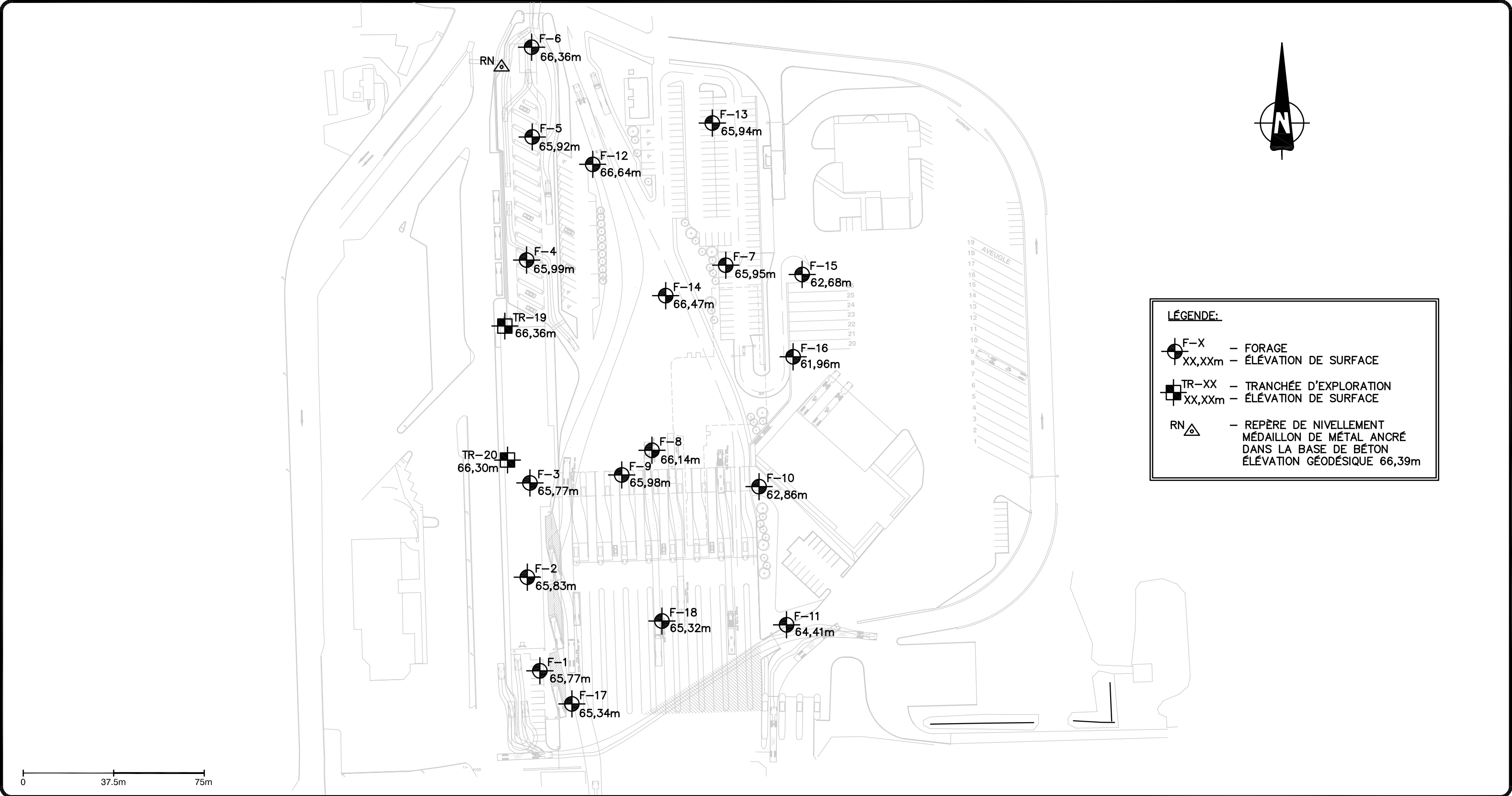
Les matériaux de remblai ailleurs sur le site n'ont pas été caractérisés et leur niveau de contamination est donc inconnu, bien qu'aucun indice visuel ou olfactif de contamination n'a été détecté dans les échantillons prélevés.

## **Annexe A – Plans de localisation**





7 novembre 2014 16:40:32, guilap, R:\SHE-00217423-A0\60 Réalisation\63 Dessins\Geot\RRTS-00217423-L01-L02.dwg



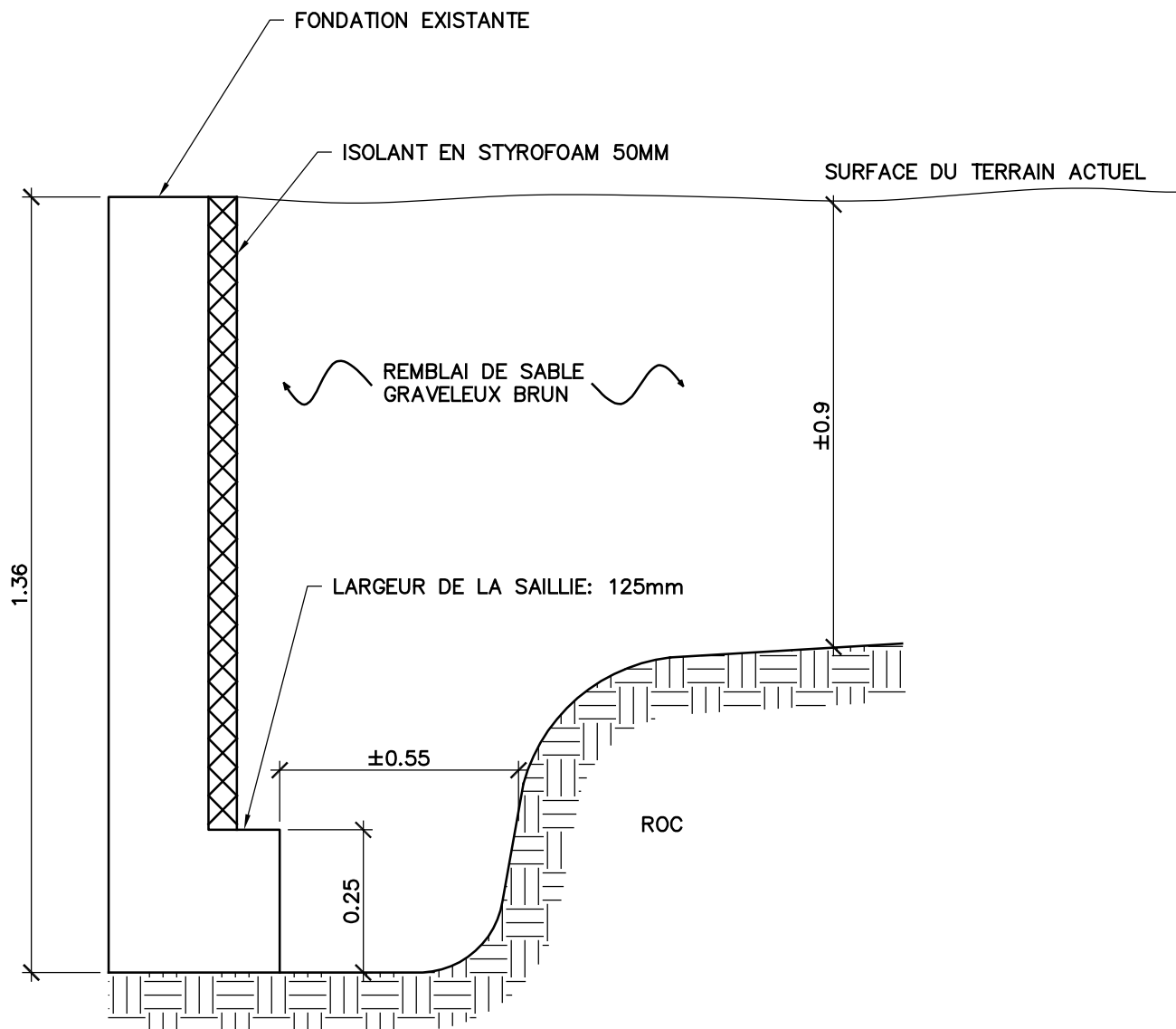
NOTE:  
- FOND DE PLAN FOURNI PAR EXP (DOSSIER SHE-00217423)



Projet : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE POSTE FRONTALIER DE SAINT-BERNARD-DE-LACOLLE			
Titre : PLAN DE LOCALISATION DES FORAGES AMÉNAGEMENT PROJETÉ			
Préparé par : G. LAPOINTE, ing.	Dossier no : SHE-00217423-A0	Date : 2014-10-09	Plan : L02
Dessiné par : G. LAPOINTE, ing.	Fichier électronique : RRTS-00217423-L01-L02	Échelle : 1 : 1500	Feuille no : Révision :



## **Annexe B – Coupes de la fondation existante au droit de TR-19 et TR-20**

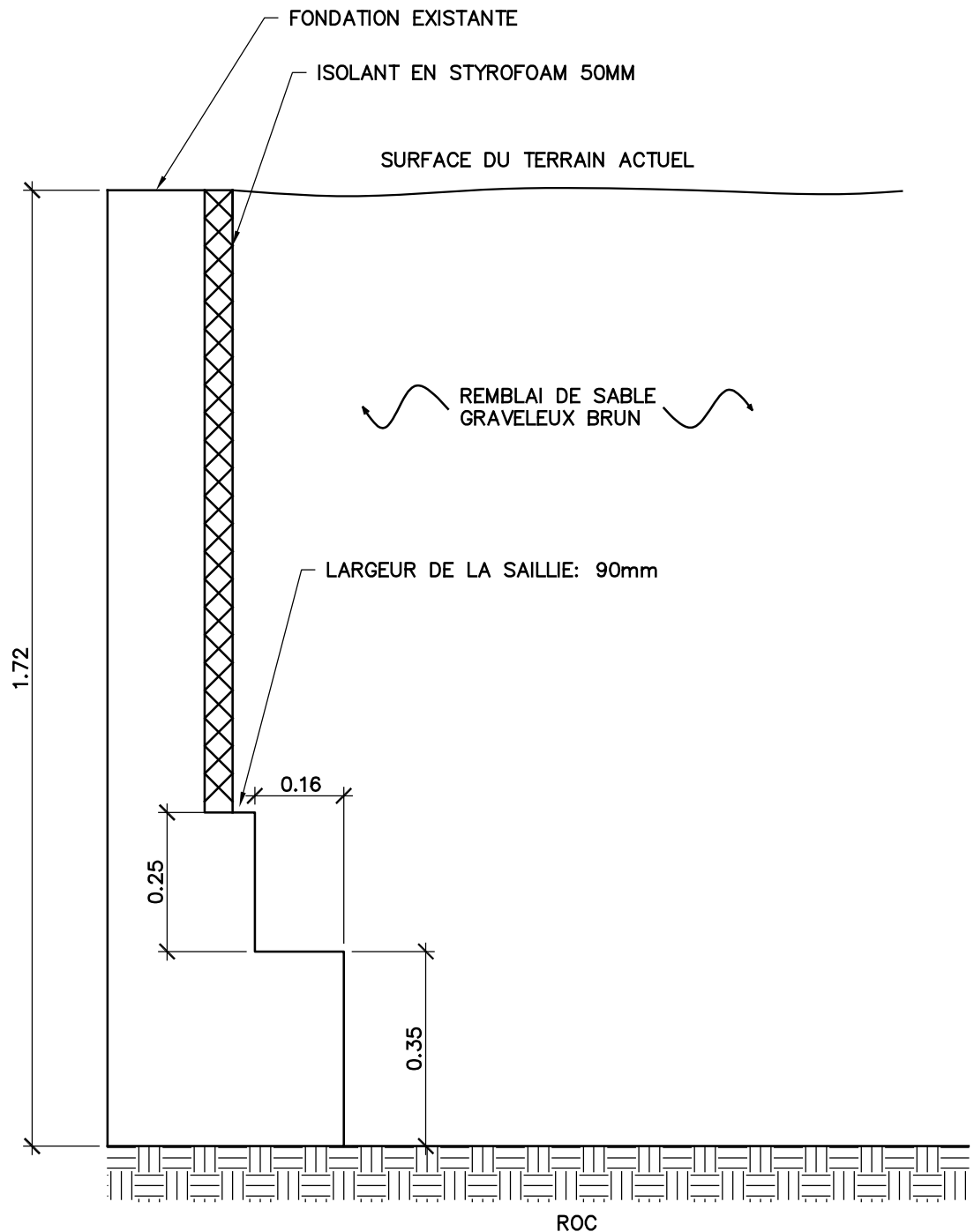


**NOTES:**

- LA FONDATION REPOSE DIRECTEMENT SUR LE ROC
- AUCUN DRAIN DE FONDATION RENCONTRÉ
- LES COTES SONT EN MÈTRE



Projet : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE			
PROJET D'AGRANDISSEMENT ET DE RÉAMÉNAGEMENT DU POSTE DE ST-BERNARD-DE-LACOLLE			
Titre : COUPE DE LA FONDATION EXISTANTE AU DROIT DE LA TRANCHÉE TR-19			
Préparé par : G. LAPOINTE. ing.	Dossier no : SHE-00217423-A0	Date : 2014-10-16	Plan : L03
Dessiné par : G. LAPOINTE. ing.	Fichier électronique : RRTS-00217423-L02	Échelle : AUCUNE	Feuille no : Révision :



NOTES:

- LA FONDATION REPOSE DIRECTEMENT SUR LE ROC
- AUCUN DRAIN DE FONDATION RENCONTRÉ
- LES COTES SONT EN MÈTRE



Projet : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE			
PROJET D'AGRANDISSEMENT ET DE RÉAMÉNAGEMENT DU POSTE DE ST-BERNARD-DE-LACOLLE			
Titre : COUPE DE LA FONDATION EXISTANTE AU DROIT DE LA TRANCHÉE TR-20			
Préparé par : G. LAPOINTE. ing.	Dossier no : SHE-00217423-A0	Date : 2014-10-16	Plan : L04
Dessiné par : G. LAPOINTE. ing.	Fichier électronique : RRTS-00217423-L03	Échelle : AUCUNE	Feuille no : Révision :

## **Annexe C – Rapports de forage**

# Géotechnique et environnement

## Notes explicatives sur les rapports de sondage

Les rapports de forages et/ou sondage, placés en annexe, contiennent une description des sols et du roc rencontrés, incluant la profondeur et l'élévation de chacune des couches et le type, la profondeur et la récupération de chacun des échantillons prélevés lors des travaux sur le terrain.

**DESCRIPTION**

La description des sols est basée sur la classification selon la dimension des particules, l'importance relative de chacun des constituants et les résultats des divers essais réalisés sur le terrain ou en laboratoire.

### Classification et dimension des particules (ASTM D2487)

<u>Terminologie</u>	<u>Dimensions (mm)</u>
Blocs	> 300
Cailloux	80 à 300
Gravier	5,0 à 80
Sable	0,080 à 5,0
Silt	0,002 à 0,080
Argile	< 0,002
	<u>Proportion (en poids)</u>
Traces	< 10 %
Un peu	10 % à 20 %
Adjectif (ex. : sableux)	20 % à 35 %
Nom (ex. : et sable)	> 35 %

Un matériau décrit comme un « till » ou « moraine » est susceptible de contenir des cailloux et/ou des blocs de façon erratique. La proportion de cailloux et de blocs est donc évaluée de façon distincte.

## Sols pulvérulents

Dans le cas des sols pulvérulents (silt, sable et gravier), l'état de densité du sol, ou compacité, est qualifié d'après l'indice « N » de l'essai de pénétration standard

<u>Compacité</u>	<u>Indice « N »</u>
Très lâche	< 4
Lâche	4 à 10
Compact ou moyenne	10 à 30
Dense	30 à 50
Très dense	> 50

## Sols cohérents

Pour les sols cohérents (silt argileux à argile), la consistance du sol est évaluée à partir des essais de résistance au cisaillement ( $C_u$ ) ou, à défaut, de l'indice « N ». La sensibilité au remaniement ( $S_i$ ) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact ( $C_u$ ) sur celle du matériau remanié ( $C_{ur}$ ).

<u>Consistance</u>	<u>Résistance (<math>C_u</math>, kPa)</u>	<u>Indice « N »</u>
Très molle	< 12	
Molle	12 à 25	
Ferme	25 à 50	4 à 8
Raide	50 à 100	8 à 15
Très raide	100 à 200	15 à 30
Dure	> 200	> 30
<u>Sensibilité (<math>S_f</math>)</u>		<u><math>C_u / C_{ur}</math></u>
Faible		< 2
Moyenne		2 à 4
Sensible		4 à 8
Très sensible		8 à 16
Liquide		> 16
<u>Plasticité</u>	<u>Limite de liquidité (<math>w_L</math>)</u>	<u>Indice de plasticité (<math>I_p</math>)</u>
Faible	< 30	< 10 %
Moyenne	30 à 50	10 à 25 %
Élevée	> 50	> 25 %











**Socle rocheux**

La description du roc est le résultat de l'examen pétrographique des échantillons recueillis. Le degré de fracturation du roc est exprimé par l'indice de qualité du roc (RQD), qui est le résultat du rapport de la sommation des longueurs des échantillons de plus de 100 millimètres de longueur sur la longueur totale de la course.

<b><u>Terminologie</u></b>	<b><u>Indice RQD</u></b>
Très mauvaise	0 % à 25 %
Mauvaise	25 % à 50 %
Moyenne	50 % à 75 %
Bonne	75 % à 90 %
Excellente	90 % à 100 %

## STRATIGRAPHIE

Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés, pour illustrer la stratigraphie; un X indique qu'il s'agit de matériaux de remblai.

	Argile		Gravier
	Silt		Sols organiques
	Sable		Calcaire ou dolomie
	Roche ignée		Shale ou ardoise
	Grès		Roche métamorphique

## ESSAIS

Dans cette colonne sont indiqués les résultats des essais réalisés sur le terrain et en laboratoire, aux profondeurs correspondantes. Les symboles suivants indiquent les essais couramment réalisés.

N	:	Essai de pénétration standard
C <sub>u</sub>	:	Résistance au cisaillement
C <sub>ur</sub>	:	Résistance au cisaillement (remanié)
S <sub>t</sub>	:	Sensibilité au remaniement
RQD	:	Indice de qualité du roc en laboratoire
Inj	:	Injection d'eau sous pression
w	:	Teneur en eau naturelle
w <sub>l</sub> / w <sub>p</sub>	:	Limites d'Atterberg
k	:	Perméabilité
AG	:	Analyse granulométrique (tamisage)
AC	:	Analyse chimique
Com	:	Résistance en compression (roc)
Dos	:	Dosage par lavage au tamis de 80 µm
Oed	:	Consolidation oedométrique
Sed	:	Sédimentométrie

**COLONNE QUADRILLÉE**

La colonne quadrillée de l'extrême droite du rapport de forage permet l'expression graphique des résultats de terrain ou de laboratoire tels que le profil de résistance au cisaillement ou l'essai de pénétration dynamique. Les valeurs de terrain sont généralement représentées par un cercle et les résultats de laboratoire par un triangle renversé. Le quadrillage peut être remplacé par un croquis d'installation de piézomètre et/ou de tube d'observation.



Forage N° : F-2  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-10-02

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

## Coordonnées géographiques

Latitude : °  
Longitude : °

## Niveau de référence

Géodésique

## Niveau d'eau

Prof.: < 3.90m Date: 2014-10-03  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






## Type d'échantillon

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

## État de l'échantillon

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

## Graphique

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Prof.		Coupe stratigraphique			Échantillons					Odeur		Essais		Graphique					
pi	m	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
		65.83	Niveau actuel du sol																
		0.00	Enrobé bitumineux.																
		65.71	Remblai : Pierre concassée grise 0-20 mm.										IPPG (CF-1A) AG (CF-1B)						
		0.12																	
		65.50	Remblai : Sable graveleux brun, un peu de silt (SP-SM).				CF-1 (P)	92											
		0.33																	
		65.25	Remblai : Sable brun, un peu de gravier et de silt (SM). Présence d'une membrane géotextile à 1,1 mètre de profondeur.																
		0.58																	
1		64.76	Remblai : Sable et silt brun, un peu de gravier.				CF-2 (N)	75	49				AG (CF-2A)						
		1.07																	
5																			
2							CF-3	71	5										
		63.62	Sable silteux brun, un peu de gravier.				CF-4	67	R										
		2.21																	
		63.29	Roc : Grès quartzitique gris verdâtre. Qualité médiocre à excellente.																
		2.54																	
10							CR-5	100	85										
							CR-6	100	48										
							CR-7	100	100										
4		61.97	Fin du forage à 3,9 mètres de profondeur.																
		3.86																	
15																			
5																			

Remarques :









# RAPPORT DE FORAGE

Page 1 de 1

Forage N° : F-5  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-09-30

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

**Coordonnées géographiques**

Latitude : °  
Longitude : °

**Niveau de référence**

Géodésique

**Niveau d'eau**





Prof.: m Date:  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






**Type d'échantillon**

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

**État de l'échantillon**

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

**Graphique**

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Prof.		Coupe stratigraphique			Échantillons					Odeur		Essais		Graphique					
pi	m	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
		65.92 0.00	Niveau actuel du sol																
		65.23 0.69	Forage destructif sans échantillonnage jusqu'à 0,7 mètre de profondeur.																
	1						CR-1	57	26										
	5																		
	2						CR-2	100	63										
		63.61 2.31	Fin du forage à 2,3 mètres de profondeur.																
	3																		
10																			
	4																		
	15																		
	5																		

Remarques :









Forage N° : F-10  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-10-01

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

## Coordonnées géographiques

Latitude : °  
Longitude : °

## Niveau de référence

Géodésique

## Niveau d'eau




Prof.: m Date:  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






## Type d'échantillon

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

## État de l'échantillon

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

## Graphique

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Prof.		Coupe stratigraphique			Échantillons					Odeur		Essais		Graphique					
pi	m	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
		62.86 0.00	Niveau actuel du sol																
			Remblai : Sable graveleux brun, un peu de silt.				CF-1 (N)	83	29										
		62.25 0.61	Remblai : Silt sableux et graveleux brun (SM).				CF-2	46	19										
1																			
5																			
2							CF-3	83	89			AG							
		60.55 2.31	Blocs et cailloux.				CF-4	0	R										
10																			
4																			
		58.75 4.11	Roc : Grès quartzitique gris verdâtre. Bonne qualité.																
15							CR-5	100	83										
5																			
		57.68 5.18	Fin du forage à 5,2 mètres de profondeur.																

Remarques : Forage situé près d'une conduite pluviale, le niveau du roc pourrait être à un niveau inférieur à celui environnant.



# RAPPORT DE FORAGE

Page 1 de 1

Forage N° : F-11  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-10-01

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

**Coordonnées géographiques**

Latitude : °  
Longitude : °

**Niveau de référence**

Géodésique

**Niveau d'eau**

Prof.: 4.95m Date: 2014-10-03  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






**Type d'échantillon**

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

**État de l'échantillon**

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

**Graphique**

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Prof.		Coupe stratigraphique				Échantillons				Odeur	Essais		Graphique				
pi	m	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE MOYENNE FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
		64.41	Niveau actuel du sol														
		0.00	Forage destructif sans échantillonnage jusqu'à 5,5 mètres de profondeur. Aucun refus.														
	1																
	5																
	2																
	3																
	10																
	4																
	15																
	5																
		58.92															
		5.49	Fin du forage à 5,5 mètres de profondeur.														

Remarques :





Forage N° : F-13  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-09-29

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

## Coordonnées géographiques

Latitude : °  
Longitude : °

## Niveau de référence

Géodésique

## Niveau d'eau



Prof.: m Date:  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






## Type d'échantillon

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

## État de l'échantillon

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

## Graphique

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Coupe stratigraphique				Échantillons					Odeur		Essais		Graphique					
Prof.	pi	m	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE MOYENNE FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
			65.94	Niveau actuel du sol														
			0.00	Enrobé bitumineux.				CR-1										
			65.86	Remblai : Pierre concassée grise 0-20 mm (GP-GM).				CF-2	81			AG (CF-2A) AG (CF-2B)						
			0.07															
			65.48	Remblai : Sable graveleux brun, traces de silt (SW-SM).				CF-3	100			AG						
			0.46															
			65.18	Remblai : Silt sableux brun, un peu de gravier.				CF-4 (N)	100	4								
			0.76															
1																		
5																		
			63.98	Terre végétale.				CF-5	100	R								
2			1.96															
			63.45	Sable et silt brun-gris, un peu de gravier.														
			2.49															
			63.35	Fin du forage à 2,6 mètres de profondeur suite à un refus sur roc probable.														
			2.59															
10																		

Remarques :

Forage N° : F-14  
Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-09-30

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

## Coordonnées géographiques

Latitude : °  
Longitude : °

## Niveau de référence

Géodésique

## Niveau d'eau




Prof.: m Date:  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m






## Type d'échantillon

**CF** : Cuillère fendue  
**TM** : Tube à paroi mince  
**CR** : Carotte (forage au diamant)  
**ET** : Tarière  
**EM** : Manuel

## État de l'échantillon

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

## Graphique

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

Prof.				Coupe stratigraphique				Échantillons					Odeur		Essais		Graphique				
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100		
		66.47	Niveau actuel du sol																		
		0.00	Terre végétale.																		
		66.37	Remblai : Sable et gravier brun, un peu de silt (SM). Présence de cailloux et de blocs.				CF-1	93					AG (CF-1B)								
		0.10																			
		65.91	Remblai : Sable et gravier brun, un peu de silt (SM). Présence de morceaux d'enrobé bitumineux.				CF-2	100					AG (CF-2B)								
		0.56																			
		65.76	Enrobé bitumineux.																		
		0.71																			
1		65.71	Remblai : Sable silteux brun, un peu de gravier.																		
		0.76																			
		65.61	Remblai : Sable et silt brun, un peu de gravier.				CF-3	100													
		0.86																			
		65.23	Terre végétale brun-noir.																		
		1.24																			
5																					
							CF-4 (N)	75	4												
2																					
							CF-5	62	R												
		64.01	Fin du forage à 2,5 mètres de profondeur.																		
		2.46																			
10																					
4																					
15																					
5																					

Remarques :





Forage N° : F-17  
Dossier : BRTS-00217423-005050

Projet : Projet d'agrandissement et de réaménagement du poste de St-Bernard-de-Lacolle  
Endroit : St-Bernard-de-Lacolle  
Foreur : Langelier For-Expert  
Date du forage : 2014-10-01

Compilé par : G. Lapointe  
Technicien : G. Lapointe  
Approuvé par : L. Bergeron  
Date du rapport : 2014-10-29

### Coordonnées géographiques

Latitude : °  
Longitude : °

## Niveau de référence

## Géodésique

## Niveau d'eau





Prof.: m Date:  
Prof.: m Date:

Tubage :  
Carottier :  
Marteau : Masse : 63.5 kg      Chute : 0.76 m






## Type d'échantillon

**CF :** Cuillère fendue  
**TM :** Tube à paroi mince  
**CR :** Carotte (forage au diamant)  
**ET :** Tarière  
**EM :** Manuel

### État de l'échantillon

 Remanié  
 Intact  
 Perdu  
 Forage au diamant

## Graphique

 : Cu (scissomètre au chantier) (kPa)  
 : Cu (cône suédois) (kPa)  
 : Nc (pénétration dynamique)  
 : Teneur en eau (w)  
 : Limites (wp et wl)

[illegible]

Remarques :



## **Annexe D – Courbes granulométriques**





8487, 19<sup>e</sup> Avenue  
Montréal (QC) H1Z 4J2  
Téléphone: 514-521-4290  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS ET AUTRES MATÉRIAUX

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.

Dossier n° : RRTS-217423-005050

Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle

Échantillon n° : MO-6971

Réf. client :

Matériau : 0-20 mm, Pierre concassée

Prélevé le : 2014-10-02 par le client

Provenance : Matériaux en place

Endroit prélevé : F-1, CF-1A

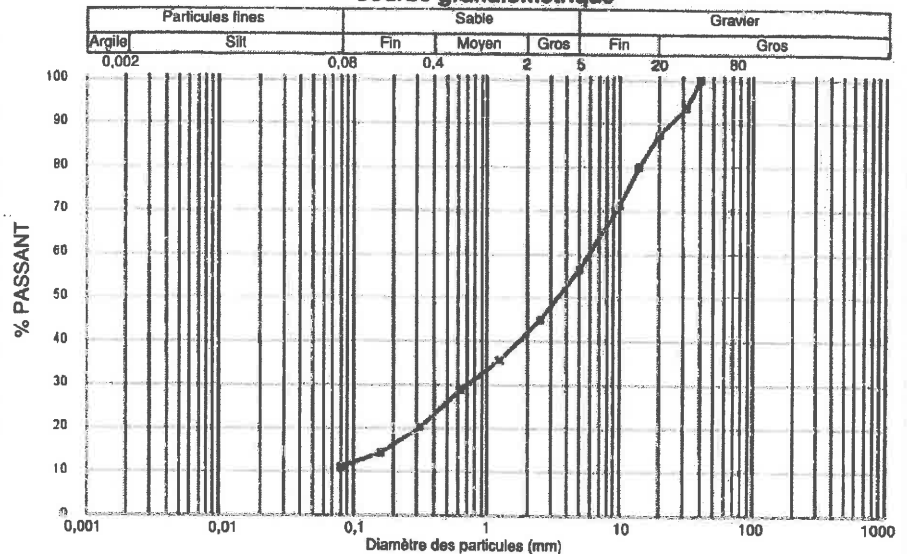
Utilisation :

Reçu le : 2014-10-13

### Analyse granulométrique LC 21-040

Tamis (mm)	Tamisat (%passant)	
	Mesuré	Exigences
112		
80		
56		
40	100	
31,5	94	
20	87	
14	80	
10	71	
5	56	
2,5	45	
1,25	36	
0,630	29	
0,315	20	
0,160	14	
0,080	11,1	

### Courbe granulométrique



### Essai Proctor

Méthode d'essai :  
Masse vol. max. :  
Humidité optimale :

### Autres essais

IPPG

NQ 2560-500

### Résultats

1

### Exigences

Remarques :

Vérifié par :

Eric Cardinal,  
Chef de laboratoire

Approuvé par :

Alain Blanchette, Géol.M.Sc.A.  
Directeur principal - Bureau de Montréal

Date : 2014-10-27





8487, 19<sup>e</sup> Avenue  
Montréal (Québec) H1Z 4J2  
Téléphone : 514-521-4290  
Télécopieur : 514-521-4637  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

## SOLS ET GRANULATS

### Détermination de l'indice pétrographique du potentiel de gonflement NQ 2560-500

Client : <u>Rubin &amp; Rotman Associés inc.</u>	Date : <u>Le 27 octobre 2014</u>
	Dossier : <u>RRTS-00217423-005050</u>
Projet : <u>Agrandissement du poste frontalier Lacolle</u>	Labo n° : <u>MO-6971</u>
	Réf. client : <u>N/A</u>

Échantillon : <u>Pierre concassée 0-20 mm, F-1, CF-1A</u>
Source : <u>Matériaux in situ au poste frontalier</u>
Prélevé par : <u>le client</u>
Localisation : <u>Poste frontalier Lacolle</u>

Masses utilisées					
Passant	31,5	mm	Retenue	20	mm
					Masse 180 g
Passant	20	mm	Retenue	14	mm
					Masse 242 g
Passant	14	mm	Retenue	10	mm
					Masse 235 g
Passant	10	mm	Retenue	5	mm
					Masse 136 g
Passant	5	mm	Retenue	2,5	mm
					Masse 28 g

Tableau synoptique											
Faciès pétrographiques	IP	retenue 20 mm	IPPG	retenue 14 mm	IPPG	retenue 10 mm	IPPG	retenue 5 mm	IPPG	retenue 2,5 mm	IPPG
Dolomie	0	100	0	100	0	84	0	91	0	96	0
Dolomie avec placages argileux minces	0,1	0	0	0	0	14	1,4	8	0,8	0	0
Dolomie argileuse	0,5	0	0	0	0	2	1,0	1	0,5	4	2,0
IPPG par fraction :			0		0		2,4		1,3		2,0
IPPG du matériau :			1								
<u>Remarques</u>											

Effectué par : <u>Serge Massé, géo.</u>	Date : <u>2014-10-16</u> AAAA-MM-JJ
Approuvé par : <u>Alain Blanchette, géo., M.Sc.A.</u> Directeur principal	Date : <u>2014-10-27</u> AAAA-MM-JJ





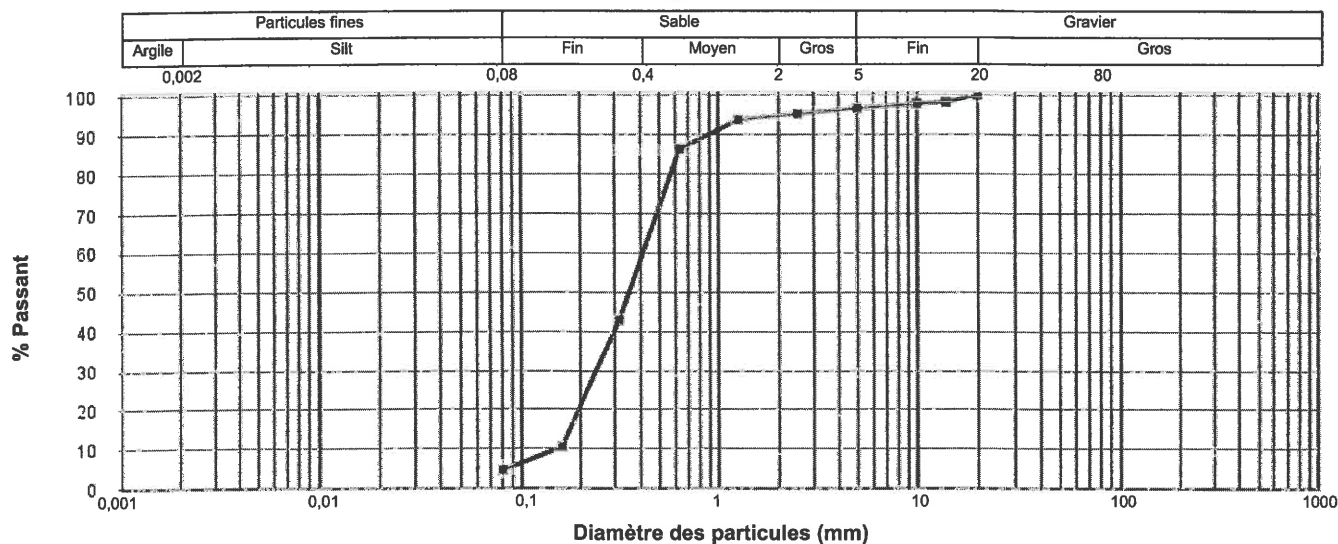
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0902
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-1	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-1B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,3-0,8m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> : 0,154 mm  <math>D_{30}</math> : 0,254 mm  <math>D_{60}</math> : 0,440 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) : 2,86  Coefficient de courbure (Cc) : 0,95 </p> <p> Gravier: 3 %  Sable: 92 %  Silt et argile: 5 % </p> <p> Description : Sable, traces de silt, traces de gravier  Classification unifiée : SP </p>	
112			
80			
56			
40			
31,5			
20	100		
14	98		
10	98		
5	97		
2,5	95		
1,25	94		
0,630	86		
0,315	43		
0,160	10		
0,080	4,7		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cer  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° : RRTS-217423-005050	
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° : SB14-0903	Réf. client :
Sondage n° : F-1	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP	
Échantillon : CF-3	Reçu le : 2014-10-07	
Profondeur : 1,5-2,1m	Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	Teneur en eau
80		D <sub>30</sub> :	LC 21-201
56		D <sub>60</sub> :	17,8 %
40		0,214 mm	
31,5		Coefficient d'uniformité (Cu) :	
20	100	Coefficient de courbure (Cc) :	
14	95	Gravier:	12 %
10	91	Sable:	43 %
5	88	Silt et argile:	45 %
2,5	83	Description : Silt et sable, un peu de gravier	
1,25	80	Classification unifiée : SM	
0,630	75		
0,315	68		
0,160	56		
0,080	44,8		

Remarques :

Vérifié par : B. J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G. L.  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



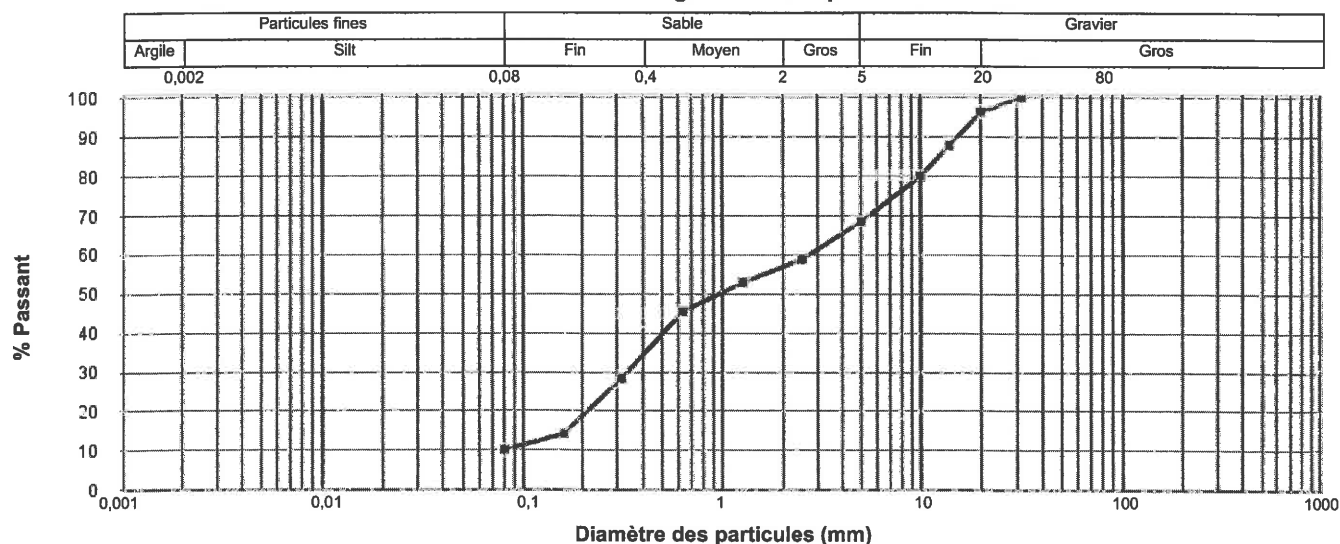
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° : RRTS-217423-005050	
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° : SB14-0904	
	Réf. client :	
Sondage n° : F-2	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP	
Échantillon : CF-1B	Reçu le : 2014-10-07	
Profondeur : 0,3-0,6m	Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : 0,077 mm D <sub>30</sub> : 0,348 mm D <sub>60</sub> : 2,829 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 32 % Sable: 58 % Silt et argile: 10 %  Description : Sable graveleux, un peu de silt  Classification unifiée : SP-SM	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	96		
14	88		
10	80		
5	68		
2,5	59		
1,25	53		
0,630	46		
0,315	28		
0,160	14		
0,080	10,2		

Remarques :

Vérifié par : Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



8487, 19e Avenue  
Montréal (QC) H1Z 4J2  
Téléphone: 514-521-4290  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS ET AUTRES MATÉRIAUX

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.		Dossier n° : RRTS-217423-005050																																																																								
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle		Échantillon n° : MO-6972																																																																								
Matériau : 0-20 mm , Pierre concassée		Prélevé le : 2014-10-02 par le client																																																																								
Provenance : Matériaux en place		Endroit prélevé : F-2, CF-1A																																																																								
Utilisation :		Reçu le : 2014-10-13																																																																								
<b>Analyse granulométrique LC 21-040</b>		<b>Courbe granulométrique</b>																																																																								
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">Tamis (mm)</th><th colspan="2">Tamisat (%passant)</th></tr><tr><th>Mesuré</th><th>Exigences</th></tr></thead><tbody><tr><td>112</td><td></td><td></td></tr><tr><td>80</td><td></td><td></td></tr><tr><td>56</td><td></td><td></td></tr><tr><td>40</td><td></td><td></td></tr><tr><td>31,5</td><td>100</td><td></td></tr><tr><td>20</td><td>94</td><td></td></tr><tr><td>14</td><td>83</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td>69</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>48</td><td></td></tr><tr><td>2,5</td><td>33</td><td></td></tr><tr><td>1,25</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>0,630</td><td>16</td><td></td></tr><tr><td>0,315</td><td>12</td><td></td></tr><tr><td>0,160</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>0,080</td><td>8,5</td><td></td></tr></tbody></table>	Tamis (mm)	Tamisat (%passant)		Mesuré	Exigences	112			80			56			40			31,5	100		20	94		14	83		10	69		5	48		2,5	33		1,25	22		0,630	16		0,315	12		0,160	10		0,080	8,5		<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Particules fines</th><th colspan="3">Sable</th><th colspan="2">Gravier</th></tr><tr><th>Argile</th><th>Silt</th><th>Fin</th><th>Moyen</th><th>Gros</th><th>Fin</th><th>Gros</th></tr></thead><tbody><tr><td>0,002</td><td>0,0075</td><td>0,075</td><td>0,4</td><td>2</td><td>20</td><td>80</td></tr></tbody></table>			Particules fines		Sable			Gravier		Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros	0,002	0,0075	0,075	0,4	2	20	80
Tamis (mm)		Tamisat (%passant)																																																																								
	Mesuré	Exigences																																																																								
112																																																																										
80																																																																										
56																																																																										
40																																																																										
31,5	100																																																																									
20	94																																																																									
14	83																																																																									
10	69																																																																									
5	48																																																																									
2,5	33																																																																									
1,25	22																																																																									
0,630	16																																																																									
0,315	12																																																																									
0,160	10																																																																									
0,080	8,5																																																																									
Particules fines		Sable			Gravier																																																																					
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros																																																																				
0,002	0,0075	0,075	0,4	2	20	80																																																																				
<b>Essai Proctor</b>		<b>Autres essais</b>		<b>Résultats</b>	<b>Exigences</b>																																																																					
Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale :		IPPG NQ 2560-500		2																																																																						
Remarques :																																																																										

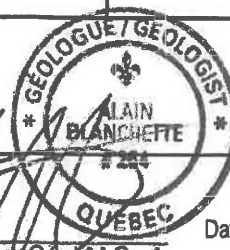
Vérifié par :

Eric Cardinal,  
Chef de laboratoire

Approuvé par :

Alain Blanchette, Géol.M.Sc.A.  
Directeur principal - Bureau de Montréal

Date : 2014-10-27





8487, 19<sup>e</sup> Avenue  
Montréal (Québec) H1Z 4J2  
Téléphone : 514-521-4290  
Télécopieur : 514-521-4637  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

## SOLS ET GRANULATS

### Détermination de l'indice pétrographique du potentiel de gonflement NQ 2560-500

Client : Rubin & Rotman Associés inc.

Date : Le 27 octobre 2014

Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Agrandissement du poste frontalier Lacolle

Labo n° : MO-6972

Réf. client : N/A

Échantillon : Pierre concassée 0-20 mm, F-2, CF-1A

Source : Matériaux in situ au poste frontalier

Prélevé par : le client

Localisation : Poste frontalier Lacolle

#### Masses utilisées

Passant	31,5	mm	Retenue	20	mm	Masse	113	g
Passant	20	mm	Retenue	14	mm	Masse	219	g
Passant	14	mm	Retenue	10	mm	Masse	251	g
Passant	10	mm	Retenue	5	mm	Masse	125	g
Passant	5	mm	Retenue	2,5	mm	Masse	33	g

#### Tableau synoptique

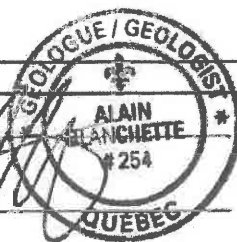
Faciès pétrographiques	IP	retenue 20 mm	IPPG	retenue 14 mm	IPPG	retenue 10 mm	IPPG	retenue 5 mm	IPPG	retenue 2,5 mm	IPPG
Dolomie	0	82	0	93	0	87	0	88	0	76	0
Dolomie avec placages argileux minces	0,1	18	1,8	7	0,7	12	1,2	10	1,0	18	1,8
Dolomie argileuse	0,5	0	0	0	0	1	0,5	2	1,0	6	3,0
IPPG par fraction :			1,8		0,7		1,7		2,0		4,8
IPPG du matériau :			2								

#### Remarques

Effectué par : Serge Massé, géo.

Approuvé par :

Alain Blanchette, géo., M.Sc.A.  
Directeur principal



Date : 2014-10-16

AAAA - MM - JJ

Date : 2014-10-27

AAAA - MM - JJ





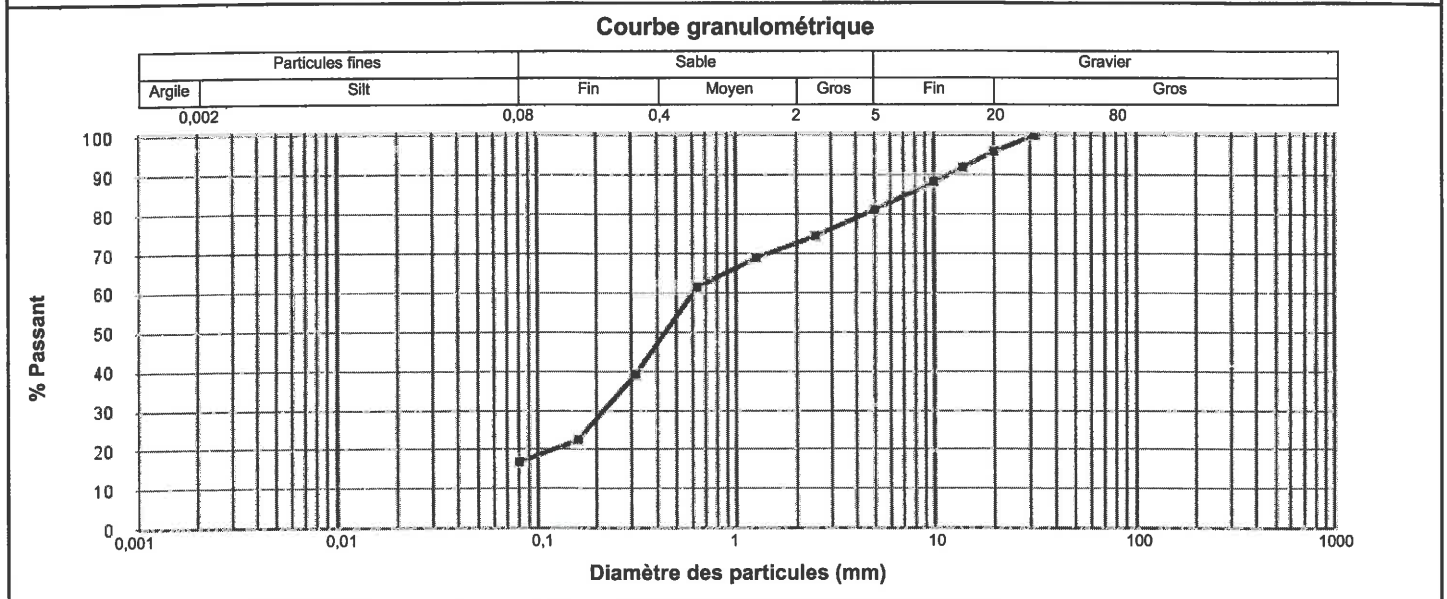
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0905
		Réf. client :	

Sondage n° :	F-2	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,8-1,1	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> :  <math>D_{30}</math> : 0,231 mm  <math>D_{60}</math> : 0,610 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) :  Coefficient de courbure (Cc) : </p> <p> Gravier: 19 %  Sable: 64 %  Silt et argile: 17 % </p> <p> Description : Sable, un peu de gravier, un peu de silt  Classification unifiée : SM </p>	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	96		
14	92		
10	88		
5	81		
2,5	74		
1,25	69		
0,630	61		
0,315	39		
0,160	22		
0,080	16,9		

Remarques :

Vérifié par : B.S.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Coe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





8487, 19e Avenue  
Montréal (QC) H1Z 4J2  
Téléphone: 514-521-4290  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS, GRANULATS ET AUTRES MATÉRIAUX

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.		Dossier n° : RRTS-217423-005050																																																			
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle		Échantillon n° : MO-6973																																																			
Matériau : 0-20 mm , Pierre concassée		Prélevé le : 2014-10-02 par le client																																																			
Provenance : Matériaux en place		Endroit prélevé : F-3, CF-1A																																																			
Utilisation :		Reçu le : 2014-10-13																																																			
<b>Analyse granulométrique</b> <b>LC 21-040</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamis (mm)</th> <th colspan="2">Tamisat (%passant)</th> </tr> <tr> <th>Mesuré</th> <th>Exigences</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>112</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>56</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31,5</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>96</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>86</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>73</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>51</td><td></td></tr> <tr><td>2,5</td><td>34</td><td></td></tr> <tr><td>1,25</td><td>24</td><td></td></tr> <tr><td>0,630</td><td>17</td><td></td></tr> <tr><td>0,315</td><td>14</td><td></td></tr> <tr><td>0,160</td><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>0,080</td><td>9,6</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Tamis (mm)	Tamisat (%passant)		Mesuré	Exigences	112			80			56			40			31,5	100		20	96		14	86		10	73		5	51		2,5	34		1,25	24		0,630	17		0,315	14		0,160	11		0,080	9,6		<b>Courbe granulométrique</b> 	
Tamis (mm)	Tamisat (%passant)																																																				
	Mesuré	Exigences																																																			
112																																																					
80																																																					
56																																																					
40																																																					
31,5	100																																																				
20	96																																																				
14	86																																																				
10	73																																																				
5	51																																																				
2,5	34																																																				
1,25	24																																																				
0,630	17																																																				
0,315	14																																																				
0,160	11																																																				
0,080	9,6																																																				
<b>Essai Proctor</b>		<b>Autres essais</b>	<b>Résultats</b>																																																		
Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale :		IPPG  NQ 2560-500	2																																																		
<b>Exigences</b>																																																					
Remarques :																																																					

Vérifié par :

*Eric Cardinal*  
Eric Cardinal,  
Chef de laboratoire

Approuvé par :

*Alain Blanchette*  
Alain Blanchette, Géol.M.Sc.A.  
Directeur principal - Bureau de Montréal

Date : 2014-10-27





8487, 19<sup>e</sup> Avenue  
Montréal (Québec) H1Z 4J2  
Téléphone : 514-521-4290  
Télécopieur : 514-521-4637  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

## SOLS ET GRANULATS

### Détermination de l'indice pétrographique du potentiel de gonflement NQ 2560-500

Client : Rubin & Rotman Associés inc.

Date : Le 27 octobre 2014

Dossier : RRTS-00217423-005050

Projet : Agrandissement du poste frontalier Lacolle

Labo n° : MO-6973

Réf. client : N/A

Échantillon : Pierre concassée 0-20 mm, F-3, CF-1A

Source : Matériaux in situ au poste frontalier

Prélevé par : le client

Localisation : Poste frontalier Lacolle

#### Masses utilisées

Passant	31,5	mm	Retenue	20	mm	Masse	113	g
Passant	20	mm	Retenue	14	mm	Masse	334	g
Passant	14	mm	Retenue	10	mm	Masse	377	g
Passant	10	mm	Retenue	5	mm	Masse	125	g
Passant	5	mm	Retenue	2,5	mm	Masse	30	g

#### Tableau synoptique

Faciès pétrographiques	IP	retenue 20 mm	IPPG	retenue 14 mm	IPPG	retenue 10 mm	IPPG	retenue 5 mm	IPPG	retenue 2,5 mm	IPPG
Roches intrusives felsiques	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolomie	0	87	0	89	0	92	0	83	0	73	0
Dolomie avec placages argileux minces	0,1	0	0	11	1,1	7	0,7	13	1,3	23	2,3
Dolomie argileuse	0,5	0	0	0	0	1	0,5	4	2,0	3	1,5
IPPG par fraction :			0		1,1		1,2		3,3		3,8

IPPG du matériau : 2

#### Remarques

Effectué par : Serge Massé, géo.

Approuvé par :

Alain Blanchette, géo. M.Sc.A.  
Directeur principal



Date : 2014-10-16

AAAA-MM-JJ

Date : 2014-10-27

AAAA-MM-JJ



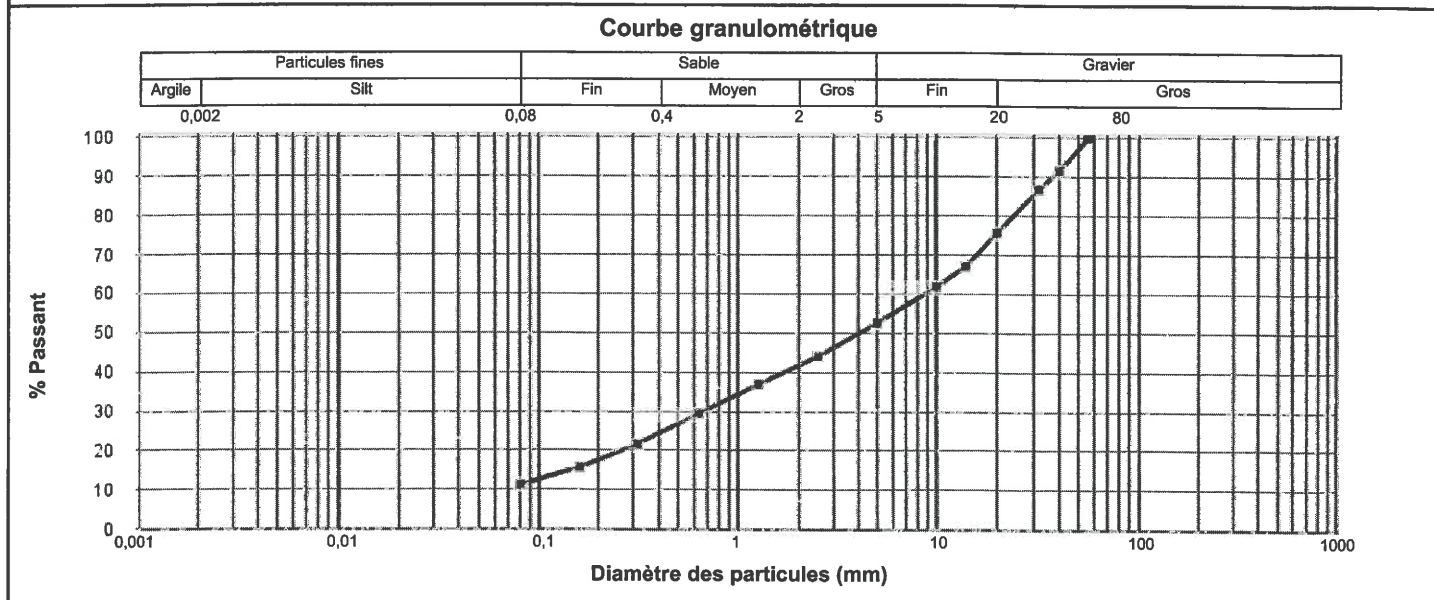
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0906
		Réf. client :	

Sondage n° :	F-3	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-1B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,4-0,7	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	D <sub>10</sub> : 0,066 mm D <sub>30</sub> : 0,683 mm D <sub>60</sub> : 9,033 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 48 % Sable: 41 % Silt et argile: 11 %  Description : Gravier et sable, un peu de silt  Classification unifiée : GP-GM	
112			
80			
56	100		
40	91		
31,5	87		
20	75		
14	67		
10	62		
5	52		
2,5	44		
1,25	37		
0,630	29		
0,315	22		
0,160	16		
0,080	11,3		

Remarques :

Vérifié par : B. Joncas  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

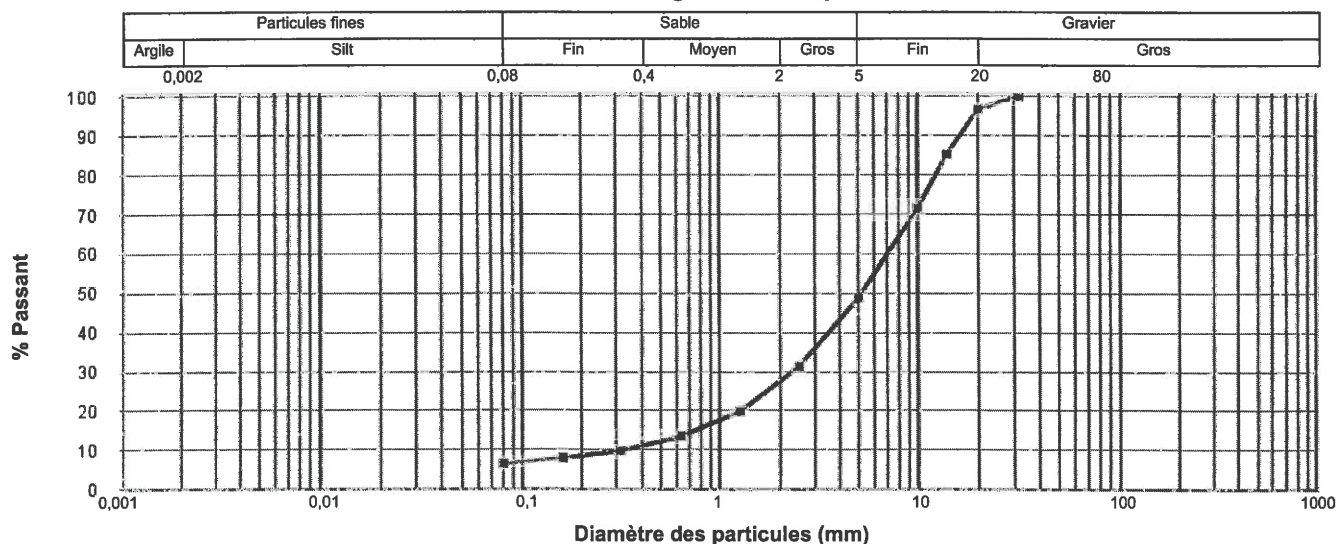
Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0907
		Réf. client :	

Sondage n° :	F-8	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,4m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	<p>D<sub>10</sub> : 0,324 mm</p> <p>D<sub>30</sub> : 2,344 mm</p> <p>D<sub>60</sub> : 7,478 mm</p> <p>Coefficient d'uniformité (Cu) : 23,10</p> <p>Coefficient de courbure (Cc) : 2,27</p> <p>Gravier: 51 %</p> <p>Sable: 42 %</p> <p>Silt et argile: 7 %</p> <p>Description : Gravier et sable, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GW-GM</p>	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	97		
14	85		
10	72		
5	49		
2,5	31		
1,25	20		
0,630	14		
0,315	10		
0,160	8		
0,080	6,6		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : GL  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



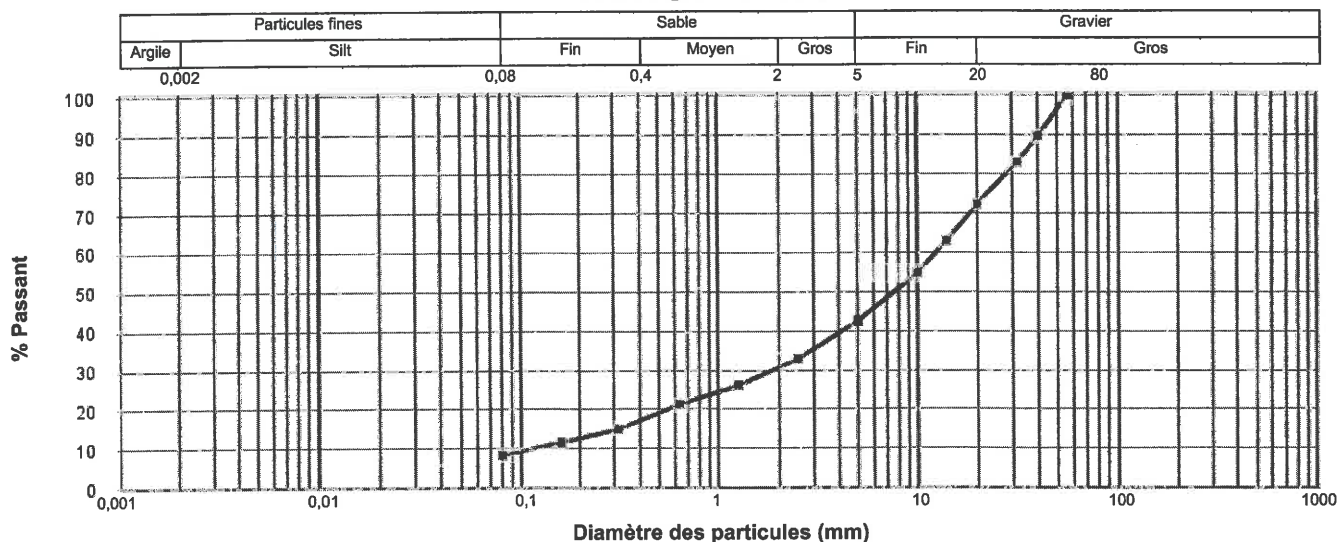
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0908
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-8	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,4-0,8m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> : 0,119 mm  <math>D_{30}</math> : 1,977 mm  <math>D_{60}</math> : 12,586 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) : 106,15  Coefficient de courbure (Cc) : 2,62 </p> <p> Gravier: 57 %  Sable: 35 %  Silt et argile: 8 % </p> <p>Description : Gravier sableux, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GW-GM</p>	
112			
80			
56	100		
40	90		
31,5	83		
20	72		
14	63		
10	55		
5	43		
2,5	33		
1,25	26		
0,630	21		
0,315	15		
0,160	12		
0,080	8,4		

Remarques :

Vérifié par : Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



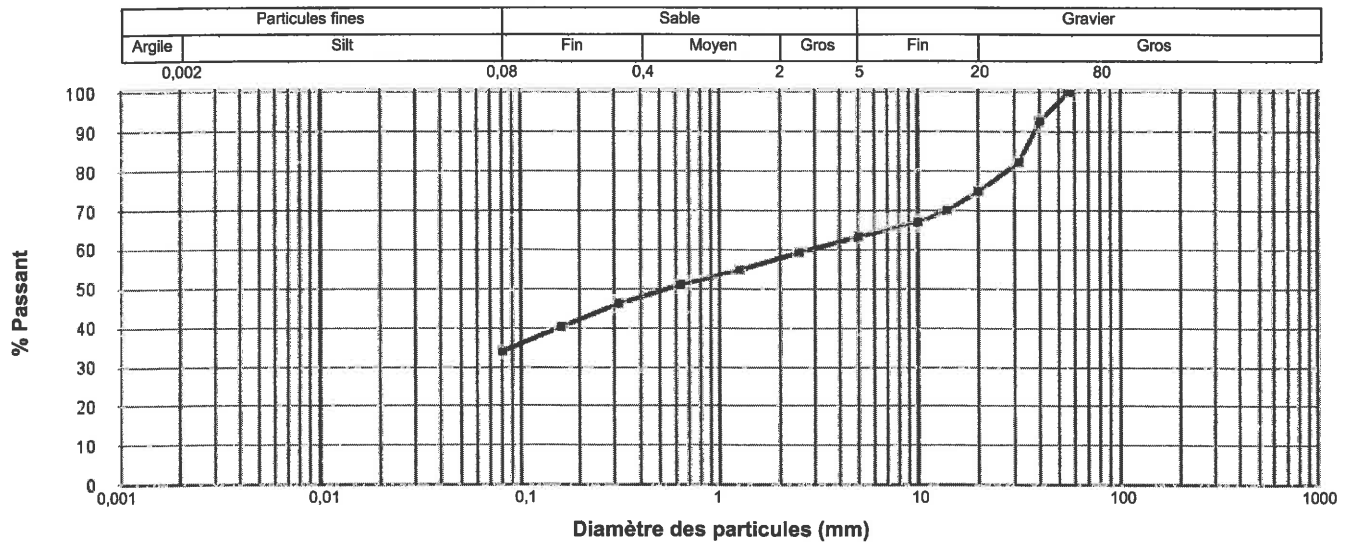
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° : RRTS-217423-005050	
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° : SB14-0909	
	Réf. client :	
Sondage n° : F-8	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP	
Échantillon : CF-3B	Reçu le : 2014-10-07	
Profondeur : 0,8-1,5m	Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	
80		D <sub>30</sub> :	
56	100	D <sub>60</sub> :	3,087 mm
40	93	Coefficient d'uniformité (Cu) :	
31,5	82	Coefficient de courbure (Cc) :	
20	75		
14	70	Gravier:	37 %
10	67	Sable:	29 %
5	63	Silt et argile:	34 %
2,5	59	Description : Gravier silteux sableux	
1,25	55		
0,630	51	Classification unifiée : GM	
0,315	46		
0,160	40		
0,080	33,8		

Remarques :

Vérifié par : Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





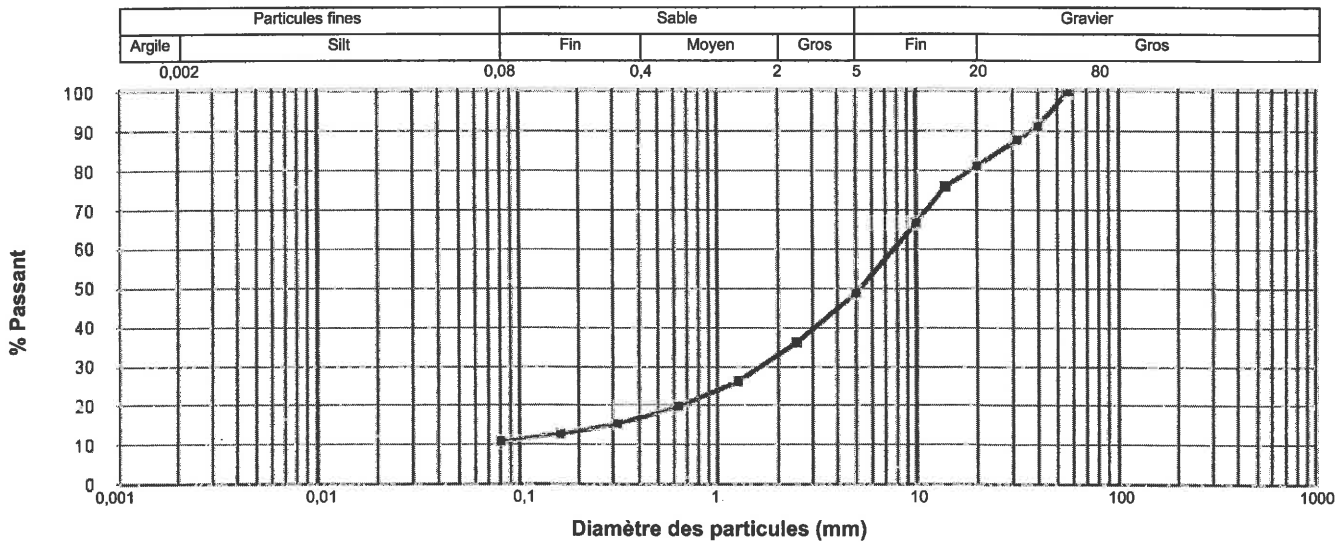
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0910
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-9	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,2m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré
112	
80	
56	100
40	91
31,5	88
20	81
14	76
10	67
5	49
2,5	36
1,25	26
0,630	20
0,315	15
0,160	13
0,080	10,8

$D_{10}$  : 0,060 mm  
 $D_{30}$  : 1,732 mm  
 $D_{60}$  : 8,155 mm  
 Coefficient d'uniformité (Cu) :  
 Coefficient de courbure (Cc) :  
  
 Gravier: 51 %  
 Sable: 38 %  
 Silt et argile: 11 %  
  
 Description : Gravier et sable, un peu de silt  
  
 Classification unifiée : GP-GM

Remarques :

Vérifié par : B-J  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Be  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



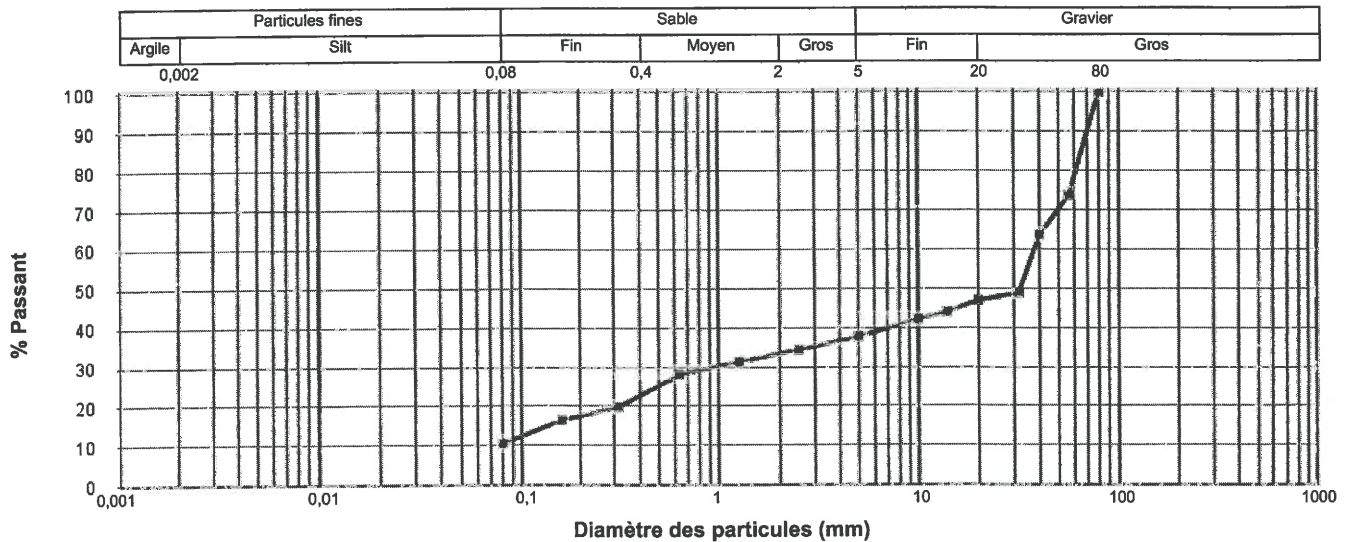
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0911
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-9	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,2-0,8m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiset %passant mesuré	D <sub>10</sub> : 0,075 mm D <sub>30</sub> : 1,024 mm D <sub>60</sub> : 37,866 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 62 % Sable: 27 % Silt et argile: 11 %  Description : Gravier sableux, un peu de silt  Classification unifiée : GP-GM	
112			
80	100		
56	74		
40	64		
31,5	49		
20	47		
14	44		
10	42		
5	38		
2,5	34		
1,25	31		
0,630	28		
0,315	20		
0,160	17		
0,080	10,5		

Remarques :

Vérifié par : Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

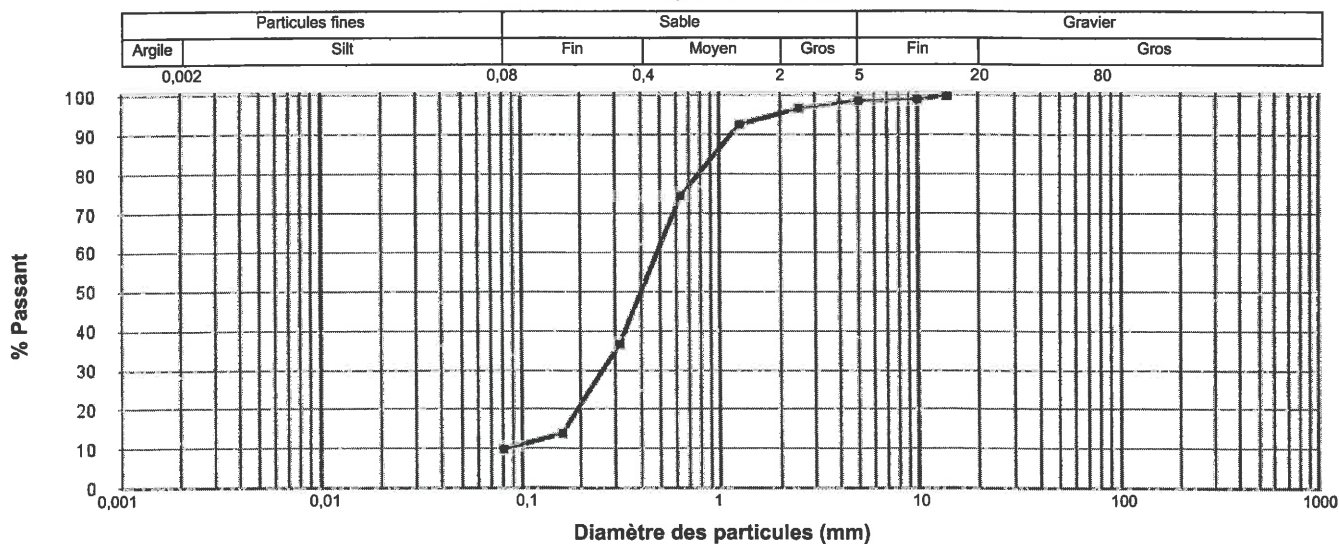
Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0912
		Réf. client :	

Sondage n° :	F-9	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-3B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	1,1-1,5m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	0,082 mm
80		D <sub>30</sub> :	0,271 mm
56		D <sub>60</sub> :	0,511 mm
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :	6,20
31,5		Coefficient de courbure (Cc) :	1,74
20			
14	100	Gravier:	1 %
10	99	Sable:	89 %
5	99	Silt et argile:	10 %
2,5	97	Description :	Sable, traces de silt, traces de gravier
1,25	93	Classification unifiée :	SW-SM
0,630	74		
0,315	36		
0,160	14		
0,080	9,9		

Remarques :

Vérifié par : B. Joncas  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



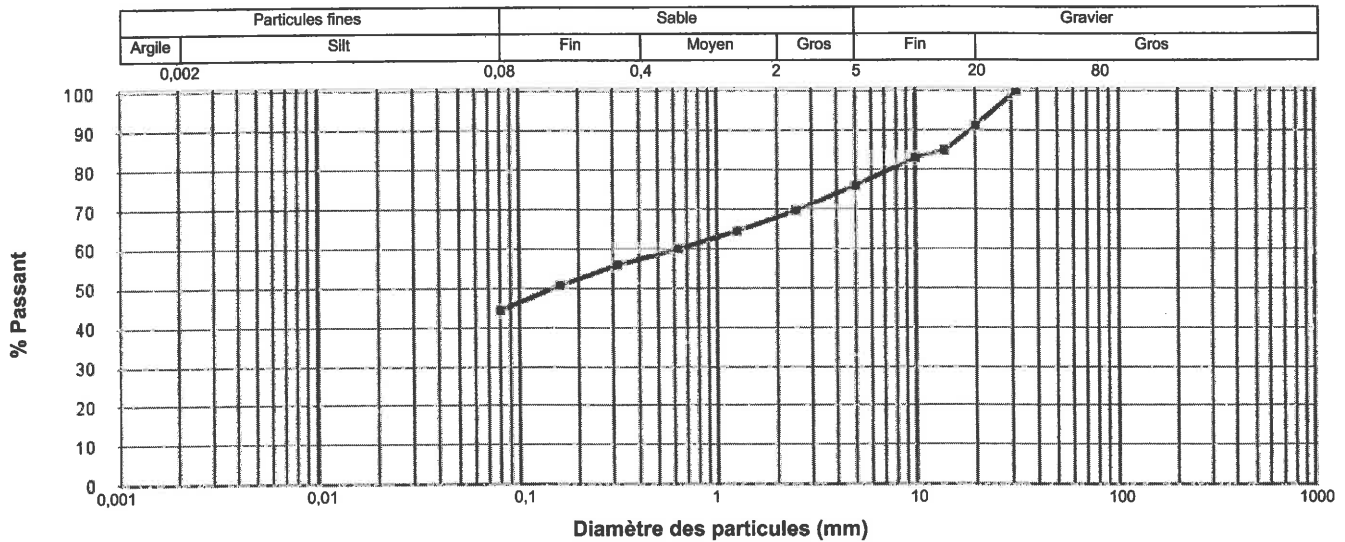
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0913
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-10	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-3	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	1,5-2,1m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> :  <math>D_{30}</math> :  <math>D_{60}</math> : 0,626 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) :  Coefficient de courbure (Cc) : </p> <p> Gravier: 24 %  Sable: 32 %  Silt et argile: 44 % </p> <p> Description : Silt sableux graveleux  Classification unifiée : SM </p>	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	91		
14	85		
10	83		
5	76		
2,5	70		
1,25	64		
0,630	60		
0,315	56		
0,160	51		
0,080	44,2		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : La  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



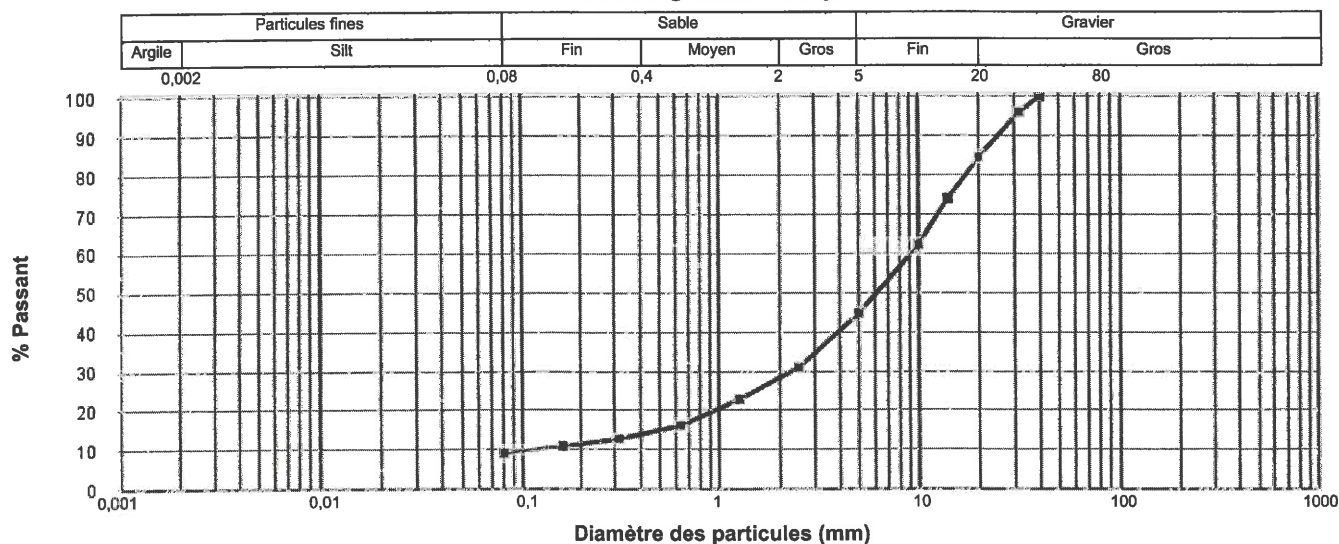
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0914
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-12	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,5m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> : 0,122 mm  <math>D_{30}</math> : 2,358 mm  <math>D_{60}</math> : 9,380 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) : 76,64  Coefficient de courbure (Cc) : 4,84 </p> <p> Gravier: 55 %  Sable: 36 %  Silt et argile: 9 % </p> <p>Description : Gravier et sable, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GP-GM</p>	
112			
80			
56			
40	100		
31,5	96		
20	84		
14	74		
10	62		
5	45		
2,5	31		
1,25	23		
0,630	16		
0,315	13		
0,160	11		
0,080	9,2		

Remarques :

Vérifié par : B3  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cal  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



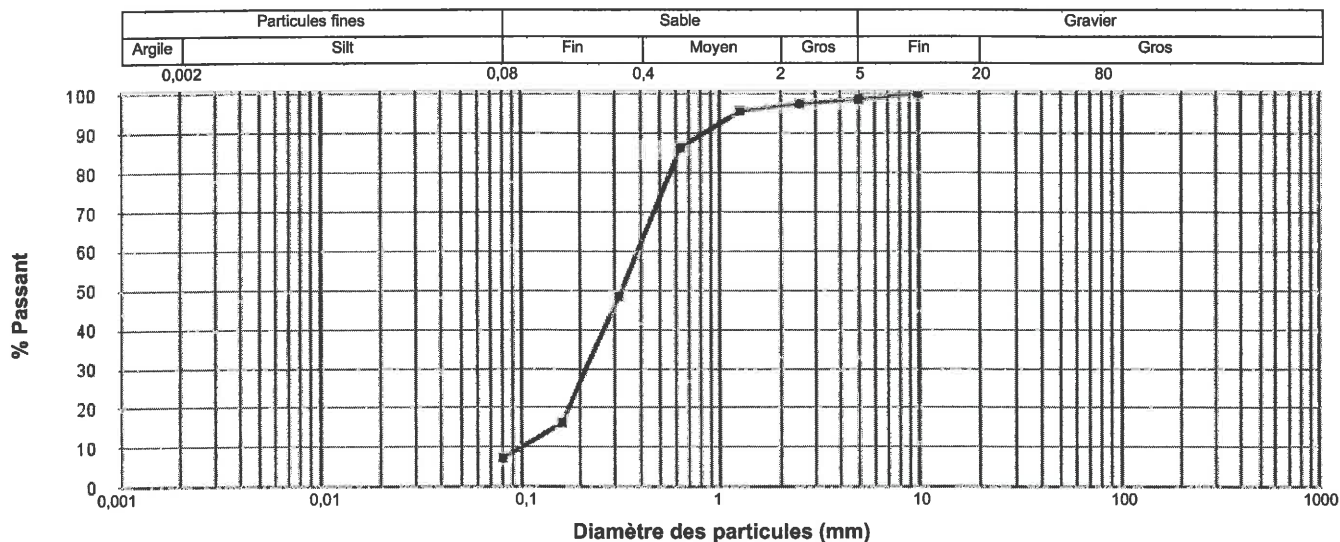
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0915
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-12	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,5-0,8m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p>D<sub>10</sub> : 0,105 mm</p> <p>D<sub>30</sub> : 0,227 mm</p> <p>D<sub>60</sub> : 0,412 mm</p> <p>Coefficient d'uniformité (Cu) : 3,92</p> <p>Coefficient de courbure (Cc) : 1,19</p> <p>Gravier: 1 %</p> <p>Sable: 92 %</p> <p>Silt et argile: 7 %</p> <p>Description : Sable, traces de silt, traces de gravier</p> <p>Classification unifiée : SP-SM</p>	
112			
80			
56			
40			
31,5			
20			
14			
10	100		
5	99		
2,5	97		
1,25	96		
0,630	86		
0,315	48		
0,160	16		
0,080	7,3		

Remarques :

Vérifié par : B. Joncas  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



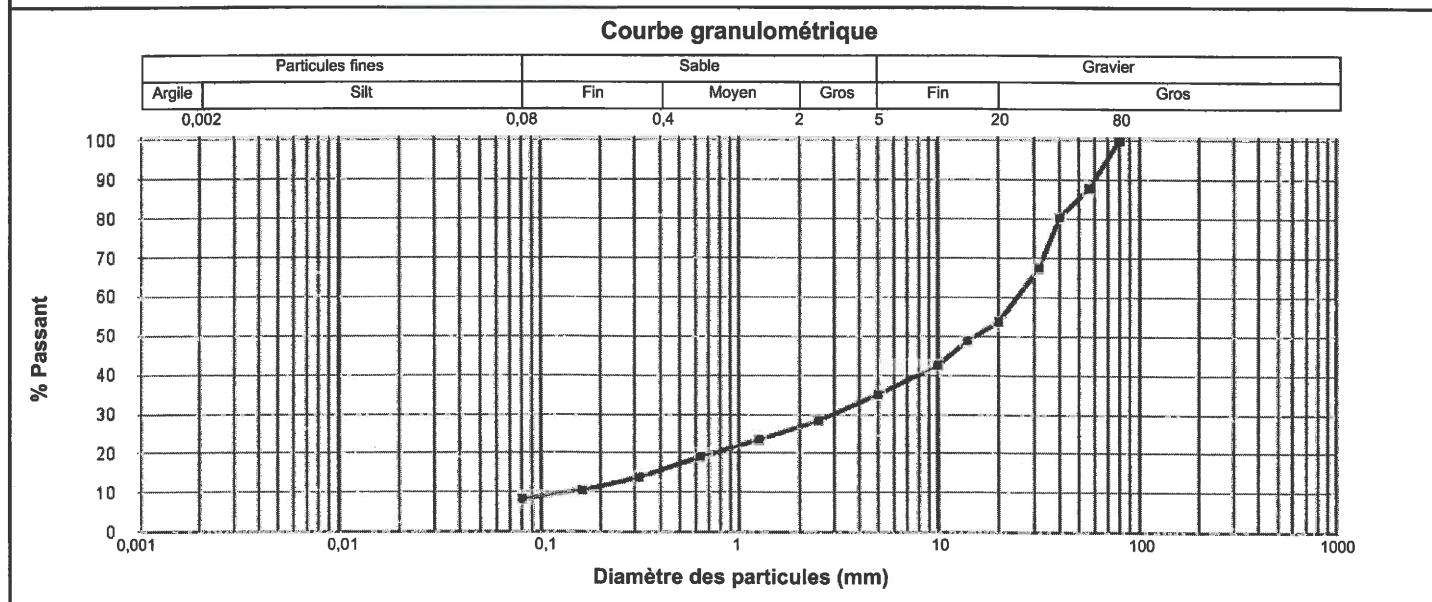
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0916
		Réf. client :	

Sondage n° :	F-12	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-3A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,8-1,1m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p>D<sub>10</sub> : 0,143 mm</p> <p>D<sub>30</sub> : 3,071 mm</p> <p>D<sub>60</sub> : 25,409 mm</p> <p>Coefficient d'uniformité (Cu) : 177,61</p> <p>Coefficient de courbure (Cc) : 2,59</p> <p>Gravier: 65 %</p> <p>Sable: 27 %</p> <p>Silt et argile: 8 %</p> <p>Description : Gravier sableux, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GW-GM</p>	
112			
80	100		
56	88		
40	80		
31,5	67		
20	53		
14	49		
10	43		
5	35		
2,5	29		
1,25	23		
0,630	19		
0,315	14		
0,160	11		
0,080	8,1		

Remarques :

Vérifié par : B.S.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cal  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.  Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Dossier n° : RRTS-217423-005050  Échantillon n° : SB14-0917  Réf. client :	
Sondage n° : F-12 Échantillon : CF-3B Profondeur : 1,1-1,5m	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP Reçu le : 2014-10-07 Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable			Gravier		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros	
0,002		0,08	0,4	2	5	20	80

Diamètre des particules (mm)

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	D <sub>10</sub> : D <sub>30</sub> : D <sub>60</sub> : 0,739 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 28 % Sable: 31 % Silt et argile: 41 %  Description : Silt sableux graveleux  Classification unifiée : SM	
112			
80			
56	100		
40	92		
31,5	92		
20	82		
14	80		
10	77		
5	72		
2,5	67		
1,25	64		
0,630	59		
0,315	55		
0,160	48		
0,080	40,5		

Remarques :

Vérifié par : B-J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Gu  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



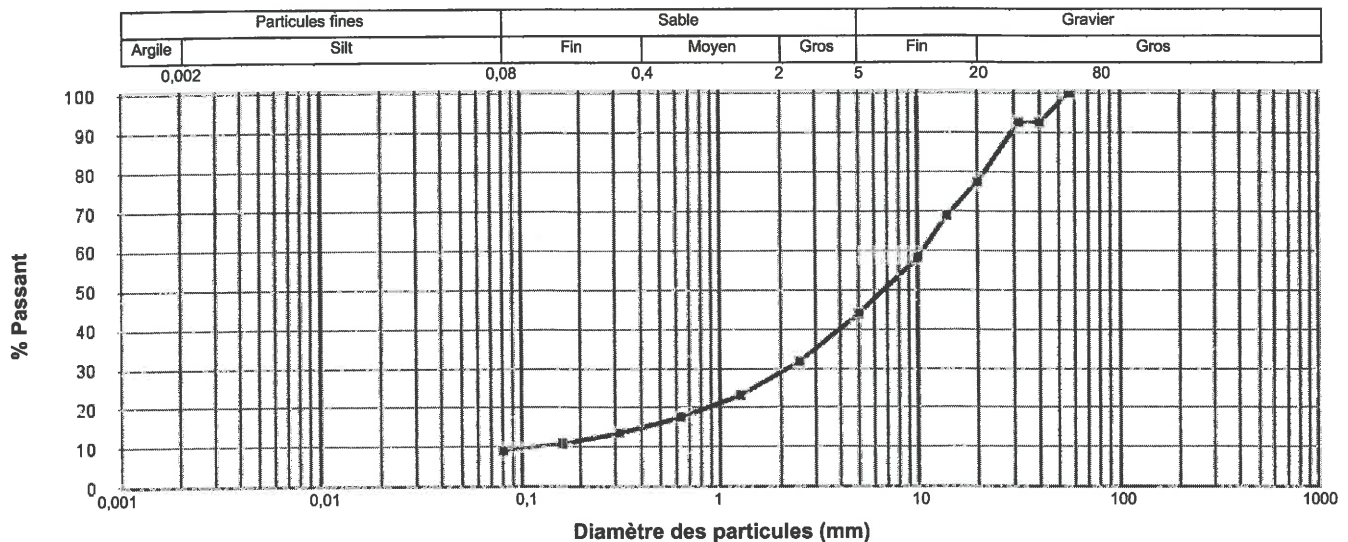
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0918
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-13	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,5m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> : 0,119 mm  <math>D_{30}</math> : 2,237 mm  <math>D_{60}</math> : 10,686 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) : 89,51  Coefficient de courbure (Cc) : 3,92 </p> <p> Gravier: 56 %  Sable: 35 %  Silt et argile: 9 % </p> <p>Description : Gravier sableux, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GP-GM</p>	
112			
80			
56	100		
40	93		
31,5	93		
20	77		
14	69		
10	58		
5	44		
2,5	32		
1,25	23		
0,630	17		
0,315	13		
0,160	11		
0,080	9,1		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Ga  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.  Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Dossier n° : RRTS-217423-005050  Échantillon n° : SB14-0919  Réf. client :	
Sondage n° : F-13 Échantillon : CF-2B Profondeur : 0,5-0,8m	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP Reçu le : 2014-10-07 Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable			Gravier	
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros
0,002	0,075	0,075	0,425	0,425	2,0	75

Diamètre des particules (mm)

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : 0,084 mm D <sub>30</sub> : 0,338 mm D <sub>60</sub> : 1,151 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : 13,72 Coefficient de courbure (Cc) : 1,18	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	94		
14	90		
10	85		
5	77		
2,5	71		
1,25	62		
0,630	49		
0,315	28		
0,160	16		
0,080	9,7		
		Gravier: 23 % Sable: 67 % Silt et argile: 10 % Description : Sable graveleux, traces de silt Classification unifiée : SW-SM	

Remarques :

Vérifié par : B-J  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : bel  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.  Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Dossier n° : RRTS-217423-005050  Échantillon n° : SB14-0920  <b>Réf. client :</b>	
Sondage n° : F-13 Échantillon : CF-3 Profondeur : 0,8-1,5m	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP Reçu le : 2014-10-07 Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable			Gravier	
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros
0,002	0,075	0,075	0,425	0,425	2,0	75

**Diamètre des particules (mm)**

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : D <sub>30</sub> : D <sub>60</sub> : 0,138 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :	
112			
80			
56			
40	100		
31,5	91		
20	87		
14	85		
10	84		
5	82		
2,5	80		
1,25	78		
0,630	75		
0,315	71		
0,160	64		
0,080	50,3		
		Gravier: 18 % Sable: 32 % Silt et argile: 50 % Description : Silt sableux, un peu de gravier	

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cer  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



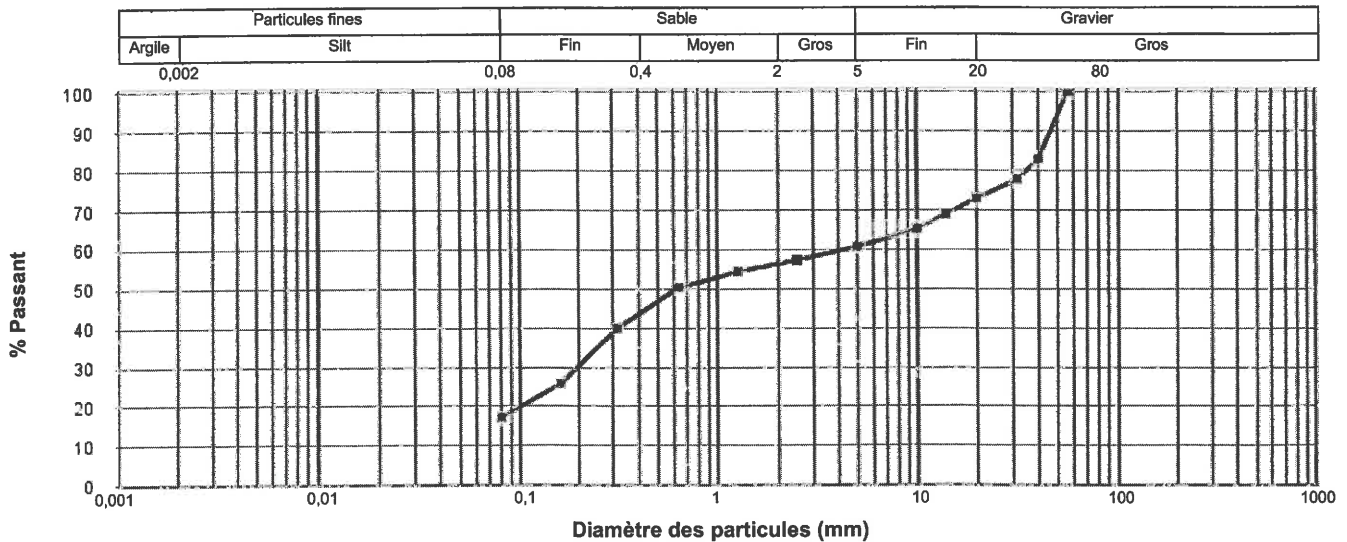
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0921
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-14	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-1B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,6m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré
112	
80	
56	100
40	83
31,5	78
20	73
14	69
10	65
5	61
2,5	57
1,25	54
0,630	50
0,315	40
0,160	26
0,080	17,1

$D_{10}$  :  
 $D_{30}$  : 0,208 mm  
 $D_{60}$  : 4,468 mm  
 Coefficient d'uniformité (Cu) :  
 Coefficient de courbure (Cc) :  
  
 Gravier: 39 %  
 Sable: 44 %  
 Silt et argile: 17 %  
 Description : Sable et gravier, un peu de silt  
 Classification unifiée : SM

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G.L.  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



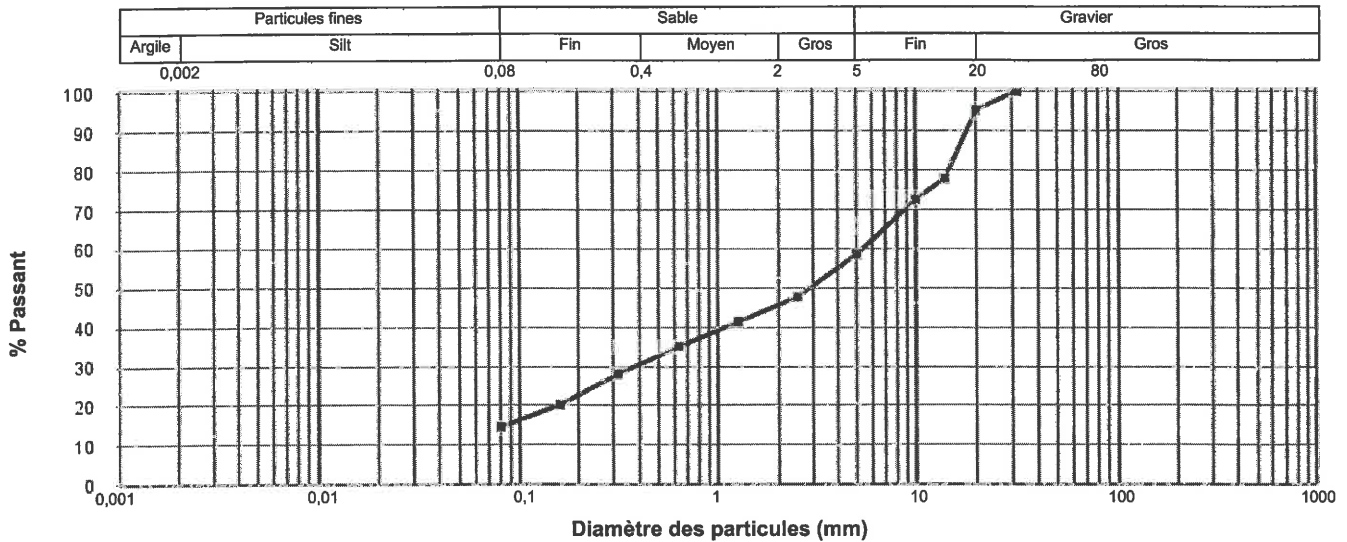
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0922
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-14	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,6-0,7m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	<p>D<sub>10</sub> : D<sub>30</sub> : D<sub>60</sub> : Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :</p> <p>Gravier: 42 % Sable: 43 % Silt et argile: 15 %</p> <p>Description : Sable et gravier, un peu de silt</p> <p>Classification unifiée : SM</p>	
112		0,403 mm	
80		5,556 mm	
56			
40			
31,5	100		
20	95		
14	78		
10	73		
5	58		
2,5	48		
1,25	41		
0,630	35		
0,315	28		
0,160	20		
0,080	14,7		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : [Signature]  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



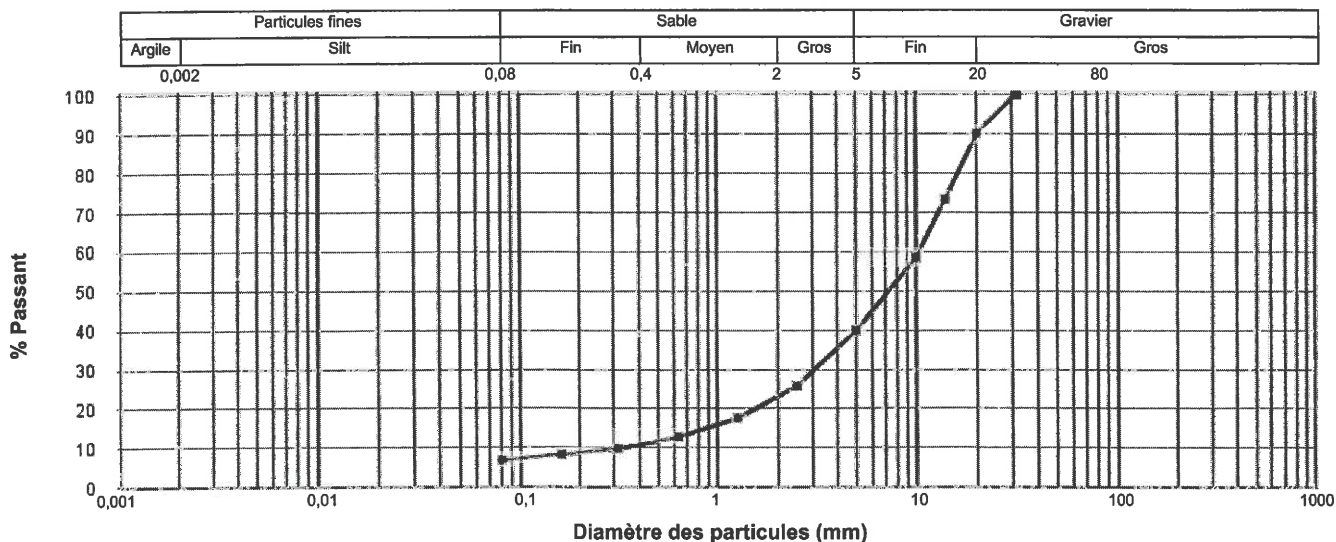
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0923
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-15	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2A	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,3m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tam (mm)	Tamisat %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	0,336 mm
80		D <sub>30</sub> :	3,237 mm
56		D <sub>60</sub> :	10,376 mm
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :	30,84
31,5	100	Coefficient de courbure (Cc) :	3,00
20	90		
14	73	Gravier:	60 %
10	59	Sable:	33 %
5	40	Silt et argile:	7 %
2,5	26	Description :	Gravier sableux, traces de silt
1,25	17		
0,630	13	Classification unifiée :	GP-GM
0,315	10		
0,160	8		
0,080	6,9		

Remarques :

Vérifié par : B. Joncas  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



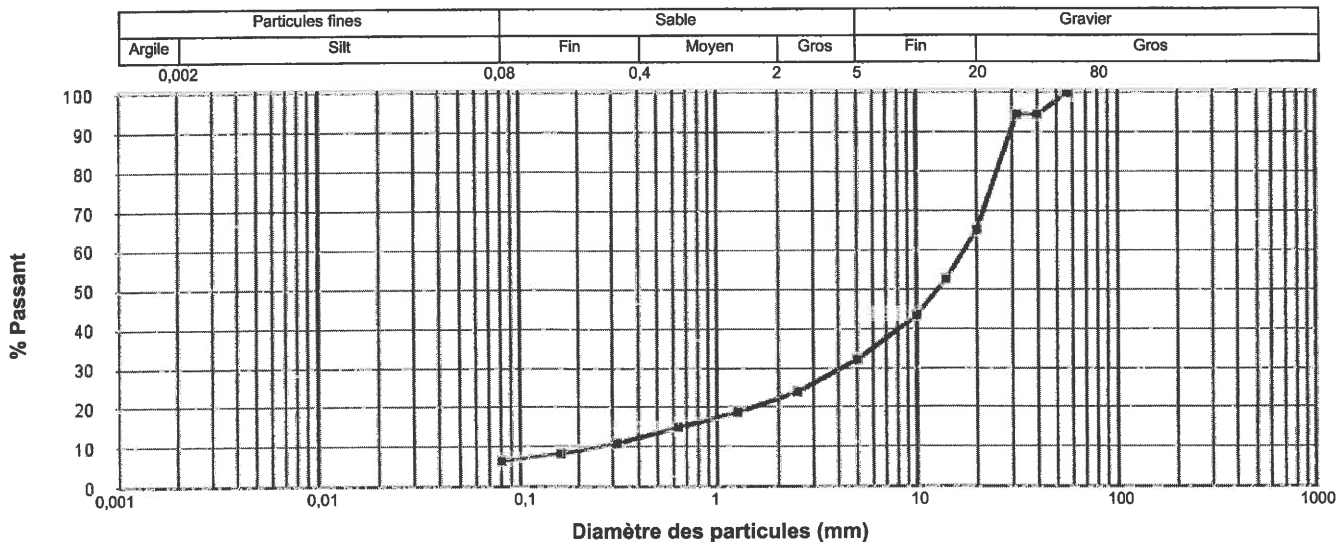
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° : RRTS-217423-005050	
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° : SB14-0924	
	Réf. client :	
Sondage n° : F-15	Prélevé le : 2014-10-02 par EXP	
Échantillon : CF-2B	Reçu le : 2014-10-07	
Profondeur : 0,3-0,8m	Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	0,263 mm
80		D <sub>30</sub> :	4,396 mm
56	100	D <sub>60</sub> :	17,488 mm
40	95	Coefficient d'uniformité (Cu) :	66,37
31,5	95	Coefficient de courbure (Cc) :	4,19
20	65		
14	53	Gravier:	68 %
10	43	Sable:	25 %
5	32	Silt et argile:	7 %
2,5	24	Description :	Gravier sableux, traces de silt
1,25	19	Classification unifiée :	GP-GM
0,630	15		
0,315	11		
0,160	8		
0,080	6,6		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Ge  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





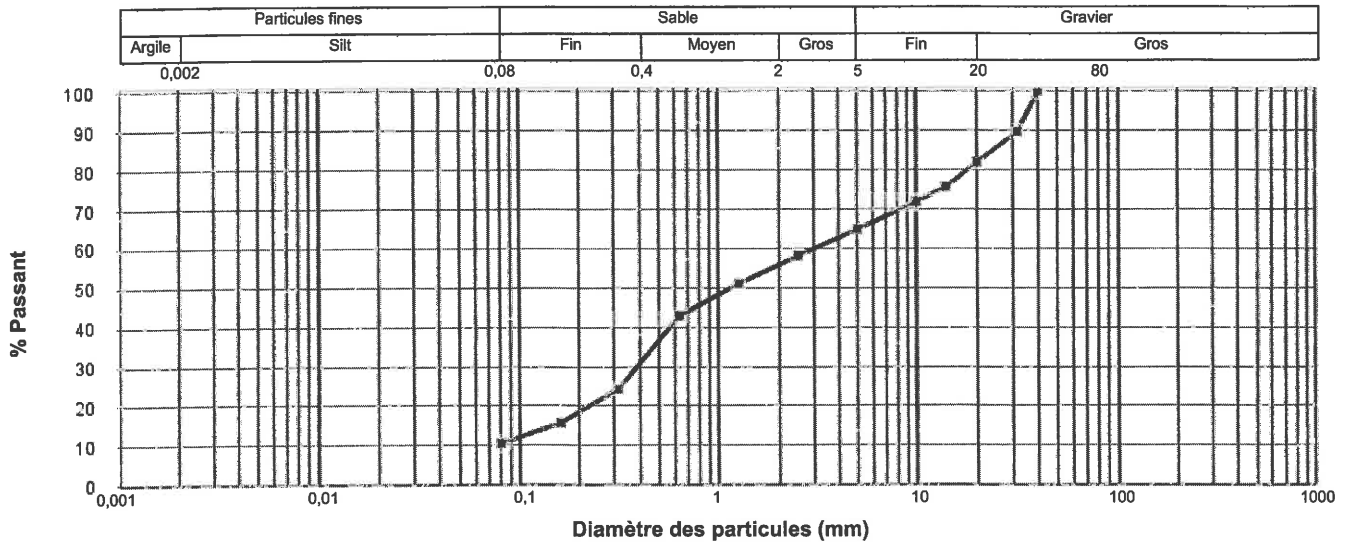
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDRAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0925
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-15	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-3	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,8-1,5m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré	<p> <math>D_{10}</math> : 0,076 mm  <math>D_{30}</math> : 0,413 mm  <math>D_{60}</math> : 3,205 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) :  Coefficient de courbure (Cc) : </p> <p> Gravier: 35 %  Sable: 55 %  Silt et argile: 10 % </p> <p> Description : Sable et gravier, un peu de silt  Classification unifiée : SP-SM </p>	
112			
80			
56			
40	100		
31,5	90		
20	82		
14	76		
10	72		
5	65		
2,5	58		
1,25	51		
0,630	43		
0,315	24		
0,160	16		
0,080	10,4		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Ga  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

<b>Client :</b> Rubin & Rotman Associés Inc.  <b>Projet :</b> Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	<b>Dossier n° :</b> RRTS-217423-005050  <b>Échantillon n° :</b> SB14-0926  <b>Réf. client :</b>	
<b>Sondage n° :</b> F-15 <b>Échantillon :</b> CF-4 <b>Profondeur :</b> 1,5-1,9m	<b>Prélevé le :</b> 2014-10-02 par EXP <b>Reçu le :</b> 2014-10-07 <b>Localisation :</b> St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable			Gravier	
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros
0,002	0,08	0,4	2	5	20	80

**Diamètre des particules (mm)**

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : D <sub>30</sub> : 0,161 mm D <sub>60</sub> : 3,464 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 33 % Sable: 47 % Silt et argile: 20 % Description : Sable graveleux silteux Classification unifiée : SM	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	95		
14	86		
10	80		
5	67		
2,5	55		
1,25	47		
0,630	43		
0,315	38		
0,160	30		
0,080	20,2		

**Remarques :**

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cee  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



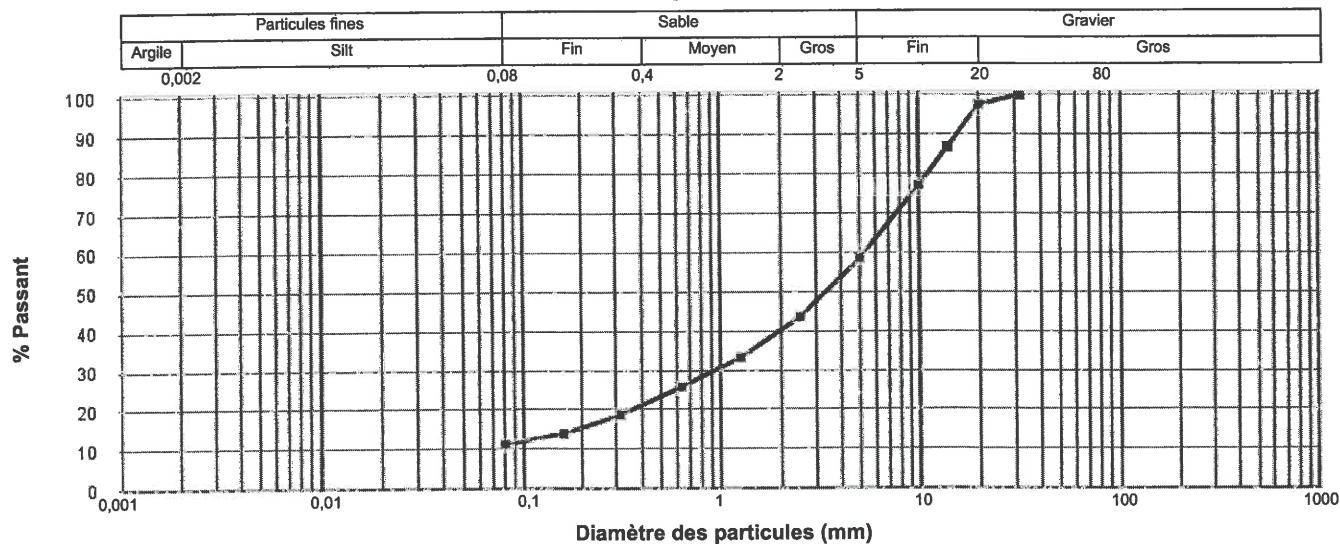
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc. Dossier n° : RRTS-217423-005050  
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle Échantillon n° : SB14-0927  
Réf. client :  
Sondage n° : F-16 Prélevé le : 2014-10-02 par EXP  
Échantillon : CF-2A Reçu le : 2014-10-07  
Profondeur : 0,2-0,5m Localisation : St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamisé %passant mesuré	
112		D <sub>10</sub> : 0,061 mm
80		D <sub>30</sub> : 0,993 mm
56		D <sub>60</sub> : 5,434 mm
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :
31,5	100	Coefficient de courbure (Cc) :
20	97	
14	87	Gravier: 42 %
10	77	Sable: 47 %
5	58	Silt et argile: 11 %
2,5	44	Description : Sable et gravier, un peu de silt
1,25	33	
0,630	26	Classification unifiée : SP-SM
0,315	19	
0,160	14	
0,080	11,1	

Remarques :

Vérifié par : Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

<b>Client :</b> Rubin & Rotman Associés Inc.  <b>Projet :</b> Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	<b>Dossier n° :</b> RRTS-217423-005050  <b>Échantillon n° :</b> SB14-0928  <b>Réf. client :</b>	
<b>Sondage n° :</b> F-16 <b>Échantillon :</b> CF-3 <b>Profondeur :</b> 0,8-1,1m	<b>Prélevé le :</b> 2014-10-02 par EXP <b>Reçu le :</b> 2014-10-07 <b>Localisation :</b> St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable				Gravier	
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros	
0,002	0,075	0,075	0,425	0,850	2,000	75,000	

**Diamètre des particules (mm)**

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : D <sub>30</sub> : 0,095 mm D <sub>60</sub> : 0,187 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :	
112			
80			
56			
40			
31,5			
20	100		
14	95	Gravier: 11 %	
10	94	Sable: 65 %	
5	89	Silt et argile: 24 %	
2,5	85	Description : Sable silteux, un peu de gravier	
1,25	81		
0,630	76	Classification unifiée : SM	
0,315	72		
0,160	57		
0,080	23,8		

**Remarques :**

Vérifié par : Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc.  Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Dossier n° : RRTS-217423-005050 Échantillon n° : SB14-0929 <b>Réf. client :</b>  Sondage n° : F-17 Échantillon : CF-1A Profondeur : 0,1-0,3m
Prélevé le : 2014-10-02 par EXP Reçu le : 2014-10-07 Localisation : St-Bernard-de-Lacolle	

**Courbe granulométrique**

Particules fines		Sable			Gravier	
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros	Fin	Gros
0,002	0,075	0,075	0,425	0,425	2,0	75

Diamètre des particules (mm)

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : D <sub>30</sub> : 0,252 mm D <sub>60</sub> : 4,412 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 37 % Sable: 44 % Silt et argile: 19 %  Description : Sable et gravier, un peu de silt  Classification unifiée : SM	
112			
80			
56	100		
40	89		
31,5	89		
20	87		
14	82		
10	74		
5	63		
2,5	52		
1,25	44		
0,630	39		
0,315	33		
0,160	25		
0,080	19,0		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G.L.  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



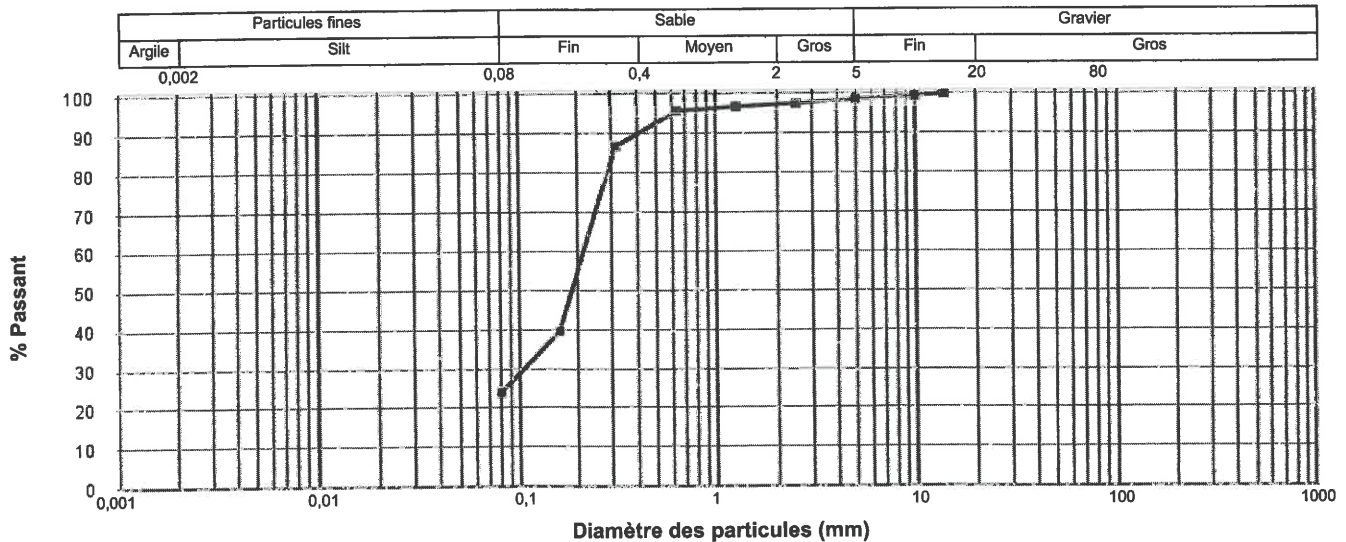
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0930
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-17	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-1B	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,3-0,6m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamiséat %passant mesuré	
112		D <sub>10</sub> :
80		D <sub>30</sub> :
56		D <sub>60</sub> :
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :
31,5		Coefficient de courbure (Cc) :
20		
14	100	Gravier: 1 %
10	99	Sable: 75 %
5	99	Silt et argile: 24 %
2,5	98	Description : Sable silteux, traces de gravier
1,25	97	
0,630	96	Classification unifiée : SM
0,315	87	
0,160	40	
0,080	23,7	

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : GL  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



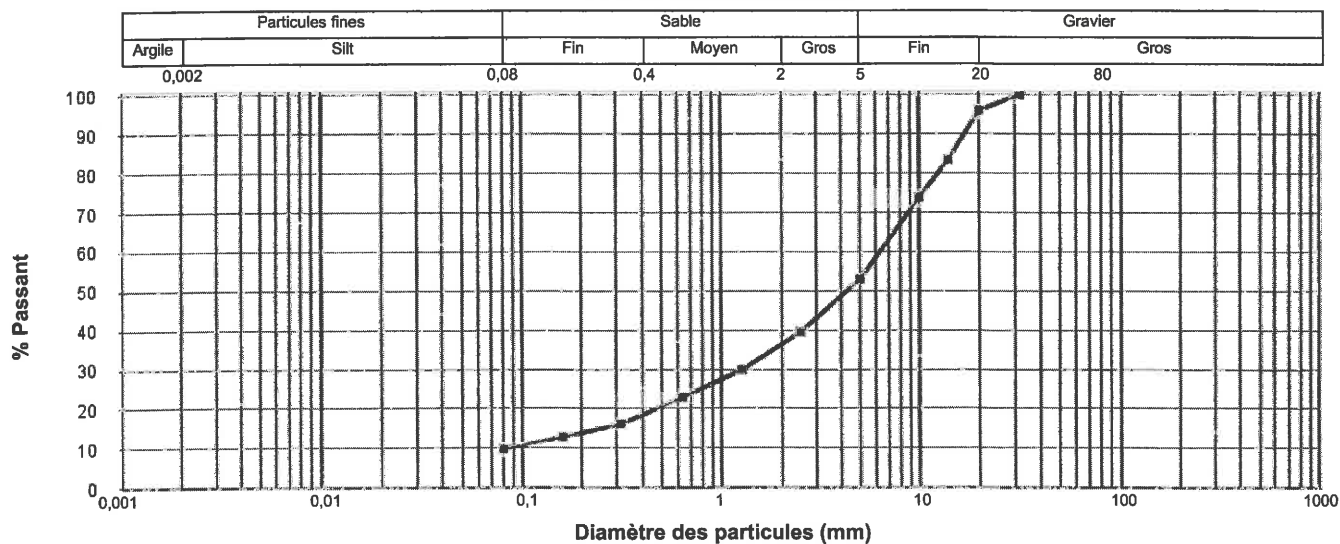
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0931
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-18	Prélevé le :	2014-10-02 par EXP
Échantillon :	CF-2	Reçu le :	2014-10-07
Profondeur :	0,1-0,8m	Localisation :	St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	D <sub>10</sub> : 0,091 mm D <sub>30</sub> : 1,263 mm D <sub>60</sub> : 6,694 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : 73,91 Coefficient de courbure (Cc) : 2,63  Gravier: 47 % Sable: 43 % Silt et argile: 10 %  Description : Gravier et sable, traces de silt  Classification unifiée : GW-GM	
112			
80			
56			
40			
31,5	100		
20	96		
14	83		
10	74		
5	53		
2,5	39		
1,25	30		
0,630	23		
0,315	16		
0,160	13		
0,080	9,6		

Remarques :

Vérifié par : B.J.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : G.L.  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



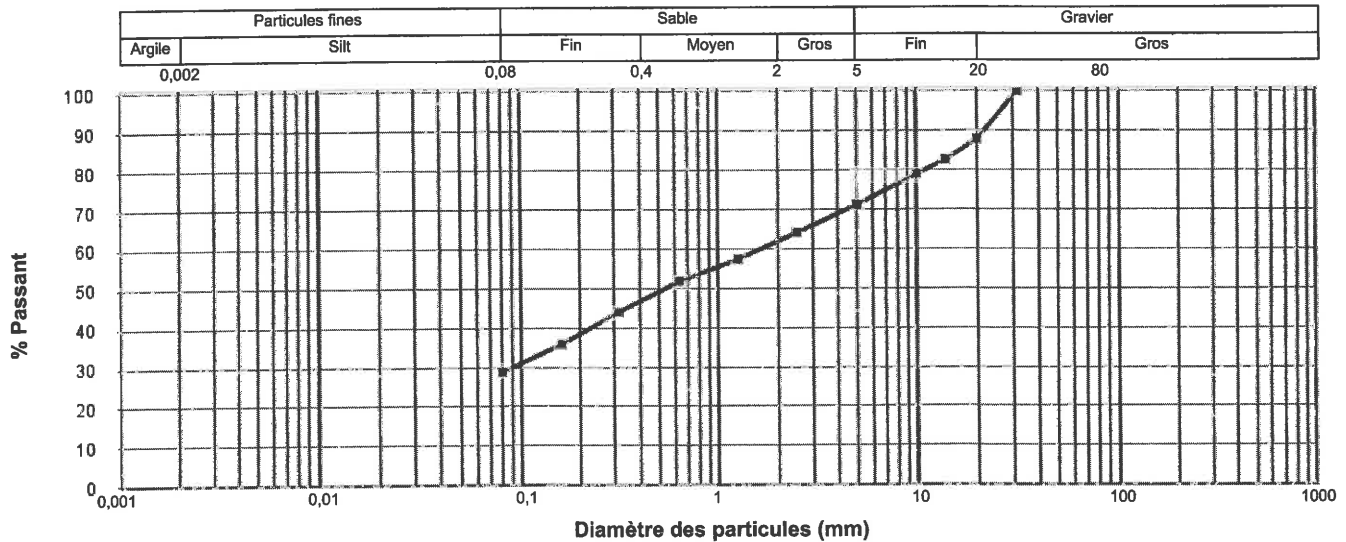
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client : Rubin & Rotman Associés Inc. Dossier n° : RRTS-217423-005050  
Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle Échantillon n° : SB14-0932  
Sondage n° : F-18 Prélevé le : 2014-10-02 par EXP  
Échantillon : CF-3B Reçu le : 2014-10-07  
Profondeur : 1,0-1,5m Localisation : St-Bernard-de-Lacolle

**Courbe granulométrique**



### Analyse granulométrique LC 21-040

### Description

### Autres essais

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré
112	
80	
56	
40	
31,5	100
20	88
14	82
10	79
5	71
2,5	64
1,25	58
0,630	52
0,315	44
0,160	36
0,080	28,7

D<sub>10</sub> :  
D<sub>30</sub> : 0,094 mm  
D<sub>60</sub> : 1,732 mm  
Coefficient d'uniformité (Cu) :  
Coefficient de courbure (Cc) :  
Gravier: 29 %  
Sable: 42 %  
Silt et argile: 29 %  
Description : Sable graveleux silteux  
Classification unifiée : SM

Remarques :

Vérifié par : B.S.  
Benoit Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Car  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21

## **Annexe E – Certificat d’analyses chimiques**



Votre # de commande: L-003-17000  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # Bordereau: e-892829

**Attention:Guillaume Lapointe**

Les Services exp Inc.  
SHERBROOKE rue Bonin  
2605 BONIN  
SHERBROOKE, QC  
CANADA J1K 1C5

**Date du rapport: 2014/10/21**  
# Rapport: R1933699  
Version: 1 - Finale

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B464957**

**Reçu: 2014/10/15, 09:30**

Matrice: SOL  
Nombre d'échantillons reçus: 6

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence Primaire
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)*	6	2014/10/16	2014/10/17	STL SOP-00172	MA416-C10-C50 1.0 m
Métaux extractibles totaux par ICP*	6	2014/10/17	2014/10/17	STL SOP-00006	MA200-Mét 1.2 R4 m
Hydrocarbures aromatiques polycycliques*	6	2014/10/16	2014/10/17	STL SOP-00178	MA400-HAP 1.1 R4 m

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

clé de cryptage



Séverine Planté

21 Oct 2014 16:59:15 -04:00

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Séverine Planté,  
Courriel: SPLante@maxxam.ca  
Téléphone (514) 448-9001

=====

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### HAP PAR GCMS (SOL)

ID Maxxam						AC4383	AC4384	AC4385	AC4386	AC4387		
Date d'échantillonnage						2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02		
# Bordereau						e-892829	e-892829	e-892829	e-892829	e-892829		
	UNITÉS	A	B	C	D	F-8 CF-2A	F-8 CF-2B	F-9 CF-2A	F-9 CF-3A	F-9 CF-3B	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	5.1	4.1	2.0	4.4	6.2		
<b>HAP</b>												
Acénaphthène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Acénaphthylène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Benzo(ghi)peryène	mg/kg	0.1	1	10	<u>18</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	<u>82</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
7,12-Diméthylbenzanthracène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>34</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	<u>150</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	<u>100</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	<u>56</u>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	1376274
<b>Récupération des Surrogates (%)</b>												
D10-Anthracène	%	-	-	-	-	86	90	86	86	86		1376274
D12-Benzo(a)pyrène	%	-	-	-	-	84	82	86	82	84		1376274
D14-Terphenyl	%	-	-	-	-	84	90	88	88	88		1376274
D8-Acenaphthylene	%	-	-	-	-	78	80	78	80	80		1376274
D8-Naphtalène	%	-	-	-	-	80	82	82	80	80		1376274
LDR = Limite de détection rapportée												
Lot CQ = Lot contrôle qualité												



Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### HAP PAR GCMS (SOL)

<b>ID Maxxam</b>						AC4388		
<b>Date d'échantillonnage</b>						2014/10/02		
<b># Bordereau</b>						e-892829		
	<b>UNITÉS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>DUP A</b>	<b>LDR</b>	<b>Lot CQ</b>
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	4.1		
<b>HAP</b>								
Acénaphène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
Acénaphthylène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	0.1	1376274
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	0.1	1376274
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	0.1	1376274
Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	0.1	1376274
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	0.1	1	10	18	<0.1	0.1	1376274
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	82	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
7,12-Diméthylbenzanthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	0.1	1376274
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	150	<0.1	0.1	1376274
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	0.1	1376274
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	0.1	1376274
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	0.1	1376274
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	0.1	1376274
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	0.1	1376274
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	0.1	1376274
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	0.1	1376274
<b>Récupération des Surrogates (%)</b>								
D10-Anthracène	%	-	-	-	-	88		1376274
D12-Benzo(a)pyrène	%	-	-	-	-	82		1376274
D14-Terphenyl	%	-	-	-	-	88		1376274
D8-Acenaphthylene	%	-	-	-	-	80		1376274
D8-Naphtalène	%	-	-	-	-	80		1376274
LDR = Limite de détection rapportée								
Lot CQ = Lot contrôle qualité								

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

ID Maxxam						AC4383	AC4384	AC4385	AC4386	AC4387		
Date d'échantillonnage						2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02		
# Bordereau						e-892829	e-892829	e-892829	e-892829	e-892829		
	UNITÉS	A	B	C	D	F-8 CF-2A	F-8 CF-2B	F-9 CF-2A	F-9 CF-3A	F-9 CF-3B	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	5.1	4.1	2.0	4.4	6.2		
<b>HYDROCARBURES PÉTROLIERS</b>												
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	300	700	3500	10000	190	<100	940	<100	<100	100	1376273
<b>Récupération des Surrogates (%)</b>												
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	-	87	86	87	83	85		1376273
LDR = Limite de détection rapportée												
Lot CQ = Lot contrôle qualité												

ID Maxxam						AC4388		
Date d'échantillonnage						2014/10/02		
# Bordereau						e-892829		
	UNITÉS	A	B	C	D	DUP A	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	4.1		
<b>HYDROCARBURES PÉTROLIERS</b>								
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	300	700	3500	10000	<100	100	1376273
<b>Récupération des Surrogates (%)</b>								
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	-	87		1376273
LDR = Limite de détection rapportée								
Lot CQ = Lot contrôle qualité								

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

ID Maxxam						AC4383	AC4384	AC4385	AC4386	AC4387		
Date d'échantillonnage						2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02	2014/10/02		
# Bordereau						e-892829	e-892829	e-892829	e-892829	e-892829		
	UNITÉS	A	B	C	D	F-8 CF-2A	F-8 CF-2B	F-9 CF-2A	F-9 CF-3A	F-9 CF-3B	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	5.1	4.1	2.0	4.4	6.2		
<b>MÉTAUX</b>												
Argent (Ag)	mg/kg	0.8	20	40	<u>200</u>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	1376740
Arsenic (As)	mg/kg	15	30	50	<u>250</u>	<5	<5	<5	<5	<5	5	1376740
Baryum (Ba)	mg/kg	265	500	2000	<u>10000</u>	10	74	8	150	21	5	1376740
Cadmium (Cd)	mg/kg	1.3	5	20	<u>100</u>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	1376740
Chrome (Cr)	mg/kg	75	250	800	<u>4000</u>	4	7	4	11	11	2	1376740
Cobalt (Co)	mg/kg	20	50	300	<u>1500</u>	3	5	3	6	5	2	1376740
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	<u>2500</u>	5	12	3	19	9	2	1376740
Etain (Sn)	mg/kg	5	50	300	<u>1500</u>	<4	<4	<4	<4	<4	4	1376740
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	<u>11000</u>	940	900	810	610	260	2	1376740
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	10	40	<u>200</u>	2	2	2	<1	<1	1	1376740
Nickel (Ni)	mg/kg	55	100	500	<u>2500</u>	6	11	6	18	14	1	1376740
Plomb (Pb)	mg/kg	40	500	1000	<u>5000</u>	5	7	<5	6	<5	5	1376740
Zinc (Zn)	mg/kg	130	500	1500	<u>7500</u>	13	35	<10	56	31	10	1376740
LDR = Limite de détection rapportée												
Lot CQ = Lot contrôle qualité												

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

ID Maxxam						AC4388		
Date d'échantillonnage						2014/10/02		
# Bordereau						e-892829		
	UNITÉS	A	B	C	D	DUP A	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	-	4.1		
<b>MÉTAUX</b>								
Argent (Ag)	mg/kg	0.8	20	40	<u>200</u>	<0.5	0.5	1376740
Arsenic (As)	mg/kg	15	30	50	<u>250</u>	<5	5	1376740
Baryum (Ba)	mg/kg	265	500	2000	<u>10000</u>	150	5	1376740
Cadmium (Cd)	mg/kg	1.3	5	20	<u>100</u>	<0.5	0.5	1376740
Chrome (Cr)	mg/kg	75	250	800	<u>4000</u>	11	2	1376740
Cobalt (Co)	mg/kg	20	50	300	<u>1500</u>	6	2	1376740
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	<u>2500</u>	19	2	1376740
Etain (Sn)	mg/kg	5	50	300	<u>1500</u>	<4	4	1376740
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	<u>11000</u>	580	2	1376740
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	10	40	<u>200</u>	<1	1	1376740
Nickel (Ni)	mg/kg	55	100	500	<u>2500</u>	19	1	1376740
Plomb (Pb)	mg/kg	40	500	1000	<u>5000</u>	7	5	1376740
Zinc (Zn)	mg/kg	130	500	1500	<u>7500</u>	56	10	1376740
LDR = Limite de détection rapportée								
Lot CQ = Lot contrôle qualité								

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

## REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON excepté pour

Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: AC4383, AC4384, AC4385, AC4386, AC4387, AC4388

Tous les résultats sont calculés sur une base sèche excepté lorsque non-applicable.

A,B,C,D: Ces critères proviennent de l'Annexe 2 de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés ». Pour les analyses de métaux(et métalloïdes) dans les sols, le critère A désigne la « Teneur de fond Secteur Appalaches ».

Le critère D, provient de l'Annexe 1 du « Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés ».

A,B-eau souterraine: A=Critère pour fin de consommation; B=Critère pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts.

Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.

- = Ce composé ne fait pas parti de la réglementation.

### HAP PAR GCMS (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité (blanc fortifié et blanc de méthode), ni pour les surrogates.

### HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité (blanc fortifié et surrogates).

Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc de méthode.

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot	AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	UNITÉS
1376273	DJ2		Blanc fortifié	1-Chlorooctadécane	2014/10/17		90	%
				Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2014/10/17		110	%
1376273	DJ2		Blanc de méthode	1-Chlorooctadécane	2014/10/17		88	%
				Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2014/10/17	<100		mg/kg
1376274	YW		Blanc fortifié	D10-Anthracène	2014/10/17		108	%
				D12-Benzo(a)pyrène	2014/10/17		108	%
				D14-Terphenyl	2014/10/17		114	%
				D8-Acenaphthylene	2014/10/17		98	%
				D8-Naphtalène	2014/10/17		100	%
				Acénaphène	2014/10/17		114	%
				Acénaphthylène	2014/10/17		108	%
				Anthracène	2014/10/17		112	%
				Benzo(a)anthracène	2014/10/17		113	%
				Benzo(a)pyrène	2014/10/17		111	%
				Benzo(b)fluoranthène	2014/10/17		124	%
				Benzo(j)fluoranthène	2014/10/17		116	%
				Benzo(k)fluoranthène	2014/10/17		116	%
				Benzo(c)phénanthrène	2014/10/17		112	%
				Benzo(ghi)pérylène	2014/10/17		119	%
				Chrysène	2014/10/17		117	%
				Dibenz(a,h)anthracène	2014/10/17		118	%
				Dibenzo(a,i)pyrène	2014/10/17		117	%
				Dibenzo(a,h)pyrène	2014/10/17		103	%
				Dibenzo(a,l)pyrène	2014/10/17		100	%
				7,12-Diméthylbenzanthracène	2014/10/17		105	%
				Fluoranthène	2014/10/17		107	%
				Fluorène	2014/10/17		118	%
				Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2014/10/17		110	%
				3-Méthylcholanthrène	2014/10/17		109	%
				Naphtalène	2014/10/17		105	%
				Phénanthrène	2014/10/17		116	%
				Pyrène	2014/10/17		111	%
				2-Méthylnaphtalène	2014/10/17		103	%
				1-Méthylnaphtalène	2014/10/17		99	%
				1,3-Diméthylnaphtalène	2014/10/17		105	%
				2,3,5-Triméthylnaphtalène	2014/10/17		102	%
1376274	YW		Blanc de méthode	D10-Anthracène	2014/10/17		86	%
				D12-Benzo(a)pyrène	2014/10/17		82	%
				D14-Terphenyl	2014/10/17		86	%
				D8-Acenaphthylene	2014/10/17		76	%
				D8-Naphtalène	2014/10/17		78	%
				Acénaphène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Acénaphthylène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Anthracène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(a)anthracène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(a)pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(b)fluoranthène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(j)fluoranthène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(k)fluoranthène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Benzo(c)phénanthrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot	AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	UNITÉS
1376740	VME	Blanc fortifié		Benzo(ghi)pérylène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Chrysène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Dibenz(a,h)anthracène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Dibenzo(a,i)pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Dibenzo(a,h)pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Dibenzo(a,l)pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				7,12-Diméthylbenzanthracène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Fluoranthène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Fluorène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				3-Méthylcholanthrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Naphtalène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Phénanthrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Pyrène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				2-Méthylnaphtalène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				1-Méthylnaphtalène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				1,3-Diméthylnaphtalène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				2,3,5-Triméthylnaphtalène	2014/10/17	<0.1		mg/kg
				Argent (Ag)	2014/10/17		102	%
				Arsenic (As)	2014/10/17		100	%
1376740	VME	Blanc de méthode		Baryum (Ba)	2014/10/17		107	%
				Cadmium (Cd)	2014/10/17		103	%
				Chrome (Cr)	2014/10/17		97	%
				Cobalt (Co)	2014/10/17		95	%
				Cuivre (Cu)	2014/10/17		98	%
				Etain (Sn)	2014/10/17		96	%
				Manganèse (Mn)	2014/10/17		101	%
				Molybdène (Mo)	2014/10/17		96	%
				Nickel (Ni)	2014/10/17		102	%
				Plomb (Pb)	2014/10/17		98	%
				Zinc (Zn)	2014/10/17		102	%
				Argent (Ag)	2014/10/17	<0.5		mg/kg
				Arsenic (As)	2014/10/17	<5		mg/kg
				Baryum (Ba)	2014/10/17	<5		mg/kg
				Cadmium (Cd)	2014/10/17	<0.5		mg/kg
				Chrome (Cr)	2014/10/17	<2		mg/kg
				Cobalt (Co)	2014/10/17	<2		mg/kg
				Cuivre (Cu)	2014/10/17	<2		mg/kg
				Etain (Sn)	2014/10/17	<4		mg/kg
				Manganèse (Mn)	2014/10/17	<2		mg/kg
				Molybdène (Mo)	2014/10/17	<1		mg/kg
				Nickel (Ni)	2014/10/17	<1		mg/kg
				Plomb (Pb)	2014/10/17	<5		mg/kg

Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

### RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	UNITÉS
AQ/CQ			Zinc (Zn)	2014/10/17	<10		mg/kg
<p>Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.</p> <p>Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.</p> <p>Surrogate: Composé se comportant de façon similaire aux composés analysés et ajouté à l'échantillon avant l'analyse. Sert à évaluer la qualité de l'extraction.</p> <p>Réc = Récupération</p>							



Dossier Maxxam: B464957  
Date du rapport: 2014/10/21

Les Services exp Inc.  
Votre # du projet: RRTS-217423  
Adresse du site: LACOLLE  
Votre # de commande: L-003-17000  
Initiales du préleveur: GL

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

*Alexandre Lemire*



Alexandre Lemire, M.Sc., Analyste 2

*Daniela Mazilu*



Daniela Mazilu, B.Sc. Chimiste

*Michel Poulin*



Michel Poulin, B.Sc., Chimiste

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 SECTIONS CONNEXES**

- .1 Sans objet.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Norme nationale du Canada
  - .1 CAN/BNQ 2501-255/2013 – Sols – Détermination de la relation teneur en eau – masse volumique sèche - Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 N.m/m<sup>3</sup>).

### **1.3 DÉFINITIONS**

- .1 La masse volumique sèche maximale corrigée est telle que déterminée par la norme CAN/BNQ 2501-255.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 SANS OBJET**

- .1 Sans objet.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 SANS OBJET**

- .1 Sans objet.

**FIN DE LA SECTION**



## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Sans objet.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec (MTQ) :
  - .1 Cahier des charges et devis généraux (CCDG) - Infrastructures routières – Construction et réparation - 2016.
- .2 Bureau de normalisation du Québec :
  - .1 Normes NQ 2560-114-2014 - Travaux de génie civil – Granulats.

### **1.3 DOCUMENTS/ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE POUR APPROBATION / INFORMATION**

- .1 Fiches techniques
  - .1 Soumettre les fiches techniques et la documentation du fabricant concernant les granulats. Les fiches techniques doivent indiquer les caractéristiques des produits et les granulométries.
- .2 Échantillons
  - .1 Prendre les mesures nécessaires en vue du prélèvement continu d'échantillons de granulats par le Représentant du Ministère, au cours de leur production et mise en place.
  - .2 Assurer au Représentant du Ministère, en vue de l'échantillonnage, l'accès à la source d'approvisionnement et aux matériaux préparés.
  - .3 Payer les frais de l'échantillonnage et des essais des granulats si ces derniers ne sont pas conformes aux exigences prescrites.

### **1.4 TRANSPORT, ENTREPOSAGE ET MANUTENTION**

- .1 Transporter, entreposer et manutentionner les matériaux et le matériel conformément à la section 01 61 00 - Exigences générales concernant les produits
- .2 Transport et manutention : transporter et manutentionner les granulats de manière à prévenir la ségrégation, la contamination et la dégradation.
- .3 Acheminer les granulats inutilisés vers une carrière ou un lieu de disposition conforme et approuvé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC).

## **PARTIE 2      PRODUITS**

### **2.1            MATÉRIAUX**

- .1        Conformes à la norme BNQ 2560-114-2014 - Travaux de génie civil – Granulats.
- .2        Les matériaux recyclés sont interdits.

### **2.2            CONTRÔLE DE LA QUALITÉ À LA SOURCE**

- .1        Informer le Représentant du Ministère la source d'approvisionnement proposée pour les granulats, et lui permettre d'y accéder aux fins d'échantillonnage au moins quatre (4) semaines avant le début des travaux.
- .2        Un matériau accepté à sa source d'approvisionnement peut néanmoins être refusé par la suite s'il ne satisfait pas aux exigences spécifiées, si la qualité ou les propriétés du matériau livré ne sont pas uniformes ou encore si la performance de ce dernier sur le chantier n'est pas satisfaisante.

## **PARTIE 3      EXÉCUTION**

### **3.1            PRÉPARATION**

- .1        Manutention
  - .1        Transporter les granulats et les manutentionner de manière à prévenir la ségrégation, la contamination et la dégradation.
  - .2        Remettre la fiche de tous les matériaux transportés au chantier au Représentant du ministère.
- .2        Mise en tas
  - .1        À moins d'indications contraires du Représentant du Ministère, mettre les granulats en tas sur le chantier, aux endroits indiqués. Ne pas mettre de granulats en tas sur des surfaces revêtues en dur.
  - .2        Entasser suffisamment de granulats pour être en mesure de respecter le calendrier des travaux.
  - .3        Les granulats doivent être mis en tas sur des terrains de niveau et bien drainés, ayant une portance et une stabilité suffisantes pour supporter les matériaux mis en tas ainsi que le matériel de manutention.
  - .4        À moins que les matériaux ne soient mis en tas sur une surface stabilisée acceptable, la base du tas doit être constituée d'une couche de sable compacté ayant au moins 300 mm d'épaisseur afin de prévenir la contamination des granulats. Mettre les granulats en tas sur le sol, mais ne pas incorporer à l'ouvrage la couche de matériaux de 300 mm d'épaisseur à la base du tas.
  - .5        Pour éviter les mélanges de granulats, espacer suffisamment les tas de granulats différents ou les séparer au moyen de cloisons robustes et pleine hauteur.

- .6 Il est interdit d'utiliser des matériaux mélangés ou contaminés. Enlever et éliminer les matériaux rejetés dans les 48 heures qui suivent leur refus, selon les directives du Représentant du Ministère.
- .7 Décharger en monceaux uniformes les granulats amenés au tas par camion et façonner les tas conformément aux prescriptions.
- .8 Il est interdit de monter des tas en cône ou de faire débouler des matériaux de chaque côté des tas.
- .9 Ne pas utiliser de convoyeurs empileurs.
- .10 Au cours des travaux exécutés en hiver, empêcher la glace et la neige de se mélanger aux matériaux mis en tas ou extraits du tas.
- .11 L'utilisation de granulats gelés est interdite.

### **3.2 NETTOYAGE**

- .1 Nettoyage en cours de travaux : effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
  - .1 Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.
- .2 Nettoyage final : évacuer du chantier les matériaux/le matériel en surplus, les déchets, les outils et l'équipement, conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
- .3 Nettoyer l'endroit où les granulats ont été mis en tas de manière à laisser un terrain propre, bien drainé et exempt de toute accumulation d'eau stagnante.
- .4 Mettre soigneusement les granulats inutilisés en tas compacts, conformément aux directives du Représentant du Ministère.
- .5 Gestion des déchets : trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi et de leur recyclage, conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.
  - .1 Retirer les bacs et les bennes de recyclage du chantier et éliminer les matériaux aux installations appropriées.
- .6 Lors de son abandon temporaire ou définitif, la source d'approvisionnement en granulats doit être remise en état à la satisfaction des autorités compétentes.
- .7 Restreindre l'accès du public aux tas abandonnés de manière temporaire ou permanente, à l'aide d'un moyen accepté par le Représentant du Ministère.

**FIN DE LA SECTION**





## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Section 31 05 10 – Masse volumique maximale corrigée.
- .2 Section 31 23 33.01 – Excavation, creusage de tranchées et remblayage.
- .3 Section 31 14 13 – Décapage et mise en dépôt du sol.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec (MTQ)
  - .1 Cahier des charges et devis généraux (CCDG) - Infrastructures routières – Construction et réparations - Partie 2 - 2016.

### **1.3 CONDITIONS EXISTANTES**

- .1 Consulter le rapport d'étude du sous-sol annexé au présent devis.
- .2 Le plan d'ensemble montre les canalisations de services en surface et souterraines ainsi que les autres ouvrages enfouis dont l'emplacement est connu. L'Entrepreneur doit faire localiser toutes les utilités publiques et privées avant le début des travaux et fournir un rapport au Représentant ministériel.
- .3 Se reporter au paragraphe portant sur l'assèchement des excavations dans la section 31 23 33.01 - Excavation, creusage de tranchées et remblayage.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX**

- .1 Matériaux de remplissage : de type classe B, conformes à la section 31 23 33.01 - Excavation, creusage de tranchées et remblayage.
- .2 Les déblais résultant des travaux d'excavation ou de nivellement peuvent être utilisés sur place comme matériaux de remplissage s'ils sont approuvés par le Représentant du Ministère.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 ENLÈVEMENT DE LA TERRE VÉGÉTALE**

- .1 Enlever la terre végétale et la mettre en dépôt pour utilisation future, si requis, conformément à la section 31 14 13 – Décapage et mise en dépôt du sol.

### **3.2 NIVELLEMENT**

- .1 Exécuter un nivellement grossier suivant les niveaux, profils et tracés indiqués, compte tenu du genre d'aménagement à exécuter en surface.
- .2 Exécuter un nivellement grossier aux profondeurs tel que spécifié aux plans.
- .3 Au moment du nivellement grossier, donner au terrain une pente d'au moins 1:50 ou selon les indications aux plans.
- .4 Avant de déposer les matériaux de remplissage sur le sol existant, ameubler la surface du sol sur une profondeur d'au moins 150 mm. Pour faciliter le liaisonnement, maintenir les matériaux de remplissage et le sol de la surface existante à peu près au même degré d'humidité.
- .5 Compacter les surfaces remuées et les surfaces ayant reçu des matériaux de remplissage jusqu'à obtention de la masse volumique sèche maximale déterminée selon les directives de la section 31 05 16 – Masse volumique maximale corrigée, c'est-à-dire :
  - .1 95 % sous les chaussées et les trottoirs, selon les indications aux plans.
  - .2 85 % sous les aménagements paysagers.

### **3.3 ESSAIS**

- .1 L'inspection et les essais de compactage du sol seront exécutés par le laboratoire désigné.

### **3.4 NETTOYAGE**

- .1 Nettoyage en cours de travaux : effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
  - .1 Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.
- .2 Nettoyage final : évacuer du chantier les matériaux/le matériel en surplus, les déchets, les outils et l'équipement, conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
- .3 Gestion des déchets : trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi et de leur recyclage, conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.
  - .1 Retirer les bacs et les bennes de recyclage du chantier et éliminer les matériaux aux installations appropriées.

### **3.5 PROTECTION**

- .1 Protéger et/ou transplanter les clôtures, les arbres, les aménagements paysagers, les éléments naturels, les repères de nivellement, les bâtiments, les revêtements en dur et les canalisations de services en surface ou souterraines qui doivent demeurer en place, conformément aux directives du Représentant. À moins de directives contraires, réparer les éléments endommagés, le cas échéant, de façon qu'ils retrouvent leur état initial ou qu'ils soient en meilleur état qu'à l'origine.
- .2 Assurer l'entretien des voies d'accès afin d'éviter toute accumulation de débris de construction sur les routes.

### **3.6 ÉVACUATION DES MATÉRIAUX DE SURPLUS**

- .1 Évacuer les matériaux de surplus et les matériaux impropres au remplissage, au nivellement ou à l'aménagement paysager hors du chantier dans un endroit conforme et approuvé par le MDDELCC.

**FIN DE LA SECTION**



## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Section 31 23 33.01 – Excavation, creusage de tranchées et remblayage
- .2 Section 33 11 16 – Réseaux de distribution d'eau
- .3 Section 33 31 13 – Réseaux publics d'égout sanitaire

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Définitions
  - .1 Roc : Tout bloc de matériau massif, à l'exception des matériaux gelés, dont le volume est supérieur à 1,0 m<sup>3</sup> et qui ne peut être enlevé au moyen d'un excavateur pour service rigoureux. Se référer à l'article 9.1.1.1 du document BNQ 1809-300.
  - .2 VPP : vitesse particulière de pointe.
  - .3 Les blocs de roc sont mesurés avant fragmentation selon Hauteur x Largeur x Longueur x %.
- .2 Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
  - .1 BNQ 1809-300/2004-R2007-M2-2015 « Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout ».

### **1.3 DOCUMENTS/ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE POUR APPROBATION / INFORMATION**

- .1 L'entrepreneur doit fournir, durant les travaux ou lorsque requis par le représentant du Ministère, les élévations du roc rencontrées lors de l'excavation des tranchées.

### **1.4 TRANSPORT, ENTREPOSAGE ET MANUTENTION**

- .1 Sans objet.

### **1.5 ASSURANCE DE LA QUALITÉ**

- .1 Sans objet.

### **1.6 MESURAGE**

- .1 Le volume de roc excavé est mesuré selon la section type de tranchée présente à la figure 29 de la norme BNQ 1809-300, en fonction du niveau du roc et de la conduite.

- .2 La pente considérée dans le roc est de 1H:10V.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX ET MATÉRIELS**

- .1 Sans objet.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 EXCAVATION DANS LE ROC**

- .1 L'excavation du roc doit être réalisée à l'aide d'un marteau hydraulique. L'usage d'explosif est prohibé.
- .2 Effectuer les travaux d'excavation selon des méthodes permettant de façonner des parois de fouille uniformes et stables, de réduire au minimum les déblais exécutés au-delà des limites prescrites et de prévenir les dommages susceptibles d'être causés aux structures et aux ouvrages avoisinants.
- .3 Pour assurer l'adhérence du béton aux surfaces rocheuses, préparer ces dernières au moyen d'une purge, d'un lavage sous pression et d'un balayage.
- .4 Corriger, sans frais supplémentaires, les déblais de roc ne correspondant pas aux travaux autorisés, conformément à la section 31 23 33.01- Excavation, creusage de tranchées et remblayage.
- .5 Exécuter les travaux d'excavation dans le roc pour la réalisation des services d'aqueduc et d'égouts, selon les tracés, les coupes et les profils indiqués aux plans.
- .6 Creuser les tranchées selon les alignements, niveaux indiqués et les prescriptions des sections 33 11 16 – Réseaux de distribution d'eau et 33 31 13 – Réseaux publics d'égout sanitaire; la profondeur d'excavation doit être d'au moins 300 mm en dessous de la cote de radier indiquée pour les canalisations. Former des creux sous les joints des tuyaux à emboîtement afin que ceux-ci puissent reposer sur l'assise uniformément sur toute leur longueur.
- .7 Creuser des tranchées ayant la largeur indiquée.
- .8 Débarrasser l'excavation des grosses pierres et des fragments de roche qui s'y trouvent.
- .9 Si le roc a été excavé plus profondément que prévu ou si des travaux d'excavation ont été effectués sans autorisation, remblayer sans frais supplémentaires.

### **3.2 NETTOYAGE**

- .1 Effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.

- .2 Élimination des déblais
  - .1 Éliminer les déblais de roc hors du chantier conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.
  - .2 Ne pas mettre les déblais de roc en décharge. Les transporter à la carrière appropriée.
- .3 Gestion des déchets : trier les déchets en vue de leur recyclage, conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.

### **3.3 MESURES DE PROTECTION**

- .1 Prendre les précautions nécessaires pour éviter toute blessure corporelle et tout dommage aux structures et aux ouvrages avoisinants. Installer des clôtures, assigner des gardiens et installer des avertisseurs sonores ainsi que des panneaux de signalisation avant de commencer les travaux.

**FIN DE LA SECTION**





## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 SECTIONS CONNEXES**

- .1 Section 31 05 16 – Granulats.
- .2 Section 31 32 19.01 – Géotextiles.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec
  - .1 CCDG, cahier des charges et devis généraux, Infrastructures routières, Construction et réparation - 2016.
- .2 American Society for Testing and Materials International (ASTM)
  - .1 ASTM C117-13, Standard Test Method for Material Finer than 0.075 mm (No 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.
  - .2 ASTM C136-14, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
  - .3 ASTM D422-63-98, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
  - .4 ASTM D698-12c2, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft<sup>2</sup>) (600 kN-m/m<sup>2</sup>).
  - .5 ASTM D1557-12c1, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>2</sup>) (2,700 kN-m/m<sup>2</sup>).
  - .6 ASTM D4318-10c1, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- .3 Office des normes générales du Canada (CGSB)
  - .1 CAN/CGSB-8.2-M88, Tamis de contrôle en toile métallique, métriques.
- .4 Association canadienne de normalisation (CSA/International)
  - .1 CAN/CSA-A3000-13, Compendium des matériaux liants (Contient A3001, A3002, A3003, A3004 et A3005).
    - .1 CSA-A3001-08, Liants utilisés dans le béton.
  - .2 CSA-A23.1/A23.2-14, Béton : constituants et exécution des travaux/méthodes d'essais et pratiques normalisées pour le béton.
- .5 U.S. Environmental Protection Agency (EPA)/Office of Water
  - .1 EPA 832R92005, Storm Water Management for Construction Activities: Developing Pollution Prevention Plans and Best Management Practices.
- .6 Bureau de Normalisation du Québec.

- .1 BNQ 1809-300/2004 (R2007) M2-2015 « Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout ».

### 1.3 DÉFINITIONS

- .1 Classes de déblais : deux (2) classes de déblais sont reconnues, à savoir les déblais ordinaires et les déblais de roc.
  - .1 Déblais de roc : masse solide d'un volume supérieur à 1,00 m<sup>3</sup> mesuré selon Longueur X Largeur X Hauteur X 2/3, qui ne peut être enlevée au moyen d'un excavateur mécanique. Les matériaux gelés ne sont pas considérés comme étant des déblais de roc.
  - .2 Déblais ordinaires : tous les matériaux d'excavation de quelque nature que ce soit, autres que des déblais de roc.
- .2 Déblais non classés : dépôts de quelque nature que ce soit, trouvés au cours des travaux.
- .3 Terre végétale
  - .1 Tout matériau propre à favoriser la croissance des végétaux et pouvant être utilisé comme terre d'appoint, pour l'aménagement paysager ou encore pour l'ensemencement.
  - .2 Tout matériau raisonnablement exempt de matériaux de sous-sol, de mottes d'argile, de broussailles, de mauvaises herbes nuisibles et d'autres débris, et exempt de cailloux, de souches, de racines et d'autres matériaux nuisibles de plus de 25 millimètres.
- .4 Matériaux de rebut : matériaux en surplus ou matériaux de déblai inutilisables aux fins des présents travaux.
- .5 Matériaux d'emprunt : matériaux provenant de zones situées à l'extérieur de l'aire à niveler, et nécessaires à l'aménagement de remblais ou à d'autres parties de l'ouvrage.
- .6 Matériaux de remblai recyclés : matériaux considérés inertes, provenant de différentes sources et modifiés pour répondre aux besoins des zones de remblai.
- .7 Matériaux impropres
  - .1 Matériaux compressibles, chimiquement instables et peu résistants.
  - .2 Matériaux gélifs
    - .1 Sol à grains fins ayant un indice de plasticité inférieur à 10, selon l'essai ASTM D4318, et une granulométrie se situant dans les limites prescrites, selon les essais ASTM C136 et ASTM D422. La désignation des tamis doit être conforme à la norme CAN/CGSB-8.2.
    - .2 Sol à gros grains dont le pourcentage de tamisat passant le tamis de 0.075 mm est supérieur à 20 % en masse.
- .8 Matériaux de remplissage dimensionnellement stabilisés : mélange très peu résistant composé de ciment, de granulats de béton et d'eau, qui ne se tassera pas une fois mis en place dans les tranchées destinées à recevoir les canalisations d'utilités, et que l'on peut excaver sans préparation préalable.

## **1.4 DOCUMENTS/ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE**

- .1 Contrôle de la qualité.
  - .1 Soumettre un rapport sur les conditions existantes définies à l'article CONDITIONS EXISTANTES.
  - .2 Soumettre au Représentant du Ministère, aux fins d'examen, les méthodes d'assèchement et de prévention du soulèvement proposées, conformément à la PARTIE 3 de la présente section.
  - .3 Aviser le Représentant du Ministère, par écrit, au moins sept (7) jours avant le début des travaux d'excavation afin de s'assurer que les profils en travers sont établis.
  - .4 Aviser le Représentant du Ministère, par écrit, lorsque le fond de l'excavation est atteint.
  - .5 Soumettre au Représentant du Ministère les résultats et les rapports des essais conformément à la PARTIE 3 de la présente section.
- .2 Documents/échantillons à soumettre avant les travaux
  - .1 Avant de commencer les travaux visés par la présente section, soumettre une liste des principaux appareils et matériels qui seront utilisés pour la réalisation de ces derniers.
  - .2 Soumettre les dossiers concernant l'emplacement des réseaux d'utilités souterrains, lesquels doivent comprendre ou indiquer ce qui suit : plan de localisation des réseaux d'utilités existants sur le terrain.
- .3 Échantillons
  - .1 Permettre au laboratoire du Ministère d'effectuer le prélèvement d'échantillons pendant les travaux.
  - .2 Au moins deux (2) semaines avant le début des travaux, aviser le Représentant du Ministère de la source d'approvisionnement proposée pour les matériaux de remblai et assurer l'accès à cette dernière aux fins d'échantillonnage.

## **1.5 ASSURANCE DE LA QUALITÉ**

- .1 Retenir les services d'un ingénieur compétent reconnu ou habilité à exercer au Canada, dans la province de Québec, et le charger de la conception et de l'inspection des ouvrages d'étalement, d'étrésillonnage et de reprise en sous-œuvre utilisés pendant la réalisation des travaux.

## **1.6 GESTION ET ÉLIMINATION DES DÉCHETS**

- .1 Trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi.
- .2 Acheminer les granulats excédentaires pouvant être réutilisés vers une installation de recyclage locale autorisée par le Représentant du Ministère.

## **1.7 CONDITIONS EXISTANTES**

- .1 Examiner le rapport d'analyse du sol présenté au présent devis.
- .2 Canalisations d'utilités enfouies
  - .1 Avant de commencer les travaux, déterminer l'emplacement des canalisations d'utilités situées sur le chantier ou à la proximité de ce dernier.
  - .2 Les détails relatifs aux dimensions, à l'emplacement et à la profondeur d'enfouissement des ouvrages et des canalisations d'utilités ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne sont donc pas nécessairement exacts ni complets.
  - .3 Avant de commencer les travaux d'excavation, déterminer l'emplacement des réseaux souterrains existants, et en aviser le Représentant du Ministère. Le Représentant du Ministère devra repérer clairement ces emplacements afin d'éviter toute interruption de service pendant l'exécution des travaux.
  - .4 Confirmer l'emplacement des canalisations d'utilités souterraines en effectuant soigneusement des excavations d'essai ou des excavations à assistance hydraulique.
  - .5 Entretenir et protéger contre tout dommage les canalisations d'eau, d'égout, de gaz, d'électricité et de téléphone ainsi que les autres canalisations ou les autres ouvrages repérés.
  - .6 Obtenir du Représentant du Ministère les directives appropriées avant de déplacer ou d'enlever une canalisation d'utilité ou un ouvrage repéré dans la zone d'excavation, et non montré aux plans.
- .3 Bâtiments et éléments présents sur le terrain
  - .1 En présence du Représentant du Ministère, vérifier l'état des bâtiments, des arbres et des autres végétaux, des pelouses, des clôtures, des poteaux de branchement, des câbles, des rails de chemin de fer, des revêtements de chaussée, des bornes de délimitation et des repères de nivellement pouvant être touchés par les travaux.
  - .2 Pendant l'exécution des travaux, protéger contre tout dommage les bâtiments et les autres éléments présents sur le terrain. En cas de dommage, immédiatement remettre en état les éléments touchés.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX/MATÉRIELS**

- .1 Matériaux granulaires compactables de fondation et sous-fondation de chaussée, d'assise et d'enrobage de conduite, ou autres tel que spécifié aux plans conformes à la section 31 05 16 - Granulats.
- .2 Matériaux de remblai de type classe B, non gélifs provenant de l'excavation ou d'une autre source autorisée par le Représentant du Ministère, respectant les exigences du cahier des charges et devis généraux (CCDG) du MTQ soit un sol compactable, exempt de matières organiques, de matières compressibles et de pierres de plus de 200 mm sur la plus grande surface. Ce sol doit avoir une teneur en eau permettant la compaction et être conforme aux

critères environnementaux d'usage. Une compaction en tranche de 300 mm maximum doit être respectée.

- .3 Remblai contrôlé tel que matériaux granulaires de type MG112 conforme à la section 31 05 16 - Granulats.
- .4 Matériaux de remplissage de type Béton remblai sans retrait conforme à la norme CAN3-A23.1.
- .5 Géotextiles : selon la section 31 32 19.01 – Géotextiles.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 MOYENS DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION ET DES SÉDIMENTS**

- .1 Voir section 01 57 13 – Contrôle temporaire de l'érosion et des sédiments.

### **3.2 TRAVAUX PRÉPARATOIRES**

- .1 Enlever, dans les limites indiquées, les obstacles, la neige et la glace accumulés sur les surfaces de la zone d'excavation.
- .2 Couper soigneusement les revêtements de chaussée et les trottoirs le long des lignes délimitant l'excavation proposée, afin que la surface se brise de manière nette et uniforme.

### **3.3 PRÉPARATION /PROTECTION**

- .1 Protéger les éléments existants conformément aux prescriptions du présent devis et aux règlements municipaux pertinents.
- .2 Garder les excavations propres, exemptes d'eau stagnante et de sol friable.
- .3 Lorsque le sol peut varier sensiblement en volume à cause des fluctuations de sa teneur en humidité, le couvrir et le protéger à la satisfaction du Représentant du Ministère.
- .4 Protéger les éléments naturels et artificiels qui doivent demeurer en place. Sauf indication contraire ou à moins qu'ils soient situés dans une zone à bâtir, protéger les arbres existants contre tout dommage.
- .5 Protéger les canalisations d'utilités qui doivent demeurer en place.

### **3.4 BATARDEAUX, ÉTAIEMENT, ÉTRÉSILLONNEMENT ET REPRISE EN SOUS-OEUVRE**

- .1 Protéger les parois des excavations par des méthodes appropriées et conformément à la section 01 35 29.06 – Santé et sécurité.

### **3.5 ASSÈCHEMENT DES EXCAVATIONS ET PRÉVENTION DU SOULÈVEMENT**

- .1 Maintenir les excavations à sec tout au long des travaux.
- .2 Protéger les excavations à ciel ouvert contre les inondations et les dommages pouvant être causés par les eaux de ruissellement.
- .3 Évacuer l'eau conformément à la section 01 35 43 – Protection de l'environnement, d'une manière ne présentant aucun risque pour les propriétés publiques ou privées, ou pour l'une ou l'autre partie des travaux terminés ou en cours.
- .4 Fournir et installer des bassins de floculation, des bassins de décantation ou d'autres installations de traitement des eaux afin de débarrasser celles-ci des matières solides en suspension ou des autres matières indésirables, avant de les déverser dans un égout pluvial, un cours d'eau ou un bassin de drainage.

### **3.6 EXCAVATION**

- .1 Effectuer les travaux d'excavation selon les dimensions, les tracés, les cotes et les niveaux indiqués.
- .2 Au cours des travaux d'excavation, enlever tous les obstacles tels les ouvrages en béton, la maçonnerie, les revêtements de chaussée, trottoirs et bordures, les gravats et les fondations démolies, ainsi que toute autre obstruction.
- .3 Les travaux d'excavation ne doivent en aucune façon modifier la capacité portante des fondations adjacentes.
- .4 Ne pas remuer la terre sous le branchage des arbres ou des arbustes qui doivent rester en place.
  - .1 S'il faut faire des excavations entre les racines, creuser à la main et couper les racines avec une hache ou une scie bien affûtée.
- .5 À moins que le Représentant du Ministère ne l'autorise par écrit, il est interdit de creuser plus de 15 mètres de tranchée avant de procéder à l'installation des éléments à enfouir, et la longueur de tranchée non remblayée ne doit pas excéder 6 mètres, à la fin d'une journée de travail.
- .6 Les déblais et les matériaux mis en dépôt doivent être déposés à une distance suffisante de la tranchée afin d'éviter toute surcharge aux parois d'excavation.
- .7 Limiter les travaux exécutés avec des engins de chantier à proximité immédiate de tranchées non remblayées.
- .8 Éliminer les déblais impropres ou excédentaires hors du chantier.
- .9 Éviter de faire obstacle à l'écoulement des eaux de ruissellement.
- .10 Les fonds de fouille en terre doivent être de niveau et constitués de terre non remuée, exempte de matières organiques et de substances lâches ou non résistantes.

- .11 Informer le Représentant du Ministère lorsque le niveau prévu comme fond de fouille est atteint.
- .12 Les excavations terminées doivent être approuvées par le Représentant du Ministère.
- .13 Débarrasser le fond des tranchées de tout matériau impropre, y compris les matériaux situés sous la cote de niveau requise, sur l'étendue et jusqu'à la profondeur déterminées par le Représentant du Ministère.
- .14 Profiler les excavations à la main, raffermir les parois et enlever tous les matériaux non adhérents et les débris qui s'y trouvent.
  - .1 Si les matériaux du fond de l'excavation ont été remués, les compacter jusqu'à l'obtention d'une masse volumique au moins égale à celle du sol non remué.
- .15 Installer les géotextiles conformément à la section 31 32 19.01 - Géotextiles.

### **3.7 MATÉRIAUX DE REMBLAI ET COMPACTAGE**

- .1 Utiliser des matériaux de remblai du type indiqué aux plans.

### **3.8 REMBLAYAGE**

- .1 Matériel de compactage par vibration conforme aux prescriptions de la norme BNQ 1809-300 pour la pose de conduites d'égouts et d'aqueduc.
- .2 Ne pas procéder au remblayage avant :
  - .1 l'inspection et l'approbation des installations par le Représentant du Ministère.
  - .2 l'inspection et l'approbation des installations sous le niveau définitif du sol par le Représentant du Ministère.
  - .3 l'inspection, l'essai, l'approbation des réseaux d'utilités souterrains et la consignation de leur emplacement.
  - .4 l'enlèvement des coffrages pour béton.
  - .5 l'enlèvement des ouvrages d'étaie et d'étréssillonement; le remblayage des vides avec un sol acceptable.
- .3 Les aires à remblayer doivent être exemptes de débris, de neige, de glace, d'eau et de terre gelée.
- .4 Il est interdit d'utiliser des matériaux de remblai qui sont gelés ou qui contiennent de la neige, de la glace ou des débris.
- .5 Épandre les matériaux de remblai en couches uniformes ne dépassant pas 300 mm d'épaisseur après compactage, jusqu'aux niveaux indiqués. Compacter chaque couche avant d'épandre la couche suivante.
- .6 Remblayer autour des ouvrages

- .1 Mettre en place les matériaux d'assise et de recouvrement conformément aux prescriptions formulées ailleurs.
- .2 Ne pas remblayer autour ou au-dessus des ouvrages en béton coulé en place dans les 24 heures suivant le coulage du béton.
- .3 Mettre les couches de remblai en place simultanément, de part et d'autre des ouvrages installés, afin d'équilibrer les charges exercées. La différence de hauteur entre les remblais ne doit pas excéder 300 m.
- .7 Installer le système de drainage dans le remblai, selon les indications.

### **3.9 REMISE EN ÉTAT DES LIEUX**

- .1 Une fois les travaux terminés, enlever les matériaux de rebut et les débris conformément à la section 01 74 21 – Gestion et élimination des déchets de construction, régaler les pentes et corriger les défauts selon les directives du Représentant du Ministère.
- .2 Replacer la terre végétale selon les indications ou selon les directives du Représentant du Ministère.
- .3 Remettre les pelouses au niveau où elles se trouvaient avant le début des travaux d'excavation.
- .4 Remettre les revêtements de chaussée et les trottoirs ou bordures touchés par les travaux dans l'état et au niveau où ils se trouvaient avant le début de ces derniers, en veillant à respecter l'épaisseur originale de ces ouvrages.
- .5 Nettoyer et remettre en état les zones touchées par les travaux.
- .6 Protéger les zones nouvellement nivelées contre l'érosion, y empêcher la circulation et les maintenir exemptes de déchets ou de débris.

**FIN DE LA SECTION**



## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Section 31 05 16 – Granulats.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 ASTM D1557-12c1 Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 kN-m/m<sup>3</sup>).

### **1.3 DÉFINITIONS**

- .1 Déblais de roc
  - .1 Matériaux constitués de roche d'origine ignée, sédimentaire ou métamorphique qui, avant d'être excavée, faisait partie du massif rocheux; les matériaux ne pouvant être détachés à la suite de tentatives jugées raisonnables à l'aide d'un boueur à chenilles Caterpillar D9 ou un équivalent doivent être considérés comme faisant partie du massif rocheux.
  - .2 Blocs rocheux ou fragments de roche ayant un volume individuel de un (1) mètre cube ou plus.
- .2 Déblais ordinaires : matériaux autres que les déblais de roc et les matériaux enlevés par décapage.
- .3 Déblais non classés : matériaux excavés de quelque nature que ce soit, autres que ceux enlevés par décapage.
- .4 Décapage : enlèvement des matières organiques recouvrant le sol d'origine.
- .5 Matériaux de remblai : matériaux provenant de déblais acceptables et mis en place sur le sol d'origine ou sur un sol décapé, jusqu'à l'obtention du niveau prescrit pour la surface supérieure de la couche de forme.
- .6 Matériaux de rebut : matériaux ne pouvant être utilisés comme matériaux de remblai ni comme matériaux de fondation pour remblais, ou matériaux en surplus.
- .7 Matériaux d'emprunt : matériaux prélevés à l'extérieur de l'emprise pour l'aménagement de remblais ou d'autres parties de l'ouvrage.
- .8 Terre végétale : tout matériau propre à favoriser la croissance de la végétation et pouvant être utilisé comme terre d'appoint, pour l'aménagement paysager ou encore pour l'ensemencement.

## **1.4 ASSURANCE DE LA QUALITÉ**

- .1 Exigences des organismes de réglementation
  - .1 Lorsqu'on doit avoir recours au dynamitage, se conformer aux règlements des autorités compétentes.
  - .2 Lorsque des substances toxiques sont en cause, se conformer aux règlements provinciaux et fédéraux en matière de protection de l'environnement.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX**

- .1 Les matériaux doivent être conformes aux prescriptions des plans et devis et aux prescriptions de la section 31 05 16 - Granulats.
- .2 Les matériaux de remblai doivent être approuvés par le Représentant du Ministère.
- .3 Les matériaux de remblai ne doivent pas contenir plus de 3 % en masse de matières organiques, de mottes gelées, de mauvaises herbes, de tourbe, de racines, de billes de bois, de souches et d'autres matériaux impropres.
- .4 Les matériaux recyclés sont interdits.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 MATÉRIEL DE COMPACTAGE**

- .1 Matériel de compactage : compacteurs cylindriques vibrants ou à plaque vibrante capables de donner aux matériaux la masse volumique requise pour le projet.

### **3.2 DISTRIBUTEURS D'EAU**

- .1 Arroser à l'aide d'un matériel assurant une distribution d'eau uniforme.

### **3.3 ENLÈVEMENT DE LA TERRE VÉGÉTALE**

- .1 Enlever la terre végétale.
- .2 Commencer à enlever la terre végétale une fois que la pelouse a été enlevée.
- .3 Enlever la terre végétale jusqu'à la profondeur indiquée. Ne pas mélanger de terre végétale aux matériaux du sous-sol.
- .4 Mettre la terre végétale en tas pour utilisation future.

- .5 Évacuer la terre végétale inutilisée hors du chantier.
- .6 Débarrasser le chantier de tous les débris provenant des travaux de défrichage et d'essouchement.
- .7 Une fois les travaux de déblai et de remblai terminés, étendre sur les talus les matériaux organiques enlevés et évacuer du chantier les matériaux en surplus.

### **3.4 EXCAVATION**

- .1 Généralités
  - .1 Excaver jusqu'au niveau de l'infrastructure.
    - .1 Compacter les 150 mm de matériaux sous l'excavation à au moins 95 % de la masse volumique sèche maximale, selon la norme ASTM D1557.
    - .2 Remplacer les matériaux excavés par des matériaux de remblai approuvés et compacter ces derniers jusqu'à l'obtention de la masse volumique de remblai prescrite.
- .2 Drainage
  - .1 Façonner les profils, les sommets et les pentes transversales des aires excavées de manière à optimiser l'évacuation des eaux de ruissellement.

### **3.5 REMBLAYAGE**

- .1 Scarifier ou façonner en gradins les talus des sections inclinées ou des pentes latérales pour assurer une adhérence adéquate entre les nouveaux matériaux et les surfaces existantes.
- .2 Pulvériser le revêtement de chaussée existant avant de placer les matériaux de remblai.
- .3 Ne pas utiliser de matériaux gelés ni placer de matériaux de remblai sur des surfaces gelées, sauf dans les zones où le Représentant du Ministère l'a préalablement autorisé.
- .4 Donner à la surface un profil bombé tout au long des travaux pour assurer une évacuation rapide des eaux de ruissellement.
- .5 Assécher toutes les zones basses avant d'y déposer des matériaux.
  - .1 Placer les matériaux sur toute la largeur de la surface à couvrir en couches d'au plus 300 mm d'épaisseur avant compactage, puis compacter.

### **3.6 COMPACTAGE**

- .1 Briser les mottes de terre aux dimensions permettant un bon compactage, et les mélanger en vue d'obtenir une teneur en humidité uniforme sur toute l'épaisseur de la couche.
- .2 Compacter chaque couche de matériaux mise en place à une masse volumique sèche maximale d'au moins 95 % selon la norme ASTM D1557.

- .3 Ajouter de l'eau ou aérer les matériaux, selon les besoins, pour donner au sol la teneur en humidité requise en vue d'obtenir un compactage conforme aux prescriptions.

### **3.7 FINITION**

- .1 Profiler toute l'assiette de la chaussée en respectant une tolérance de 5 mm par rapport au niveau de calcul prescrit.
- .2 Exécuter la finition des talus, du fond des tranchées et des zones d'emprunt de niveau, d'alignement et selon les indications des dessins, le cas échéant.
- .3 Extraire des surfaces en pente et du fond des tranchées les roches et fragments de roche de plus de 150 mm.
- .4 S'il est impossible d'obtenir une finition satisfaisante avec des engins mécaniques, exécuter la finition des talus à la main.

### **3.8 NETTOYAGE**

- .1 Nettoyage en cours de travaux : effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
  - .1 Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.
- .2 Nettoyage final : évacuer du chantier les matériaux/le matériel en surplus, les déchets, les outils et l'équipement, conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
- .3 Gestion des déchets : trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi, conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.
  - .1 Retirer les bacs et les bennes de recyclage du chantier et éliminer les matériaux aux installations appropriées.

### **3.9 PROTECTION**

- .1 Maintenir les surfaces finies en bon état, conformément aux prescriptions de la présente section, jusqu'à la réception des travaux par le Représentant du Ministère.
- .2 Au besoin, fournir des clôtures anti-érosion et d'autres moyens de protection contre l'érosion, afin de réduire et prévenir les effets sur les propriétés adjacentes.

**FIN DE LA SECTION**

## **PARTIE 1 GÉNÉRALITÉS**

### **1.1 EXIGENCES CONNEXES**

- .1 Aucune.

### **1.2 RÉFÉRENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec (MTQ)
  - .1 Norme 13101 – 2013 - Géotextiles.

### **1.3 DOCUMENTS/ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE POUR APPROBATION / INFORMATION**

- .1 Soumettre les documents et échantillons requis conformément à la section 01 33 00 – Documents/échantillons à soumettre.
- .2 Fiches techniques
  - .1 Soumettre les fiches techniques requises ainsi que les instructions et la documentation du fabricant concernant les géotextiles. Les fiches techniques doivent indiquer les caractéristiques des produits, les critères de performance, les dimensions, les limites et la finition.

### **1.4 TRANSPORT, ENTREPOSAGE ET MANUTENTION**

- .1 Transporter, entreposer et manutentionner les matériaux et le matériel conformément aux instructions écrites du fabricant.
- .2 Entreposage et manutention
  - .1 Entreposer les matériaux et le matériel dans un endroit propre, sec et bien aéré, conformément aux recommandations du fabricant.
  - .2 Entreposer les géotextiles de manière à les protéger contre la lumière directe du soleil et les rayons UV.
  - .3 Remplacer les matériaux et le matériel défectueux ou endommagés par des matériaux et du matériel neufs.

## **PARTIE 2 PRODUITS**

### **2.1 MATÉRIAUX ET MATÉRIEL**

- .1 Géotextiles de séparation

- .1 Le géotextile de séparation doit respecter les exigences de la membrane de type III de la norme 13101 du MTQ.

## **PARTIE 3 EXÉCUTION**

### **3.1 EXAMEN**

- .1 Vérification des conditions : avant de procéder à l'installation des géotextiles, s'assurer que l'état des surfaces/supports préalablement mis en oeuvre aux termes d'autres sections ou contrats est acceptable et permet de réaliser les travaux conformément aux instructions écrites du fabricant.
  - .1 Faire une inspection visuelle des surfaces/supports en présence du Représentant du Ministère.
  - .2 Informer immédiatement le Représentant du Ministère de toute condition inacceptable décelée.
  - .3 Commencer les travaux d'installation seulement après avoir corrigé les conditions inacceptables et reçu l'approbation du Représentant du Ministère.

### **3.2 MISE EN PLACE**

- .1 Sur des surfaces nivelées, mettre en place les géotextiles en les déroulant dans le sens de la longueur.
- .2 Mettre en place les géotextiles de façon à obtenir une surface unie et exempte de plissements, de gondolements et de zones sous tension.
- .3 Sur des surfaces en pente, mettre en place les géotextiles par bandes continues, à partir du pied de la pente jusqu'à la limite supérieure prévue.
- .4 Faire chevaucher chaque bande de géotextile sur la bande précédemment mise en place, sur une largeur de 600 mm.
- .5 Prévenir le déplacement des géotextiles et les protéger contre tout dommage ou toute détérioration avant, pendant et après la mise en place des couches de protection.
- .6 Disposer la couche de protection dans les quatre (4) heures suivant la mise en place du géotextile.
- .7 Remplacer les géotextiles endommagés ou détériorés, à la satisfaction du Représentant du Ministère.

### **3.3 NETTOYAGE**

- .1 Nettoyage en cours de travaux : effectuer les travaux de nettoyage conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
  - .1 Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.

- .2 Nettoyage final : évacuer du chantier les matériaux/le matériel en surplus, les déchets, les outils et l'équipement conformément à la section 01 74 11 - Nettoyage.
- .3 Gestion des déchets : trier les déchets en vue de leur recyclage, conformément à la section 01 74 21 - Gestion et élimination des déchets de construction/démolition.
  - .1 Retirer les bacs et les bennes de recyclage du chantier et éliminer les matériaux aux installations appropriées.

### **3.4 MESURES DE PROTECTION**

- .1 Interdire la circulation des véhicules directement sur les géotextiles.

**FIN DE LA SECTION**