

**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Section 31 05 10 - Corrected Maximum Dry Density for Fill.
- .2 Section 31 05 16 – Aggregate Materials.
- .3 Section 31 14 13 – Soil Stripping and Stockpiling.
- .4 Section 31 23 33.01 – Excavating, Trenching and Backfilling.

**1.2 REFERENCES**

- .1 CSA International
  - .1 CSA A23.1/A23.2-14, Concrete Materials and Methods of Concrete Construction/Test Methods and Standard Practices for Concrete.
- .2 Ministère des Transports du Québec
  - .1 *Cahier des charges et devis généraux (CCDG) - Infrastructures routières - Construction et réparation, Partie 2 - 2016* (terms of reference and general project specifications. road infrastructure, construction and repair, Part 2 -2016).
- .3 Bureau de normalisation du Québec
  - .1 BNQ 2560-114 - Travaux de génie civil – Granulats – 2014 (*civil engineering work – aggregates - 2014*).

**1.3 SITE CONDITION**

- .1 The site plan shows underground public utility pipes and buried objects whose location is known. However, the Contractor must check with public utility authorities to determine the presence and exact location of their underground equipment and provide this information to the Ministry Representative.

**1.4 PROTECTIVE MEASURES**

- .1 Protect fences, trees, landscaping, benchmarks, existing buildings, subdivision boundary markers, existing surfaces, surface or underground public utility pipes that must remain in place. Repair any damage or pay the cost of repairs.

**1.5 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Submit in accordance with Section 01 33 00 - Submittal Procedures.
- .2 Samples: Allow the Departmental Representative to have access to suppliers for purposes of sampling.

**1.6 Soil Studies**

- .1 The soil studies are included after the present section.

## **Part 2 Products**

### **2.1 MATERIALS**

- .1 Backfill material
  - .1 Backfills are built with materials from first or second class excavated materials and are in accordance with article 11.6 of the CCDG.
  - .2 Before being used as backfill, excavation or landscaping materials must be approved by the Departmental Representative. Protect such materials from contamination.
  - .3 When excavated material do not provide sufficient acceptable materials for the construction of the backfill, a borrow material MG-112 must be used.
- .2 Granular material
  - .1 In accordance with section 31 05 16 – Aggregate materials.
- .3 Unshrinkable fill: proportioned and mixed to provide:
  - .1 Maximum compressive strength of 0.4 MPa at 28 days.
  - .2 Maximum Portland cement content of 25 kg/m<sup>3</sup>.
  - .3 Minimum strength of 0.07 MPa at 24 hours.
  - .4 Concrete aggregates: to CSA A23.1/A23.2.
  - .5 Cement: to CSA A3000, Type GU or GU-SF.
  - .6 Slump: 180 to ±20 mm.

## **Part 3 Execution**

### **3.1 EXAMINATION**

- .1 Evaluation and Assessment:
  - .1 Examine soil report supplied in the specification.
  - .2 Before commencing work verify and establish locations of buried services on and adjacent to site.

### **3.2 PREPARATION**

- .1 Temporary erosion and sedimentation control:
  - .1 Provide temporary erosion and sedimentation control measures as specified in section 01 57 13 – Temporary Erosion and Sediments Control.
- .2 Protection of in-place conditions:
  - .1 Protect excavations from freezing.
  - .2 Keep excavations clean, free of standing water, and loose soil.
  - .3 Where soil is subject to significant volume change due to change in moisture content, cover and protect to Departmental Representative's approval.
  - .4 Protect natural and man-made features required to remain undisturbed.
  - .5 Protect buried services that are required to remain undisturbed.
- .3 Removal:

- .1 Remove tree stumps and roots beneath footings, slabs and rigid pavement. In other places, remove them down to a depth of 600 mm below the final soil level.
- .2 Remove obsolete buried services within 2 m of foundations and block off cut sections using female plugs.

### **3.3 EXCAVATION**

- .1 Shore and brace excavations, protect slopes and banks and perform work in accordance with Provincial and Municipal regulations whichever is more stringent.
- .2 Strip topsoil over areas to be covered by new construction, over areas where grade changes are required, and so that excavated material may be stockpiled.
  - .1 Stockpile topsoil on site for later use.
- .3 Excavate as required to carry out work.
  - .1 Do not disturb soil or rock below bearing surfaces.
  - .2 Notify Departmental Representative when excavations are complete.
  - .3 If bearings are unsatisfactory, additional excavation will be authorized in writing and paid for as additional work.
  - .4 Excavation taken below depths shown without Departmental Representative's written authorization to be filled with concrete of same strength as for footings, where rest bearing surfaces and footings. For other places, use a granular fill compacted to 90% of the Maximum Dry Density.
- .4 Excavate for slabs and paving to subgrade levels.
  - .1 In addition, remove all topsoil, organic matter, debris and other loose and harmful matter encountered at subgrade level.

### **3.4 FIELD QUALITY CONTROL**

- .1 Testing of materials and testing of compacting of backfill and filling materials will be carried out by testing laboratory designated by Departmental Representative.
- .2 Do not begin backfilling or filling operations until material has been approved for use by Departmental Representative.
- .3 Not later than 48 hours before backfilling or filling with approved material, notify Departmental Representative to allow compaction tests to be carried out by designated testing agency.
- .4

### **3.5 BACKFILLING**

- .1 Remove snow, ice, construction debris, organic soil and standing water from spaces to be filled.
- .2 Lateral support: maintain even levels of backfill around structures as work progresses, to equalize earth pressures.
- .3 Compaction of subgrade: compact existing subgrade under walks, paving, to same compaction as fill.
- .4 Placing:
  - .1 Place backfill, in 300 mm maximum thickness: add water as required to achieve specified density.

- .5      Compaction: compact each layer of material to indicated densities.
- .6      Under seeded and sodded areas: use site excavated material to bottom of topsoil except in trenches and within 600 mm of foundations.
- .7      Against foundations (except as applicable to trenches and under slabs and paving): excavated material or imported material with no stones larger than 200 mm diameter within 600 mm of structures.

### **3.6            GRADING**

- .1      Grade so that water will drain away from buildings, walls and paved areas, to catch basins and other disposal areas approved by Departmental Representative.
  - .1      Grade to be gradual between finished spot elevations shown on drawings.

### **3.7            CLEANING**

- .1      Progress Cleaning: perform cleanup work in accordance with section 01 74 11 - Cleaning.
  - .1      Leave Work area clean at end of each day.
  - .2      Every day, remove from the site excavation material and other extracted material that will not be reused.
- .2      Final Cleaning: upon completion remove surplus materials, rubbish, tools and equipment.

**END OF 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

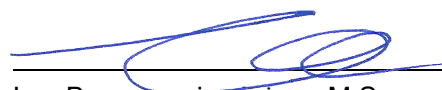
**Soumis à :**  
**Monsieur Jean-Yves Montminy**  
**Architecte associé**  
**Consortium St-Gelais Montminy et Associés /**  
**Rubin et Rotman Associés**  
2980, boulevard Sainte-Anne  
Québec (Québec) Canada G1E 3J3

**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  
Téléc. : 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 corrélérer 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
Épaisseur totale		830	670	

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'anticonatamination 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)

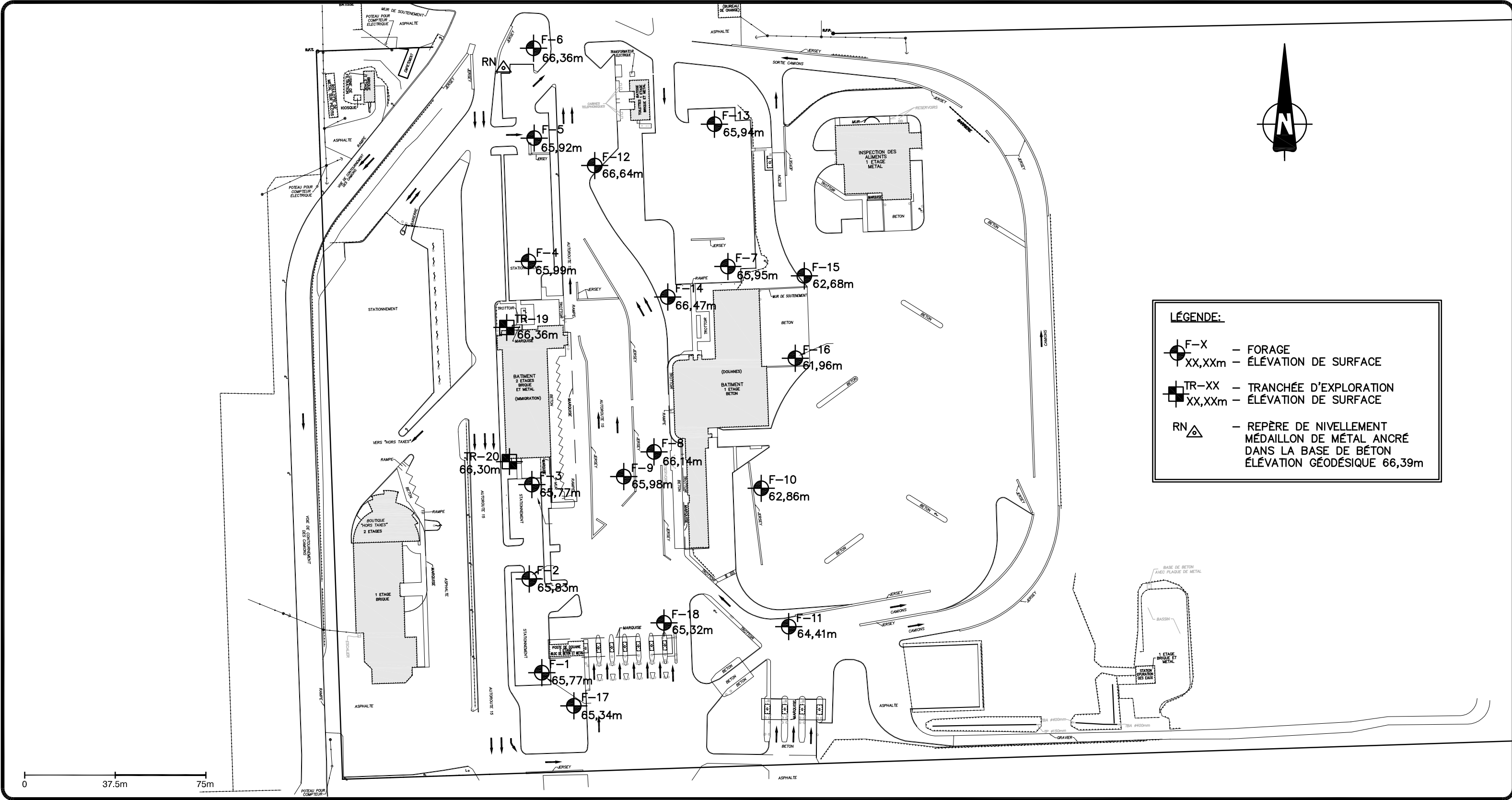
L'enrobé bitumineux en place pourrait être pulvérisés avec les matériaux de fondation sur une épaisseur de 300 millimètres afin d'être réutilisé comme un matériau granulaire de type MG 112. Dans ce cas, des analyses granulométriques devront être réalisées sur des échantillons de ce pulvo afin de vérifier 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 décohésionnés 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

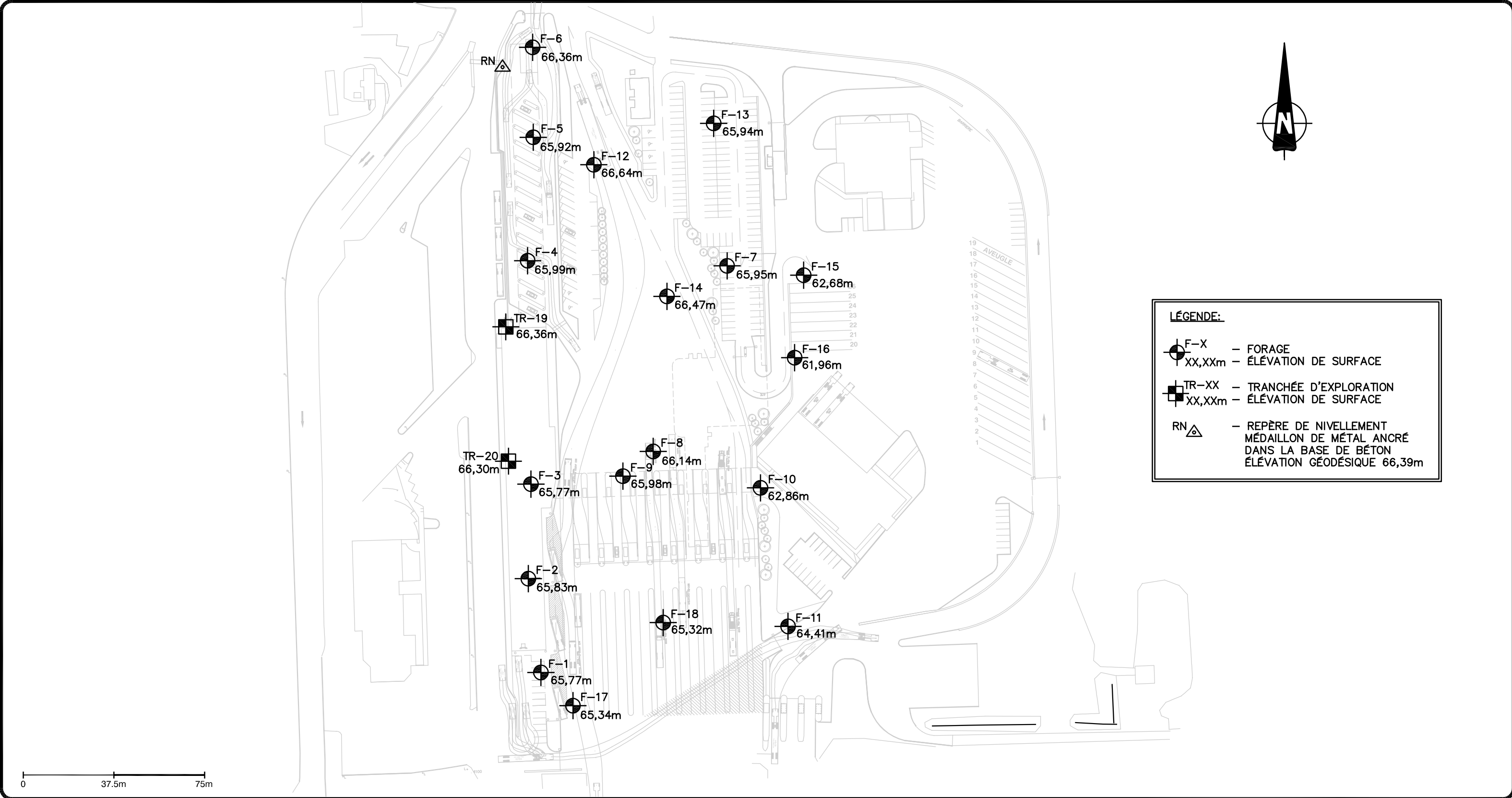
Les résultats des analyses chimiques montrent que les matériaux d'excavation dans les forages F-8 et F-9 ne sont pas contaminés et pourront être gérés ou disposés sans contraintes environnementales sauf pour ce qui est de la couche de fondation du forage F-9 (CF-2A) qui montrait un faible niveau de contamination. 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



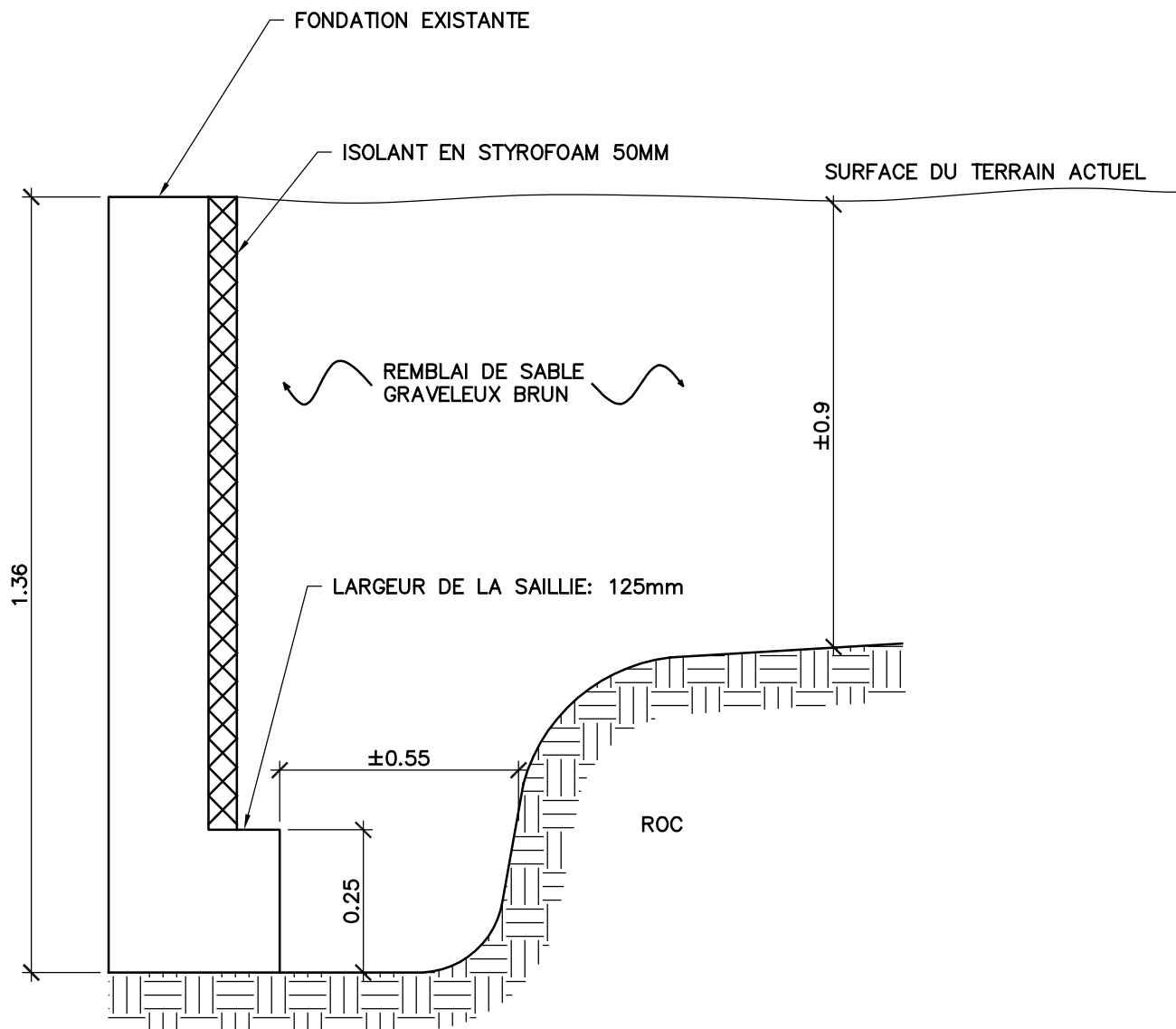
NOTE:  
- FOND DE PLAN FOURNI PAR EXP (DOSSIER SHE-00217423)



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**





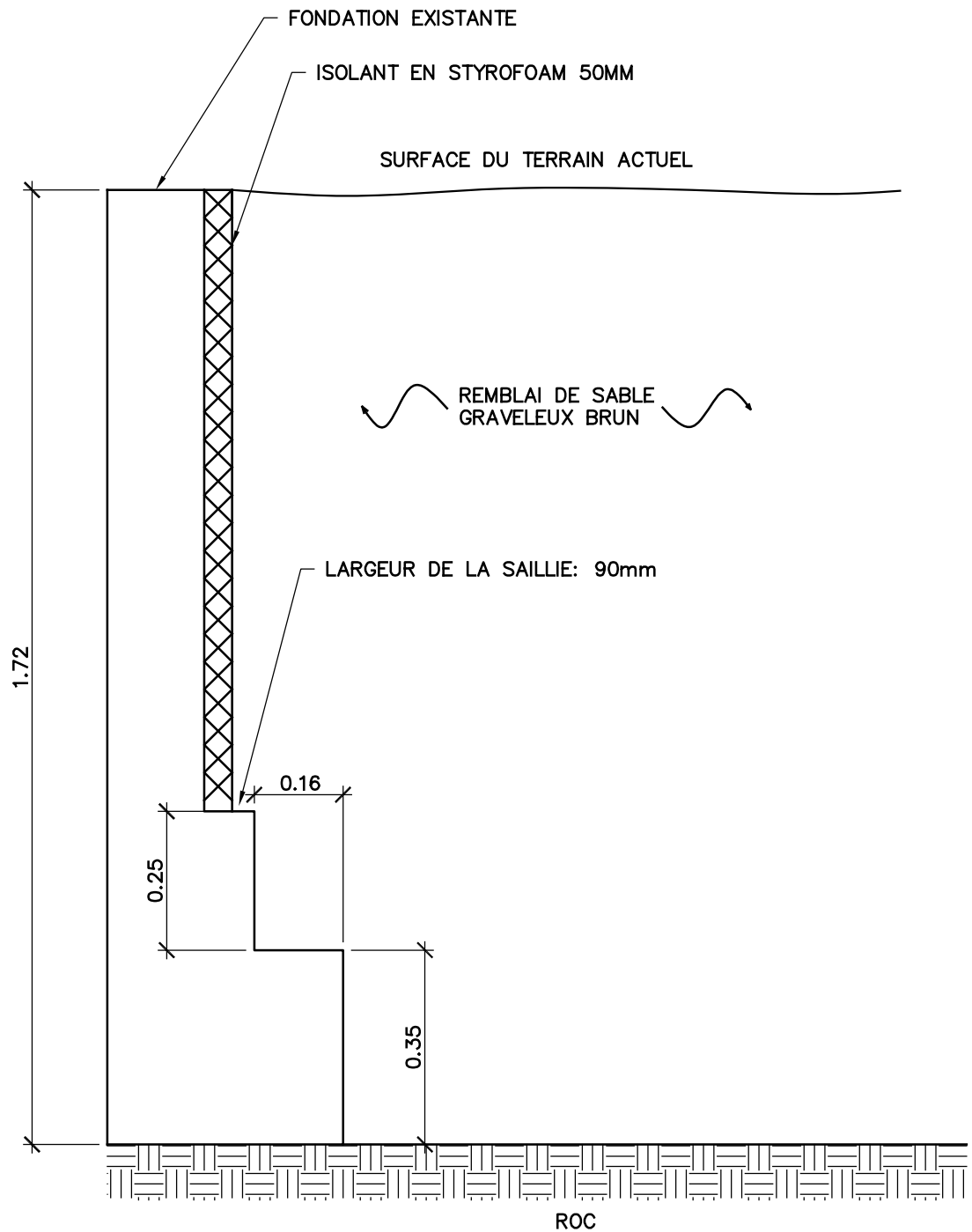
**NOTES:**

- 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 : <b>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE</b>			
PROJET D'AGRANDISSEMENT ET DE RÉAMÉNAGEMENT DU POSTE DE ST-BERNARD-DE-LACOLLE			
Titre : <b>COUPE DE LA FONDATION EXISTANTE AU DROIT DE LA TRANCHÉE TR-20</b>			
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)

Terminologie	Dimensions (mm)
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
Proportion (en poids)	
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.

Compacité	Indice « N »
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 ( $S_t$ ) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact ( $C_u$ ) sur celle du matériau remanié ( $C_{ur}$ ).

Consistance	Résistance ( $C_u$ , kPa)	Indice « N »
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

Sensibilité ( $S_t$ )	$C_u / C_{ur}$
Faible	< 2
Moyenne	2 à 4
Sensible	4 à 8
Très sensible	8 à 16
Liquide	> 16

Plasticité	Limite de liquidité ( $w_L$ )	Indice de plasticité ( $I_p$ )
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 couronne.

Terminologie	Indice RQD
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
$C_u$	:	Résistance au cisaillement
$C_{ur}$	:	Résistance au cisaillement (remanié)
$S_t$	:	Sensibilité au remaniement
RQD	:	Indice de qualité du roc en laboratoire
Inj	:	Injection d'eau sous pression
w	:	Teneur en eau naturelle
$w_L / w_p$	:	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 $\mu$ m
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.

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.: < 5.50m      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)

[illegible]

Remarques :

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																	
		0.12	Remblai : Pierre concassée grise 0-20 mm.																
		65.50																	
		0.33	Remblai : Sable graveleux brun, un peu de silt (SP-SM).				CF-1 (P)	92					IPPG (CF-1A) AG (CF-1B)						
		65.25																	
		0.58	Remblai : Sable brun, un peu de gravier et de silt (SM). Présence d'une membrane géotextile à 1,1 mètre de profondeur.																
1		64.76					CF-2 (N)	75	49				AG (CF-2A)						
		1.07	Remblai : Sable et silt brun, un peu de gravier.																
5																			
2							CF-3	71	5										
		63.62																	
		2.21	Sable silteux brun, un peu de gravier.				CF-4	67	R										
		63.29																	
		2.54	Roc : Grès quartzitique gris verdâtre. Qualité médiocre à excellente.																
10							CR-5	100	85										
							CR-6	100	48										
							CR-7	100	100										
4		61.97																	
		3.86	Fin du forage à 3,9 mètres de profondeur.																
15																			
5																			

Remarques :





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	Élev. 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		Roc : Grès quartzitique gris verdâtre. Qualité médiocre à moyenne.				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	Élev. 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.																
		62.25 0.61	Remblai : Silt sableux et graveleux brun (SM).																
	1						CF-1 (N)	83	29										
							CF-2	46	19										
	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																		
	5						CR-5	100	83										
		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.



Forage N° : F-12  
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
		66.64	Niveau actuel du sol																
		0.00	Enrobé bitumineux.				CR-1												
		66.54 0.10	Remblai : Pierre concassée grise 0-20 mm (GP-GM).																
		66.18 0.46	Remblai : Sable fin brun, traces de silt et de gravier (SP-SM).				CF-2	100					AG (CF-2A) AG (CF-2B)						
		65.88 0.76	Remblai : Gravier sableux brun, traces de silt (GW-GM).																
1		65.52 1.12	Remblai : Silt sableux et graveleux brun.				CF-3	83					AG (CF-3A) AG (CF-3B)						
		65.12 1.52	Terre végétale.																
		64.68																	
2		1.96 64.63 2.01	Cailloux.  Fin du forage à 2,0 mètres de profondeur suite à un refus sur roc probable.				CF-4 (N)	32	13										

Remarques :















## **Annexe D – Courbes granulométriques**

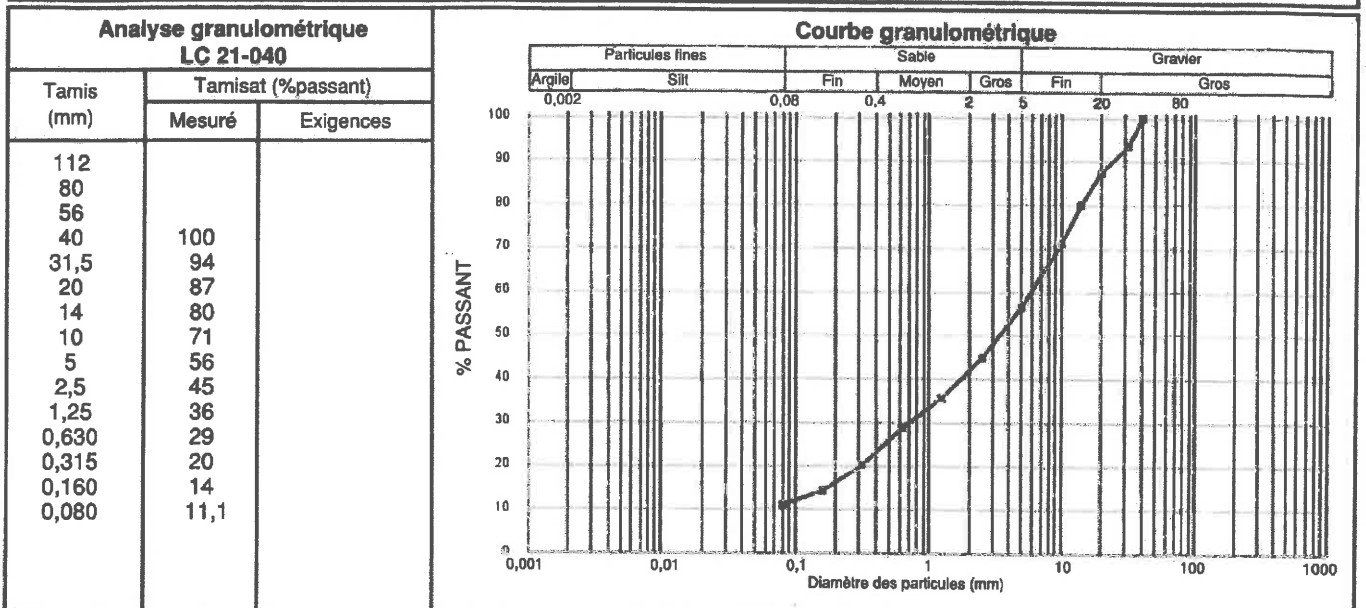


8487, 19<sup>e</sup> Avenue  
Montréal (QC) H1Z 4J2  
Téléphone: 514-521-4290  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



Essai Proctor	Autres essais	Résultats	Exigences
Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale :	IPPG NQ 2560-500	1	

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







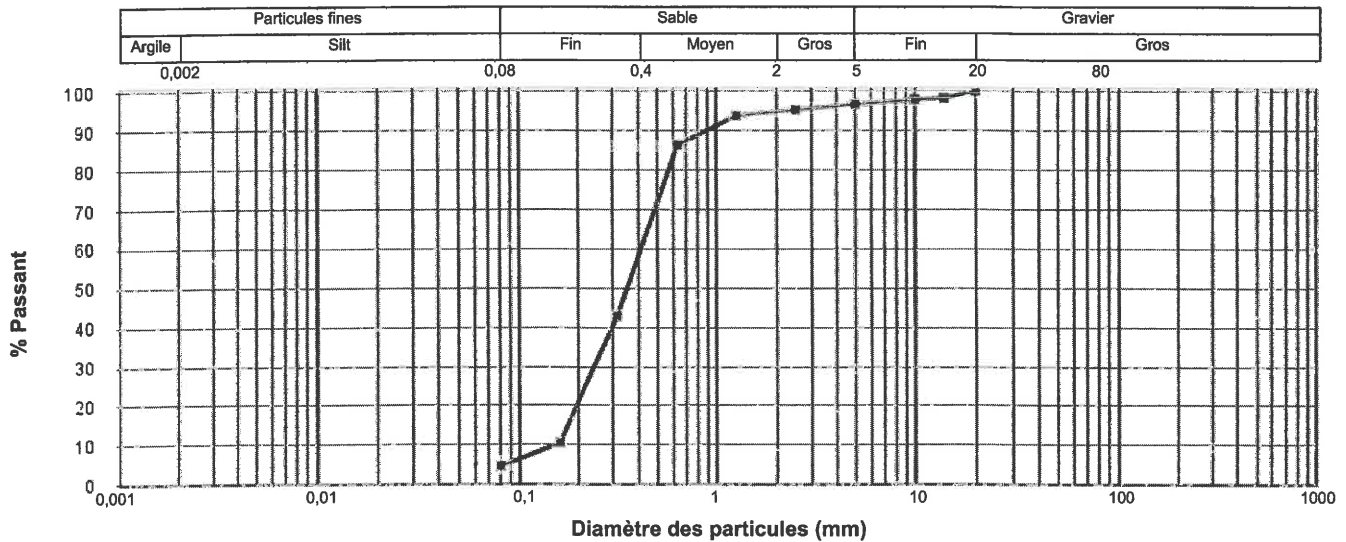
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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)	Tamiséat %passant mesuré
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

$D_{10}$  : 0,154 mm  
 $D_{30}$  : 0,254 mm  
 $D_{60}$  : 0,440 mm  
 Coefficient d'uniformité (Cu) : 2,86  
 Coefficient de courbure (Cc) : 0,95  
 Gravier: 3 %  
 Sable: 92 %  
 Silt et argile: 5 %  
 Description : Sable, traces de silt, traces de gravier  
 Classification unifiée : SP

Remarques :

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

Approuvé par : Cer  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



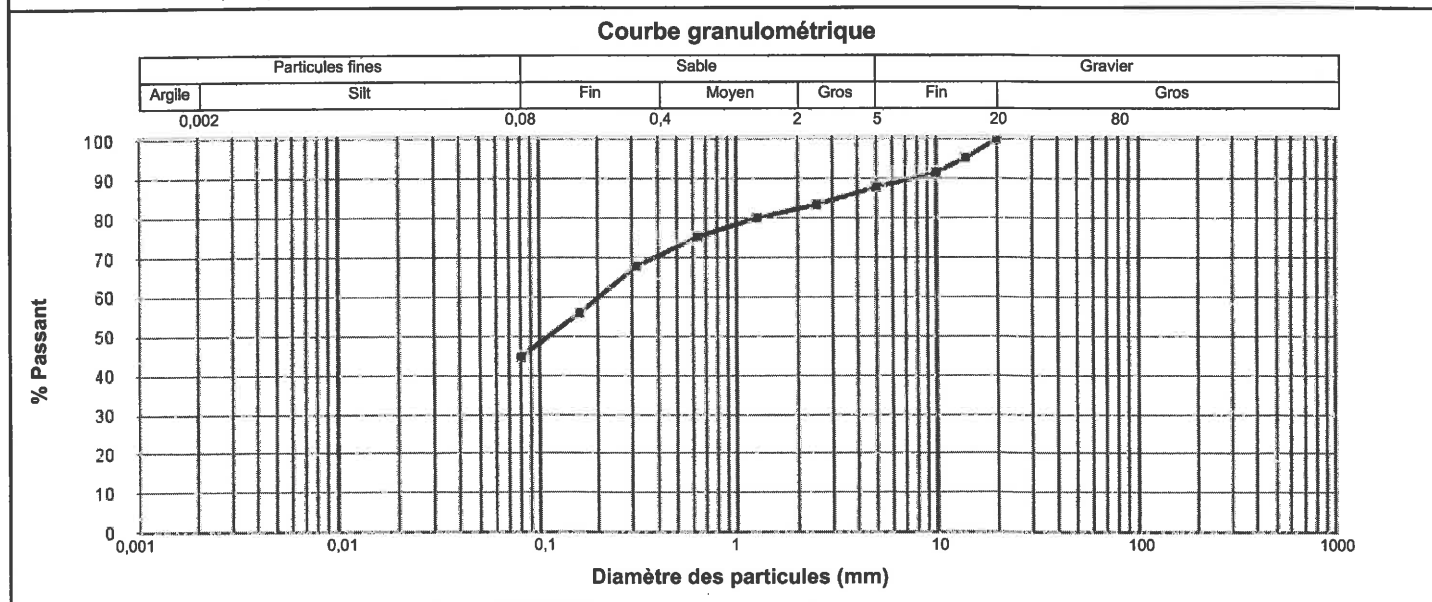
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



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> : 0,214 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 12 % Sable: 43 % Silt et argile: 45 % Description : Silt et sable, un peu de gravier Classification unifiée : SM	Teneur en eau	LC 21-201 17,8 %
112				
80				
56				
40				
31,5				
20	100			
14	95			
10	91			
5	88			
2,5	83			
1,25	80			
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



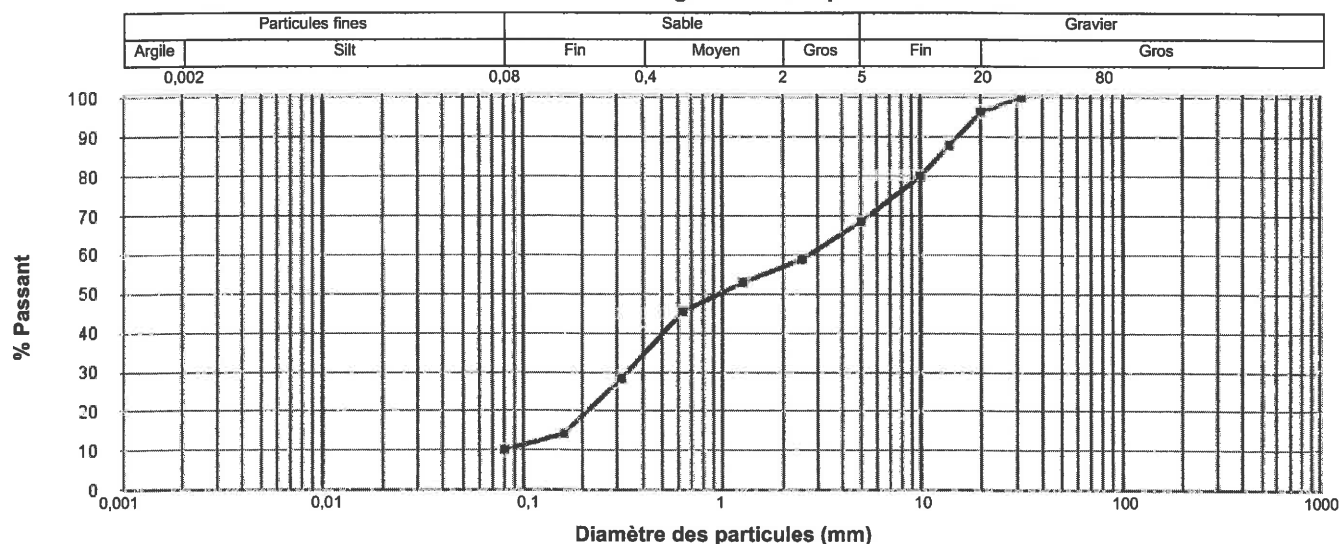
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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)	Tamiséat %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			
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																																																			
<b>Essai Proctor</b>		<b>Autres essais</b>	<b>Résultats</b>																																																	
Méthode d'essai : Masse vol. max. : Humidité optimale :		IPPG	NQ 2560-500																																																	
			2																																																	
Remarques :																																																				

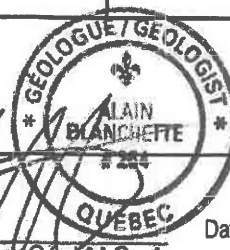
Vérifié par :

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 :

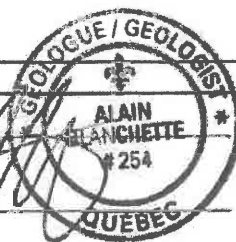
Alain Blanchette, géo., M.Sc.A.  
Directeur principal

Date : 2014-10-16

AAAA - MM - JJ

Date : 2014-10-27

AAAA - MM - JJ





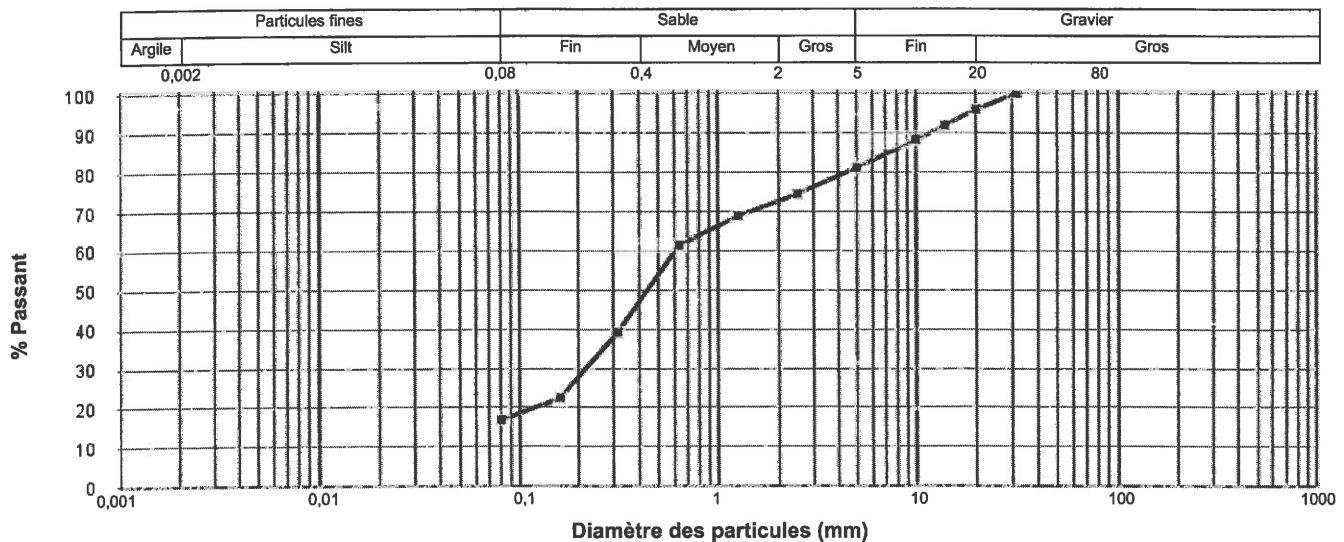
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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

**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: 19 % Sable: 64 % Silt et argile: 17 %</p> <p>Description : Sable, un peu de gravier, un peu de silt Classification unifiée : SM</p>	
112		0,231 mm	
80		0,610 mm	
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																																																		
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





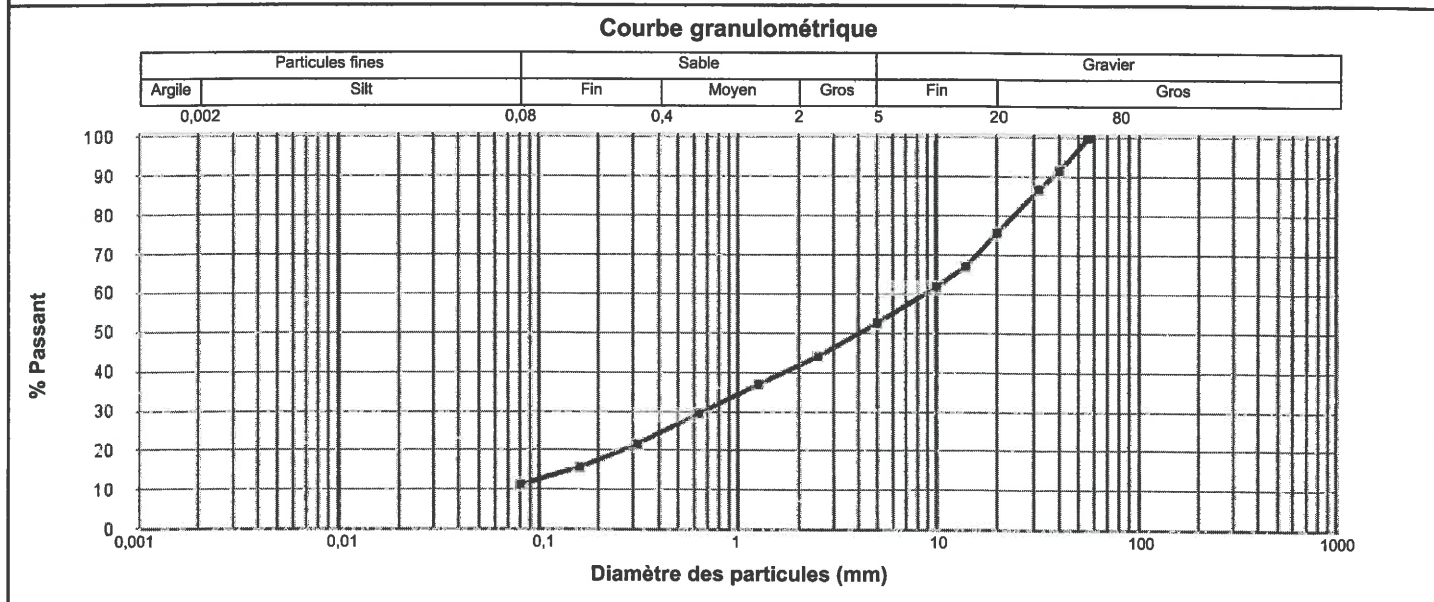
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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)	Tamiséat %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)

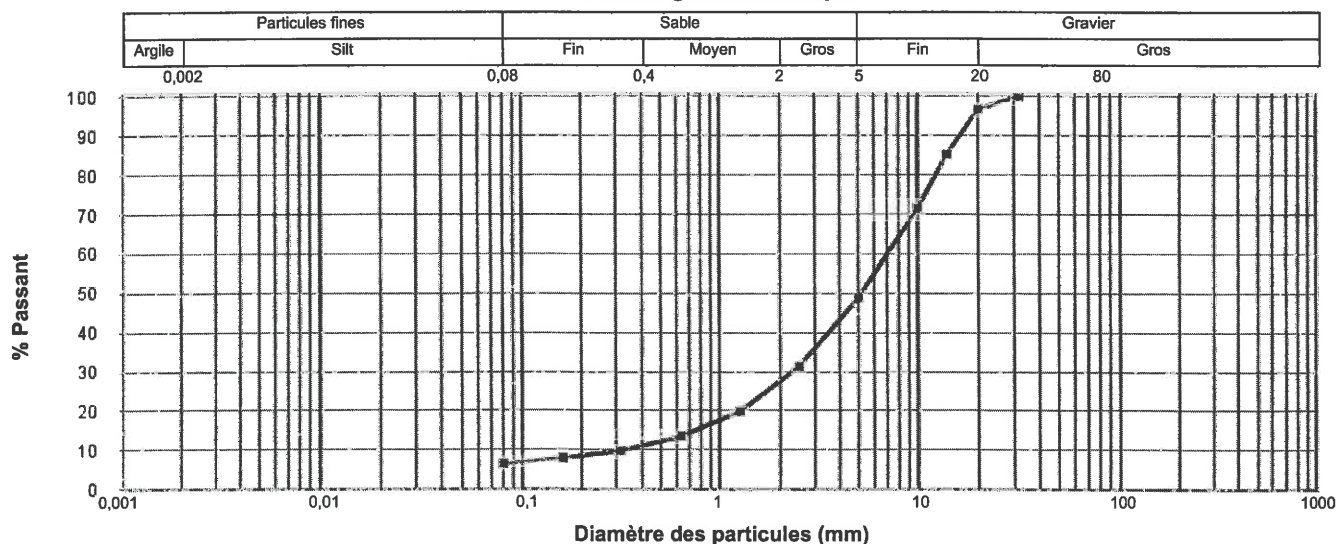
Certifié: ISO 9001:2008

## 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



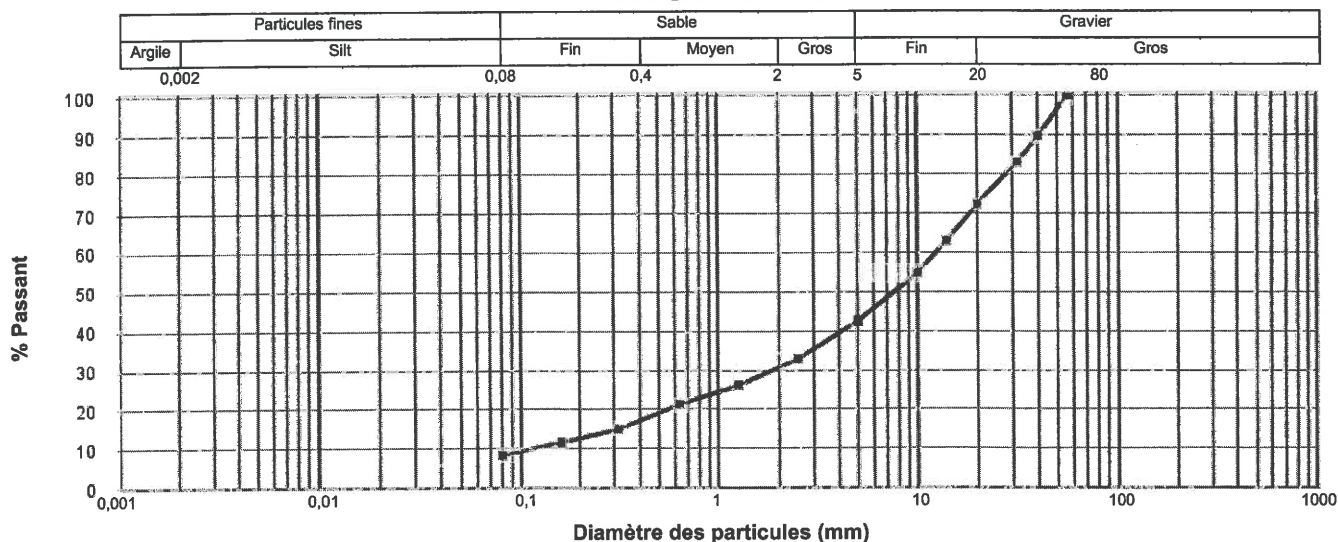
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



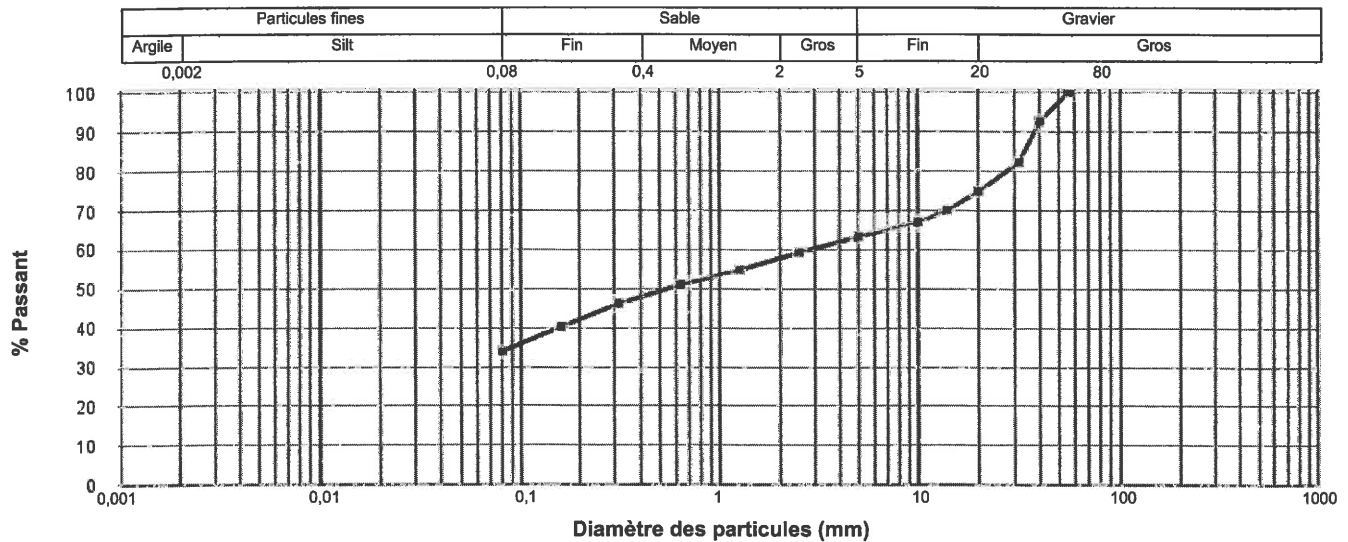
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



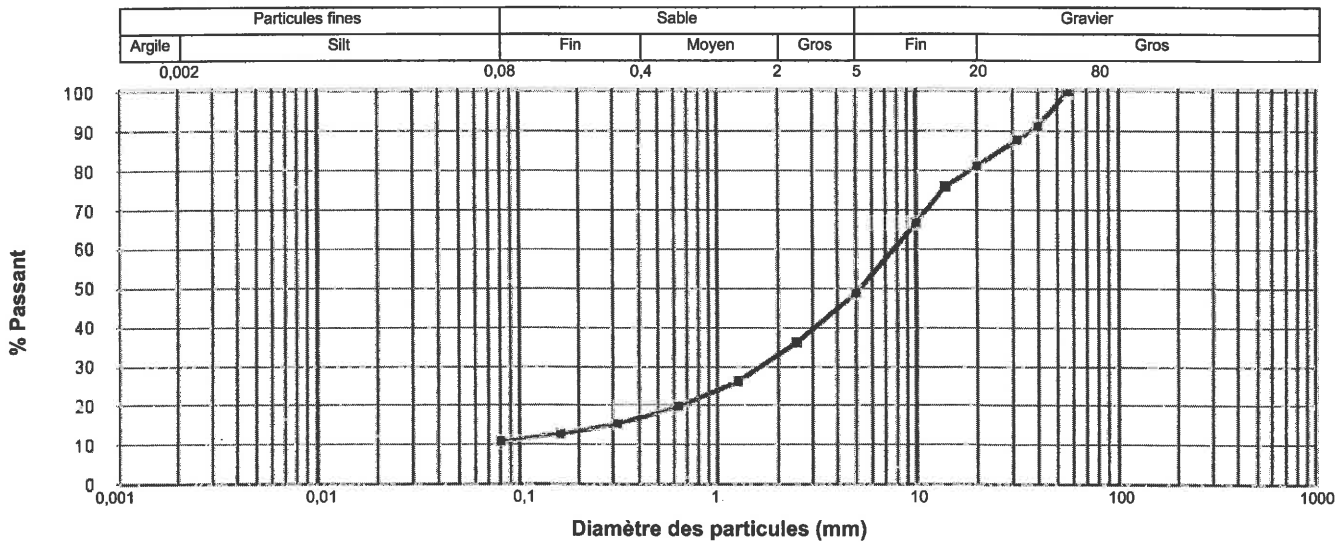
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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





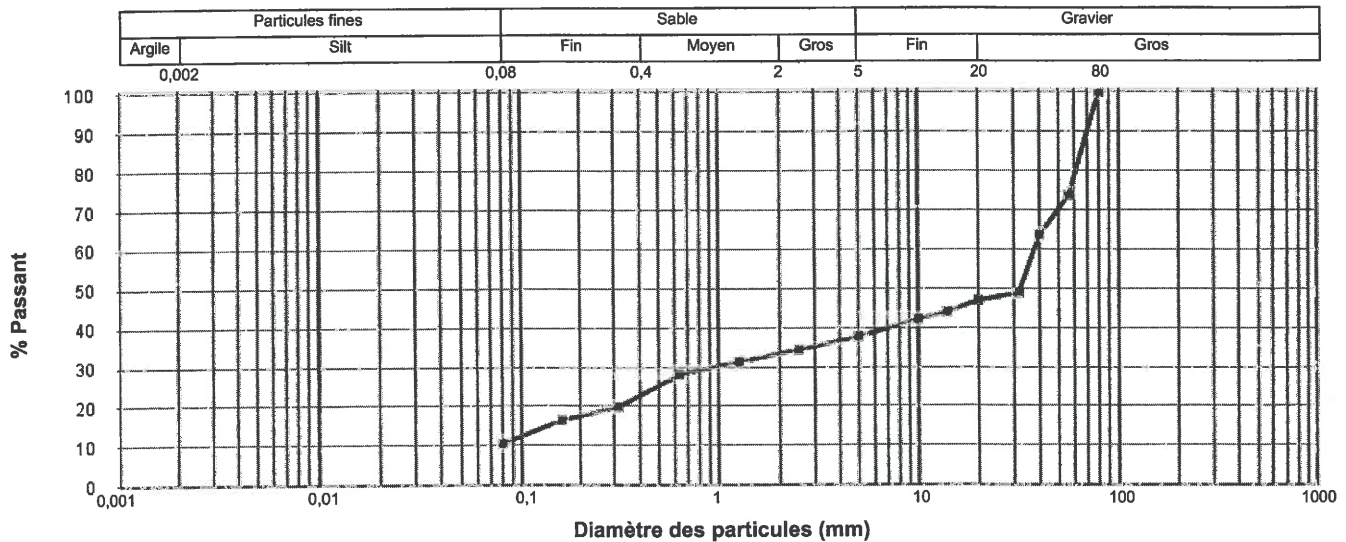
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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	<p>D<sub>10</sub> : 0,075 mm</p> <p>D<sub>30</sub> : 1,024 mm</p> <p>D<sub>60</sub> : 37,866 mm</p> <p>Coefficient d'uniformité (Cu) :</p> <p>Coefficient de courbure (Cc) :</p> <p>Gravier: 62 %</p> <p>Sable: 27 %</p> <p>Silt et argile: 11 %</p> <p>Description : Gravier sableux, un peu de silt</p> <p>Classification unifiée : GP-GM</p>	
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)

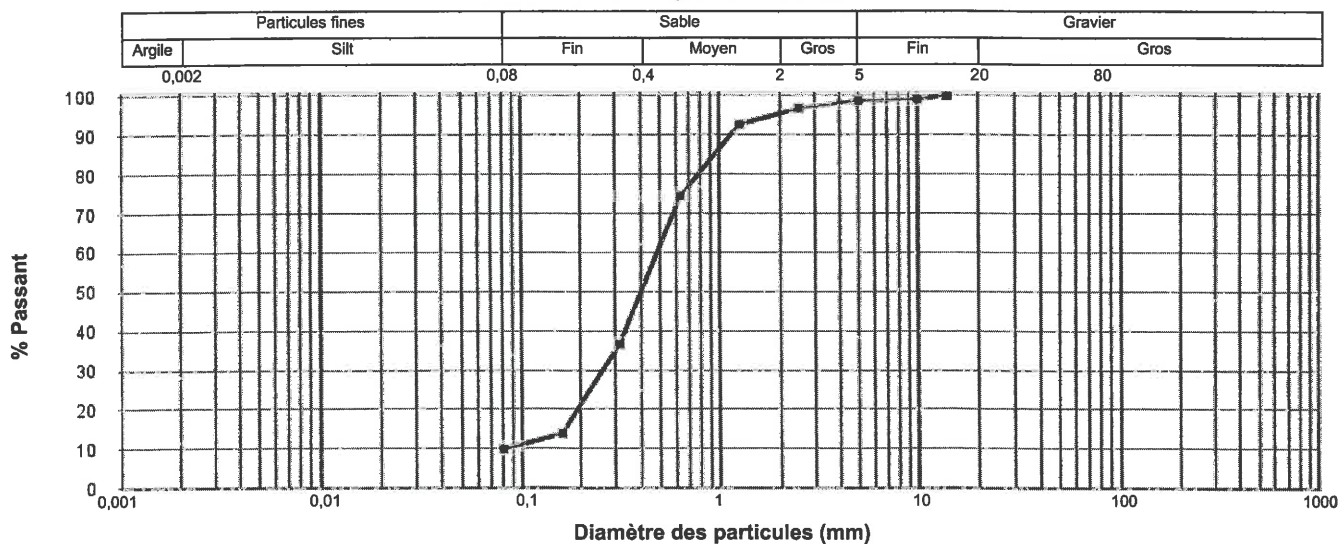
Certifié: ISO 9001:2008

## 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.  Projet : Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Dossier n° : RRTS-217423-005050  Échantillon n° : SB14-0913  <b>Réf. client :</b>	
Sondage n° : F-10 Échantillon : CF-3 Profondeur : 1,5-2,1m	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> : 0,626 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) :  Gravier: 24 % Sable: 32 % Silt et argile: 44 %  Description : Silt sableux graveleux  Classification unifiée : SM	
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





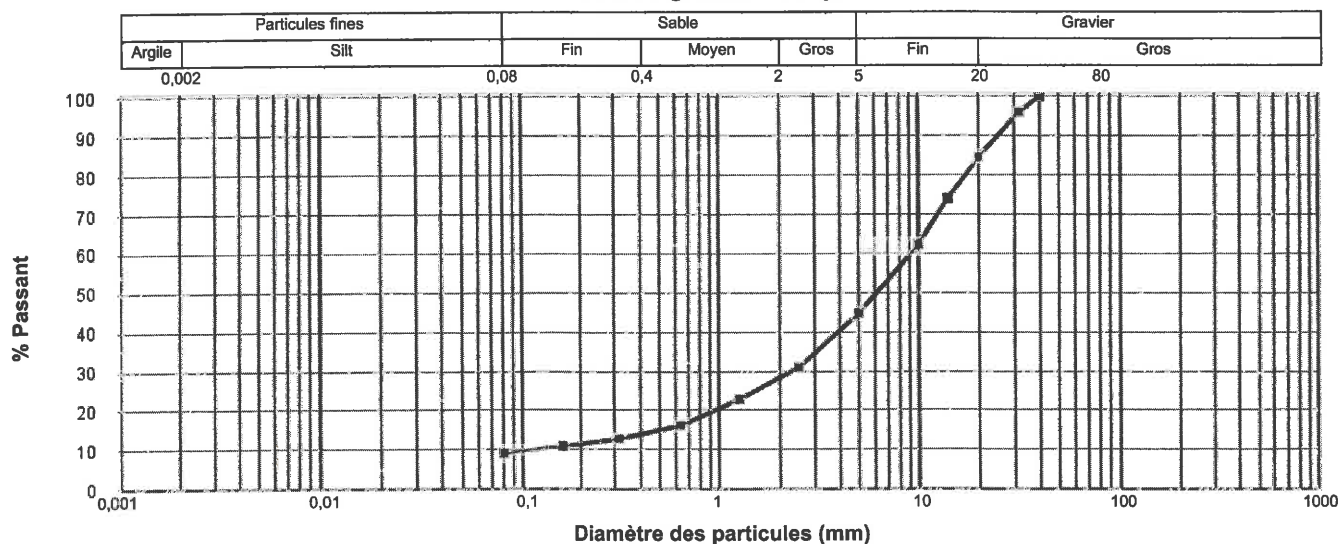
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



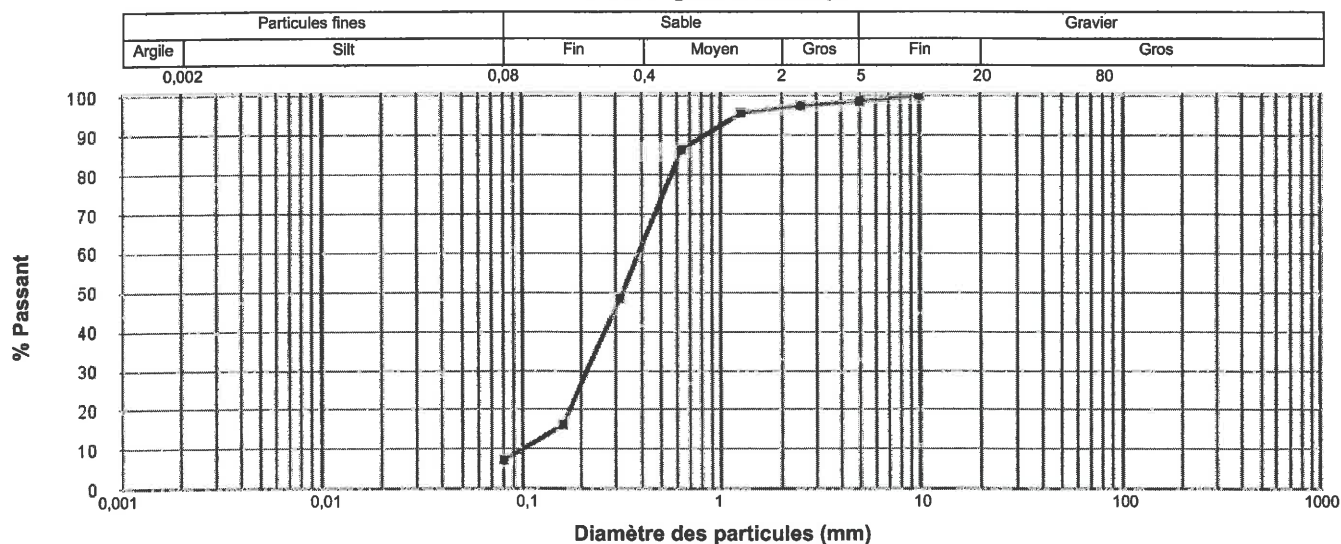
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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	D <sub>10</sub> : 0,105 mm D <sub>30</sub> : 0,227 mm D <sub>60</sub> : 0,412 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : 3,92 Coefficient de courbure (Cc) : 1,19  Gravier: 1 % Sable: 92 % Silt et argile: 7 %  Description : Sable, traces de silt, traces de gravier Classification unifiée : SP-SM	
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)

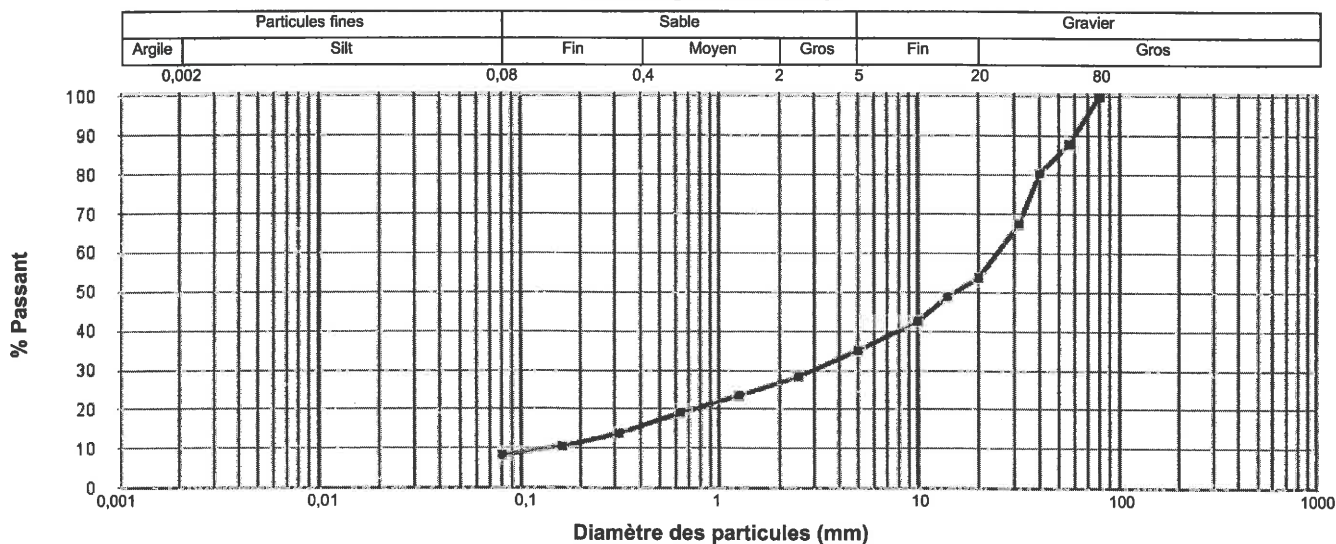
Certifié: ISO 9001:2008

## 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

**Courbe granulométrique**



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



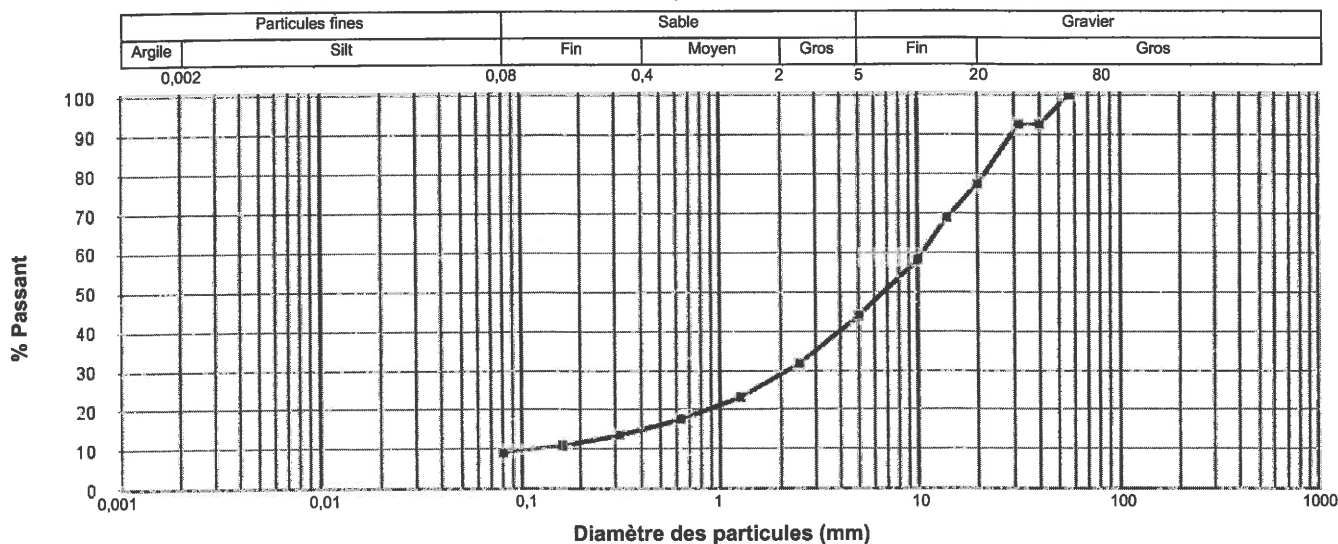
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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





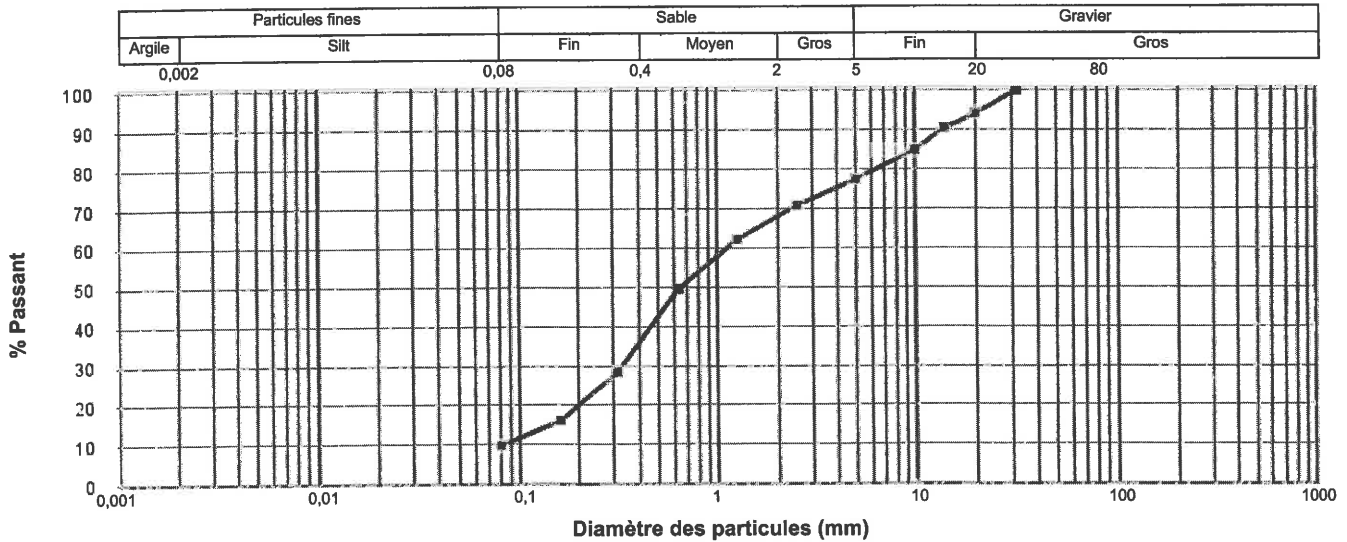
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

Certifié: ISO 9001:2008

## ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Rubin & Rotman Associés Inc.	Dossier n° :	RRTS-217423-005050
Projet :	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	Échantillon n° :	SB14-0919
		Réf. client :	
Sondage n° :	F-13	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)	Tamisé %passant mesuré		
112		D <sub>10</sub> :	0,084 mm
80		D <sub>30</sub> :	0,338 mm
56		D <sub>60</sub> :	1,151 mm
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :	13,72
31,5	100	Coefficient de courbure (Cc) :	1,18
20	94	Gravier:	23 %
14	90	Sable:	67 %
10	85	Silt et argile:	10 %
5	77	Description : Sable graveleux, traces de silt	
2,5	71	Classification unifiée : SW-SM	
1,25	62		
0,630	49		
0,315	28		
0,160	16		
0,080	9,7		

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	75,0

**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 :

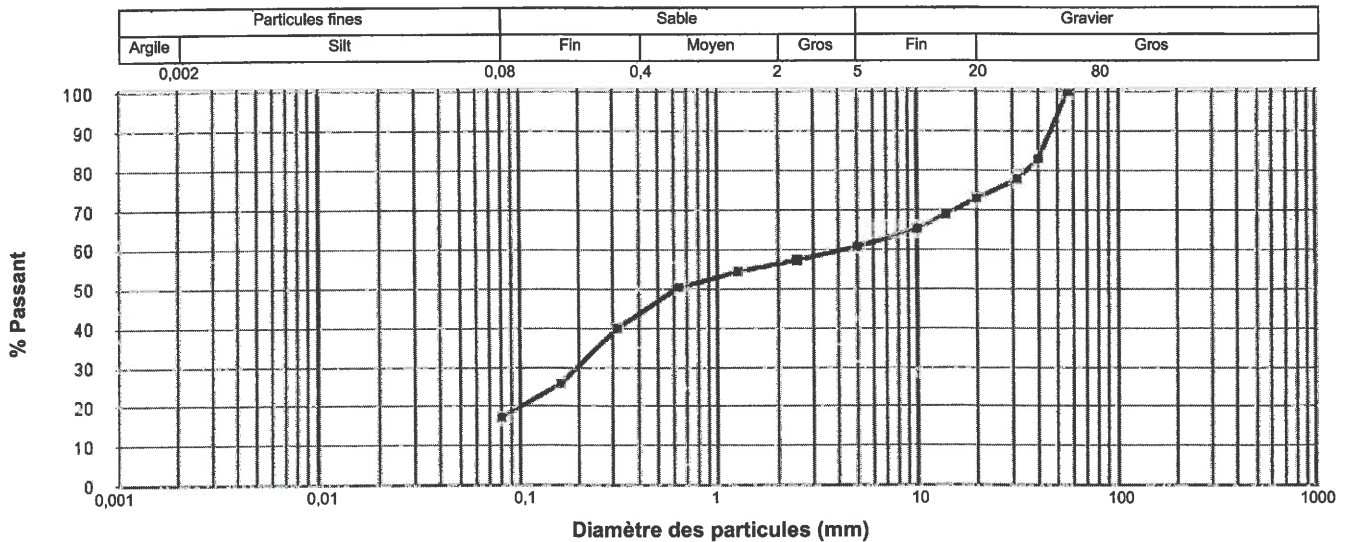
Vérifié par : B.J.  
Benoît Joncas, tech.  
Chef de laboratoire - Sols / Béton

Approuvé par : Cer  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21

<b>Client :</b>	Rubin & Rotman Associés Inc.	<b>Dossier n° :</b>	RRTS-217423-005050
<b>Projet :</b>	Agrandissement du poste frontalier de Lacolle	<b>Échantillon n° :</b>	SB14-0921
		<b>Réf. client :</b>	
<b>Sondage n° :</b>	F-14	<b>Prélevé le :</b>	2014-10-02 par EXP
<b>Échantillon :</b>	CF-1B	<b>Reçu le :</b>	2014-10-07
<b>Profondeur :</b>	0,1-0,6m	<b>Localisation :</b>	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> :	0,208 mm
56	100	D <sub>60</sub> :	4,468 mm
40	83	Coefficient d'uniformité (Cu) :	
31,5	78	Coefficient de courbure (Cc) :	
20	73		
14	69	Gravier:	39 %
10	65	Sable:	44 %
5	61	Silt et argile:	17 %
2,5	57	Description :	Sable et gravier, un peu de silt
1,25	54		
0,630	50	Classification unifiée :	SM
0,315	40		
0,160	26		
0,080	17,1		

Remarques :

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

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

Date : 2014-10-21





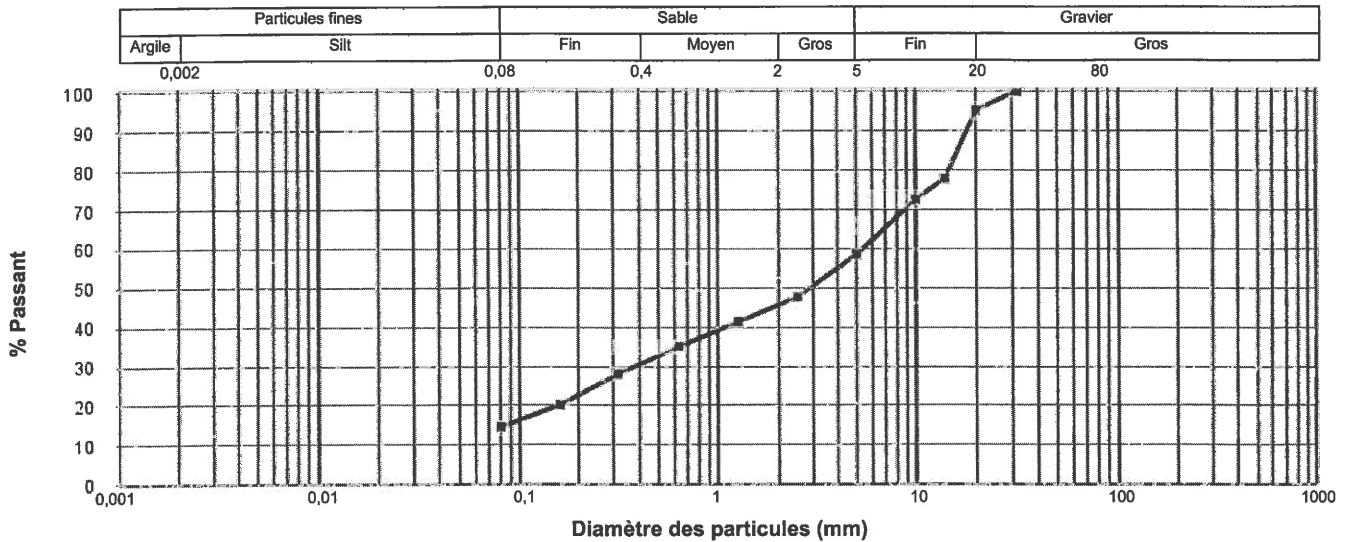
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



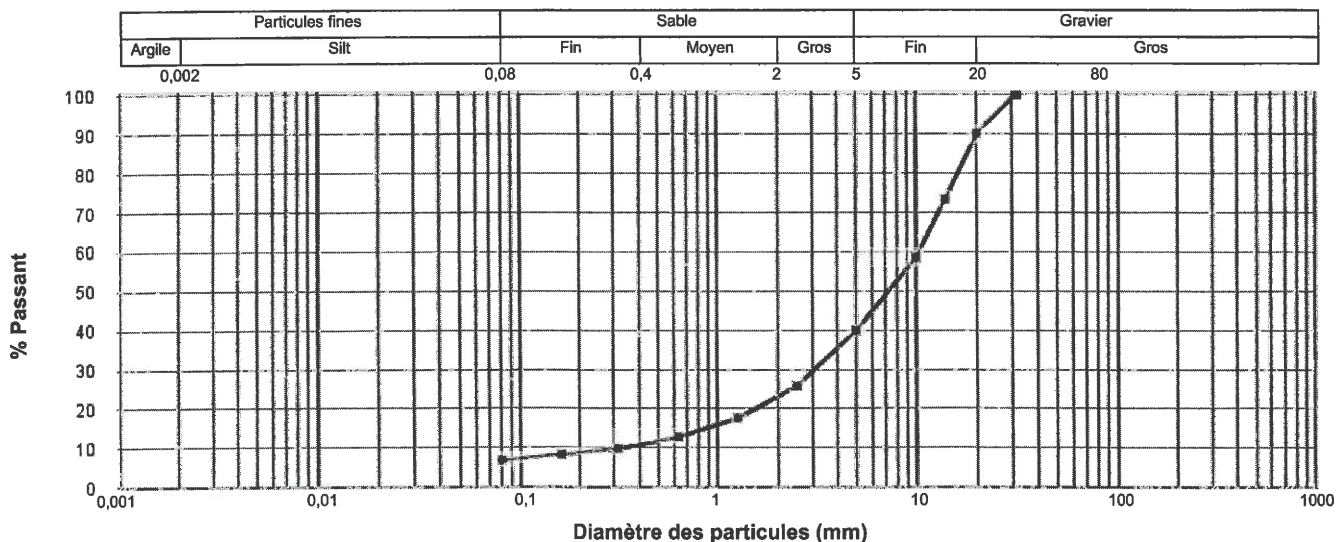
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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

Remarques :

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

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



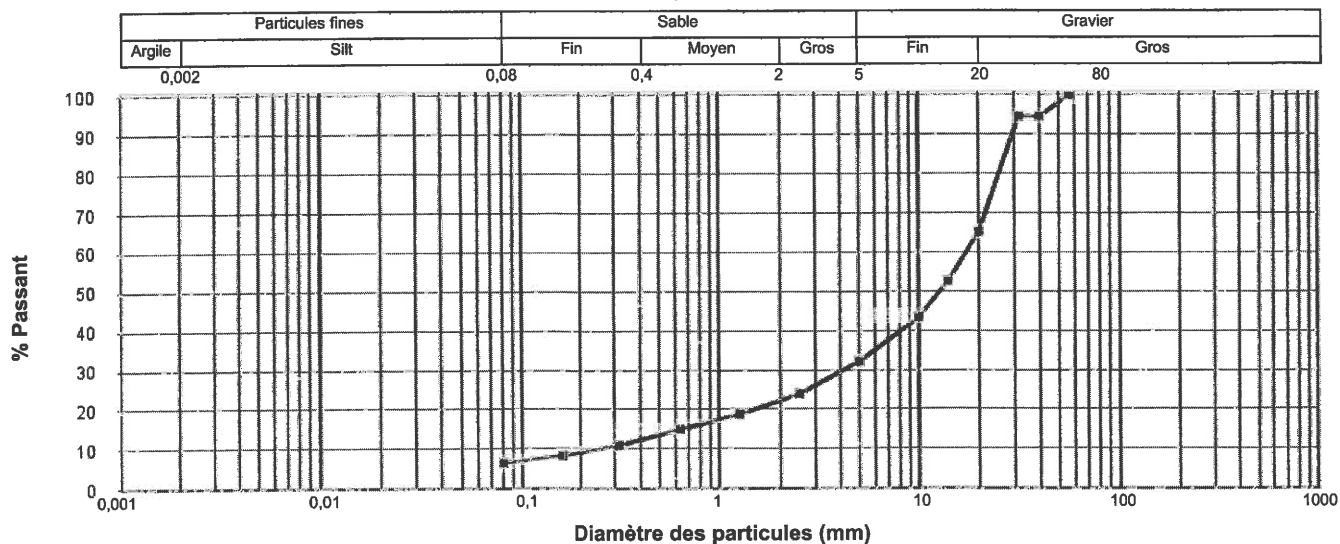
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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)	Tamiséat %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		
0,630	15		
0,315	11	Classification unifiée : GP-GM	
0,160	8		
0,080	6,6		

Remarques :

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

Approuvé par : G. Lapointe  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21



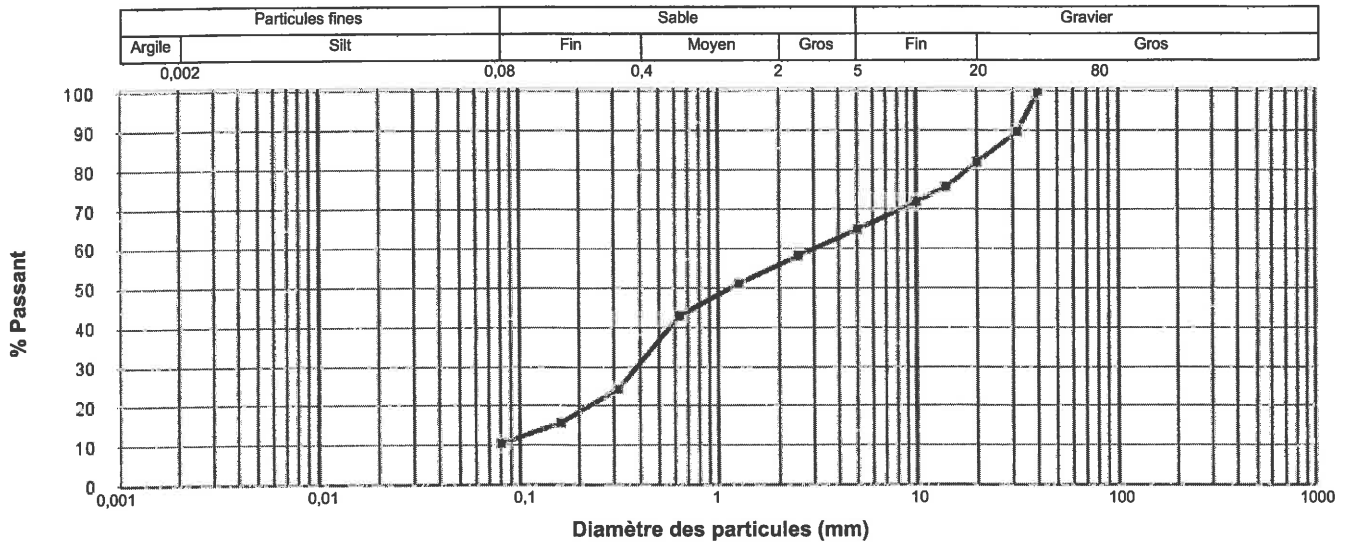
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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° : SB14-0925  
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
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

D<sub>10</sub> : 0,076 mm  
D<sub>30</sub> : 0,413 mm  
D<sub>60</sub> : 3,205 mm  
Coefficient d'uniformité (Cu) :  
Coefficient de courbure (Cc) :  
Gravier: 35 %  
Sable: 55 %  
Silt et argile: 10 %  
Description : Sable et gravier, un peu de silt  
Classification unifiée : SP-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

<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	0,075	0,075	0,425	0,850	2,000	75,000

**Diamètre des particules (mm)**

Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais
Tamis (mm)	Tamisé %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 : Gee  
Guillaume Lapointe, ing.

Date : 2014-10-21





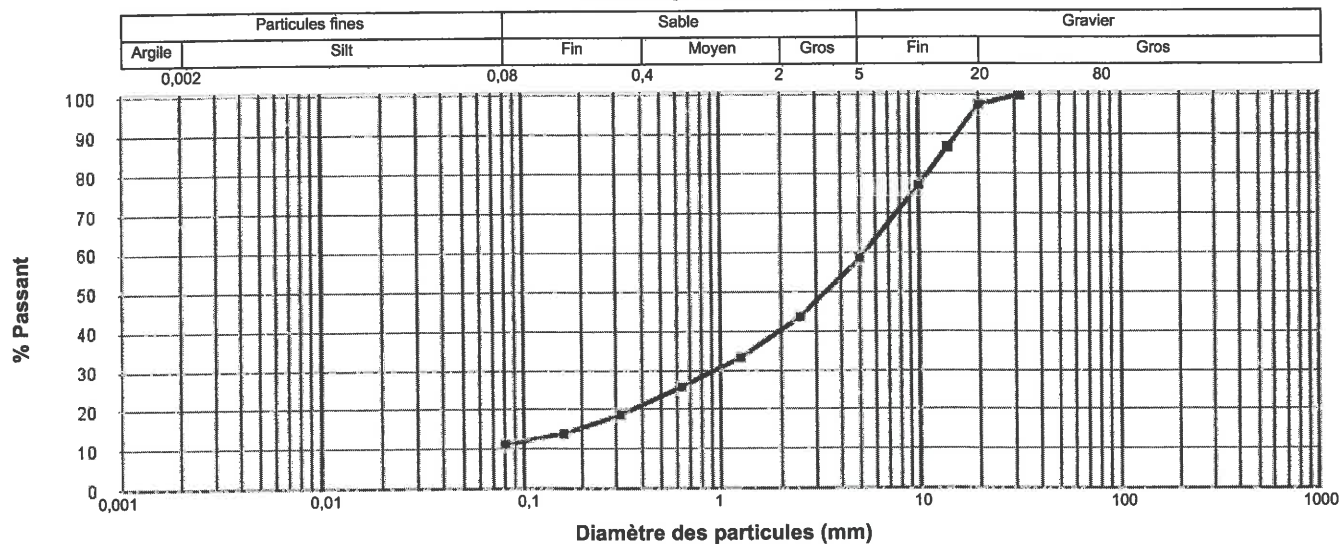
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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

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

<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 Réf. client :
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





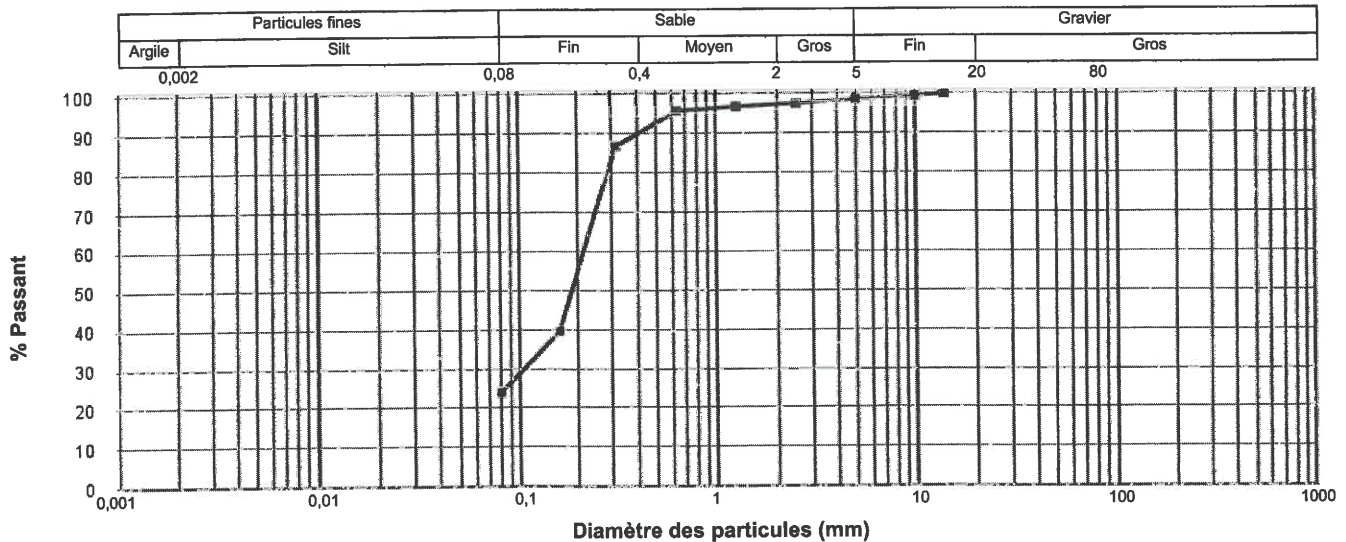
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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



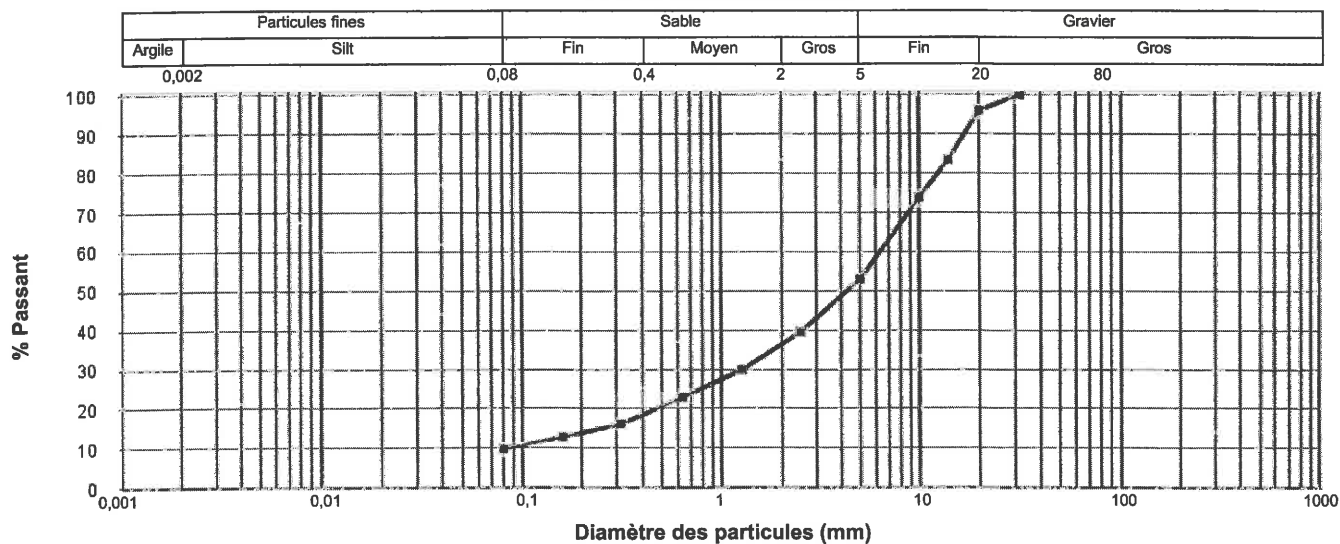
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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	<p> <math>D_{10}</math> : 0,091 mm  <math>D_{30}</math> : 1,263 mm  <math>D_{60}</math> : 6,694 mm  Coefficient d'uniformité (Cu) : 73,91  Coefficient de courbure (Cc) : 2,63 </p> <p> Gravier: 47 %  Sable: 43 %  Silt et argile: 10 % </p> <p>Description : Gravier et sable, traces de silt</p> <p>Classification unifiée : GW-GM</p>	
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



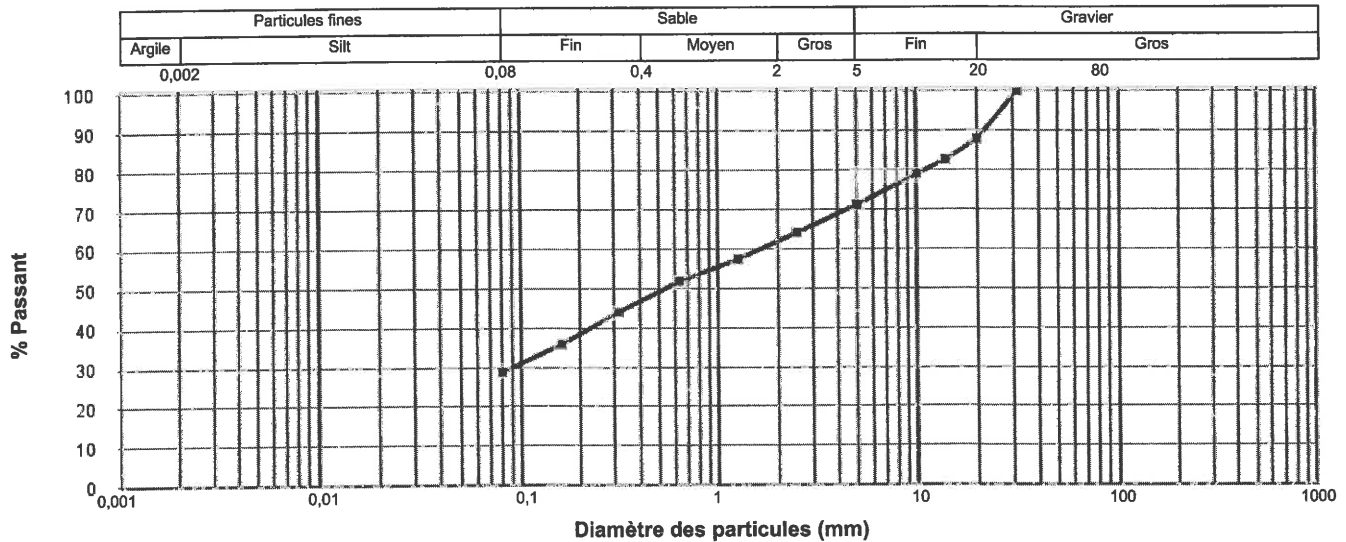
2605, rue Bonin  
Sherbrooke (QC) J1K 1C5  
Téléphone: 819-821-4373  
[www.exp.com](http://www.exp.com)

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)

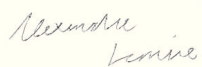

Lot	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	UNITÉS
AQ/CQ			Zinc (Zn)	2014/10/17	<10		mg/kg
<p>Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.</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, M.Sc., Analyste 2


Daniela Mazilu, B.Sc. Chimiste

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.





**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Not used.

**1.2 REFERENCES**

- .1 American Society for Testing and Materials International (ASTM)
  - .1 ASTM C127-15, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate.
  - .2 ASTM D698-12c2, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)).
  - .3 ASTM D1557-12c1, Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)).
  - .4 ASTM D4253-16, Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table.

**1.3 DEFINITIONS**

- .1 Corrected maximum dry density is defined as:
  - .1  $D = (F1 \times D1) + (0.9 \times D2 \times F2)$
  - .2 Where: D = corrected maximum dry density kg/m<sup>3</sup>.
    - .1 F1 = fraction (decimal) of total field sample passing 4.75 mm sieve
    - .2 F2 = fraction (decimal) of total field sample retained on 4.75 mm sieve (equal to 1.00 - F1)
    - .3 D1 = maximum dry density, expressed in kg/m<sup>3</sup>, of sample passing 4.75 mm sieve and determined using method A or C of ASTM Standard D698.
    - .4 D2 = apparent density, expressed as kg/m<sup>3</sup>, of sample retained on 4.75-mm sieve, equal to 1000D, D representing apparent (dry) density of samples tested in accordance with ASTM Standard C127.
  - .3 For free draining aggregates, determine D1 (maximum dry density) to ASTM D4253 using the method for wet soil.

**Part 2 Products**

**2.1 NOT USED**

- .1 Not Used.

**Part 3 Execution**

**3.1 NOT USED**

- .1 Not Used.

END OF SECTION

**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Not used.

**1.2 REFERENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec (MTQ):
- .2 *Cahier des charges et devis généraux (CCDG) - Infrastructures routières – Construction et réparation- 2016*” (terms of reference and general project specifications – construction and repair - 2016).
- .3 Bureau de normalisation du Québec:
  - .1 NQ 2560-114-2014 Standard “*Travaux de génie civil – Granulats*” (civil engineering work – aggregates).

**1.3 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Product Data:
  - .1 Submit manufacturer's instructions, printed product literature and data sheets for aggregate materials and include product characteristics, performance criteria, physical size, finish and limitations.
- .2 Samples:
  - .1 Allow continual sampling by Departmental Representative during production.
  - .2 Provide Departmental Representative with access to source and processed material for sampling.
  - .3 Pay cost of sampling and testing of aggregates which fail to meet specified requirements.

**1.4 DELIVERY, STORAGE AND HANDLING**

- .1 Deliver, store and handle materials in accordance with section 01 61 00 – Common Product Requirements.
- .2 Transportation and Handling: handle and transport aggregates to avoid segregation, contamination and degradation.
- .3 Take unused aggregate to a quarry or compliant disposal site approved by the *Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques* (MDDELCC).

**Part 2 Products**

**2.1 MATERIALS**

- .1 In compliance with Standard BNQ 2560-114 – 2014 - “*Travaux de génie civil – Granulats*” (civil engineering work – aggregates).
- .2 Recycled materials are prohibited.

## **2.2 SOURCE QUALITY CONTROL**

- .1 Inform the Departmental Representative of proposed source of aggregates and provide access for sampling 4 weeks minimum before starting work.
- .2 Acceptance of material at source does not preclude future rejection if it fails to conform to requirements specified, lacks uniformity, or if its field performance is found to be unsatisfactory.

## **Part 3 Execution**

### **3.1 PREPARATION**

- .1 Handling:
  - .1 Transport and handle aggregates in such a way as to prevent segregation, contamination and degradation.
  - .2 Provide the Departmental Representative with the record of all materials transported to the site.
- .2 Stockpiling:
  - .1 Stockpile aggregates on site in locations as indicated unless directed otherwise by the Departmental Representative. Do not stockpile on completed pavement surfaces.
  - .2 Stockpile aggregates in sufficient quantities to meet project schedules.
  - .3 Stockpiling sites to be level, well drained, and of adequate bearing capacity and stability to support stockpiled materials and handling equipment.
  - .4 Except where stockpiled on acceptably stabilized areas, provide compacted sand base not less than 300 mm in depth to prevent contamination of aggregate. Stockpile aggregates on ground but do not incorporate bottom 300 mm of pile into Work.
  - .5 Separate different aggregates by strong, full depth bulkheads, or stockpile far enough apart to prevent intermixing.
  - .6 Do not use intermixed or contaminated materials. Remove and dispose of rejected materials as directed by Departmental Representative within 48 hours of rejection.
  - .7 Uniformly spot-dump aggregates delivered to stockpile in trucks and build up stockpile as specified.
  - .8 Do not cone piles or spill material over edges of piles.
  - .9 Do not use conveying stackers.
  - .10 During winter operations, prevent ice and snow from becoming mixed into stockpile or in material being removed from stockpile.
  - .11 Use of frozen aggregates is prohibited.

### **3.2 CLEANING**

- .1 Progress Cleaning: clean in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
  - .1 Leave Work area clean at end of each day.
- .2 Final Cleaning: upon completion remove surplus materials, rubbish, tools and equipment in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.

- .3 Leave aggregate stockpile site in tidy, well drained condition, free of standing surface water.
- .4 Leave any unused aggregates in neat compact stockpiles as directed by Departmental Representative.
- .5 Waste Management: separate waste materials for reuse and recycling in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal.
  - .1 Remove recycling containers and bins from site and dispose of materials at appropriate facility.
- .6 For temporary or permanent abandonment of aggregate source, restore source to condition meeting requirements of authority having jurisdiction.
- .7 Restrict public access to temporary or permanently abandoned stockpiles by means acceptable to Departmental Representative.

**END OF SECTION**

**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Section 31 05 10 – Corrected Maximum Dry Density for Fill.
- .2 Section 31 23 33.01 – Excavating, Trenching and Backfilling.
- .3 Section 31 14 13 – Soil Stripping and Stockpiling.

**1.2 REFERENCES**

- .1 Ministère des Transports du Québec

**1.3 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Consult the subsoil study report attached to these specifications.
- .2 The overall drawing shows surface and underground utility piping as well as other underground structures whose location is known. The Contractor must have all public and private utilities located before the start of work and provide these information to the Departmental Representative.
- .3 Refer to dewatering in Section 31 23 33.01 - Excavating, Trenching and Backfilling.

**Part 2 Products**

**2.1 MATERIALS**

- .1 Fill material: Type class B in accordance with Section 31 23 33.01 – Excavating, Trenching and Backfilling.
- .2 Excavated or graded material existing on site suitable to use as fill for grading work if approved by the Departmental Representative.

**Part 3 Execution**

**3.1 TOPSOIL REMOVAL**

- .1 Remove and stock topsoil for future use, if required, in accordance with section 31 14 13 – Soil Stripping and Stockpiling.

**3.2 GRADING**

- .1 Rough grade to levels, profiles, and contours allowing for surface treatment as indicated.
- .2 Rough grade to depths as specified in the drawings:
- .3 Slope rough grade away from building 1:50 minimum or as indicated in the drawings.
- .4 Prior to placing fill over existing ground, scarify surface to depth of 150 mm minimum before placing fill over existing ground. Maintain fill and existing surface at approximately same moisture content to facilitate bonding.

- .5 Compact filled and disturbed areas to maximum dry density to section 31 05 16 – Corrected Maximum Dry Density for Fill, as follows:
  - .1 95 % under paved and walk areas as indicated in the drawings.
  - .2 85 % under landscaped areas.

### **3.3 TESTING**

- .1 Inspection and testing of soil compaction will be carried out by testing laboratory designated.

### **3.4 CLEANING**

- .1 Progress Cleaning: clean in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
  - .1 Leave Work area clean at end of each day.
- .2 Final Cleaning: upon completion remove surplus materials, rubbish, tools and equipment in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
- .3 Waste Management: separate waste materials for reuse and recycling] in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal.
  - .1 Remove recycling containers and bins from site and dispose of materials at appropriate facility.

### **3.5 PROTECTION**

- .1 Protect and/or transplant existing fencing, trees, landscaping, natural features, bench marks, buildings, pavement, surface or underground utility lines which are to remain as directed by Representative. If damaged, restore to original or better condition unless directed otherwise.
- .2 Maintain access roads to prevent accumulation of construction related debris on roads.

### **3.6 REMOVAL OF SURPLUS MATERIALS**

- .1 Dispose of all surplus materials and materials unfit for filling, grading or landscaping of site in a compliant location approved by the MDDELCC.

**END OF SECTION**

## **Part 1 General**

### **1.1 Related requirements**

- .1 Section 31 23 33.01 – Excavating, Trenching and Backfilling
- .2 Section 33 11 16 – Site Water Utility Distribution Piping
- .3 Section 33 31 13 – Public Sanitary Utility Sewerage Piping

### **1.2 References**

- .1 Definitions
  - .1 Rock: Any block of solid material, with the exception of frozen materials, whose volume is greater than 1.0 m<sup>3</sup> and which cannot be removed using a heavy-duty excavator. Refer to Section 9.1.1.1 of document BNQ 1809-300.
  - .2 VPP: peak true velocity (*vitesse particulière de pointe*).
  - .3 Blocks of rock are measured prior to fragmentation as Height x Width x Length x  $\frac{2}{3}$ .
- .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*” (construction work – general technical clauses – drinking water and sewer pipes).

### **1.3 PRICE AND PAYMENT PROCEDURES**

- .1.4 During work or when required by the Departmental representative, the contractor must provide elevations of rock encountered during the excavation of the trenches.

### **1.5 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Not used.

### **1.6 DELIVERY, STORAGE AND HANDLING**

- .1 Not used

### **1.7 QUALITY ASSURANCE**

- .1 Not used.

## **Part 2 Products**

### **2.1 MATERIALS**

- .1 Not used.

**Part 3 Execution**

**3.1 ROCK REMOVAL**

- .1 Rock excavation must be carried out with a hydraulic hammer. The use of explosives is prohibited.
- .2 Perform excavation work using methods that form uniform, stable excavation walls, minimize excavation performed in excess of the prescribed limits, and prevent damage to neighbouring structures and works.
- .3 To ensure proper bonding of concrete, prepare rock surfaces by flushing, pressure washing and sweeping.
- .4 Correct, at no additional cost, any rock excavation that does not match the authorized work, in accordance with section 31 23 33.01 – Excavating, Trenching and Backfilling.
- .5 Perform rock excavation required for the completion of water and sewer utilities, following the lines, cuts and profiles indicated in the drawings.
- .6 Dig trenches according to the alignments, levels indicated, and sections 33 11 16 – Site Water Utility Distribution Piping and 33 31 13 – Public Sanitary Utility Sewerage Piping. Excavation depth must be at least 300 mm below the invert level indicated for pipes. Create hollows beneath the joints of hub-and-spigot pipes so that they lie evenly on the bedding over their entire length.
- .7 Dig trenches to the indicated width.
- .8 Remove large stones and fragments of rock from the excavation.
- .9 If the rock has been excavated in excess of the planned depth or if excavation work has been carried out without authorization, backfill at no additional cost.

**3.2 CLEANING**

- .1 Clean in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
- .2 Rock Disposal:
  - .1 Dispose of removed rock off site in accordance with Section 01 74 21 - Construction/demolition Waste Management and Disposal.
  - .2 Do not dispose removed rock into landfill. Send material to appropriate quarry.
- .3 Waste Management: separate waste materials for reuse and recycling in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal.

**3.3 PROTECTION**

- .1 Prevent damage to surroundings and injury to persons. Erect fencing, post guards, sound warnings and display signs before starting the work.

**END OF SECTION**



**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Section 31 05 16 – Aggregate Materials.
- .2 Section 31 32 19.01 – Geotextiles.

**1.2 REFERENCES**

- .1 *Ministère des Transports du Québec*
  - .1 *CCDG, cahier des charges et devis généraux, Infrastructures routières, Construction et réparation - 2016* (terms of reference and general project specifications. road infrastructure. construction and repair - 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>3</sup>) (600 kN-m/m<sup>3</sup>).
  - .5 ASTM D1557-12c1, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>).
  - .6 ASTM D4318-10c1, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- .3 Canadian General Standards Board (CGSB)
  - .1 CAN/CGSB-8.2-M88, Sieves, Testing, Woven Wire, Metric.
- .4 Canadian Standards Association (CSA International)
  - .1 CAN/CSA-A3000-13, Cementitious Materials Compendium (Consists of A3001, A3002, A3003, A3004 and A3005).
    - .1 CSA-A3001-08, Binders used in concrete.
  - .2 CSA-A23.1/A23.2-14, Concrete materials and methods of concrete construction/Test methods and standard practices for concrete.
- .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 (BNQ)*
  - .1 BNQ 1809-300/2004(R2007) M2015 “*Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d’eau potable et d’égout*” (construction work – general technical clauses – water and sewer pipes).

### **1.3 DEFINITIONS**

- .1 Excavation classes: two classes of excavation will be recognized; common excavation and rock excavation.
  - .1 Rock: solid material in excess of 1.00 m<sup>3</sup>, measured L x W x H x 2/3, and which cannot be removed by means of heavy duty mechanical excavating equipment. Frozen material not classified as rock.
  - .2 Common excavation: excavation of materials of whatever nature, which are not included under definitions of rock excavation.
- .2 Unclassified excavation: excavation of deposits of whatever character encountered in Work.
- .3 Topsoil:
  - .1 Material capable of supporting good vegetative growth and suitable for use in top dressing, landscaping and seeding.
  - .2 Material reasonably free from subsoil, clay lumps, brush, objectionable weeds, and other litter, and free from cobbles, stumps, roots, and other objectionable material larger than 25 millimeters in any dimension.
- .4 Waste material: excavated material unsuitable for use in Work or surplus to requirements.
- .5 Borrow material: material obtained from locations outside area to be graded, and required for construction of fill areas or for other portions of Work.
- .6 Recycled fill material: material, considered inert, obtained from alternate sources and engineered to meet requirements of fill areas.
- .7 Unsuitable materials:
  - .1 Weak, chemically unstable, and compressible materials.
  - .2 Frost susceptible materials:
    - .1 Fine grained soils with plasticity index less than 10 when tested to ASTM D4318, and gradation within limits specified when tested to ASTM D422 and ASTM C136: Sieve sizes to CAN/CGSB-8.2.
    - .2 Coarse grained soils containing more than 20 % by mass passing 0.075 mm sieve.
- .8 Unshrinkable fill: very weak mixture of cement, concrete aggregates and water that resists settlement when placed in utility trenches, and capable of being readily excavated.

### **1.4 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Quality Control: in accordance with Section 01 45 00 - Quality Control:
  - .1 Submit condition survey of existing conditions as described in EXISTING CONDITIONS article of this Section.
  - .2 Submit for review by Departmental Representative proposed dewatering and heave prevention methods as described in PART 3 of this Section.
  - .3 Submit to Departmental Representative written notice at least 7 days prior to excavation work, to ensure cross sections are taken.
  - .4 Submit to Departmental Representative written notice when bottom of excavation is reached.

- .5 Submit to Departmental Representative testing results and report as described in PART 3 of this Section.
- .2 Preconstruction Submittals:
  - .1 Submit construction equipment list for major equipment to be used in this section prior to start of Work.
  - .2 Submit records of underground utility locates, indicating: location drawing of existing utilities as found in field.
- .3 Samples:
  - .1 Allow the Departmental Laboratory to take samples during the work.
  - .2 Inform Departmental Representative at least 2 weeks prior to beginning Work, of proposed source of fill materials and provide access for sampling.

## **1.5 QUALITY ASSURANCE**

- .1 Engage services of qualified professional Engineer who is registered or licensed in the Province of Québec to design and inspect shoring, bridging and underpinning structures required for Work.

## **1.6 WASTE MANAGEMENT AND DISPOSAL**

- .1 Separate waste materials for reuse or recycling.
- .2 Take reusable surplus aggregate to a local recycling facility authorized by the Departmental Representative.

## **1.7 EXISTING CONDITIONS**

- .1 Examine soil report presented in this specification.
- .2 Buried services:
  - .1 Before commencing work establish location of buried services on and adjacent to site.
  - .2 Size, depth and location of existing utilities and structures as indicated are for guidance only. Completeness and accuracy are not guaranteed.
  - .3 Before beginning excavation work, determine the location of existing underground structures and systems, and notify the Departmental Representative. The Departmental Representative must clearly identify these locations in order to prevent any interruption in service during the performance of the work.
  - .4 Confirm locations of buried utilities by careful test excavations or soil hydrovac methods.
  - .5 Maintain and protect from damage, water, sewer, gas, electric, telephone and other utilities and structures encountered.
  - .6 Obtain appropriate instructions from the Departmental Representative before moving or removing a utility pipe or structure identified in the excavation zone and not shown on the drawings.
- .3 Existing buildings and surface features:
  - .1 Conduct, with Departmental Representative, condition survey of existing buildings, trees and other plants, lawns, fencing, service poles, wires, rail tracks, pavement, survey bench marks and monuments which may be affected by Work.

- .2 Protect existing buildings and surface features from damage while Work is in progress. In event of damage, immediately make repair.

## **Part 2 Products**

### **2.1 MATERIALS**

- .1 Compactible aggregates for pavement base and subbase, pipe bedding and coating, or other as specified in drawings, in compliance with section 31 05 16 – Aggregate Materials.
- .2 Non-frost-susceptible backfill material, class B, from the excavation or from another source authorized by the Departmental Representative, meeting the requirements of the MTQ's general project specifications (CCDG) that is, compactible soil, free of organic matter, compressible matter and stones whose biggest surface is more than 200 mm across. The soil must have a water content allowing compaction and comply with usual environmental criteria. Compaction in bands of maximum 300 mm must be respected.
- .3 Controlled backfill, as MG-112 granular material, in compliance with section 31 05 16 – Aggregate Materials.
- .4 Unshrinkable concrete backfill fill material compliant with CAN3 Standard A23.1.
- .5 Geotextiles: in accordance with Section 31 32 19.01 – Geotextiles.

## **Part 3 Execution**

### **3.1 TEMPORARY EROSION AND SEDIMENTATION CONTROL**

- .1 See section 01 57 13 – Temporary Erosion and Sediments Control.

### **3.2 SITE PREPARATION**

- .1 Remove obstructions, ice and snow, from surfaces to be excavated within limits indicated.
- .2 Cut pavement or sidewalk neatly along limits of proposed excavation in order that surface may break evenly and cleanly.

### **3.3 PREPARATION/PROTECTION**

- .1 Protect existing features in accordance with the prescriptions of these specifications and applicable local regulations.
- .2 Keep excavations clean, free of standing water, and loose soil.
- .3 Where soil is subject to significant volume change due to change in moisture content, cover and protect to Departmental Representative approval.
- .4 Protect natural and man-made features required to remain undisturbed. Unless otherwise indicated or located in an area to be occupied by new construction, protect existing trees from damage.
- .5 Protect buried services that are required to remain undisturbed.

### **3.4 COFFERDAMS, SHORING, BRACING AND UNDERPINNING**

- .1 Protect excavation walls using appropriate methods in accordance with section 01 35 29.06 - Health and Safety Requirements.

### **3.5 DEWATERING AND HEAVE PREVENTION**

- .1 Keep excavations free of water while Work is in progress.
- .2 Protect open excavations against flooding and damage due to surface run-off.
- .3 Dewater in accordance with section 01 35 43 – Environmental Procedures, in a manner not detrimental to public and private property, or portion of Work completed or under construction.
- .4 Provide flocculation tanks, settling basins, or other treatment facilities to remove suspended solids or other materials before discharging to storm sewers, watercourses or drainage areas.

### **3.6 EXCAVATION**

- .1 Excavate to lines, grades, elevations and dimensions as indicated.
- .2 Remove concrete, masonry, paving, walks, demolished foundations and rubble, and other obstructions encountered during excavation.
- .3 Excavation must not interfere with bearing capacity of adjacent foundations.
- .4 Do not disturb soil within branch spread of trees or shrubs that are to remain.
  - .1 If excavating through roots, excavate by hand and cut roots with sharp axe or saw.
- .5 For trench excavation, unless otherwise authorized by Departmental Representative in writing, do not excavate more than 15 m of trench in advance of installation operations and do not leave open more than 6 m at end of day's operation.
- .6 Excavation material and stockpile materials must be placed at a sufficient distance from the trench, in order to prevent any excess load on excavation walls.
- .7 Restrict vehicle operations directly adjacent to open trenches.
- .8 Dispose of surplus and unsuitable excavated material out of site.
- .9 Do not obstruct flow of surface drainage or natural watercourses.
- .10 Earth bottoms of excavations to be undisturbed soil, level, free from loose, soft or organic matter.
- .11 Notify Departmental Representative when bottom of excavation is reached.
- .12 Obtain Departmental Representative approval of completed excavation.
- .13 Remove unsuitable material from trench bottom including those that extend below required elevations to extent and depth as directed by Departmental Representative.
- .14 Hand trim, make firm and remove loose material and debris from excavations.
  - .1 Where material at bottom of excavation is disturbed, compact foundation soil to density at least equal to undisturbed soil.
- .15 Install geotextiles in accordance with Section 31 32 19.01 - Geotextiles.

### **3.7 FILL TYPES AND COMPACTION**

- .1 Use types of fill as indicated on drawings.

### **3.8 BACKFILLING**

- .1 Vibration compaction equipment compliant with BNQ Standard 1809-300.
- .2 Do not proceed with backfilling operations until completion of following:
  - .1 Departmental Representative has inspected and approved installations.
  - .2 Departmental Representative has inspected and approved of construction below finish grade.
  - .3 Inspection, testing, approval, and recording location of underground utilities.
  - .4 Removal of concrete formwork.
  - .5 Removal of shoring and bracing; backfilling of voids with satisfactory soil material.
- .3 Areas to be backfilled to be free from debris, snow, ice, water and frozen ground.
- .4 Do not use backfill material which is frozen or contains ice, snow or debris.
- .5 Place backfill material in uniform layers not exceeding 300 mm compacted thickness up to grades indicated. Compact each layer before placing succeeding layer.
- .6 Backfilling around installations:
  - .1 Place bedding and surround material as specified elsewhere.
  - .2 Do not backfill around or over cast-in-place concrete within 24 hours after placing of concrete.
  - .3 Place layers simultaneously on both sides of installed Work to equalize loading. Difference not to exceed 300 mm.
- .7 Install drainage system in backfill as indicated.

### **3.9 RESTORATION**

- .1 Upon completion of Work, remove waste materials and debris in accordance with section 01 74 21 – Construction-Demolition Waste Management and Disposal, trim slopes, and correct defects as directed by Departmental Representative.
- .2 Replace topsoil as indicated or directed by Departmental Representative.
- .3 Reinstall lawns to elevation which existed before excavation.
- .4 Reinstall pavements and sidewalks disturbed by excavation to thickness, structure and elevation which existed before excavation.
- .5 Clean and reinstall areas affected by Work.
- .6 Protect newly graded areas from traffic and erosion and maintain free of trash or debris.

**END OF SECTION**

## **Part 1 General**

### **1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 Section 31 05 16 – Aggregate Materials.

### **1.2 REFERENCES**

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

### **1.3 DEFINITIONS:**

- .1 Rock Excavation:
  - .1 Material from solid masses of igneous, sedimentary or metamorphic rock which, prior to removal, was integral with parent mass. Material that cannot be ripped with reasonable effort with a Caterpillar D9 crawler bulldozer or equivalent to be considered integral with parent mass.
  - .2 Boulder or rock fragments measuring in volume 1 cubic metre or more.
- .2 Common Excavation: excavation of materials that are not Rock Excavation or Stripping.
- .3 Unclassified Excavation: excavation of whatever character other than stripping encountered in the Work.
- .4 Stripping: excavation of organic material covering original ground.
- .5 Embankment: material derived from usable excavation and placed above original ground or stripped surface up to top of subgrade.
- .6 Waste Material: material unsuitable for embankment, embankment foundation or material surplus to requirements.
- .7 Borrow Material: material obtained from areas outside right-of-way and required for construction of embankments or for other portions of work.
- .8 Topsoil: material capable of supporting good vegetative growth and suitable for use in top dressing, landscaping and seeding.

### **1.4 QUALITY ASSURANCE**

- .1 Regulatory Requirements:
  - .1 Adhere to regulations of authority having jurisdiction when blasting is required.
  - .2 Adhere to Provincial and National Environmental requirements when toxic materials are involved.

## **Part 2 Products**

### **2.1 MATERIALS**

- .1 Materials must comply with the requirements of the drawings and specifications and with section 31 05 16 – Aggregate Materials.
- .2 Embankment materials require approval by Departmental Representative.
- .3 Material used for embankment not to contain more than 3% organic matter by mass, frozen lumps, weeds, sod, roots, logs, stumps or other unsuitable material.

- .4 Recycled materials are prohibited.

### **Part 3 Execution**

#### **3.1 COMPACTION EQUIPMENT**

- .1 Compaction equipment: vibratory rollers or vibrating plate compactors capable of obtaining required density in materials on project.

#### **3.2 WATER DISTRIBUTORS**

- .1 Apply water with equipment capable of uniform distribution.

#### **3.3 STRIPPING OF TOPSOIL**

- .1 Strip topsoil.
- .2 Commence topsoil stripping of areas after lawn has been removed from these areas.
- .3 Strip topsoil to depths as indicated. Do not mix topsoil with subsoil.
- .4 Stockpile the topsoil for future use.
- .5 Dispose of unused topsoil off site.
- .6 Remove clearing and grubbing debris from stripping.
- .7 Spread organic stripping, on completion of excavation and embankment construction, on slopes and trim or remove surplus materials from the site.

#### **3.4 EXCAVATING**

- .1 General:
  - .1 Excavate down to the infrastructure level.
    - .1 Compact top 150 mm below sub-excavate to minimum 95% maximum dry density, to ASTM D1557.
    - .2 Replace with approved embankment material and compact to specify embankment density.
- .2 Drainage:
  - .1 Maintain profiles, crowns and cross slopes to provide good surface drainage.

#### **3.5 EMBANKMENTS**

- .1 Scarify or bench existing slopes in side hill or sloping sections to ensure proper bond between new materials and existing surfaces.
- .2 Break up or scarify existing road surface prior to placing embankment material.
- .3 Do not place material which is frozen nor place material on frozen surfaces except in areas authorized by Departmental Representative.
- .4 Maintain crowned surface during construction to ensure ready run-off of surface water.
- .5 Drain low areas before placing materials.
  - .1 Place materials over the entire width of the surface to be covered in layers of no more than 300 mm thick before compaction, then compact.



### **3.6 COMPACTION**

- .1 Break material down to sizes suitable for compaction and mix for uniform moisture to full depth of layer.
- .2 Compact each layer to minimum 95% maximum dry density: ASTM D1557.
- .3 Add water or dry as required to bring moisture content of materials to level required to achieve specified compaction.

### **3.7 FINISHING**

- .1 Shape entire roadbed to within 5 mm of the stated calculation level.
- .2 Finish slopes, ditch bottoms and borrow pits true to lines, grades and drawings where applicable.
- .3 Remove rocks over 150 mm in dimension from slopes and ditch bottoms.
- .4 Hand finish slopes that cannot be finished satisfactorily by machine.

### **3.8 CLEANING**

- .1 Progress Cleaning: clean in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
  - .1 Leave Work area clean at end of each day.
- .2 Final Cleaning: upon completion remove surplus materials, rubbish, tools and equipment in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
- .3 Waste Management: separate waste materials for reuse in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal.
  - .1 Remove recycling containers and bins from site and dispose of materials at appropriate facility.

### **3.9 PROTECTION**

- .1 Maintain finished surfaces in condition conforming to this section until acceptance by Departmental Representative.
- .2 Provide silt fences and erosion protection as required to mitigate and prevent impacts to adjacent properties.

**END OF SECTION**

**Part 1 General**

**1.1 RELATED REQUIREMENTS**

- .1 None.

**1.2 REFERENCES**

- .1 *Ministère des Transports du Québec (MTQ)*
  - .1 Standard 13101 – 2013 - Geotextiles.

**1.3 ACTION AND INFORMATIONAL SUBMITTALS**

- .1 Submit the requested action/informational submittals in accordance with section 01 33 00 – Submittal Procedures.
- .2 Product Data:
  - .1 Submit manufacturer's instructions, printed product literature and data sheets for geotextiles and include product characteristics, performance criteria, physical size, finish and limitations.

**1.4 DELIVERY, STORAGE AND HANDLING**

- .1 Deliver, store and handle materials in accordance with manufacturer's written instructions.
- .2 Storage and Handling Requirements:
  - .1 Store materials and equipment in accordance with manufacturer's recommendations in clean, dry, well-ventilated area.
  - .2 Store and protect geotextiles from direct sunlight and UV rays.
  - .3 Replace defective or damaged materials with new.
- .3 Packaging Waste Management: remove for reuse and return by manufacturer of packaging materials as specified in Construction Waste Management Plan in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal Section 01 35 21 - LEED Requirements.

**Part 2 Products**

**2.1 MATERIAL**

- .1 Separation geotextiles
  - .1 Must meet Type III geotextile requirements of the MTQ 13101 Standard.

**Part 3            Execution**

**3.1            EXAMINATION**

- .1    Verification of Conditions: verify that conditions of substrate previously installed under other Sections or Contracts are acceptable for geotextile material installation in accordance with manufacturer's written instructions.
  - .1    Visually inspect substrate in presence of Departmental Representative.
  - .2    Inform Departmental Representative of unacceptable conditions immediately upon discovery.
  - .3    Proceed with installation only after unacceptable conditions have been remedied and after receipt of written approval to proceed from Departmental Representative.

**3.2            INSTALLATION**

- .1    Place geotextile material by unrolling onto graded surface lengthwise.
- .2    Place geotextile material smooth and free of tension stress, folds, wrinkles and creases.
- .3    Place geotextile material on sloping surfaces in one continuous length from toe of slope to upper extent of geotextile.
- .4    Overlap each successive strip of geotextile 600 mm over previously laid strip.
- .5    Protect installed geotextile material from displacement, damage or deterioration before, during and after placement of material layers.
- .6    After installation, cover with overlying layer within 4 hours of placement.
- .7    Replace damaged or deteriorated geotextile to approval of Departmental Representative.

**3.3            CLEANING**

- .1    Progress Cleaning: clean in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
  - .1    Leave Work area clean at end of each day.
- .2    Final Cleaning: upon completion remove surplus materials, rubbish, tools and equipment in accordance with Section 01 74 11 - Cleaning.
- .3    Waste Management: separate waste materials for recycling in accordance with Section 01 74 21 - Construction/Demolition Waste Management and Disposal.
  - .1    Remove recycling containers and bins from site and dispose of materials at appropriate facility.

**3.4            PROTECTION**

- .1    Vehicular traffic not permitted directly on geotextile.

**END OF SECTION**