



Travaux publics et  
Services gouvernementaux  
Canada

# ÉTUDE GÉOTECHNIQUE / *GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS*

Janvier 2013 / *January 2013*

Projet No : / *Project No* : R.042643.001

Reconstruction du quai – Section 97 / *Dock reconstruction – Section 97*

Quai de la Reine / *Quai de la Reine*

Base de la garde côtière canadienne / *Canadian Coast Guard Base*



N/Réf. : *O/Ref.*: F115948-001



**SMI**

LABO S.M. INC.

1200, av. St-Jean-Baptiste, bureau 116  
Québec (Québec) G2E 5E8  
Tél. : 418 871.9330 | Téléc. : 418 871.9343

1200 St-Jean-Baptiste Ave., Suite 116  
Quebec City (Quebec) G2E 5E8  
Tel. : 418 871.9330 | Fax : 418 871.9343



**SMi**

LABO S.M. INC.

## Étude géotechnique / *Geotechnical investigations*

Reconstruction du quai – Section 97 / *Dock reconstruction – Section 97*

Quai de la Reine / *Quai de la Reine*

Base de la garde côtière canadienne / *Canadian Coast Guard Base*

Projet N° : / *Project N°* : R.042643.001

Rapport présenté à : / *Report presented to :*

Monsieur François Tousignant, ing. / *Eng.*

Gestionnaire principal de projets / *Senior Project Manager*

Ouvrages maritimes / *Marine structures*

Équipe Services aux clients / *Team Customer services*

Direction des biens immobiliers / *Real Property Branch*

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

*Public Works and Government Services Canada*

1550, avenue d'Estimauville

*1550, d'Estimauville avenue*

Québec (Québec) G1J 5E9

Gabriel Leclerc Messier, ing. jr / *Jr. Eng.*

Géotechnique / *Geotechnical*

Sonya Graveline, ing. / *Eng.*

Chef de projet - Géotechnique / *Project Manager – Geotechnical*

N/Réf.: *O/Ref.*: F115948-001

Janvier 2013 / *January 2013*

## Table des matières / *Table of contents*

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION / <i>INTRODUCTION</i></b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET / <i>PROJECT AND SITE DESCRIPTION</i></b>	<b>2</b>
2.1	DESCRIPTION DU SITE / <i>SITE DESCRIPTION</i>	2
2.2	DESCRIPTION DU PROJET / <i>PROJECT DESCRIPTION</i>	2
<b>3</b>	<b>TRAVAUX RÉALISÉS / <i>SCOPE OF WORK</i></b>	<b>3</b>
3.1	TRAVAUX EN CHANTIER / <i>FIELD WORK</i>	3
3.1.1	Localisation et nivellement / <i>Localization and Level Surveying</i>	4
3.1.2	Forages verticaux / <i>Vertical Borehole</i>	4
3.1.3	Échantillonnage environnemental / <i>Environmental sampling</i>	5
3.2	TRAVAUX EN LABORATOIRE / <i>LABORATORY WORK</i>	6
3.2.1	Analyses géotechniques / <i>Geotechnical Analyzes</i>	6
3.2.2	Analyses Environnementales / <i>Environnemental Analyzes</i>	6
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS / <i>INVESTIGATION RESULTS</i></b>	<b>8</b>
4.1	DESCRIPTION DE LA STRATIGRAPHIE / <i>STRATIGRAPHY DESCRIPTION</i>	8
4.2	ANALYSES CHIMIQUES / <i>CHEMICAL ANALYSIS</i>	11
<b>5</b>	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS / <i>CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS</i></b>	<b>16</b>
5.1	RÉSUMÉ / <i>ABSTRACT</i>	16
5.2	PROPRIÉTÉS DES SOLS ET COMMENTAIRES / <i>SOIL PROPERTIES AND COMMENTS</i>	17
5.2.1	Propriétés et paramètres des sols pour le design / <i>Soils Properties and Parameters for Design</i>	17
5.2.2	Liquéfaction des sols / <i>Soils Liquefaction</i>	19
5.2.3	Battage des profilés d'acier / <i>Driving Steel Sections</i>	19
5.2.4	Remblais structuraux / <i>Structural Backfilling</i>	19
5.3	PROPRIÉTÉS DU ROC ET COMMENTAIRES / <i>ROCK PROPERTIES AND COMMENTS</i>	20
5.3.1	Propriétés et paramètres du roc pour le design / <i>Rock Properties and Parameters for Design</i>	20
5.3.2	Ancrage au roc / <i>Rock Anchoring</i>	21
<b>6</b>	<b>PERSONNEL / <i>STAFF</i></b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>LIMITATIONS / <i>LIMITATIONS</i></b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>RÉFÉRENCE / <i>REFERENCES</i></b>	<b>24</b>



## Liste des tableaux / *List of tables*

Tableau 1 / <i>Table 1</i>	Résumé des forages / <i>Summary of borehole</i> .....	3
Tableau 2 / <i>Table 2</i>	Essais en laboratoire / <i>Laboratory testing program</i> .....	6
Tableau 3 / <i>Table 3</i>	Résumé de la stratigraphie / <i>Summary of stratigraphy</i> .....	12
Tableau 4 / <i>Table 4</i>	Résultats des analyses en laboratoire sur les sols / <i>Results of laboratory test on soils</i> .....	13
Tableau 5 / <i>Table 5</i>	Résultats des analyses en laboratoire sur le roc / <i>Résults of laboratory test on rock</i> .....	13
Tableau 6 / <i>Table 6</i>	Résultats des analyses chimiques des sédiments / <i>Résults of chemical analyzes of sediments</i> .....	14
Tableau 7 / <i>Table 7</i>	Propriétés et paramètres des sols / <i>Soils properties and parameters</i> .....	18
Tableau 8 / <i>Table 8</i>	Propriétés et paramètres du roc / <i>Rock properties and parameters</i> .....	21

## Annexes / *Appendix*

Annexe A	Localisation des forages / <i>Borehole Location</i> Coupe stratigraphique / <i>Cross Section</i>
Annexe B	Rapport de forage / <i>Borehole log</i> Images des carottes de roc / <i>Pictures of Rock Core</i>
Annexe C	Rapport d'analyses en laboratoire / <i>Reports of Laboratory Tests</i>
Annexe D	Certificats d'analyses chimiques / <i>Chemical Analyzes Certificates</i>
Annexe E	Planche photographique / <i>Photographs</i>



## 1 INTRODUCTION / INTRODUCTION

Les services professionnels et techniques de **Labo S.M. inc.** ont été retenus par *Travaux publics et services gouvernementaux Canada* afin d'effectuer une étude géotechnique dans le cadre du projet de reconstruction de la section 97 du Quai de la Reine, à Québec (Québec).

Le mandat spécifique de cette étude géotechnique était de déterminer la nature et les propriétés géotechniques des sols et du roc en place à partir des données recueillies sur le terrain et des essais en laboratoire, de même que de formuler des recommandations relativement à la reconstruction de la paroi du quai.

Ce rapport présente une description du site et du projet, la méthodologie, les résultats des travaux, de même que nos conclusions, commentaires et recommandations concernant :

*The professional and technical services of Group SM International inc. (SMi) have been retained by Public Works and Government Services Canada to carry out a geotechnical investigation at the section 97 of the Quai de la Reine in Québec (Québec).*

*The purpose of the investigation was to determine the nature and the geotechnical properties of the subsurface soil and bedrock from the data collected on site and in the laboratory, as well as formulate recommendations for the reconstruction of the quay wall.*

*This report contains a description of the site, the methodology used, the results of the site investigation and laboratory work. It also includes our comments, conclusions or recommendations on the following topics*

- Les propriétés et les paramètres des sols rencontrés / *Soils properties and parameters*
- Liquéfaction des sols / *Soils liquefaction*
- Battage des profilés d'acier dans les sols / *Steel sections driving in soils*
- Matériel de remplissage derrière les murs / *Fill material behind walls*
- Propriétés du roc / *Rock properties*
- Ancrage au roc / *Rock anchoring.*



## 2 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET / *PROJECT AND SITE DESCRIPTION*

### 2.1 DESCRIPTION DU SITE / *SITE DESCRIPTION*

Le Quai de la Reine longe le fleuve St-Laurent juste au sud du Vieux-Québec et derrière la Citadelle sur la propriété de la base de la garde côtière canadienne. La section à reconstruire, la section 97, a été construite en 1958 et est constituée d'un rideau de palplanches chapeauté par un mur de couronnement en béton.

*The "Quai de la Reine" skirts the St-Lawrence river to the south of Old Quebec and behind the Citadelle on the property of the Canadian Coast Guard base. The section to be rebuilt, the section 97, was built in 1958 and consists of a sheets piled wall with concrete crowning top.*

### 2.2 DESCRIPTION DU PROJET / *PROJECT DESCRIPTION*

Le projet consiste en la reconstruction de toute la section 97 du Quai de la Reine. Il est prévu de démolir la partie supérieure du quai existant et de la reconstruire avec de nouveaux murs de palplanches, de pieux-palplanches ou de caissons-palplanches. Dépendamment des conditions de terrain, des profilés d'acier pourraient être battus dans le fond marin et/ou ancrés au roc.

*The project is to rebuild the entire section 97 of the "Quai de la Reine". It is planned to demolish the higher part of the existing structure and to rebuild it with new sheet pile walls, pile-sheeting or box-sheeting piles. Depending on field conditions, steel sections could be driven in sea-bed and/or anchored to the rock.*





### 3 TRAVAUX RÉALISÉS / *SCOPE OF WORK*

#### 3.1 TRAVAUX EN CHANTIER / *FIELD WORK*

Les travaux d'investigation sur le terrain ont été effectués entre le 5 et le 11 décembre 2011 et entre le 10 et le 15 septembre 2012. Ils ont consisté en la réalisation :

*The field work was performed between December 5 and 11, 2011 and between September 10 and 15, 2009. They consisted of :*

- De quatre (4) forages verticaux avec échantillonnage des sols et du roc, identifiés F-17-11, F-18-11, F-19-12 et F-20-12. / *Four (4) vertical borehole with soil and rock sampling, identified F-17-11, F-18-11, F-19-12 and F-20-12.*
- L'échantillonnage environnementale des sédiments du fleuve dans les deux (2) premières cuillères fendues de tous les forages. / *Environmental sampling of river sediment in the first two split spoon of each borehole.*
- D'un (1) relevé de localisation à l'aide d'un GPS SXBlue II et d'un (1) relevé de nivellement des forages. / *Recording of boreholes location with a SXBlueII GPS and elevation measurement.*

Tous les travaux de terrain ont été réalisés sous la supervision constante d'un technicien expérimenté. Les rapports de forage et les photographies des carottes de roc sont inclus à l'annexe B. Le tableau suivant donne un résumé des forages réalisés.

*All field work was carried out under the supervision of a geotechnical technician. Boring log and the picture of rock core are included in Appendix B. Table 1 shows the borehole summary.*

**Tableau 1 / Table 1 Résumé des forages / *Summary of borehole***

Forage no <i>Borehole no</i>	MTM Zone 7		Élévation du lit du fleuve <i>Bedriver Elevation</i> (m)	Profondeur du forage <i>Borehole depth</i> (m)
	Coordonnées X <i>Easting</i> (m)	Coordonnées Y <i>Northing</i> (m)		
F-17-11	251 103,63	5 185 466,93	-12,79	18,92
F-18-11	251 121,77	5 185 502,29	-9,14	19,53
F-19-12	251 135,84	5 185 534,43	-10,95	18,04
F-20-12	251 148,67	5 185 565,94	-12,07	16,23



### 3.1.1 LOCALISATION ET NIVELLEMENT / *LOCALIZATION AND LEVEL SURVEYING*

La localisation et le nivellement des points de forage sur le terrain ont été réalisés par le personnel de **SMi**, à partir des plans fournis par le client.

La position de chaque forage a été relevée à l'aide d'un GPS SX Blue II, dans le système de référence NAD83, MTM Zone 7 avec une précision de 0,6 m en X et en Y. La localisation des forages réalisés est illustrée sur la figure présentée à l'annexe A.

Le nivellement des forages a été effectué à l'aide d'un niveau laser rotatif. Le repère de nivellement utilisé, dont l'élévation géodésique est de 4,90 m, correspond au point planimétrique de matricule 8824005, situé aux coordonnées X : 251 088,624 m et Y : 5 185 448,267 m. Toutes les élévations dans ce rapport ont été converties par rapport au niveau marégraphique, dont la référence est de 1,8 m sous le niveau géodésique. De plus, une correction de l'élévation des forages a été effectuée à chaque prise d'échantillon à l'aide d'un système indépendant de poids-poulis afin de tenir compte de l'effet des marées.

*The localization and the level surveying of each borehole were carried out by staff of SMi, starting from the drawings provided by the customer.*

*Position of each borehole was within less than 0,6 m as obtained by a GPS SXblueII just before beginning drilling. The referential datum is the NAD83, MTM zone 7. Drilling surveys carried out is presented in picture in appendix A.*

*The elevation of each borehole have been obtained with a rotary level and laser prism. The bench mark used was a planimetric point positioned at 251 088,624 m easting, 5 185 448,267 m northing, with a geodetic elevation of 4,9 m. All elevation given in this report are related to chart datum which is 1,8 m below geodetic datum. Furthermore, the variation of the elevation due to tide has been controlled at each sampling with an independent weight-pulley system.*

### 3.1.2 FORAGES VERTICAUX / *VERTICAL BOREHOLE*

Les forages verticaux ont été effectués à l'aide d'une foreuse hydraulique de marque BBS-18, installée sur une barge flottante en utilisant des tubages de calibre NW de 89 mm de diamètre extérieur et 76 mm de diamètre intérieur et des tubages de calibre HW de 114 mm de diamètre extérieur et 102 mm de diamètre intérieur enfoncé par lavage et rotation. Tous les forages ont été initiés à partir du lit du fleuve. Les forages géotechniques ont atteint une profondeur variant entre 16,2 m et 19,5 m.

Durant les forages dans les sols, un échantillonnage remanié des dépôts meubles a été réalisé en continu et à intervalle régulier. Un carottier fendu normalisé de calibre « B » de 51 mm de diamètre extérieur a été utilisé pour l'échantillonnage des sols et la réalisation d'essais de pénétration standards, tels que définis dans la norme ASTM D-1586. Afin d'accroître le volume de récupération de certains échantillons, un carottier fendu de calibre N (diamètre intérieur de 50 mm) a été utilisé.

Le socle rocheux et les blocs ont été échantillonnés à l'aide d'un carottier à doubles parois de calibre NQ ayant un diamètre du trou de 76 mm et un diamètre des carottes de 48 mm. La mesure de l'indice de qualité du roc (RQD) a été effectuée directement au chantier par le technicien affecté au projet et elle a été validée en laboratoire par l'ingénieur géotechnicien.





*Drilling was carried out using a BBS-18 hydraulic drill, installed on a floating barge. The casing used were NW with a 89 mm outside diameter and a 76 mm inside diameter and HW casing with a 114 mm outside diameter and a 102 mm inside diameter. All borehole were initiated starting from the bed of the river. Boreholes have reached a depth between 16,2 m and 19,5 m.*

*During the drilling, remoulded samples of soil were obtained with continuous sampling and at regular interval. A standard "B" split spoon, with an outside diameter of 51 mm, was used to perform the standard penetration test (SPT) as per specification ASTM D-1586. In order to increase the soil recovery following a poor recuperation of sample, a "N" split spoon with an inside diameter of 50 mm was used.*

*Bedrock and boulders were drilled and sampling was carried out using a double-walled core barrel NQ with a borehole diameter of 76 mm and a core diameter of 48 mm. Rock Quality Designation (RQD value) of all rock samples was determined directly on site by the geotechnical technician assigned to the project and was validated, in the laboratory, by the geotechnical engineer.*

### 3.1.3 ÉCHANTILLONNAGE ENVIRONNEMENTAL / ENVIRONMENTAL SAMPLING

Les échantillons de sédiments ont été prélevés avec un échantillonneur de type cuillère fendue, de calibre « B » de 51 mm de diamètre extérieur et muni d'un panier de rétention. La procédure de lavage des outils d'échantillonnage des sols qui a été suivie consiste, dans un premier temps, à rincer l'échantillonneur avec de l'eau propre, laver l'échantillonneur dans l'eau chaude contenant du détergent, rincer l'échantillonneur avec de l'eau propre et le rincer de nouveau avec de l'eau distillée. Étant donné que les échantillons de sols étaient soumis à des analyses chimiques organiques, une seconde étape de nettoyage a été utilisée. Cette deuxième étape a consisté à rincer l'échantillonneur à l'acétone, puis à l'hexane et de nouveau avec de l'acétone pour assécher le tout.

Les échantillons prélevés en chantier ont été transférés immédiatement dans des contenants de verre fournis par le laboratoire pour conservation et transport au laboratoire. Ces contenants clairement identifiés ont par la suite été placés dans une glacière avec des sachets réfrigérants ou glaces pour être conservés à une température adéquate (< 4°C) pendant le transport au laboratoire d'analyse accrédité par le CEAEQ.

*The sediments samples were collected with a standard "B" split spoon, with an outside diameter of 51 mm and with a retention basket. The washing procedure of soil sampling tools that was followed consisted, firstly, to rinse the sampler with clean water, to wash the sampler in hot soapsuds, to rinse the sampler with clean water and to again rinse it with distilled water. Since the soil samples were subjected to organic chemical analyses, one second stage of cleaning was used. This second stage consisted in rinsing the sampler with acetone, then with hexane and again with acetone to dry the whole.*

*The samples taken in building site were transferred immediately in glass containers provided by the laboratory for conservation and transport to the laboratory. These clearly identified containers were placed thereafter in a cooler to be preserved at an adequate temperature (< 4°C) during transport at the analysis laboratory accredited by the CEAEQ*



### 3.2 TRAVAUX EN LABORATOIRE / *LABORATORY WORK*

#### 3.2.1 ANALYSES GÉOTECHNIQUES / *GEOTECHNICAL ANALYZES*

Les échantillons de sols et de roc récupérés lors des forages ont été acheminés à notre laboratoire et ont été soumis à une identification visuelle par un ingénieur géotechnicien afin de tracer les profils stratigraphiques présentés dans les rapports de forage. Afin de préciser la nature et certaines propriétés physiques et mécaniques des sols et du roc échantillonnés, les essais donnés au tableau 2 ont été réalisés sur des échantillons représentatifs.

*All soil samples recovered were sent to our testing laboratory for visual identification by a geotechnical engineer and to complete the borehole log as shown in our report. Table 2 contains the laboratory testing program performed on representative samples in order to determine the nature and some physical and mechanical properties of the soils.*

**Tableau 2 / Table 2 Essais en laboratoire / *Laboratory testing program***

<b>Quantité</b> <i>Quantity</i>	<b>Analyse</b> <i>Analysis</i>	<b>Norme</b> <i>Standard</i>
16	Analyse granulométrique par tamisage <i>Particle size analysis</i>	LC 21-040
4	Résistance en compression uniaxiale sur carotte de roc <i>Uniaxial compressive strength of core specimen</i>	ASTM D 7012

Les résultats des essais en laboratoire sont joints à l'annexe C. Tous les échantillons récupérés lors des forages et qui n'ont pas été utilisés pour les essais de laboratoire seront conservés jusqu'en septembre 2013.

*All test reports are contained in appendix C. The samples recovered and not used for testing will be stored until September, 2013.*

#### 3.2.2 ANALYSES ENVIRONNEMENTALES / *ENVIRONMENTAL ANALYZES*

Au total, quatre (4) échantillons de sédiments ont fait l'objet d'analyses en laboratoire. Les échantillons de sédiments analysés proviennent de chaque première cuillère fendue de chacun des forages à une profondeur variant entre 0 m et 0,81 m tel que montré au tableau 6 à la page 14. Les paramètres analysés sont les suivants :

*A total of four sediments samples were analyzed in laboratory. The analyzed sediment samples come from the first split spoon of each boreholes at a deep varying between 0 m and 0,81 m as shown in table 6 at page 14. The following parameters have been analyzed :*

- Hydrocarbures aromatiques polycliniques (HAP) / *Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)*
- Hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>) / *Petroleum hydrocarbons (C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>)*



- Métaux (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc) / *Metals (arsenic, cadmium, chrome, copper, mercury, nickel, lead, zinc).*

Les résultats ainsi que les méthodes d'analyses utilisées sont présentés dans les certificats d'analyses présentés à l'annexe D.

*The results as well as the used analysis methods are presented in the analysis certificate included at the appendix D.*

## 4 RÉSULTATS / INVESTIGATION RESULTS

### 4.1 DESCRIPTION DE LA STRATIGRAPHIE / STRATIGRAPHY DESCRIPTION

Les informations recueillies lors des investigations sur le terrain et en laboratoire sont présentées dans les paragraphes suivants et résumées dans les tableaux 3, 4 et 5. Une coupe stratigraphique le long du plan regroupant les quatre (4) forages est également présentée en annexe A.

*The collected data during the field and laboratory investigations are presented in the following paragraphs and summarised in tables 3, 4 and 5. A stratigraphic section grouping the four borehole is also presented in appendix D.*

#### Dépôt hétérogène / Heterogeneous Deposit

Le lit du fleuve est rencontré à des élévations variant entre -9,1 m et -12,8 m. La première unité stratigraphique rencontrée dans tous les forages est un dépôt hétérogène à prédominance sableuse et contenant des proportions variables de gravier et silt. Plusieurs blocs et cailloux de différentes natures ont été observés dont le diamètre maximal est estimé à  $\pm 450$  mm. Des débris, tels que des morceaux de bois, des débris d'apparence de charbon et des morceaux de métal, ont également été observés dans ces dépôts. À ce propos, plusieurs refus à l'échantillonnage à la cuillère fendu ont été confirmés comme étant l'atteinte de cailloux ou de blocs lors de carottages subséquents. Un refus au carottage dans le forage TF-20-12, à une profondeur de  $\pm 1,2$  m, a été interprété comme étant l'atteinte d'un morceau de métal. Ce refus a nécessité le déplacement du forage sur une distance de 1,5 m en amont.

Le dépôt hétérogène sableux a atteint une épaisseur variant entre 5,8 m et 9,6 m, pour une moyenne de 7,8 m. Généralement, le dépôt hétérogène est qualifié de compact à très dense avec des indices « N » compris entre 10 et 79.

Cependant, à l'endroit du forage F-18-11, une zone de remblai ou de sédiments probables, de compacité très lâche est présente à une profondeur de  $\pm 1,3$  m et sur une épaisseur d'environ  $\pm 3,7$  m. À cet emplacement, aucune récupération d'échantillon n'a été possible lors du forage.

*The riverbed is encountered at elevations ranging between -9,1 m and -12,8 m. The first stratigraphic unit encountered in every borehole is an heterogeneous deposit predominantly sandy and containing varying proportions of gravel and silt. Many boulders and cobbles of a maximum diameter of  $\pm 450$  mm and of various types have been observed. Debris such as pieces of wood, debris of coal likeness and metal pieces have also been observed in those deposits. About this, many split spoon sampling refusals have been confirmed to be the reached of cobbles and boulders during the subsequent corings. A coring refusal in the borehole TF-20-12 at a depth of  $\pm 1,2$  m has been interpreted as the reached of a metal piece. This refusal need moving drilling over a distance of 1,5 m upstream.*

*The sandy heterogeneous deposit reaches a thickness varying between 5,8 m and 9,6 m, for an average of 7,8 m. Generally, the heterogeneous deposit is compact to very dense with SPT "N" ranging between 10 and 79.*

*However, at the location of borehole F-18-11, there is a very loose fill or sediment deposit at the depth of 1,3 m and on a thickness of about 3,7 m. No sample recovery was possible during this drilling.*

### Dépôt de sable / *Sand Deposit*

Dans tous les forages, un dépôt de sable uniforme d'une épaisseur variant entre 2,4 m et 2,8 m pour une moyenne de 2,7 m a été intercepté à une profondeur variant entre 5,8 m et 9,6 m, correspondant à une élévation comprise entre -18,6 m et -19,8 m.

Ce dépôt est composé de sable moyen, contenant des traces de gravier et de silt, de couleur grise. Des morceaux de coquillages broyés ont été observés en faible quantité dans ce dépôt. Dans le forage F-17-11, la proportion de gravier et de silt est beaucoup plus importante. Cependant, la composition de la matrice sableuse reste essentiellement la même. Les grains de sable sont composés en majeure partie d'environ  $\pm 70\%$  à  $\pm 80\%$  de grains de quartz de formes subarrondis, de couleurs translucides à blanc. La fraction restante est composée de grains calcaires et d'autres terrigènes, de formes subangulaires à angulaires et de couleurs variées foncées à noires. Ce dépôt est classifié SP selon la norme USCS et il est qualifié de compact à très dense avec des indices « N » variant entre 13 et 62.

*In every boreholes, a uniform deposit of sand of thickness ranging between 2,4 m and 2,8 m for an average of 2,7 m has been encountered at a depth varying between 5,8 m and 9,6 m, corresponding to an elevation varying between -18,6 m and -19,8 m.*

*This deposit consists of medium gray sand containing traces of gravel and silt. Pieces of crushed shells have been observed in small quantities in this deposit. In borehole TF-17-11, the gravel and silt proportion is way higher. However, the sandy matrix composition stays essentially the same. The grains of sand are mostly composed of about  $\pm 70\%$  to  $\pm 80\%$  of translucent and white grains of quartz of sub-rounded shape. The remaining part is composed of calcareous grains and other terrigenous sediments of subangular to angular shape and colors varying from dark to black. This deposit is classified as SP according to the USCS standard and the compactness are compact to very dense with "N" between 13 and 62.*

### Blocs et cailloux / *Boulders and Cobbles*

Un horizon de blocs et de cailloux est présent directement sous le dépôt de sable dans les forages F-17-11, F-19-12 et F-20-12. Les blocs rencontrés sont de différentes natures telles que gneiss, granite, brèches ou calcaire argileux. L'horizon de blocs et de cailloux varie entre 1,2 m et 1,6 m d'épaisseur et est rencontré à une profondeur variant entre 8,2 m et 10,9 m, correspondant à une élévation variant entre -21,0 m et -22,5 m. Les blocs rencontrés dans cet horizon ont des dimensions estimées maximales d'environ 1,2 m.

*An layer of boulders and cobbles is located immediately under the sand deposit in the boreholes F-17-11, F-19-12, F20-12. The encountered boulders are of various types such as gneiss, granite, breccia or clayey limestone. The boulders and cobbles layer has a thickness varying between 1,2 m and 1,6 m and is encountered at a depth varying between 8,2 m and 10,9 m, corresponding to an elevation varying between -21,0 m and -22,5 m. The boulders contained in this layer have a estimated maximal size of 1,2 m.*

### Roc très fracturé / *Very fractured rock*

Le socle rocheux est intercepté à une profondeur variant entre 9,8 m et 12,2 m, correspondant à une élévation comprise entre -21,4 m et -23,7 m. Une bande de roc de très mauvaise qualité est présente partout en surface du socle rocheux avec un indice RQD inférieur à 30 %, et dont l'épaisseur varie entre 1,8 m et 4,3 m. Dans cette zone, plusieurs joints de failles, lustrés et striés sont visibles avec un



pendage variant entre 10° et 60°. Des matériaux de remplissage silteux ont également été observés dans des fractures dont l'ouverture était de  $\pm 40$  mm.

*The bedrock is intercepted at a depth varying from 9,8 m to 12,2 m, corresponding to an elevation ranging from -21,4 m to -23,7 m. A strip of rock of very poor quality with an RQD of less than 30% and a thickness varying between 1,8 m and 4,3 m is present everywhere at the surface of the rockbed. In this area, many shiny and striated fault with a dip varying between 10° and 60° are visible. Some silty filling materials have also been observed in fractures with an opening of  $\pm 40$  mm.*

### **Roc sain\* / Sound Rock\***

Dans le cadre de ce projet, le roc sain\* se définit comme étant l'atteinte du roc dont l'indice RQD est supérieur à 30 %. Dans ce contexte, le roc sain\* qualifié de qualité moyenne à excellente est rencontré à une élévation comprise entre -25,1 m et -26,0 m avec des indices RQD variant entre 62 % et 93 %. Quelques joints de failles lustrés et striés sont encore présents à ces profondeurs, mais avec un espacement plus éloigné.

Le roc rencontré fait partie de la Formation de la ville de Québec et se décrit comme étant un calcaire argileux homogène, de couleur gris foncé. Des discontinuités ont été notées à plusieurs endroits le long des échantillons prélevés. Ces discontinuités se situent le plus souvent le long des plans de clivage et sont associées à des veinules de calcite dont le pendage varie entre 10° et 60°. Les discontinuités sont qualifiées de serrées à rapprochées avec des espacements variant entre 20 mm et 200 mm. Selon la géologie du secteur, les pendages des structures géologiques régionales sont dirigés vers l'est et le sud-est.

La masse rocheuse à cette profondeur est qualifiée de moyenne à excellente, malgré que l'indice RQD recule à  $\pm 40$  % à certain endroit en raison de la présence occasionnelle de zones plus fracturées. À noter que lors de l'évaluation du paramètre RQD, les plans de clivage ou les discontinuités saines (non altérées) ne sont pas considérés.

Le roc est qualifié d'assez dur avec une dureté de 5 sur l'échelle des duretés relatives de Mohs.

La résistance du roc est qualifiée de forte à très forte avec une résistance en compression simple variant entre 84,3 MPa et 176,6 MPa obtenus sur des échantillons de roc intacts et représentatifs.

*In this project, the sound rock\* is defined as reaching the rock which RQD is greater than 30 %. In this context the sound rock with a quality varying from fair to excellent and with a RQD varying between 62 % and 93 % is encountered at an elevation ranging between -25,1 m and -26,0 m. A few shiny and striated faults are still present at those depths, but with a greater spacing.*

*The encountered rock is part of the formation of Québec city and it is describe as a dark gray homogeneous argillaceous limestone. Discontinuities have been noted at many places along the samples taken. Those discontinuities are most often located along the cleavage planes and they are associated to veins of calcite with a dip varying between 10° and 60°. The discontinuities are qualified of close or very close because of the spacings varying between 20 mm and 200 mm. According to the geology of the area, dips of regional geological structures are directed towards to the East and Southeast.*





*At this depth, the bedrock quality is also qualified of fair to excellent, although the RQD is dropping to  $\pm 40\%$  at some places, due to the occasional presence of more fractured areas. Note that during the RQD parameter evaluation, the cleavage planes or the unaltered discontinuities are not considered.*

*The rock is qualified of fairly hard with a hardness of 5 on the Mohs scale of hardness.*

*The rock resistance is qualified of high to very high, with a compressive strength varying between 84,3 MPa and 176,6 MPa obtained on the intact and representative rock samples.*

## 4.2 ANALYSES CHIMIQUES / *CHEMICAL ANALYSIS*

Les résultats des différentes analyses chimiques réalisées sur les échantillons de sédiments ont été compilés au tableau 6. Les résultats sont comparés aux critères applicables de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés » du MDDEP, de même qu'aux critères retenus par le Plan Saint-Laurent dans le document « Critère pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadre d'application : prévention dragage et restauration » (MDDEP et Environnement Canada, 2007).

Selon les résultats de ces analyses, il apparaît que les concentrations des  $C_{10}$ - $C_{50}$  dans tous les forages sont inférieures aux critères de bases applicables. Dans le forage F-19-12, l'échantillon analysé présentait une concentration de Mercure supérieur au critère CEF pour la qualité des sédiments et dans la plage A-B pour la qualité des sols. Dans les forages F-18-11 et F-19-12, les concentrations des HAP sont supérieures aux critères CEF pour la qualité des sédiments et dans la plage A-B pour la qualité des sols. Finalement, au droit du forage F-20-12, la concentration des HAP se trouve supérieure aux critères CEF pour la qualité des sédiments et dans la plage B-C pour la qualité du sol. Se référer au tableau 6 pour la définition des valeurs associées à chacun des critères et à la légende de celui-ci pour les explications des symboles.

*The results of the various chemical analysis carried out on sediments samples are presented in table 6. The results are compared with the applicable criterias from the "Policy on soil protection contaminated site remediation" of the MDDEP, and with the criterias retained by the St-Lawrence Plan in the document "Criterion for sediment quality assessment and the application frameworks: prevention, dredging and restoration" (MDDEP and Canada Environment, 2007).*

*According to these results, it appears that the concentrations of  $C_{10}$ - $C_{50}$  in all boreholes are below of the basic criterias. In the borehole F-19-12, the sample analyzed, showed a exceeding concentration of Mercury of CEF's criterias for sediment quality and in the A-B bracket for soil quality. In the boreholes F-18-11 and F-19-12, HAP concentrations are above the CEF criterias for sediment quality and in the A-B bracket for soil quality. Finally, at borehole F-20-12, HAP concentrations are in excess of CEF criterias for sediment quality and in the B-C bracket for soil quality. Refer to Table 6 for the definition of values associated with each criteria and at the legend for symbols meaning.*



Tableau 3 / Table 3 Résumé de la stratigraphie / Summary of stratigraphy

Forage n° <i>Borehole n°</i>	Élévation du lit du fleuve <i>Riverbed elevation (m)</i>	Dépôt hétérogène <i>Heterogeneous deposit</i>			Dépôt de sable <i>Sand deposit</i>			Cailloux et blocs <i>Cobbles and boulders</i>			Roc très fracturé <i>Fractured rock</i>			Roc sain* <i>Sound rock*</i>	
		Prof. <i>Depth (m)</i>	Élév. <i>Elev. (m)</i>	Épai. <i>Thick. (m)</i>	Prof. <i>Depth (m)</i>	Élév. <i>Elev. (m)</i>	Épai. <i>Thick. (m)</i>	Prof. <i>Depth (m)</i>	Élév. <i>Elev. (m)</i>	Épai. <i>Thick. (m)</i>	Prof. <i>Depth (m)</i>	Élév. <i>Elev. (m)</i>	Épai. <i>Thick. (m)</i>	Prof. <i>Depth (m)</i>	Élév. <i>Elev. (m)</i>
F-17-11	-12,79	0,00	-12,79	5,76	5,76	-18,55	2,44	8,20	-20,99	1,60	9,80	-22,59	2,52	12,32	-25,11
F-18-11	-9,14	0,00	-9,14	9,55	9,55	-18,69	2,69	-	-	-	12,24	-21,38	4,25	16,49	-25,63
F-19-12	-10,95	0,00	-10,95	8,08	8,08	-19,03	2,79	10,87	-21,82	1,22	12,09	-23,04	2,93	15,02	-25,97
F-20-12	-12,07	0,00	-12,07	7,68	7,68	-19,75	2,73	10,41	-22,48	1,20	11,61	-23,68	1,78	13,39	-25,46

\* Roc sain \* : Roc avec un indice RQD supérieur à 30 %.

\* Sound Rock : Rock with RQD upper than 30 %

**Tableau 4 / Table 4 Résultats des analyses en laboratoire sur les sols / Results of laboratory test on soils**

Forage n° <i>Borehole n°</i>	Profondeur <i>Depth</i> (m)	Répartition granulométrique <i>Particle size distribution</i>		
		Gravier / <i>Gravel</i> (%) (Ø > 5 mm)	Sable / <i>Sand</i> (%) (5 mm > Ø > 80 µm)	Silt et argile <i>Silt and Clay</i> (%) (Ø < 80 µm)
Dépôt hétérogène / <i>Heterogeneous deposit</i>				
F-17-11	0.00 – 0.20	8	83,5	8,5
F-17-11	1.53 – 2.14	25	62,1	12,9
F-17-11	5.08 – 5.39	9	68,6	22,4
F-18-11	0.00 – 0.61	8	84,5	7,5
F-18-11	5.80 – 6.41	2	95,0	3,0
F-18-11	6.56 – 7.17	27	58,7	14,3
F-18-11	8.85 – 9.46	23	48,2	28,8
F-19-12	0.00 – 0.61	14	81,7	4,3
F-19-12	3.76 – 4.37	6	87,4	6,6
F-19-12	4,58 - 5,19	27	54,2	18,8
F-20-12	0,61 - 1,22	14	81,8	4,2
F-20-12	4,04 - 4,65	38	47,5	14,5
Dépôt sableux / <i>Sandy deposit</i>				
F-17-11	6.15 – 7.37	26	55,1	18,9
F-18-11	11.13 – 11.74	5	84,8	10,2
F-19-12	9,61 - 10,22	1	89,8	9,2
F-20-12	9,30 - 9,84	0	94,0	6,0

**Tableau 5 / Table 5 Résultats des analyses en laboratoire sur le roc / Results of laboratory test on rock**

Forage n° <i>Borehole n°</i>	Échantillon <i>Sample</i>	Élévation <i>Elevation</i> (m)	Résistance en compression uniaxiale <i>Uniaxial compressive Strength</i> (MPa)
F-17-11	CR-19	-28,7	112,6
F-18-11	CR-24	-26,4	176,6
F-19-12	CR-20	-26,7	165,3
F-20-12	CR-21	-26,2	84,3



Tableau 6 / Table 6 Résultats des analyses chimiques des sédiments / *Résultats of chemical analyzses of sediments*

Paramètres / <i>Parameters</i>	Critères évaluation qualité sédiments <sup>1</sup> / <i>Criterion for sediment quality assessment</i>			Critères évaluation qualité sol du MDDEP <sup>2,3</sup> / <i>Criteria for soil quality assessment</i>			Unité/ <i>Unit</i>	Concentration / <i>Concentration</i>			
	CEO	CEP	CEF	Critère A / <i>Criterion A</i>	Critère B (Annexe I du RPRT) / <i>Criterion B (Annexe I of RPRT)</i>	Critère C (Annexe II du RPRT) / <i>Criterion C (Annexe II of RPRT)</i>		F-17-11/CF-1 0m à 0,20m	F-18-11/CF-1 0m à 0,61m	F-19-12/CF-1 0m à 0,20m	F-20-12/CF-1 0 à 0,81m
								1733122	1733125	1733126	1733128
								2011-12-08	2012-09-11	2012-09-12	2012-09-13
Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> à C <sub>50</sub>	-	-	-	300	700	3500	mg/Kg	<100	109	<100	106
Métaux / Metals											
Arsenic / Arsenic	7,60	17,0	23,0	6,0	30,0	50,0	mg/Kg	<1,5	1,6	1,9	<1,5
Cadmium / Cadmium	1,70	3,50	12,0	1,5	5,0	20,0	mg/Kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chrome / Chromium	57,00	90,00	120,0	85,0	250,0	800,0	mg/Kg	<10	13	14	13
Cuivre / Copper	63,0	500,0	700,0	40,0	100,0	500,0	mg/Kg	<10	<10	15	10
Mercure / Mercury	0,25	0,49	0,87	0,20	2,00	10,00	mg/Kg	<0,20	<0,20	1,36	<0,20
Nickel / Nickel	47,0	-	-	50,00	100,00	500,00	mg/Kg	<10	10	12	<10
Plomb / Lead	52,0	91,0	150,0	50,0	500,0	1000,0	mg/Kg	<10	14	11	<10
Zinc / Zinc	170,0	310,0	770,0	110,0	500,0	1500,0	mg/Kg	30	70	61	44
HAP											
Acénaphthène	0,02	0,089	0,94	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	0,4
Anthracène	0,11	0,24	1,10	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	0,16	0,14	0,52
Benzo [b,j] fluoranthène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	0,28	0,25	0,73
Benzo [k] fluoranthène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	0,12	0,27
Benzo (a) anthracène	0,12	0,39	0,76	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	0,46	0,46	1,55
Benzo (a) pyrène	0,15	0,78	3,20	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	0,24	0,15	0,49
Benzo (c) phénanthrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	0,2
Benzo (g,h,i) pérylène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	0,10	<0,10	0,2
Chrysène	0,24	0,86	1,60	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	0,36	0,13	0,77
Fluoranthène	0,45	2,40	4,90	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	0,10	0,23	0,73	4,12
Fluorène	0,061	0,14	1,20	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	0,35
Naphtalène	0,12	0,39	1,20	0,10	5,00	50,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pyrène	0,23	0,88	1,50	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	0,21	0,58	3,24
Acénaphthylène	0,30	0,13	0,34	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibenzo (a,h) anthracène	0,043	0,14	0,20	0,10	10,00	100,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10



Paramètres / <i>Parameters</i>	Critères évaluation qualité sédiments <sup>1</sup> / <i>Criterion for sediment quality assessment</i>			Critères évaluation qualité sol du MDDEP <sup>2,3</sup> / <i>Criteria for soil quality assessment</i>			Unité/ <i>Unit</i>	Concentration / <i>Concentration</i>			
	CEO	CEP	CEF	Critère A / <i>Criterion A</i>	Critère B (Annexe I du RPRT) / <i>Criterion B (Annexe I of RPRT)</i>	Critère C (Annexe II du RPRT) / <i>Criterion C (Annexe II of RPRT)</i>		F-17-11/CF-1 0m à 0,20m	F-18-11/CF-1 0m à 0,61m	F-19-12/CF-1 0m à 0,20m	F-20-12/CF-1 0 à 0,81m
								1733122	1733125	1733126	1733128
								2011-12-08	2012-09-11	2012-09-12	2012-09-13
Dibenzo (a,h) pyrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibenzo (a,i) pyrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibenzo (a,l) pyrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Diméthyl-1,3 naphtalène	-	-	-	-	=	=	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	0,18
Méthyl-1 naphtalène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Méthyl-2 naphtalène	0,063	0,20	0,38	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Méthyl-3 cholanthrène	-	-	-	0,10	1,00	10,00	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phénanthrène	0,13	0,52	1,10	0,10	5,00	50,00	mg/Kg	0,12	0,16	0,32	2,39
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	-	-	-	-	=	=	mg/Kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<div><div><div><div>Légende / <i>Legend</i>:</div><div><div>CEO</div><div>CEP</div><div>CEF</div><div>300</div><div>700</div><div>3500</div></div><div><div>RPRT</div><div>PPSRTC</div></div><div><div>: Concentration en excès du critère de Concentration d'effets occasionnels / <i>Concentration exceeding the occasional effect criterion (CEO)</i></div><div>: Concentration en excès du critère de Concentration produisant un effet probable / <i>Concentration exceeding the probable effect criterion (CEP)</i></div><div>: Concentration en excès du critère de Concentration d'effets fréquents / <i>Concentration exceeding the frequent effects criterion (CEF)</i></div><div>: Plage A-B du PPSRTC (&lt; Annexe I du RPRT) / AB Bracket of PPSRTC (<i>&lt; Annexe I of RPRT</i>)</div><div>: Plage B-C du PPSRTC (&gt; Annexe I du RPRT) / <i>BC Bracket of PPSRTC (between annexes I and II of RPRT)</i></div><div>: &gt; C du PPSRTC (&gt; Annexe II du RPRT) / <i>&gt; C from PPSRTC (&gt; Annexe II of RPRT)</i></div></div><div><div>1 : Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application: prévention, dragage et restauration, MDDEP et Environnement Canada / <i>Criteria for sediment quality assessment and the application frameworks : prevention, dredging and restoration</i></div><div>2 : Critères génériques de la PPSRTC du MDDEP, novembre 2001 / <i>Generic criterions from PPSRTC</i></div><div>3 : Critères génériques du RPRT du MDDEP, février 2003 / <i>Generic criterions from RPRT</i></div></div></div><div><div>Notes:</div><div>- : Aucun critère applicable / <i>No relevant criterion</i></div><div>n.a. : Non analysé / <i>Not analyzed</i></div></div></div></div>											



## 5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS / CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

### 5.1 RÉSUMÉ / ABSTRACT

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet de reconstruction de la section 97 du Quai de la Reine, situé le long du fleuve, derrière la Citadelle de Québec, à Québec. Il est prévu de démolir la partie supérieure du quai existant et de la reconstruire avec de nouveaux murs de palplanches, de pieux-palplanches ou de caissons-palplanches. Il est prévu que les profilés d'acier soient battus dans le fond marin et/ou ancrés au roc.

En résumé, les résultats de la campagne de forage révèlent une séquence stratigraphique semblable dans les quatre (4) forages réalisés. Les dépôts rencontrés à partir du fond du fleuve sont très hétérogènes jusqu'à une profondeur moyenne d'environ 7,8 m. Ils sont à prédominance sableuse et contiennent des proportions variables de silt, de gravier, de cailloux et de blocs. Au droit du forage F-18-11, une zone très lâche est observée à une profondeur de 1,3 m et sur une épaisseur d'environ 3,7 m. Ensuite sous le dépôt hétérogène, un dépôt de sable moyen, uniforme et contenant des morceaux de coquillage millimétrique, est traversé sur une épaisseur d'environ 2,7 m. Il est suivi d'un horizon d'une épaisseur d'environ 1,3 m de cailloux et de blocs décimétriques de différentes natures et qui repose sur le socle rocheux. Ce dernier a été intercepté à une profondeur moyenne de 11,4 m et est fortement fracturé en surface. La bande de roc fracturée comprend une épaisseur d'environ 2,9 m. Le roc relativement sain (dont la valeur RQD est supérieure à 30 %) est finalement atteint à une profondeur moyenne de 14,3 m. Il se décrit comme étant un calcaire argileux gris foncé contenant des discontinuités serrées à moyennement espacées dont le pendage varie entre 10° et 60° dirigés vers l'est et le sud-est selon les structures géologiques régionales.

*This study is part of the reconstruction project of section 97 of the Quai de la Reine, located along the St-Laurent river, behind the Citadelle de Québec, in Québec City. It is planned to demolish the higher part of the existing structure and to rebuild it with new sheet pile walls, pile-sheeting or box-sheeting piles. Depending on field conditions, steel sections could be driven in sea-bed and/or anchored to the rock.*

*In summary, the results of the drilling campaign reveals a similar stratigraphic sequence in the four boreholes. The encountered deposits at the bottom of the river are very heterogeneous until a depth of 7,8 m. Those deposits are predominantly sandy and contain varying proportions of silt, gravel, cobbles and boulders. At the location of the borehole F-18-11, a very loose area is observed at a depth of 1,3 m and on a thickness of about 3,7 m. Beneath this heterogeneous deposit, a deposit of uniform medium sand containing pieces of crushed shell is encountered on an average thickness of 2,7 m. It is followed by a 1,3 m thick layer, containing different types of cobbles and boulders. This last deposit sits on a bedrock that has been intercepted at an average depth of 11,4 m and which is highly fractured on surface. The fractured rock strip has a thickness of about 2,9 m. The sound rock\* (with RQD upper than 30 %) is finally reached at an average depth of 14,3 m. It is describe as a dark gray argillaceous limestone containing close to very close discontinuities with a dip varying between 10° and 60° directed towards to the East and Southeast in accordance with regional geological structures.*





## 5.2 PROPRIÉTÉS DES SOLS ET COMMENTAIRES / *SOIL PROPERTIES AND COMMENTS*

### 5.2.1 PROPRIÉTÉS ET PARAMÈTRES DES SOLS POUR LE DESIGN / *SOILS PROPERTIES AND PARAMETERS FOR DESIGN*

Les résultats de la campagne de forage et des essais en laboratoire de même que la consultation de différents documents de référence en géotechnique ont permis d'établir certaines propriétés physiques et mécaniques des sols. Ceux-ci sont montrés dans le tableau 7 de la page suivante, en fonction des différents dépôts rencontrés sur le site à l'étude. Les propriétés de certains remblais granulaires qui seront susceptibles d'être employés pour le remplissage sont également fournies. Ces propriétés et ces paramètres des sols pourront être utilisés par les concepteurs pour le design des palplanches, des pieux-palplanches ou des caissons palplanches. La zone de dépôt très lâche rencontrée au droit du forage F-18-11 et qui s'étend jusqu'à l'élévation de -14,0 m est considérée comme fortement compressible et de faible résistance latérale. Ce dépôt, qui semble en remblai par rapport au lit du fleuve dans les autres forages, devra être excavé si des charges en compression sont projetées. Dans le cas de palplanches, aucune résistance latérale ou en friction ne devra être considérée dans cette zone.

*The results of the drilling campaign and the laboratory tests as well as the consultation of various geotechnical reference publications allowed us to establish some physical and mechanical properties of the soils. These are shown in the following table 7 and are separated between the different deposits encountered on the studied site. The properties of some granular fill that will likely be used for the filling are also provided. These soils properties and parameters should be used for the design of the sheet-piles, the pile-sheeting or the boxes sheeting piles. The very loose zone encountered at borehole F-18-11 until the elevation of -14,0 m is considered highly compressible and with a low lateral resistance. This deposit, which seems to be a fill from the river bed will have to be excavated if compressive loads are projected. In the case of piles, no lateral resistance or friction shall be considered in this zone.*



**Tableau 7 / Table 7 Propriétés et paramètres des sols / Soils properties and parameters**

Propriétés <i>Properties</i>	Unité <i>Units</i>	Dépôt meuble en place <i>Unconsolidated deposit on site</i>		Matériel de remplissage <i>Fill material</i>		Référence <i>Reference</i>
		Dépôt hétérogène * <i>Heterogeneous deposit *</i>	Dépôt de sable <i>Sand deposit</i>	GW/GP	GM/GC /SW/SP /SM	
Angle de friction interne effectif – $\phi'$ <i>Effective angle of internal friction – <math>\phi'</math></i>	(°)	29° – 35°	33°	40°	35°	BOWLES (1988) KULHAWY (1990) DYSLI (2007)
Cohésion effective des sols – $c'$ <i>Effective soil cohesion – <math>c'</math></i>	(kPa)	0	0	0	0	
Poids volumique – $\gamma$ <i>Unit weight – <math>\gamma</math></i>	(kN/m <sup>3</sup> )	17,0 – 20,0	18,5	22,0	21,0	BOWLES HANSBO (1975)
Poids volumique effectif – $\gamma'$ <i>Effective unit weight – <math>\gamma'</math></i>	(kN/m <sup>3</sup> )	7,2 – 10,8	8,7	12,2	11,2	Avec / <i>With</i> $\gamma_w = 9,8$ kN/m <sup>3</sup>
Coefficient de pression actif – $K_a$ <i>Active earth pressure coefficient – <math>K_a</math></i>	-	0,27 – 0,33	0,29	0,22	0,27	Rankine $K_a = \tan^2(45 - \phi'/2)$
Coefficient de pression passif – $K_p$ <i>Passive earth pressure coefficient – <math>K_p</math></i>	-	3,03 – 3,70	3,45	4,55	3,70	Rankine $K_p = 1/K_a$
Angle de friction interne effectif entre le sol et l'acier des palplanches – $\delta$ <i>Interface friction between soil and steel sheet piles – <math>\delta</math></i>	(°)	14°	14°	20°	17°	CGS 2006 NAVFAC

\* Voir les paramètres  $\phi'$  et  $\gamma$  détailler dans les rapports de forages en annexe B  
 See details of parameters  $\phi'$  et  $\gamma$  in borehole log in appendix B.



### 5.2.2 LIQUÉFACTION DES SOLS / *SOILS LIQUEFACTION*

Les dépôts rencontrés sur le site sont granulaires et généralement de compacité moyenne à élevée et contiennent une proportion parfois significative de gravier, cailloux et blocs. Compte tenu de ces conditions, le risque de liquéfaction de ces dépôts est jugé négligeable.

*The deposits encountered on site are granular and contain a significant proportion of gravel, cobbles and boulders. They and generally have a compactness ranging from medium to high. Given these conditions, the risk of liquefaction of these deposits is negligible.*

### 5.2.3 BATTAGE DES PROFILÉS D'ACIER / *DRIVING STEEL SECTIONS*

Habituellement, le battage des palplanches est facile à réaliser à l'aide d'un marteau (hydraulique, diesel, pression-vapeur, etc.) dans les sols de compacité lâche à moyenne. D'après les résultats des forages, le battage pourrait être difficile dans la couche de dépôt hétérogène où des cailloux et/ou des blocs pourraient être rencontrés de manière aléatoire. Des méthodes d'assistance, telle que l'utilisation d'un jet de pression d'eau ou de forage durant le battage pourrait être utile.

Les pieux en acier sont couramment utilisés dans les applications marines et leur battage s'effectue habituellement à l'aide de marteaux à très grande force d'impact. Les contraintes induites dans les pieux lors du battage doivent être vérifiées afin d'assurer qu'elles restent en deçà des limites des contraintes admissibles des pieux.

En première estimation, les pieux peuvent habituellement être battus dans les sols dont l'indice SPT « N » s'élève jusqu'à des valeurs comprises entre 60 à 70. Au-delà de ces valeurs, une opération de préforage devrait être prévue, spécialement si la présence de cailloux ou de blocs est suspectée.

*Usually, sheet-pile are easy to drive with an impact hammer (diesel, drop, hydraulic, air-steam, etc) in loose to medium compacted deposits. In our case, difficult driving may be expected in the heterogeneous deposit where cobble and boulder could be encountered, and it may be of benefit to use assistance like jetting or drilling during the driving process.*

*Steel piles are mostly used for marine works and are driven down normally with heavy impact hammers. Yield stresses induced into the piles during hammering must be monitored so to be lower than the allowable yield stress of the pile.*

*As a rule of thumb, piles can be driven in soils with SPT's values up to 60 to 70. If above 70, pre-drilling could be required especially where gravelly material, cobble and boulder are encountered.*

### 5.2.4 REMBLAIS STRUCTURAUX / *STRUCTURAL BACKFILLING*

Selon le type d'utilisation du futur quai, le matériel de remplissage derrière les murs en palplanches devra respecter quelques critères minimaux en vue de fournir une stabilité et une capacité portante adéquate. Les remblais structuraux à mettre en place devront être composés d'un matériau de classe « A » ou « B » comprenant un minimum de 35 % de gravier (particules supérieures à 5 mm) et être d'un calibre maximum de 200 mm. Ces remblais seront érigés par couche de 300 mm et densifiés à plus de 95 % du Proctor modifié. La mise en place d'un remblai de roc fragmenté peut également être considérée. Le roc utilisé doit être d'un calibre compris entre 0 et 200 mm et sa mise en place se fait par couche de 300 mm densifié par le passage répété d'une machinerie lourde, tels un buteur ou une pelle mécanique; si le calibre est inférieur à 100 mm, l'utilisation d'un compacteur à rouleau peut être envisagée.



La montée des remblais doit faire l'objet d'un contrôle qualitatif afin d'en garantir la performance et la stabilité à long terme.

*According to usage type of the future dock, the fill material behind the sheet pile walls must respect some minimal criterias in order to provide stability and an adequate bearing capacity. The fill materials are to of grade "A" or "B" and contain a minimum of 35% of gravel (particle greater than 5 mm) and should have a maximal caliber of 200 mm. The fill material must be placed in 300 mm thick layers compacted over 95% of modified Proctor value. A filling of blasted rock may also be considered. The rock used must be of a size between 0 and 200 mm, and its placing must be done by 300 mm layer , each compacted by the repeated passage of heavy machinery such as a bulldozer or a excavator; if the maximum particle size is less than 100 mm, the use of a roller compactor may be considered.*

*The backfilling must be monitored by a qualified laboratory in order to ensure performance and long term stability.*

### **5.3 PROPRIÉTÉS DU ROC ET COMMENTAIRES / *ROCK PROPERTIES AND COMMENTS***

#### **5.3.1 PROPRIÉTÉS ET PARAMÈTRES DU ROC POUR LE DESIGN / *ROCK PROPERTIES AND PARAMETERS FOR DESIGN***

À l'endroit des forages réalisés et dans l'axe regroupant les quatre (4) forages, le profil du roc est relativement subhorizontal (voir la coupe stratigraphique en annexe I). Une bande de roc très fracturée est rencontrée à la surface du socle rocheux aux élévations comprises entre -21,4 m et -23,7 m sur une épaisseur moyenne de 2,9 m. Ensuite, le roc relativement sain (RQD > 30 %) est rencontré aux élévations comprises entre -25,1 m et -26,0 m. Le tableau à la page suivante donne les propriétés et les paramètres du roc qui seront utiles aux concepteurs.

*At the location of the four boreholes carried out and in the axis gathering them, the profile of the rock is relatively sub-horizontal (see the cross section AA' in appendix I). A layer of very fractured rock is encountered at the bedrock surface at elevations between -21,4 m -23,7 m and an with an average thickness of 2,9 m. Then the sound rock\* (RQD > 30 %) is encountered at elevations ranging from -25,1 m and -26,0 m. The following table shows the properties and parameters of fractured and sound rock that will be useful to designers.*



**Tableau 8 / Table 8 Propriétés et paramètres du roc / *Rock properties and parameters***

Propriétés <i>Properties</i>	Unité <i>Units</i>	Roc sain* <i>Sound rock*</i>	Référence <i>Reference</i>
Angle de friction interne - $\phi$ <i>Angle of internal friction - <math>\phi</math></i>	(°)	34	WYLLIE 1999 HOEK 1981
Densité spécifique <i>Specific gravity</i>	(kN/m <sup>3</sup> )	2,4	BOWLES 1988
Adhérence roc-coulis - $\tau$ <i>rock-grout bond - <math>\tau</math></i>	(kPa)	1,0	CGS 2006 LITTLEJOHN 1975
Dureté (Mohs) <i>Hardness (Mohs)</i>	-	5	Échelle des duretés de Mohs <i>Mohs hardness scale</i>
Espacement moyens des discontinuités <i>Average discontinuity spacing</i>	(mm)	200 - 600	Voir rapports de forage <i>See borehole scale</i>
Résistance en traction <i>Tensile strength</i>	(MPa)	0,5	WYLLIE 1999
Résistance en compression <i>Compressive strength</i>	(MPa)	100	WYLLIE 1999 Résultats en laboratoire <i>Laboratory test</i>

\* Roc sain \* : Roc avec un indice RQD supérieur à 30 %.

\* Sound Rock : Rock with RQD upper than 30 %

### 5.3.2 ANCRAGE AU ROC / *ROCK ANCHORING*

Sur la base des informations recueillies lors de cette étude, des valeurs de résistance ultime roc-coulis de 1,0 MPa pourront être utilisées pour le calcul de la longueur d'ancrage dans le roc identifié comme étant sain dans les rapports de forage. Un coulis d'une résistance en compression minimale de 25 MPa à 28 jours est requis.

Le pourcentage de récupération élevé dans la zone de roc sain, combiné à l'absence de vide ou de perte de pression d'eau en cours de forage nous permet de statuer qu'aucune problématique de perte de coulis n'est à anticiper dans cette zone de roc identifiée comme étant sain. Toutefois, puisque des valeurs de récupération de roc aussi faible que 42 % ont été notées localement (F-18-11) dans les zones de roc qualifiées de fracturées, une perméabilité excessive du roc pouvant conduire à des difficultés de mise en place des coulis d'ancrage et leur perte est à anticiper.

Nous recommandons que des essais d'arrachement soient effectués *in situ* pour s'assurer de la performance des ancrages qui seront installés.

*Based on the information gathered during this study, ultimate grout-rock strength values of 1,0 MPa can be used for calculating the anchorage length in the rock that was identified like sound rock in the borehole log. A grout of a minimum compressive strength of 25 MPa at 28 days is required.*



*The high percentage recovery in the sound rock zone, combined with the absence of void or of water pressure drop during drilling allows us to state that grout loss is not anticipated in the rock zone that was identified like sound rock. In the fractured rock zone, we noted local zone (TF-18-11) with a recovery as low as 42%. In these zones, an excessive permeability is anticipated and will probably cause difficulties with the set up and the loss of material of the grout anchor.*

*We recommend that in-situ pullout tests be carried out to ensure the performance of the installed anchors.*





## 6 PERSONNEL / STAFF

Les travaux en chantier ont été réalisés par messieurs Simon Marois, technicien, Marc Potvin, auxiliaire technique et Marc-André Carrier, ingénieur jr. Monsieur Gabriel Leclerc Messier, ingénieur jr, a rédigé le présent rapport portant le n°F115948-001, lequel a été vérifié et approuvé par madame Sonya Graveline, ingénieure.

*The works was carried out by M Simon Marois, technician, Marc Potvin, and Marc-Andre Carrier, Jr Eng. Mr Gabriel Leclerc Messier, Jr Engineer, wrote this report carrying the n°F115948-001, which was checked and approved by Mrs Sonya Graveline, Engineer.*

## 7 LIMITATIONS / LIMITATIONS

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

*The results obtained in this geotechnical investigation are applicable only on the basis of the assumptions and of the data used during the study and on the limits and the techniques of exploration. If different geotechnical conditions from those described in this report are found during construction, they should be the subject of a verification by a geotechnical engineer which will be able to determine their impacts on the future structure and if necessary, to issue new recommendations.*



## 8 RÉFÉRENCE / REFERENCES

- BOWLES, J. E., 1988, *Foundation analysis and design*, fourth edition, 1004 p.
- KULHAWAY, F.H. and MAYNE, P.W., 1990, *Manual on Estimating Soil Properties for Design*, Electric Power and Research Institute, EL-6800, Research Project
- DYSLI, M. and VULLIET, L., 2007, *Étude expérimentale du dégel d'un limon argileux*, Thèse EPFL, École Polytechnique fédérale de Lausanne.
- HANSBO, S., 1994, *Foundation engineering*, 538 p.
- CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY, 2006, *Canadian foundation engineering manual*, 4th edition, 488 p.
- NAVFAC DM-7, 1986, *Soils mechanics, foundations and earth structure*
- DUNCAN C. WYLLIE, 1999, *Foundations on rock*, second edition, 432 p.
- HOEK, E., 1981, *Rock slope engineering*, third edition, 368 p.
- LITTLEJOHN, G.S., BRUCE, D.A., 1975, *Rock Anchors – Design and quality control*, 16<sup>th</sup> Symposium on Rock Mechanics, University of Minnesota, pp. 53-64.
- SAINT-JULIEN, P., 1995, *Géologie de la région de Québec*, SNRC 21 L/14-200-0102, MB 94-40, Carte 4 de 11, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles – Secteur des mines.



## Annexe A / *Appendix A*

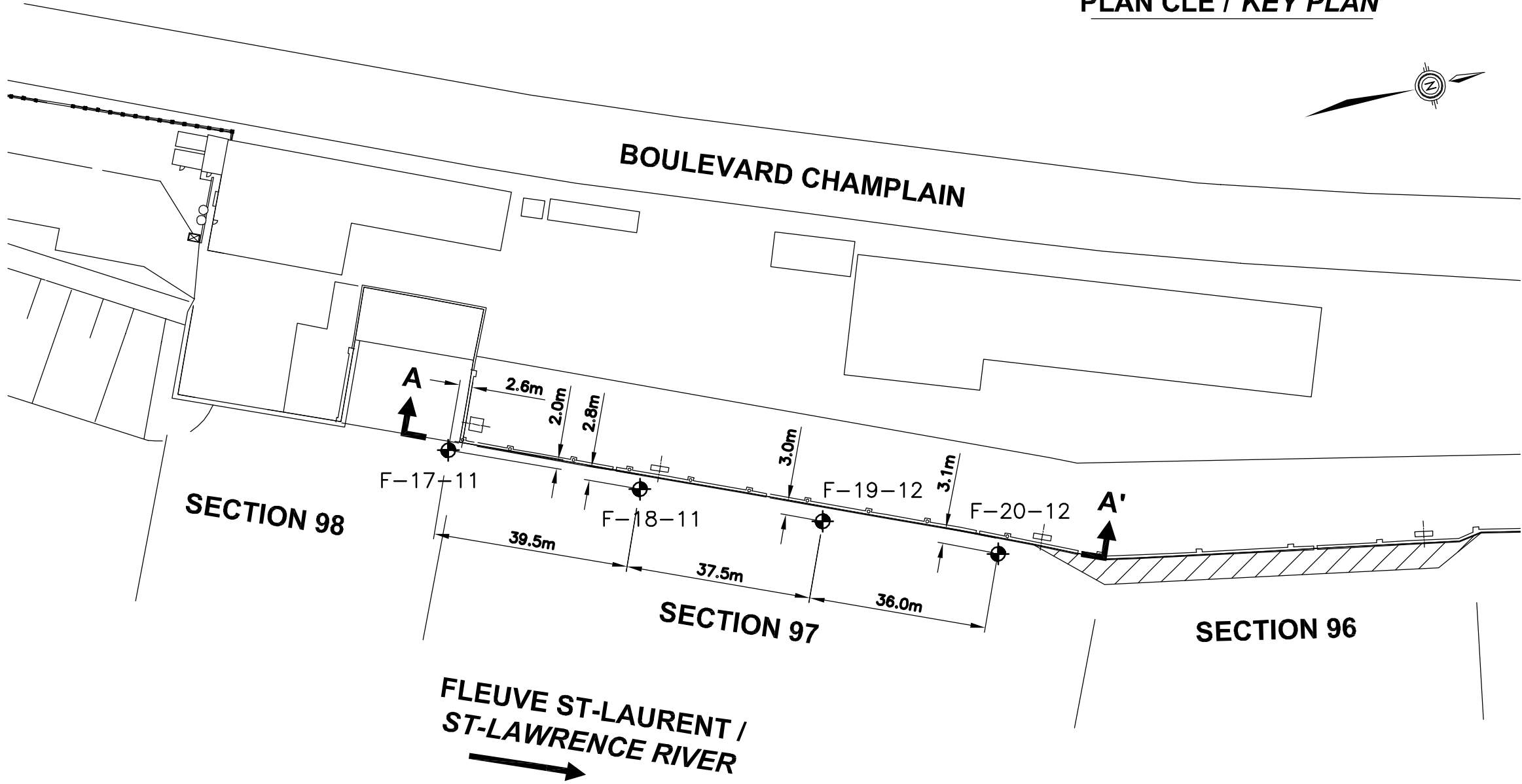
K001 – LOCALISATION DES FORAGES / *BOREHOLE LOCATION*

K002 – COUPE STRATIGRAPHIQUE AA' / *CROSS-SECTIONS A-A'*

Forage no / Borehole no	MTM Zone 7		Élévation du lit du fleuve / Bedriver Elevation (m)	Profondeur du forage / Borehole depth (m)
	Coordonnées X / Easting (m)	Coordonnées Y / Northing (m)		
F-17-11	251103,63	5185466,93	-12,79	18,92
F-18-11	251121,77	5185502,29	-9,14	19,53
F-19-12	251135,84	5185534,43	-10,95	18,04
F-20-12	251148,67	5185565,94	-12,07	16,23



PLAN CLÉ / KEY PLAN



LÉGENDE / LEGEND:

F-XX-XX  
FORAGE / BOREHOLE

NOTE:  
1-REPÈRE DE NIVELLEMENT GÉODÉSIQUE UTILISÉ  
/ GEODETIC BENCHMARK USED  
-MATRICULE / NUMBER : 8824005  
-N : 5185448.267m ; E : 251088.624m  
-ALTITUDE : 4.90m  
2-TOUTES LES ÉLÉVATIONS ONT ÉTÉ CONVERTIES PAR RAPPORT  
AU NIVEAU MARÉGRAPHIQUE, DONT LA RÉFÉRENCE EST DE 1.8m  
SOUS LE NIVEAU GÉODÉSIQUE / ALL ELEVATIONS GIVEN  
ARE RELATED TO CHART DATUM WHICH IS 1.8m BELOW  
GEODETIC DATUM.

C	FINAL / FINAL	S.G.	19/12/12
B	POUR COMMENTAIRES / FOR COMMENTS	S.G.	05/10/12
A	PRÉLIMINAIRE / PRELIMINARY	S.G.	28/09/12
NO	MODIFICATIONS	INT.	DATE

SCEAUX / SEALS:



SM LABO S.M. INC.  
1200, St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8  
(418) 871-9330 Fax: (418) 871-9343 www.groupeesm.com

CLIENT:  
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada  
Public Works and Government Services Canada

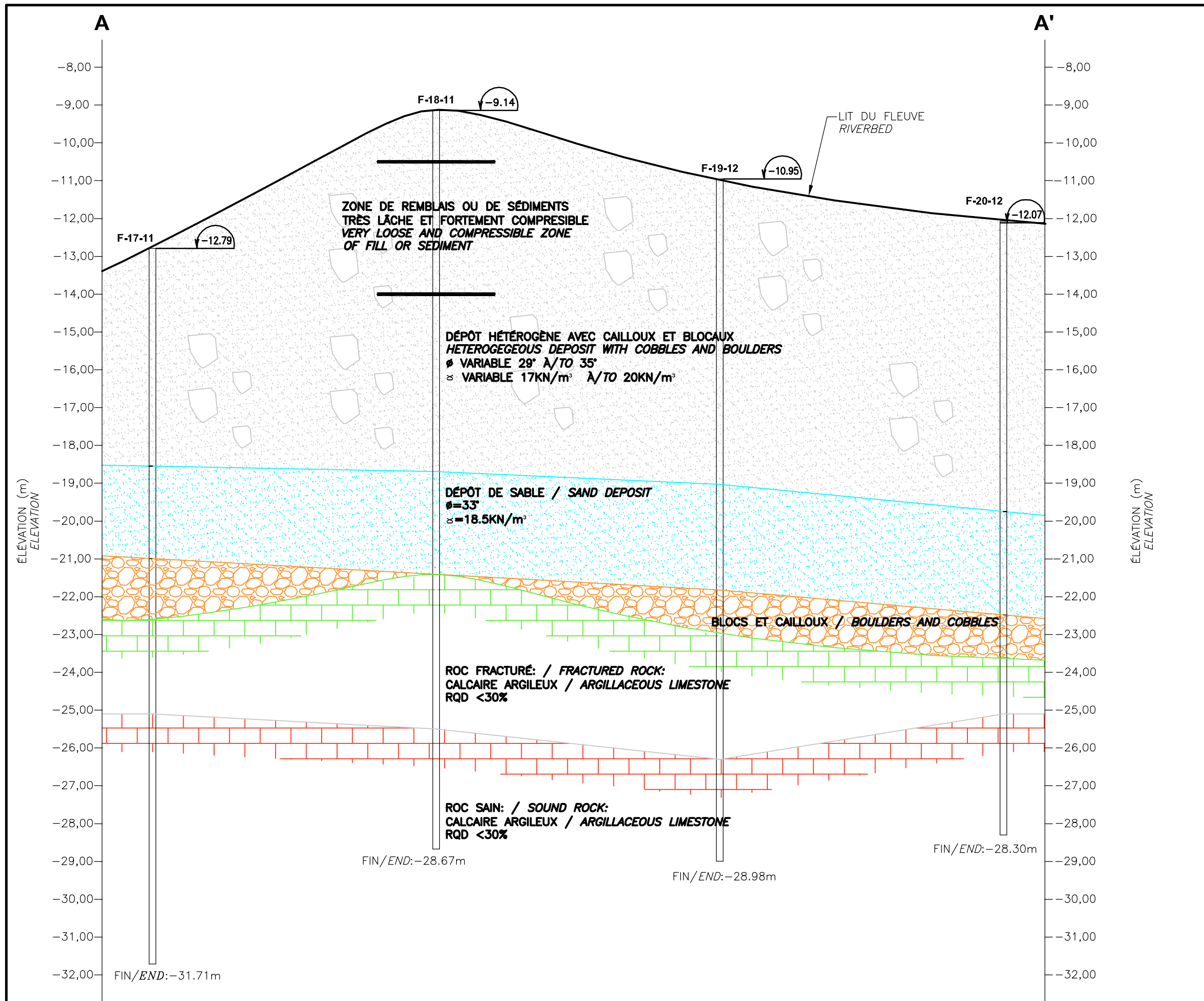
PROJET / PROJECT:  
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE / GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS  
QUAI DE LA REINE  
SECTION No 97

TITRE / TITLE:  
LOCALISATION DES FORAGES  
BOREHOLE LOCATION


DESSINÉ PAR / DRAWN BY: J.-F. GOSSELIN dess. init.  
PROJETÉ PAR / PROJECTED BY: G. LECLERC-MESSIER ing. jr init.  
VÉRIFIÉ PAR / VERIFIED BY: G. LECLERC-MESSIER ing. jr init.  
APPROUVÉ PAR / APPROVED BY: S. GRAVELINE ing. init.


ÉCHELLE / SCALE: 1:500 HOR. 1:100 VERT.  
DATE: 26/09/2012  
FICHIER DAO / DAO FILE: 5948001K001.dwg


DESSIN NO / DRAWING NO: F,1,1,5,9,4,8,0,0,1 K,0,0,1 -C  
REV.





**LÉGENDE / LEGEND:**

 DÉPÔT HÉTÉROGÈNE AVEC CAILLOUX ET BLOCAUX  
HETEROGEEOUS DEPOSIT WITH COBBLES AND BOULDERS


 DÉPÔT DE SABLE / SAND DEPOSIT

 BLOCS ET CAILLOUX / BOULDERS AND COBBLES

 ROC FRACTURÉ: CALCAIRE ARGILEUX RQD>30%  
FRATURED ROCK: ARGILLACEOUS LIMESTONE RQD>30%

 ROC SAIN: CALCAIRE ARGILEUX RQD>30%  
SOUND ROCK: ARGILLACEOUS LIMESTONE RQD>30%

F-XX-XX

 FORAGE / BOREHOLE


NOTE:

1-REPÈRE DE NIVELLEMENT GÉODÉSIQUE UTILISÉ: / GEODETIC BENCHMARK USED:  
-MATRICULE / NUMBER : 8824005  
-N : 5185448.267m ; E : 251088.624m  
-ALTITUDE : 4.90m


2-TOUTES LES ÉLEVATIONS ONT ÉTÉ CONVERTIES PAR RAPPORT AU NIVEAU MARÉGRAPHIQUE, DONT LA RÉFÉRENCE EST DE 1.8m SOUS LE NIVEAU GÉODÉSIQUE / ALL ELEVATIONS GIVEN ARE RELATED TO CHART DATUM WHICH IS 1.8m BELOW GEODETIC DATUM.

C	FINAL / FINAL	S.G.	19/12/12
B	POUR COMMENTAIRES / FOR COMMENTS	S.G.	05/10/12
A	PRÉLIMINAIRE / PRELIMINARY	S.G.	28/09/12
NO	MODIFICATIONS	INIT.	DATE

SCEAUX / SEALS:

 **SM** LABO S.M. INC.  
1200, St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8  
(418) 871-9330 Fax: (418) 871-9343 www.groupe-sm.com

CLIENT:

 Travaux publics et Services gouvernementaux Canada  
Public Works and Government Services Canada

PROJET / PROJECT:

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE / GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS**  
**QUAI DE LA REINE**  
**SECTION No 97**

TITRE / TITLE:

**COUPE STRATIGRAPHIQUE AA'**  
**CROSS SECTIONS AA'**

DESSINÉ PAR / DRAWN BY: J.-F. GOSSELIN dess. init.

PROJETÉ PAR / PROJECTED BY: G. LECLERC-MESSIER ing. jr init.

VERIFIÉ PAR / VERIFIED BY: G. LECLERC-MESSIER ing. jr init.

APPROUVÉ PAR / APPROVED BY: S. GRAVELINE ing. init.

ÉCHELLE / SCALE: 1:500 HOR. 1:100 VERT.

DATE: 26/09/2012

FICHIER DAO / DAO FILE: 5948001K002.dwg

DESSIN NO / DRAWING NO: **F, 1, 1, 5, 9, 4, 8, 0, 0, 1, K, 0, 0, 2**

RÉV. **- C**



## Annexe B / *Appendix B*





RAPPORTS DE FORAGE / *BOREHOLE LOG*

IMAGES DES CAROTTES DE ROC / *PICTURES OF ROCK CORE*





Projet: <b>Étude géotechnique - Quai de la Reine</b>	Localisation: <b>Voir figure de localisation en annexe I</b>	N° sondage: <b>F-17-11</b>
Client: <b>Travaux publics et services gouv. Canada</b>	X: <b>251103.630</b>	Page: <b>1 de 2</b>
Site: <b>Section no 97, Québec</b>	Y: <b>5185466.929</b>	Date début: <b>2011-12-08</b>
N./réf.: <b>F115948001</b>	Type de sondage: <b>FORAGE</b>	Inspecteur: <b>Simon Marois, tech.</b>
Figure: <b>F115948001K001</b>	Équipement: <b>BBS-18</b>	Profondeur: <b>18.92m</b>
	Tubage: <b>NW</b>	Élévation marégraphique: <b>-12.79m</b>
		Carottier: <b>N, B et NQ</b>





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

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS				REMARQUES
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard COUPS/150mm	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique VB : bleu de méthylène k : perméabilité Fc : compression simple MD : micro-deval AC : analyses chimiques	GRAPHIQUE × : N (pen. standard) ▽ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié Wp    W    WL 20    40    60    80	
1 5 2 3 4 5 6 7 8 9		-12.79 0.00	Sable, traces de gravier et de silt; gris. Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.											
			Présence de morceaux de bois et de débris (apparence de charbon).			CF-1	N	75	50	18-28-22-29		AC, AG		
						CF-2	N	46	20	9-9-11-18				
		-14.31 1.52	Sable graveleux, un peu de silt; gris. Phi = 35°. PV = 20.0 kN/m3.			CF-3	B	58	45	13-14-31-20		AG		
						CF-4	B	54	68	32-29-39-36				
			Présence de cailloux et blocs. (Granite, gneiss et calcaire argileux)			CF-5	B	0		50 /0,08m				
						CF-6	B	0		50 /0,03m				
						CR-7	NQ	36						
		-17.87 5.08	Sable silteux, traces de gravier; gris Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.			CF-8	B	83		20-50		AG		
		-18.55 5.76	Sable graveleux, un peu de silt; gris. Présence de coquillages broyés. ±70% de grains de quartz sub-arrondis. ±30% de grains calcaires et autres sub-angulaires. Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.			CF-9	B	42	55	26-36-19-13		AG		
						CF-10	B	0		50 /0,08m				
						CF-11	B	0		50 /0,10m				
		-20.99 8.20	Cailloux et blocs.			CR-12	NQ	73	35					
		-22.59 9.80												

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé

Vénié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
Date: 2012-10-23

N° sondage:	<b>F-17-11</b>
Page:	2 de 2
Date début:	2011-12-08
Inspecteur:	<b>Simon Marois, tech.</b>
Profondeur:	<b>18.92m</b>
Élévation marégraphique:	<b>-12.79m</b>

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

[illegible]







Vérifié par: Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
Date: 2012-10-23



Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine  
Client: Travaux publics et services gouv. Canada  
Site: Section no 97, Québec  
N./réf.: F115948001  
Figure: F115948001K001

Localisation: Voir figure de localisation en annexe I  
X: 251121.766  
Y: 5185502.290  
Type de sondage: FORAGE  
Équipement: BBS-18  
Tubage: NW Carottier: B, N et NQ

N° sondage: F-18-11  
Page: 1 de 2  
Date début: 2011-12-11  
Inspecteur: Simon Marois, tech.  
Profondeur: 19.53m  
Élévation marégraphique: -9.14m

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


COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS			REMARQUES	
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard COUPS/150mm	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS		GRAPHIQUE
												AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique VB : bleu de méthylène k : perméabilité Fc : compression simple MD : micro-deval AC : analyses chimiques AC, AG		× : N (pen. standard) ▽ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié Wp W WL 20 40 60 80
		-9.14 0.00	Sable, traces de silt et gravier; gris. Graviers 10-20mm angulaires à sub-arrondis. Présence de débris (apparence de charbon). Présence de morceaux de bois. Phi = 29°. PV = 17.0 kN/m3. Remblais ou sédiments probables: Dépôt très lâche. Présence de cailloux et/ou blocs.			CF-1	N	67		50 / 0,08m				
1		-10.42 1.28				CF-2	N	33	24	12-11-13-8				
2						CF-3	B	0	69	11-36-33-10				
						CF-4	B	0	1	6-1-0-4				
3						CF-5	B	0	4	16-2-2-11				
4						CF-6	B	0	0	0-0-0-0				
5		-14.12 4.98	Sable, traces de silt et gravier; gris. Phi = 35°. PV = 20.0 kN/m3.			CF-7	B	17	24	17-13-11-9				
6		-15.62 6.48	Sable graveleux, un peu de silt; gris. Phi = 35°. PV = 20.0 kN/m3.			CF-8	B	100	35	9-7-28-35		AG		
7						CF-9	B	63	57	18-26-31-50		AG		
						CF-10	B	54	63	20-28-35-48				
8						CF-11	B	50	79	20-38-41-31				
9		-17.90 8.76	Sable silteux, graveleux; gris. Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.			CF-12	B	38	68	36-40-28-20		AG		
		-18.69 9.55				CF-13	B	42	13	3-5-8-12				

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé.

Vérifié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing. jr.  
Date: 2012-10-23

N° sondage: **F-18-11**  
 Page: **2 de 2**  
 Date début: **2011-12-11**  
 Inspecteur: **Simon Marois, tech.**  
 Profondeur: **19.53m**  
 Élévation marégraphique: **-9.14m**

[illegible]

Vérifié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing.  
Date: 2012-10-23



Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine

Localisation: Voir figure de localisation en annexe I

N° sondage: F-19-12

Client: Travaux publics et services gouv. Canada

X: 251135.838

Page: 1 de 2

Site: Section no 97, Québec

Y: 5185534.434

Date début: 2012-09-12

N./réf.: F115948001

Type de sondage: FORAGE

Inspecteur: Simon Marois, tech.

Figure: F115948001K001

Équipement: BBS-15

Profondeur: 18.04m

Tubage: NW Carottier: N, B et NQ

Élévation marégraphique: -10.95m

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

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON				CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS				INDICE DE QUALITÉ DU ROC		ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS	
	Remanié	COMPACTITÉ	INDICE "N"	CONSISTANCE	Cu OU Su (kPa)	QUALIFICATIF	RQD			Très serré	< 20 mm
	Intact (tube à parois minces)	Très lâche	0 - 4	Très molle	< 12	Très mauvaise	< 25 %			Serré	20 - 60 mm
	Perdu	Lâche	4 - 10	Molle	12 - 25	Mauvaise	25 - 50 %			Rapproché	60 - 200 mm
	Carotté (forage au diamant)	Compacte	10 - 30	Ferme	25 - 50	Moyenne	50 - 75 %			Moyennement espacé	200 - 600 mm
		Dense	30 - 50	Raide	50 - 100	Bonne	75 - 90 %			Espacé	600 - 2000 mm
		Très dense	> 50	Très raide	100 - 200	Excellente	90 - 100 %			Très espacé	2000 - 6000 mm
				Dure	> 200					Eloigné	> 6000 mm

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS				REMARQUES
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard	COUPS/150mm	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS	
		-10.95 0.00	Sable, un peu de gravier, traces de silt; gris.			CF-1	N	71	7	5-5-2-15			AG : analyse granul.	
1		-11.61 0.66	Gravier 20-30mm angulaires.		CF-2	N	100			50 /0,05m			AC, AG	
5			Présence de coquillages et brindilles.											
2			Phi = 29°.		CF-3	B	33	24	85-12-12-12					
			PV = 17.0 kN/m3.		CF-4	B	0			50 /0,03m				
3			Blocs et cailloux (calcaire argileux).			CR-5	NQ	35						
4		-14.71 3.76	Sable, traces de gravier et silt, gris.			CF-6	B	92	35	3-9-26-29			AG	
15		-15.42 4.47	Gravier arrondis et angulaires.											
5			Présence de morceaux de bois.		CF-7	B	63	50	19-26-24-28				AG	
			Phi = 33°.											
			PV = 18.0 kN/m3.		CF-8	B	58	62	17-28-34-29					
6			Sable graveleux, un peu de silt; gris.			CF-9	B	77	36	19-16-20 /0,03m				
			Graviers angulaires de shale calcaireux.											
20			Phi = 35°.											
			PV = 20.0 kN/m3.											
7		-17.58 6.63	Blocs et cailloux (gneiss et calcaire argileux).											
8		-19.03 8.08	Sable moyen, traces de gravier et silt; gris.			CF-10	B	100	16	10-7-9-15				
9			Présence de coquillages broyés.				CF-11	B	25	13	6-6-7-9			
			±75% de grains de quartz sub-arrondis.											
30			±25% de grains calcaireux et autres				CF-12	B	88	21	8-9-12-12			AG

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé.





Véifié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
Date: 2012-10-23



Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine  
Client: Travaux publics et services gouv. Canada  
Site: Section no 97, Québec  
N./réf.: F115948001  
Figure: F115948001K001

Localisation: Voir figure de localisation en annexe I  
X: 251135.838  
Y: 5185534.434  
Type de sondage: FORAGE  
Équipement: BBS-15  
Tubage: NW Carottier: N, B et NQ

N° sondage: F-19-12  
Page: 2 de 2  
Date début: 2012-09-12  
Inspecteur: Simon Marois, tech.  
Profondeur: 18.04m  
Élévation marégraphique: -10.95m

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

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS			REMARQUES		
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard COUPS/150mm	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique VB : bleu de méthylène k : perméabilité f'c : compression simple MD : micro-deval AC : analyses chimiques		GRAPHIQUE × : N (pen. standard) ▽ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié  Wp    W    WL 20    40    60    80	
35		-21.82	angulaires. Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.			CF-13	B	45	27	6-10-17-25 /0,05m					
11		10.87	Cailloux et blocs (Brèche, gneiss et calcaire argileux).			CR-14	NQ	91	47						
12		-23.04	Roc fracturé: Calcaire argileux; gris foncé. Joints de failles lustrés avec stries, très serrés à serrés de pendage variant entre 20° et 45°.			CR-15	NQ	74	0						
40		12.09				CR-16	NQ	100	0						
13						CR-17	NQ	100	0						
45						CR-18	NQ	100	0						
14						CR-19	NQ	83	0						
15		-25.97	Matériaux de remplissage silteux d'épaisseur de 10mm dans une fracture à l'élévation -25.8m.			CR-20	NQ	100	83						
50		15.02	Roc sain: Calcaire argileux; gris foncé. Discontinuités serrées à moyennement espacées et de pendage entre 30° à 80°. Quelques joints de failles lustrées. Dureté de 5 sur l'échelle des duretés relatives de Mohs. Discontinuités serrés à rapprochées de pendage variant entre 25° et 35°.			CR-21	NQ	97	82						
16			FIN DU FORAGE												
55															
17															
18		-28.99													
60		18.04													
19															

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé.

Vénié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
Date: 2012-10-23





Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine  
Client: Travaux publics et services gouv. Canada  
Site: Section no 97, Québec  
N./réf.: F115948001  
Figure: F115948001K001

Localisation: Voir figure de localisation en annexe I  
X: 251148.672  
Y: 5185565.944  
Type de sondage: FORAGE  
Équipement: BBS-15  
Tubage: NW Carottier: N, B et NQ

N° sondage: F-20-12  
Page: 1 de 2  
Date début: 2012-09-13  
Inspecteur: Simon Marois, tech.  
Profondeur: 16.23m  
Élévation marégraphique: -12.07m

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

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON				CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS				INDICE DE QUALITÉ DU ROC		ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS	
	Remanié	COMPACTITÉ	INDICE "N"	CONSISTANCE	Cu OU Su (kPa)	QUALIFICATIF	RQD			Très serré	< 20 mm
	Intact (tube à parois minces)	Très lâche	0 - 4	Très molle	< 12	Très mauvaise	< 25 %			Serré	20 - 60 mm
	Perdu	Lâche	4 - 10	Molle	12 - 25	Mauvaise	25 - 50 %			Rapproché	60 - 200 mm
	Carotté (forage au diamant)	Compacte	10 - 30	Ferme	25 - 50	Moyenne	50 - 75 %			Moyennement espacé	200 - 600 mm
		Dense	30 - 50	Raide	50 - 100	Bonne	75 - 90 %			Espacé	600 - 2000 mm
		Très dense	> 50	Très raide	100 - 200	Excellente	90 - 100 %			Très espacé	2000 - 6000 mm
				Dure	> 200					Eloigné	> 6000 mm

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS				REMARQUES	
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard	COUPS/150mm	NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS		GRAPHIQUE
		-12.07 0.00	Sable, un peu de gravier, traces de silt; gris. Gravier angulaires de ±10mm. Présence de coquillages broyés. Phi = 29°. PV = 17.0 kN/m3.  Présence de blocs et cailloux entre 1.5m et 3.2m de profondeur. Diamètre des blocs < 300mm. Présence probable d'un morceau de métal.			CF-1	N	92	10	10-5-5-11			AC, AG		
1						CF-2	B	0			50 / 0,03m				
5						CF-3	B	100			50 / 0,08m				
2						CR-4	NQ	39							
3															
10															
		-15.57 3.50	Sable et gravier, un peu de silt; gris. Graviers 20-30mm angulaires. Phi = 35°. PV = 20 kN/m3.  Présence de blocs et cailloux (calcaire et gneiss) entre les élévations -16.9m et -19.7m. Diamètre des blocs < 300 mm.			CF-5	B	100	28	10-12-16			AG		
4							CF-6	B	58	52	17-22-30-30				
15							CR-7	NQ	0						
5							CF-8	B	75		26-50 / 0,05m				
6							CR-9	NQ	57						
20							CR-10	NQ	33						
7							CR-11	NQ	29						
		-19.75 7.68	Sable moyen, traces de gravier et silt; gris. Présence de coquillages broyés. ±75% de grains de quartz sub-arrondis. ±25% de grains calcaires et autres sub-angulaires. Phi = 33°. PV = 18.5 kN/m3.		CF-12	B	42	15	6-7-8-8			AG			
8						CF-13	B	100	62	15-32-30-31					
9															
30															

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé.

Véifié par:   
Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
Date: 2012-10-23





Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine  
Client: Travaux publics et services gouv. Canada  
Site: Section no 97, Québec  
N./réf.: F115948001  
Figure: F115948001K001

Localisation: Voir figure de localisation en annexe I  
X: 251148.672  
Y: 5185565.944  
Type de sondage: FORAGE  
Équipement: BBS-15  
Tubage: NW Carottier: N, B et NQ

N° sondage: F-20-12  
Page: 2 de 2  
Date début: 2012-09-13  
Inspecteur: Simon Marois, tech.  
Profondeur: 16.23m  
Élévation marégraphique: -12.07m

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

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON				CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS				INDICE DE QUALITÉ DU ROC		ESPACEMENT DES DISCONTINUITÉS	
	Remanié	COMPACTITÉ	INDICE "N"	CONSISTANCE	Cu OU Su (kPa)		QUALIFICATIF	RQD		Très serré	< 20 mm
	Intact (tube à parois minces)	Très lâche	0 - 4	Très molle	< 12		Très mauvaise	< 25 %		Serré	20 - 60 mm
	Perdu	Lâche	4 - 10	Molle	12 - 25		Mauvaise	25 - 50 %		Rapproché	60 - 200 mm
	Carotté (forage au diamant)	Compacte	10 - 30	Ferme	25 - 50		Moyenne	50 - 75 %		Moyennement espacé	200 - 600 mm
		Dense	30 - 50	Raïde	50 - 100		Bonne	75 - 90 %		Espacé	600 - 2000 mm
		Très dense	> 50	Très raïde	100 - 200		Excellente	90 - 100 %		Très espacé	2000 - 6000 mm
				Dure	> 200					Eloigné	> 6000 mm

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS D'ESSAIS			REMARQUES			
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	ÉLÉVATION (m) / PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	ÉTAT	TYPE N°	CAROTTIER - CALIBRE	RECUPÉRATION (%)	N - Nc - RQD	Essai de pénétration standard	COUPS/150mm		NIVEAU D'EAU / VENUE D'EAU	ESSAIS	GRAPHIQUE
													AG : analyse granulo. S : sédimentométrie C : consolidation oedo. W : teneur en eau WL : limite liquide Wp : limite plastique VB : bleu de méthylène k : perméabilité fc : compression simple MD : micro-deval AC : analyses chimiques	× : N (pen. standard) ▽ : Nd (pen. dyn.) ■ : Cu intact □ : Cu remanié ◆ : Su intact ◇ : Su remanié  Wp    W    WL  -----  20   40   60   80	
11	35	-22.48 10.41	Cailloux et blocs de différentes natures.			CR-14	NQ	7	0						
12	40	-23.68 11.61	Roc fracturé: Calcaire argileux; gris foncé. Quelques joints de failles lustrés et striés. Matériaux de remplissage silteux d'épaisseur de ±40mm dans une fracture à l'élévation -23.7m et d'épaisseur de 40mm dans une fracture à l'élévation -25.5m.			CR-15	NQ	50	0						
13	45	-25.46 13.39	Roc sain: Calcaire argileux; gris foncé. Discontinuités serrées à moyennement espacées souvent associées à des veinules de calcite d'épaisseurs variant entre 0.1mm et 10mm et de pendage entre 30° et 80°. Dureté de 5 sur l'échelle des duretés relatives de Mohs.			CR-16	NQ	100	0						
14						CR-17	NQ	71	0						
15	50					CR-18	NQ	100	0						
16						CR-19	NQ	100	34						
17	55					CR-20	NQ	100	0						
18	60					CR-21	NQ	100	93						
19		-28.30 16.23	FIN DU FORAGE			CR-22	NQ	98	76						

Remarques générales: PV = Poids volumique non déjaugé.

Véifié par:   
Gabriel Leclerc, ing. jr.  
Date: 2012-10-23


Project: <b>Geotechnical study - Quai de la Reine</b>	Location: <b>See localisation figure in annexe I</b>	Survey #: <b>F-17-11</b>
Client: <b>Public Works and government services Canada</b>	X: <b>251103.630</b>	Page: <b>1 de 2</b>
Site: <b>Section # 97, Québec</b>	Y: <b>5185466.929</b>	Starting date: <b>2011-12-08</b>
N./ref.: <b>F115948-001</b>	Type of survey: <b>BBS-18</b>	Technician: <b>Simon Marois, tech.</b>
Figure: <b>F115948001K001</b>	Equipment used: <b>BBS-18</b>	Depth: <b>18.92m</b>
	Casing: <b>NW</b> Corer: <b>N, B et NQ</b>	Elevation: <b>-12.79m</b>

SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS	QUANTITATIVE TERMS	SYMBOLS		GROUNDWATER	
CF	Split spoon	Clay	< 0,002 mm	Trace	< 10 %	Nspt	Penetration index standard (BNQ 2501-140)
CFC	Continuous sampling casing	Silt	0,002 - 0,08 mm	Some	10 - 20 %	Ncorr	Corrected N for nonstandard diameter
CR	Diamond corer	Sand	0,08 - 5 mm	Adjective	20 - 35 %	Nc	Cone penetration index (BNQ 2501-145)
TM	Thin-walled casing	Gravel	5 - 80 mm	(...uous) and (ex: and sand)	> 35 %	ROD	Rock quality designation (%)
TA	Auger	Cobbles	80 - 200 mm	Dominant fraction			
TS	Shelby casing	Boulders	> 200 mm	First word			
EM	Manuel sample						

SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS		ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
	Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD
	Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %
	Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %
	Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %
		Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %
		Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %
				Hard	> 200		

STRATIGRAPHY				SAMPLES						LABO/ IN SITU RESULTS		REMARKS		
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW		ESSAIS	GRAPHIQUE
													AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability Fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis	× : N (Standard pen.) ▽ : Nd (Dyn. pen.) ■ : Intact Cu □ : Remoulded Cu ◆ : Intact Su ◇ : Remoulded Su Wp    W    WL 20    40    60    80
		-12.79 0.00	Gray sand, trace gravel and silt. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-1	N	75	50	18-28-22-29		AC, AG		
1			Presence of pieces of wood and debris (aspect of coal).			CF-2	N	46	20	9-9-11-18				
	5	-14.31 1.52	Gray gravelly sand, trace silt. Phi = 35°. UW = 20.0 kN/m3.			CF-3	B	58	45	13-14-31-20		AG		
2						CF-4	B	54	68	32-29-39-36				
3	10		Presence of cobbles and boulders. (Granite, gneiss and argillaceous limestone)			CF-5	B	0		50 /0,08m				
4						CF-6	B	0		50 /0,03m				
	15					CR-7	NQ	36						
5		-17.87 5.08	Gray silty sand, trace gravel. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-8	B	83		20-50		AG		
		-18.55 5.76	Gray gravelly sand, some silt. Presence of crushed shells. ±70% of sub-rounded quartz grains. ±30% of calcareous grains and other sub-angulars. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-9	B	42	55	26-36-19-13		AG		
6	20					CF-10	B	0		50 /0,08m				
7						CF-11	B	0		50 /0,10m				
	25													
8		-20.99 8.20	Cobbles and boulders.			CR-12	NQ	73	35					
9	30													
		-22.59 9.80												

General remarks: <b>UW = Unit weight.</b>	Checked by:  Gabriel Leclerc Messier, ing. jr Date: <b>2012-12-28</b>
---	--

**Labo S.M. Inc.**

**BOREHOLE LOG**

Project: **Geotechnical study - Quai de la Reine**  
Client: **Public Works and government services Canada**  
Site: **Section # 97, Québec**  
N./ref.: **F115948-001**  
Figure: **F115948001K001**

Location: **See localisation figure in annexe I**  
X: **251103.630**  
Y: **5185466.929**  
Type of survey:   
Equipment used: **BBS-18**  
Casing: **NW** Corer: **N, B et NQ**

Survey #: **F-17-11**  
Page: **2 de 2**  
Starting date: **2011-12-08**  
Technician: **Simon Marois, tech.**  
Depth: **18.92m**  
Elevation : **-12.79m**

SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS	QUANTITATIVE TERMS	SYMBOLS		GROUNDWATER							
CF Split spoon	Clay	< 0,002 mm	Trace	< 10 %	Nspt Penetration index standard (BNQ 2501-140)	<table> <tr> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> <tr> <td>Reading 1</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td>m</td> </tr> </table>		Date	Depth	Reading 1	m	Reading 2	m
Date	Depth												
Reading 1	m												
Reading 2	m												
CFC Continuous sampling casing	Silt	0,002 - 0,08 mm	Some	10 - 20 %	Ncorr Corrected N for nonstandard diameter								
CR Diamond corer	Sand	0,08 - 5 mm	Adjective	20 - 35 %	Nc Cone penetration index (BNQ 2501-145)								
TM Thin-walled casing	Gravel	5 - 80 mm	(...uous) and (ex: and sand)	> 35 %	RQD Rock quality designation (%)								
TA Auger	Cobbles	80 - 200 mm	Dominant fraction										
TS Shelby casing	Boulders	> 200 mm	First word										
EM Manuel sample													

SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS			ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD		
Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %	Extremely close < 20 mm	
Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %	Very close 20 - 60 mm	
Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %	Close 60 - 200 mm	
	Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %	Moderately close 200 - 600 mm	
	Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %	Wide 600 - 2000 mm	
			Hard	> 200			Very wide 2000 - 6000 mm	
							Extremely wide > 6000 mm	

STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABO/ IN SITU RESULTS		REMARKS						
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD		STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW	ESSAIS		GRAPHIQUE	
													Wp	W	WL	Wp
35	11		Fractured rock: Dark gray argillaceous limestone. Glossy and striated fault joints with extremely close to moderately close spacing and a dip varying between 35° à 45°.			CR-13	NQ	96	32							
40	12	-25.11				CR-14	NQ	70	30							
		12.32	Sound rock: Dark gray argillaceous limestone. Extremely close to close spacing discontinuities, at ±45° and associated to calcite venules. Some glossy fault joints. Hardness of 5 on Mohs relative scale of hardness.			CR-15	NQ	50	0							
45	13					CR-16	NQ	100	62							
50	14					CR-17	NQ	89	38							
55	15					CR-18	NQ	100	42							
60	16		Slicken sided joints at 45° with calcite filling.			CR-19	NQ	100	87							
65	17					CR-20	NQ	100	78							
70	18		Close to very close spacing discontinuities with a dip varying between 45° à 50°. Slicken sided joints and slickenlines. Thin layer of calcite of ±15mm of thickness.													
75	19	-31.71														
80		18.92	END OF BOREHOLE													

General remarks: **UW = Unit weight.**

Checked by: **Gabriel Leclerc Messier, ing. jr**  
Date: **2012-12-28**

FCG-002a Rev 02

Project: <b>Geotechnical study - Quai de la Reine</b>	Location: <b>See localisation figure in annexe I</b>	Survey #: <b>F-18-11</b>
Client: <b>Public Works and government services Canada</b>	X: <b>251121.766</b>	Page: <b>1 de 2</b>
Site: <b>Section # 97, Québec</b>	Y: <b>5185502.290</b>	Starting date: <b>2011-12-11</b>
N./ref.: <b>F115948-001</b>	Type of survey: <b>BBS-18</b>	Technician: <b>Simon Marois, tech.</b>
Figure: <b>F115948001K001</b>	Equipment used: <b>BBS-18</b>	Depth: <b>19.53m</b>
	Casing: <b>NW</b> Corer: <b>B, N et NQ</b>	Elevation: <b>-9.14m</b>


SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS	QUANTITATIVE TERMS	SYMBOLS		GROUNDWATER	
CF	Split spoon	Clay	< 0,002 mm	Trace	< 10 %	Nspt	Penetration index standard (BNQ 2501-140)
CFC	Continuous sampling casing	Silt	0,002 - 0,08 mm	Some	10 - 20 %	Ncorr	Corrected N for nonstandard diameter
CR	Diamond corer	Sand	0,08 - 5 mm	Adjective	20 - 35 %	Nc	Cone penetration index (BNQ 2501-145)
TM	Thin-walled casing	Gravel	5 - 80 mm	(...uous) and (ex: and sand)	> 35 %	ROD	Rock quality designation (%)
TA	Auger	Cobbles	80 - 200 mm	Dominant fraction			
TS	Shelby casing	Boulders	> 200 mm	First word			
EM	Manuel sample						





SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS		ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
	Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD
	Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %
	Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %
	Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %
		Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %
		Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %
				Hard	> 200		

STRATIGRAPHY				SAMPLES							LABO/ IN SITU RESULTS		REMARKS	
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW	ESSAIS		GRAPHIQUE
												AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability Fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis AC, AG		× : N (Standard pen.) ▽ : Nd (Dyn. pen.) ■ : Intact Cu □ : Remoulded Cu ◆ : Intact Su ◇ : Remoulded Su  Wp    W    WL 20   40   60   80
		-9.14 0.00	Gray sand, trace silt and gravel. Angular to sub-rounded gravel (10-20 mm). Presence of debris (aspect of coal). Presence of pieces of wood. Phi = 29°. UW = 17.0 kN/m3. Probable fill or sediments : Very loose deposit. Presence of cobbles and/or boulders.			CF-1	N	67		50 /0,08m				
1		-10.42 1.28				CF-2	N	33	24	12-11-13-8				
5						CF-3	B	0	69	11-36-33-10				
2						CF-4	B	0	1	6-1-0-4				
3						CF-5	B	0	4	16-2-2-11				
4						CF-6	B	0	0	0-0-0-0				
15														
5		-14.12 4.98	Gray sand, trace silt and gravel. Phi = 35°. UW = 20.0 kN/m3.			CF-7	B	17	24	17-13-11-9				
6						CF-8	B	100	35	9-7-28-35	AG			
20														
7		-15.62 6.48	Gray gravelly sand, some silt. Phi = 35°. UW = 20.0 kN/m3.			CF-9	B	63	57	18-26-31-50	AG			
25						CF-10	B	54	63	20-28-35-48				
8						CF-11	B	50	79	20-38-41-31				
9		-17.90 8.76	Gray silty gravelly sand. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-12	B	38	68	36-40-28-20	AG			
30		-18.69 9.55				CF-13	B	42	13	3-5-8-12				


General remarks: **UW = Unit weight.**

Checked by:   
 Gabriel Leclerc Messier, Ing. jr  
 Date: 2013-01-04

<b>Project:</b> Geotechnical study - Quai de la Reine <b>Client:</b> Public Works and government services Canada <b>Site:</b> Section # 97, Québec <b>N./ref.:</b> F115948-001 <b>Figure:</b> F115948001K001	<b>Location:</b> See localisation figure in annexe I <b>X:</b> 251121.766 <b>Y:</b> 5185502.290 <b>Type of survey:</b> <b>Equipment used:</b> BBS-18 <b>Casing:</b> NW <b>Corer:</b> B, N et NQ	<b>Survey #:</b> F-18-11 <b>Page:</b> 2 de 2 <b>Starting date:</b> 2011-12-11 <b>Technician:</b> Simon Marois, tech. <b>Depth:</b> 19.53m <b>Elevation :</b> -9.14m
--	--	--

SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS		QUANTITATIVE TERMS		SYMBOLS		GROUNDWATER	
CF	Split spoon	Clay	< 0,002 mm	Trace	< 10 %	Nspt	Penetration index standard (BNQ 2501-140)		
CFC	Continuous sampling casing	Silt	0,002 - 0,08 mm	Some	10 - 20 %			Date	Depth
CR	Diamond corer	Sand	0,08 - 5 mm	Adjective	20 - 35 %	Ncorr	Corrected N for nonstandard diameter	Reading 1	m
TM	Thin-walled casing	Gravel	5 - 80 mm	(...uous) and (ex:	> 35 %			Reading 2	m
TA	Auger	Cobbles	80 - 200 mm	and sand)	Dominant fraction	Nc	Cone penetration index (BNQ 2501-145)	Remark:	
TS	Shelby casing	Boulders	> 200 mm	First word					
EM	Manuel sample					RQD	Rock quality designation (%)		
SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS				ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
	Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD	Extremely close	
	Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %	< 20 mm	
	Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %	20 - 60 mm	
	Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %	60 - 200 mm	
		Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %	200 - 600 mm	
		Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %	600 - 2000 mm	
				Hard	> 200			2000 - 6000 mm	
								Extremely wide	
								> 6000 mm	

STRATIGRAPHY			SAMPLES							LABO/ IN SITU RESULTS		REMARKS		
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW		ESSAIS AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability Fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis	GRAPHIQUE X : N (Standard pen.) ▽ : Nd (Dyn. pen.) ■ : Intact Cu □ : Remoulded Cu ◆ : Intact Su ◇ : Remoulded Su Wp W WL 20 40 60 80
35	11		Gray sand, trace gravel and silt. Presence of crushed shells. ±80% of sub-rounded quartz grains. ±20% of calcarous grains and other angulars. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-14	B	0	21	7-10-11-13				
						CF-15	B	50	21	4-10-11-11		AG		
40	12	-21.38 12.24	Fractured rock: Dark gray argillaceous limestone.			CF-16	B	57	42	37-25-17 /0,05m				
						CR-17	NQ	87	10					
						CR-18	NQ	42	13					
			Slicken sided joints with slickenlines closely spacing with dip varying between 10°and 60°.			CR-19	NQ	100	0					
						CR-20	NQ	100	0					
						CR-21	NQ	93	14					
						CR-22	NQ	100	0					
						CR-23	NQ	100	0					
			Sound rock: Dark gray argillaceous limestone. Fractured until the elevation -25,6m. Moderatly close to very close spacing discontinuities often associated to calcite venules of a thickness varying between 0.1mm et 10mm and with a dip between 10°et 60°. Hardness of 5 on the Mohs relative scale of hardness.			CR-24	NQ	100	81			f'c = 176.6 MPa		
						CR-25	NQ	100	90					
			END OF BOREHOLE											

<b>General remarks:</b> UW = Unit weight.	<b>Checked by:</b>  Gabriel Leclerc Messier, ing. jr <b>Date:</b> 2013-01-04
---	---

Project: <b>Geotechnical study - Quai de la Reine</b>	Location: <b>See localisation figure in annexe I</b>	Survey #: <b>F-19-12</b>
Client: <b>Public Works and government services Canada</b>	X: <b>251135.838</b>	Page: <b>1 de 2</b>
Site: <b>Section # 97, Québec</b>	Y: <b>5185534.434</b>	Starting date: <b>2012-09-12</b>
N./ref.: <b>F115948-001</b>	Type of survey: <b>BBS-15</b>	Technician: <b>Simon Marois, tech.</b>
Figure: <b>F115948001K001</b>	Equipment used: <b>BBS-15</b>	Depth: <b>18.04m</b>
	Casing: <b>NW</b> Corer: <b>N, B et NQ</b>	Elevation: <b>-10.95m</b>


SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS	QUANTITATIVE TERMS	SYMBOLS		GROUNDWATER	
CF	Split spoon	Clay	Trace	Nspt	Penetration index standard (BNQ 2501-140)	Date	
CFC	Continuous sampling casing	Silt	Some	Ncorr	Corrected N for nonstandard diameter	Depth	
CR	Diamond corer	Sand	Adjective	Nc	Cone penetration index (BNQ 2501-145)	Reading 1	
TM	Thin-walled casing	Gravel	(...uous) and (ex: and sand)	RQD	Rock quality designation (%)	Reading 2	
TA	Auger	Cobbles	Dominant fraction			Remark:	
TS	Shelby casing	Boulders	First word				
EM	Manuel sample						

SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS			ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
	Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD	Extremely close
	Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %	Very close
	Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %	Close
	Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %	Moderately close
		Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %	Wide
		Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %	Very wide
				Hard	> 200			Extremely wide

STRATIGRAPHY				SAMPLES						LABO/ IN SITU RESULTS		REMARKS		
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW		ESSAIS	GRAPHIQUE
													AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability Fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis	× : N (Standard pen.) ▽ : Nd (Dyn. pen.) ■ : Intact Cu □ : Remoulded Cu ◆ : Intact Su ◇ : Remoulded Su <div>Wp    W    WL</div> <div>20   40   60   80</div>
		-10.95 0.00	Gray sand with some gravel, trace silt. Angular gravel (20-30 mm). Presence of shells and twigs. Phi = 29°. UW = 17.0 kN/m3.			CF-1	N	71	7	5-5-2-15		AC, AG		
1		-11.61 0.66	Boulders and cobbles (argillaceous limestone).			CF-2	N	100		50 /0,05m				
2						CF-3	B	33	24	85-12-12-12				
						CF-4	B	0		50 /0,03m				
3						CR-5	NQ	35						
		-14.71 3.76	Gray sand, trace gravel and silt. Round and angular gravel.			CF-6	B	92	35	3-9-26-29		AG		
4		-15.42 4.47	Presence of pieces of wood. Phi = 33°. UW = 18.0 kN/m3.			CF-7	B	63	50	19-26-24-28		AG		
5			Gray gravelly sand, some silt. Angular gravel of calcareous shale. Phi = 35°. UW = 20.0 kN/m3.			CF-8	B	58	62	17-28-34-29				
6						CF-9	B	77	36	19-16-20 /0,03m				
		-17.58 6.63	Boulders and cobbles (gneiss and argillaceous limestone).											
7														
		-19.03 8.08	Gray medium sand, trace gravel and silt. Presence of crushed shells. ±75% of sub-rounded quartz grains. ±25% of calcareous grain and other angulars. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-10	B	100	16	10-7-9-15				
8						CF-11	B	25	13	6-6-7-9				
9						CF-12	B	88	21	8-9-12-12		AG		

General remarks: **UW = Unit weight.**

Checked by:   
 Gabriel Leclerc Messier, ing. jr  
 Date: 2012-12-28



Survey # : **F-19-12**

Page: 2 de 2

Starting date:	2012-09-12
----------------	------------

Technician: Simon Marois tech

Depth:	18.04m
--------	--------

Elevation	-10.95m
-----------	---------

STRATIGRAPHY				SAMPLES						LABO / IN SITU RESULTS		REMARKS	
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW		ESSAIS AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis
35		-21.82 10.87	Cobbles and boulders (Breccia, gneiss and argillaceous limestone).			CF-13	B	45	27	6-10-17-25 /0,05m			
40		-23.04 12.09	Fractured rock: Dark gray argillaceous limestone. Slicken sided joints with slickenlines, very close to extremely close with a dip varying between 20° et 45°.			CR-14	NQ	91	47				
45						CR-15	NQ	74	0				
45						CR-16	NQ	100	0				
45						CR-17	NQ	100	0				
45						CR-18	NQ	100	0				
50		-25.97 15.02	Silty filling materials with a thickness of 10mm in a fracture at the elevation -25.8 m.			CR-19	NQ	83	0				
55			Sound rock: Dark gray argillaceous limestone. Very close to moderatly close spacing with a dip between 30° à 80°. Slicken sided joints with slickenlines. Hardness of 5 on the Mohs relative scale of hardness.			CR-20	NQ	100	83				
55						CR-21	NQ	97	82				
60		-28.99 18.04	END OF BOREHOLE										

General remarks: UW = Unit weight.

Checked by:

Gabriel Leclerc Messier, ing. jr

Date: 2012-12-28



Survey # : **F-20-12**

Page: 1 de 2

Starting date:	2012-09-13
----------------	------------

Technician: **Simon Marois, tech.**

Depth:	16.23m
--------	--------

Elevation	-12.07m
-----------	---------

STRATIGRAPHY				SAMPLES							LABO/IN SITU RESULTS		REMARKS	
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm	WATER LEVEL / WATER FLOW	ESSAIS AG : Particle size analysis S : Sedimentometry C : Oedo. consolidation W : Moisture content WL : Liquid limit Wp : Plastic limit VB : Methylene blue k : Permeability Fc : Simple compression MD : Micro-deval AC : Chemical analysis		GRAPHIQUE × : N (Standard pen.) ▽ : Nd (Dyn. pen.) ■ : Intact Cu □ : Remoulded Cu ◆ : Intact Su ◇ : Remoulded Su  Wp    W    WL 20    40    60    80
1	5	-12.07 0.00	Gray sand with some gravel, trace silt. Angular gravel of ±10mm. Presence of crushed shells. Phi = 29°. UW = 17.0 kN/m3.			CF-1	N	92	10	10-5-5-11		AC, AG		
			Presence of boulders and cobbles at a depht between 1.5m et 3.2m . Boulders diameter < 300mm. Probable presence of a metal piece.			CF-2	B	0		50 /0,03m				
2						CF-3	B	100		50 /0,08m				
						CR-4	NQ	39						
3	10													
		-15.57 3.50	Gray sand and gravel with some silt. Angular gravel 20-30mm. Phi = 35°. UW = 20 kN/m3.			CF-5	B	100	28	10-12-16		AG		
4	15		Presence of boulders and cobbles (limestone and gneiss) between the elevations -16.9m and -19.7m. Boulders diameter < 300 mm.			CF-6	B	58	52	17-22-30-30				
5						CR-7	NQ	0						
						CF-8	B	75		26-50 /0,05m				
6	20					CR-9	NQ	57						
						CR-10	NQ	33						
						CR-11	NQ	29						
7														
		-19.75 7.68	Gray medium sand with trace gravel and silt. Presence of crushed shells. ±75% of sub-rounded quartz grains. ±25% of calcareous grain and other sub-angulars. Phi = 33°. UW = 18.5 kN/m3.			CF-12	B	42	15	6-7-8-8		AG		
8														
9	30					CF-13	B	100	62	15-32-30-31		AG		
General remarks: UW = Unit weight.														
Checked by: Gabriel Leclerc Messier, ing. jr Date: 2012-12-28														

**Labo S.M. Inc.**

**BOREHOLE LOG**

Project: **Geotechnical study - Quai de la Reine**  
Client: **Public Works and government services Canada**  
Site: **Section # 97, Québec**  
N./ref.: **F115948-001**  
Figure: **F115948001K001**

Location: **See localisation figure in annexe I**  
X: **251148.672**  
Y: **5185565.944**  
Type of survey:   
Equipment used: **BBS-15**  
Casing: **NW** Corer: **N, B et NQ**

Survey #: **F-20-12**  
Page: **2 de 2**  
Starting date: **2012-09-13**  
Technician: **Simon Marois, tech.**  
Depth: **16.23m**  
Elevation : **-12.07m**

SAMPLE TYPE		QUALITATIVE TERMS	QUANTITATIVE TERMS	SYMBOLS		GROUNDWATER							
CF Split spoon	Clay	< 0,002 mm	Trace	Nspt	Penetration index standard (BNQ 2501-140)	<table> <tr> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> <tr> <td>Reading 1</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td>m</td> </tr> </table>		Date	Depth	Reading 1	m	Reading 2	m
Date	Depth												
Reading 1	m												
Reading 2	m												
CFC Continuous sampling casing	Silt	0,002 - 0,08 mm	Some	Ncorr	Corrected N for nonstandard diameter	Remark:							
CR Diamond corer	Sand	0,08 - 5 mm	Adjective	Nc	Cone penetration index (BNQ 2501-145)								
TM Thin-walled casing	Gravel	5 - 80 mm	(...uous) and (ex: and sand)	RQD	Rock quality designation (%)								
TA Auger	Cobbles	80 - 200 mm	Dominant fraction										
TS Shelby casing	Boulders	> 200 mm	First word										
EM Manuel sample													


SAMPLE STATE		MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS			ROCK QUALITY DESIGNATION		SPACING DISCONTINUITIES	
Remoulded	COMPACTNESS	"N" Index	CONSISTANCY	Cu or Su (kPa)	QUALIFIER	RQD	Extremely close	< 20 mm
Intact (thin-walled casing)	Very loose	0 - 4	Very soft	< 12	Very poor	< 25 %	Very close	20 - 60 mm
Lost	Loose	4 - 10	Soft	12 - 25	Poor	25 - 50 %	Close	60 - 200 mm
Rock core	Compact	10 - 30	Firm	25 - 50	Fair	50 - 75 %	Moderately close	200 - 600 mm
	Dense	30 - 50	Stiff	50 - 100	Good	75 - 90 %	Wide	600 - 2000 mm
	Very dense	> 50	Very stiff	100 - 200	Excellent	90 - 100 %	Very wide	2000 - 6000 mm
			Hard	> 200			Extremely wide	> 6000 mm

STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABO/ IN SITU RESULTS			REMARKS					
DEPTH (m)	DEPTH (ft)	ELEVATION (m) / DEPTH (m)	SOILS AND ROCK DESCRIPTION	SYMBOL	CONDITION	TYPE AND #	CALIBER	RECUPERATION (%)	N - Nc - RQD	STANDARD PENTRATION TEST BLOW/150 mm		WATER LEVEL / WATER FLOW	ESSAIS		GRAPHIQUE	
													Wp	W	WL	Wp
		-22.48 10.41	Cobbles and boulders of various kind.			CR-14	NQ	7	0							
		-23.68 11.61	Fractured rock: Dark gray argillaceous limestone. Slicken sided joints with slickenlines. Silty filling materials with a thickness of 40mm in a fracture at the elevation -25.5m.			CR-15	NQ	50	0							
		-25.46 13.39	Sound rock: Dark gray argilleceous limestone. Moderatly close to very close spacing of discontinuities often associated to calcite venules of a thickness varying between 0.1mm et 10mm and with a dip between 30° et 80°. Hardness of 5 on the Mohs relative scale of hardness.			CR-16	NQ	100	0							
		-28.30 16.23	END OF BOREHOLE			CR-17	NQ	71	0							
						CR-18	NQ	100	0							
						CR-19	NQ	100	34							
						CR-20	NQ	100	0							
						CR-21	NQ	100	93							
						CR-22	NQ	98	76							

General remarks: **UW = Unit weight.**


Checked by:   
**Gabriel Leclerc Messier, ing. jr**  
Date: **2012-12-28**



 <b>SMi</b> LABO S.M. INC. 1200, rue St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8 (418) 871-9330 - Fax (418) 871-9343 www.groupeasm.com		Projet / Project Étude géotechnique / <i>Geotechnical investigations</i> Quai de la Reine - Section no 97, Québec		Titre / Title Images du roc - F-17-11 / <i>Pictures of rock - F-17-11</i>	
				Client / Client Travaux publics et Services gouv. Canada / <i>Public Works and Government Services Canada</i>	
Dessiné par / Drawn by Ginette Bouchard, tech.		Appr. par / Appr. by Sonya Graveline, ing.		Date / Date 2012/10/15	
Echelle / Scale N/A		Référence / Reference F115948001		Discipline / Discipline Géotechnique / <i>Geotechnical engineering</i>	
		No Dossier / No File F115948001		No Dessin / Drawing no F115948001.dwg	






 <b>SMi</b> LABO S.M. INC. 1200, rue St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8 (418) 871-9330 - Fax (418) 871-9343 www.groupeasm.com		Projet / Project <b>Étude géotechnique / Géotechnical investigations</b> <b>Quai de la Reine - Section no 97, Québec</b>		Titre / Title <b>Images du roc - F-18-11 / Pictures of rock - F-18-11</b>	
		Client / Client <b>Travaux publics et Services gouv. Canada / Public Works and Government Services Canada</b>			
Dessiné par / Drawn by <b>Ginette Bouchard, tech.</b>		Appr. par / Appr. by <b>Sonya Graveline, ing.</b>		Date / Date <b>2012/10/15</b>	
Echelle / Scale <b>N/A</b>		Référence / Reference <b>N/A</b>		No Dossier / No File <b>F115948001</b>	
				Discipline / Discipline <b>Géotechnique / Geotechnical engineering</b>	
				No Dessin / Drawing no <b>F115948001.dwg</b>	






 <b>SMi</b> LABO S.M. INC. 1200, rue St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8 (418) 871-9330 - Fax (418) 871-9343 www.groupe-sm.com		Projet / Project	Étude géotechnique / <i>Geotechnical investigations</i> Quai de la Reine - Section no 97, Québec		Titre / Title	Images du roc - F-19-12 / <i>Pictures of rock - F-19-12</i>			
		Client / Client	Travaux publics et Services gouv. Canada / <i>Public Works and Government Services Canada</i>						
Dessiné par / Drawn by	Ginette Bouchard, tech.		Appr. par / Appr. by	Sonya Graveline, ing.		Date / Date	2012/10/15		
Echelle / Scale	N/A		Référence / Reference	No Dossier / No File		F115948001	Discipline / Discipline	Géotechnique / <i>Geotechnical engineering</i>	
						No Dessin / Drawing no	F115948001.dwg		





 <b>SMi</b> LABO S.M. INC. 1200, rue St-Jean Baptiste, local 116, Québec (Québec) G2E 5E8 (418) 871-9330 - Fax (418) 871-9343 www.groupe-sm.com		Projet / Project <b>Étude géotechnique / Géotechnical investigations</b> <b>Quai de la Reine - Section no 97, Québec</b>		Titre / Title <b>Images du roc - F-20-12 / Pictures of rock - F-20-12</b>	
				Client / Client <b>Travaux publics et Services gouv. Canada / Public Works and Government Services Canada</b>	
Dessiné par / Drawn by <b>Ginette Bouchard, tech.</b>	Appr. par / Appr. by <b>Sonya Graveline, ing.</b>	Date / Date <b>2012/10/15</b>	Discipline / Discipline <b>Géotechnique / Geotechnical engineering</b>		
Echelle / Scale <b>N/A</b>	Référence / Reference <b>F115948001</b>	No Dossier / No File <b>F115948001</b>	No Dessin / Drawing no <b>F115948001.dwg</b>		



## Annexes C / *Appendix C*

RAPPORTS D'ANALYSES EN LABORATOIRE / *REPORTS OF LABORATORY TESTS*

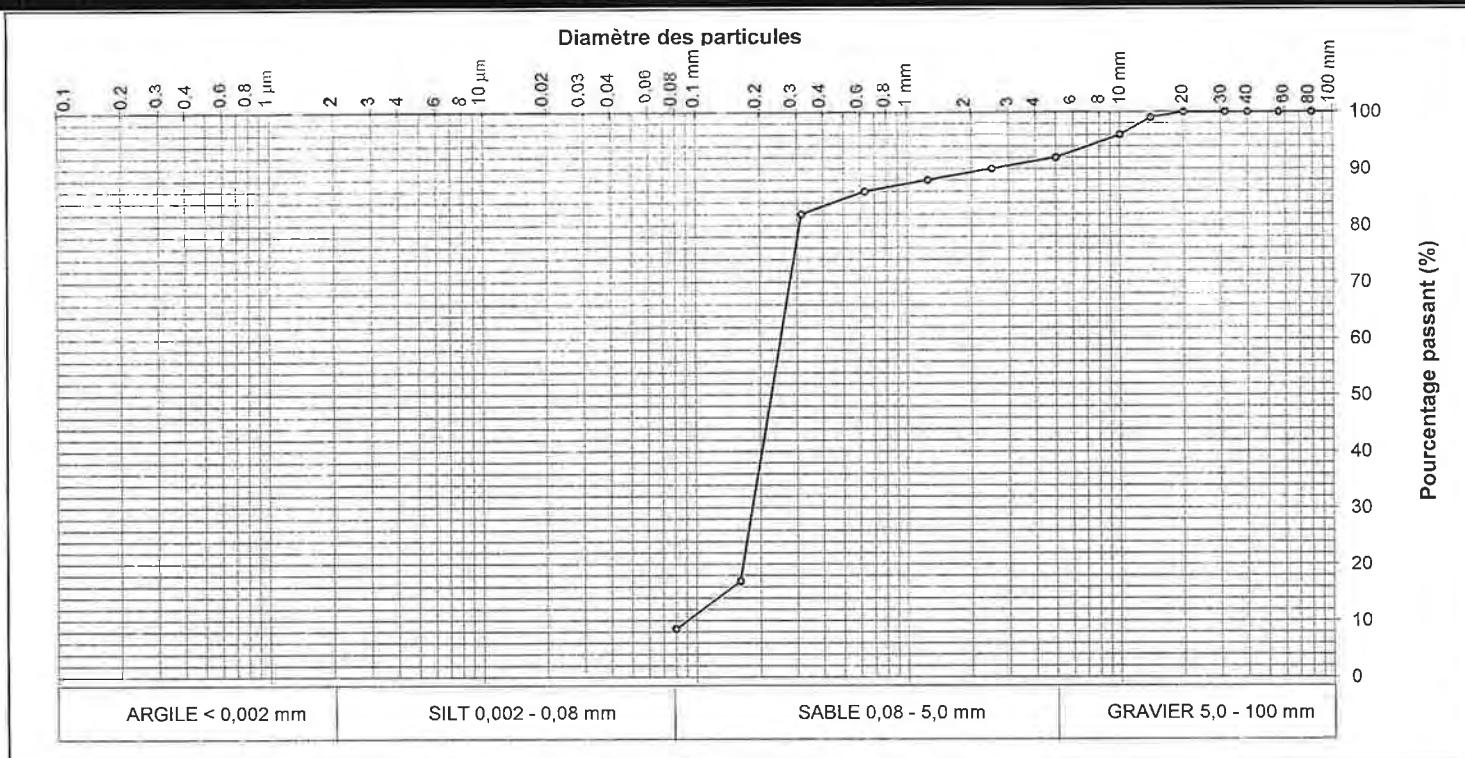


**SM**

LABO S.M. INC.

Rapport no. : 1205643  
Laboratoire no. : 12-08687**Analyse granulométrique par tamisage LC 21-040**  
**Analyse granulométrique par sédimentation NQ 2501-025**

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	99
10	96
5	92
2,5	90
1,25	88
0,630	86
0,315	82
0,160	17
0,0800	8,5



% Gravier:	8
% Sable:	83,5
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	2,789
Cc:	1,476
D10:	0,0941
D15:	0,1412
D30:	0,1910
D50:	0,2387
D60:	0,2625
D85:	0,5513

**Propriétés physiques et mécaniques**

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier: F115948001  
Client: Travaux publics et serv. gouv. Canada  
Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97  
Site: Québec (Québec)

Sondage: F-17-11  
Échantillon: CF-1  
Profondeur: 0,00 à 0,20m  
Prélevé par: Simon Marois  
Date: 2011-12-08

Description:

Remarques:

Vérifié par :

Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

Approuvé par :

Sonya Graveline, ing.

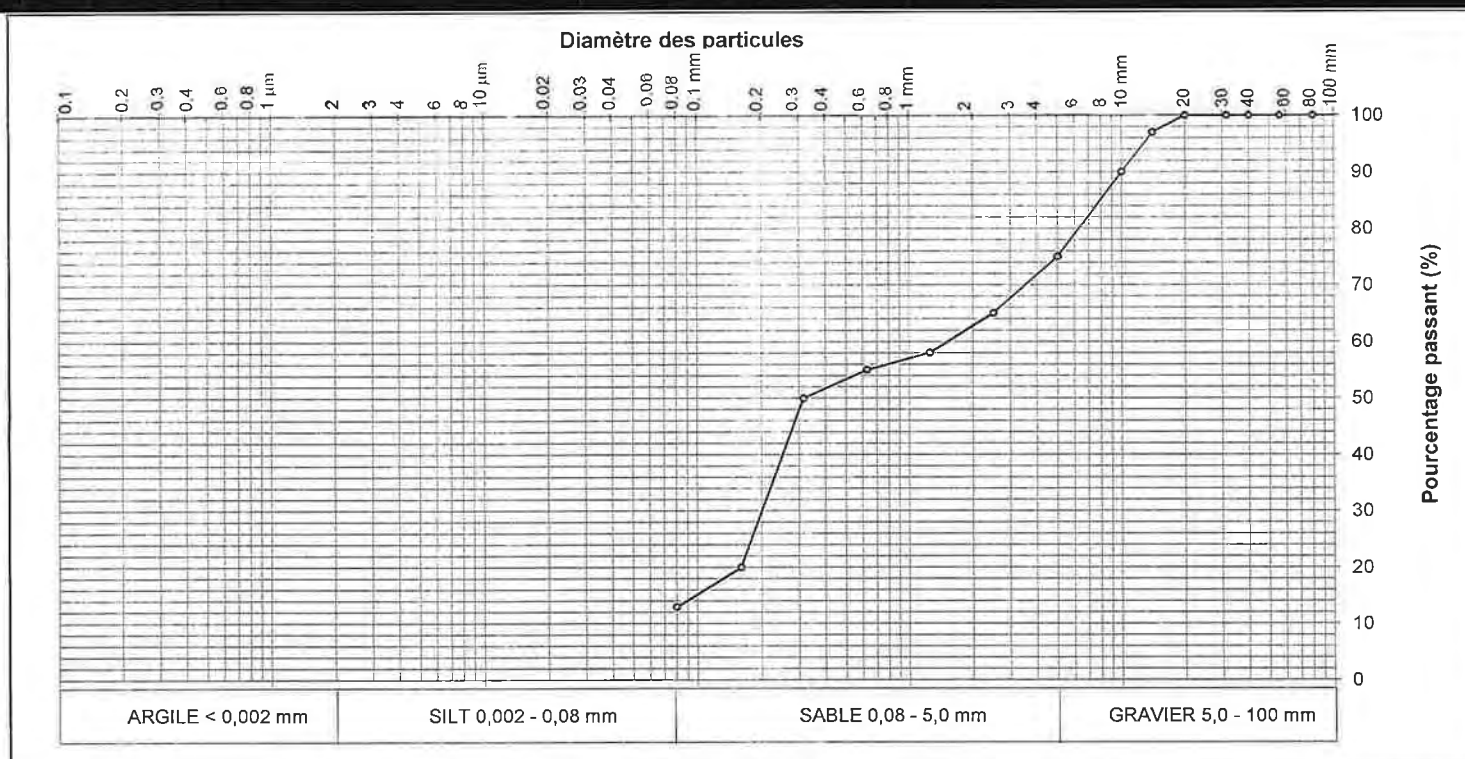
Date : 12-09-21

**SM**

LABO S.M. INC.

Rapport no. : 1205647  
Laboratoire no. : 12-08688Analyse granulométrique par tamisage LC 21-040  
Analyse granulométrique par sédimentation NQ 2501-025

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	97
10	90
5	75
2,5	65
1,25	58
0,630	55
0,315	50
0,160	20
0,0800	12,9



% Gravier:	25
% Sable:	62,1
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	0,1037
D30:	0,2117
D50:	0,3150
D60:	1,6071
D85:	8,3333

## Propriétés physiques et mécaniques

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier: F115948001  
 Client: Travaux publics et serv. gouv. Canada  
 Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97  
 Site: Québec (Québec)

Sondage: F-17-11  
 Échantillon: CF-3  
 Profondeur: 1,53 à 2,14m  
 Prélevé par: Simon Marois  
 Date: 2011-12-08

Description:

Remarques:

Vérifié par :   
 Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

Approuvé par :   
 Sonya Graveline, ing.

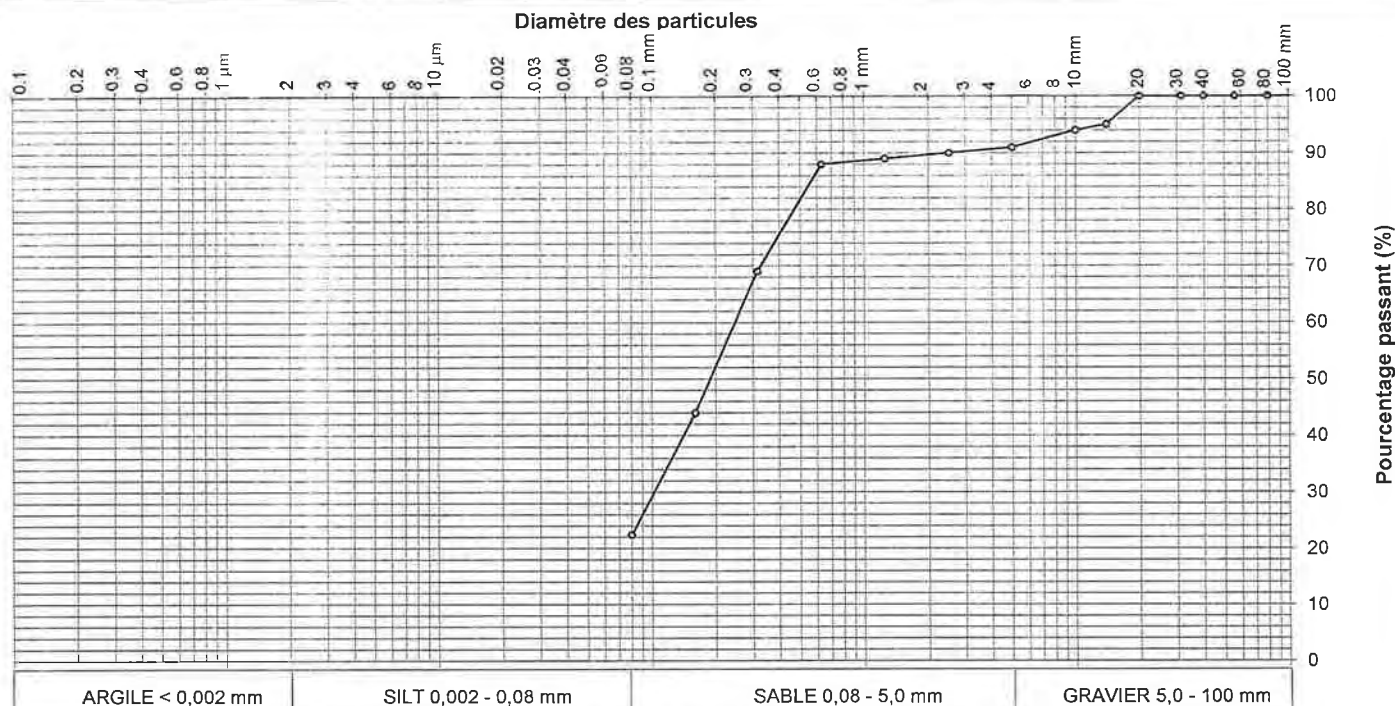
Date : 12-09-21





Rapport no. : 1205644  
Laboratoire no. : 12-08689

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	95
10	94
5	91
2,5	90
1,25	89
0,630	88
0,315	69
0,160	44
0,0800	22,4



---

Analyses	Norme	Résultats

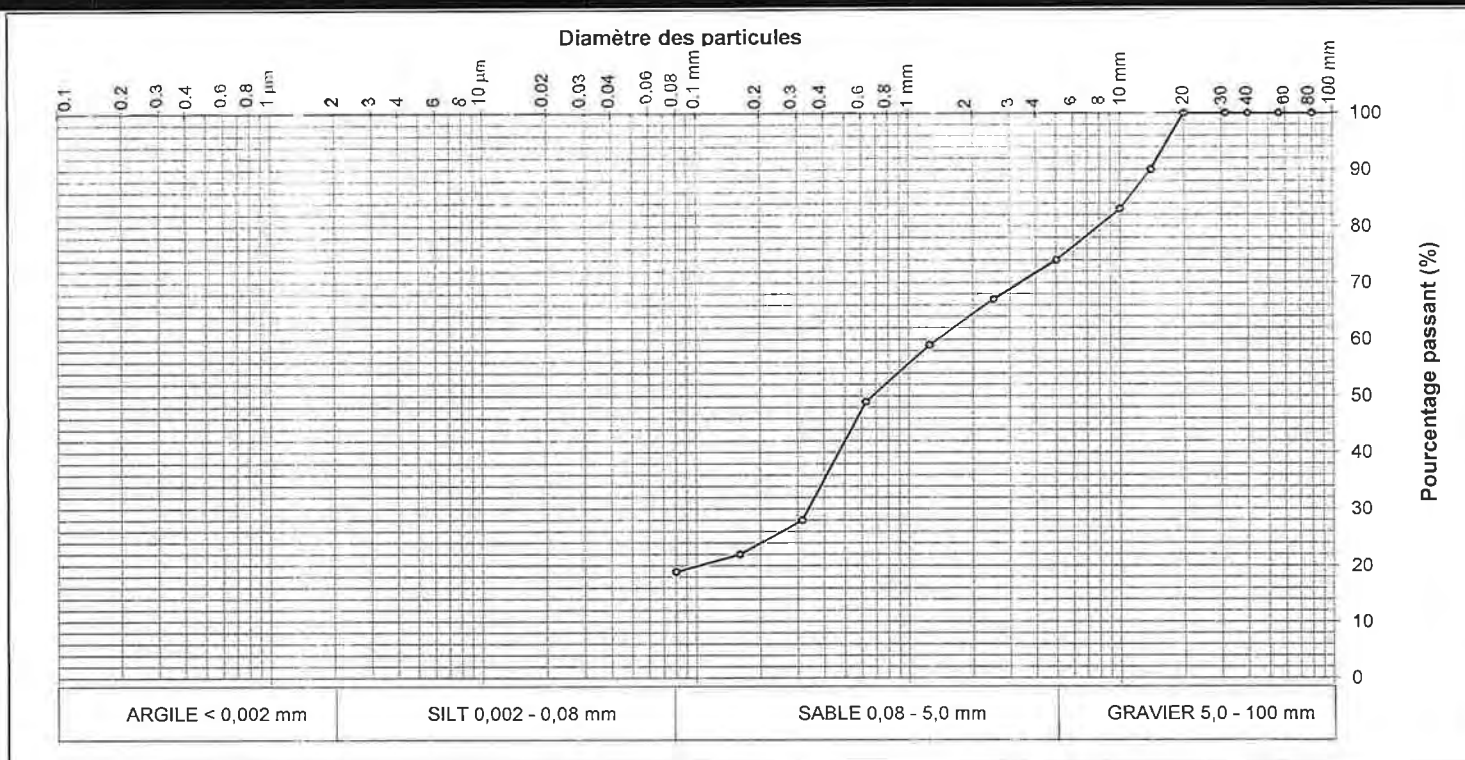
Remarques:

Date : 12-09-21



Rapport no. : 1205640  
Laboratoire no. : 12-08690

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	90
10	83
5	74
2,5	67
1,25	59
0,630	49
0,315	28
0,160	22
0,0800	18,9
% Gravier:	26
% Sable:	55,1
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	
D30:	0,3450
D50:	0,6920
D60:	1,4063
D85:	11,1429



Analyses	Norme	Résultats

Description:
Remarques:

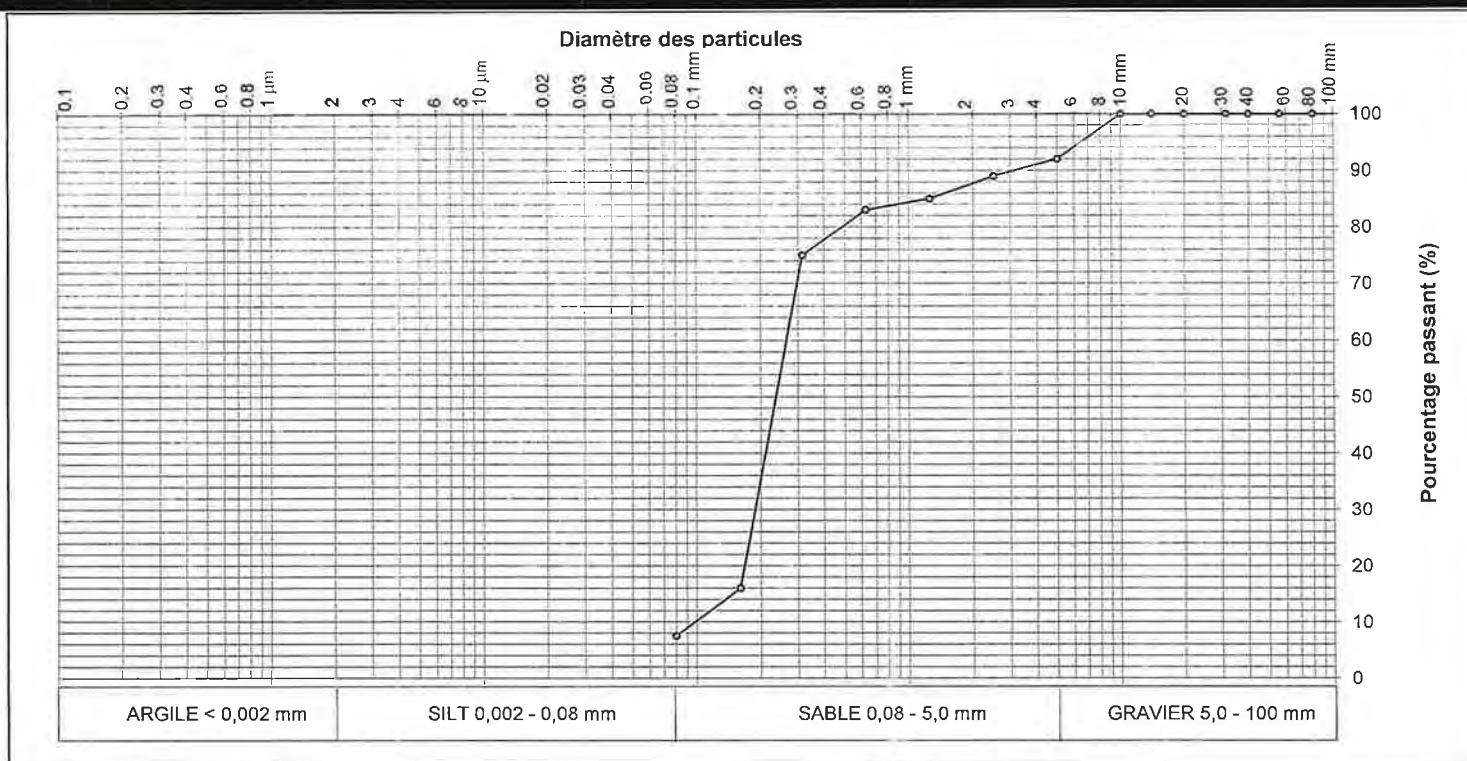
Date : 12-09-21





Rapport no. : 1205648  
Laboratoire no. : 12-08698

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	100
5	92
2,5	89
1,25	85
0,630	83
0,315	75
0,160	16
0,0800	7,5
% Gravier:	8
% Sable:	84,5
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	2,662
Cc:	1,357
D10:	0,1035
D15:	0,1506
D30:	0,1968
D50:	0,2493
D60:	0,2756
D85:	1,2500



Analyses	Norme	Résultats

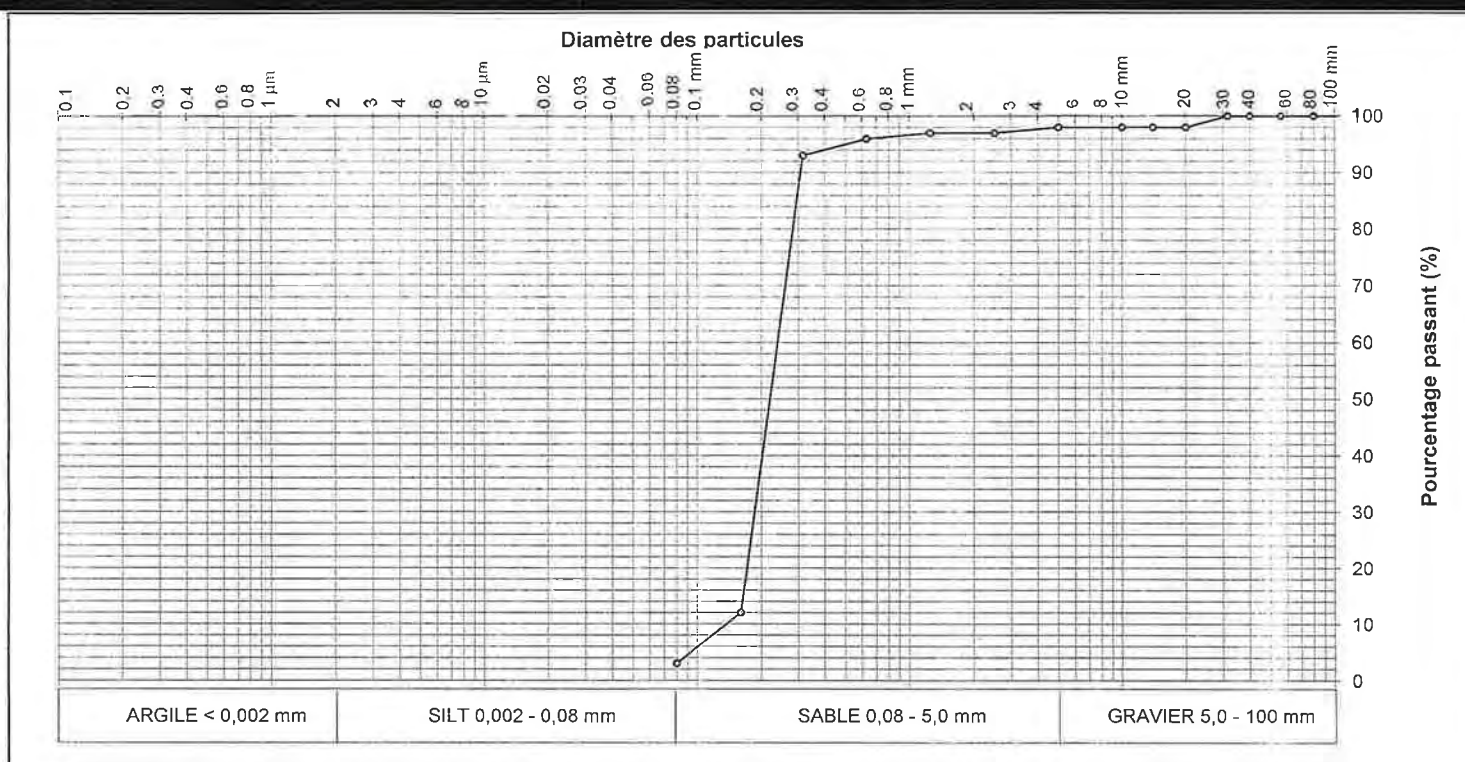
Remarques:

Date : 12-09-21



Rapport no. : 1205672  
Laboratoire no. : 12-08700

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	98
14	98
10	98
5	98
2,5	97
1,25	97
0,630	96
0,315	93
0,160	12
0,0800	3,0
% Gravier:	2
% Sable:	95,0
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	1,771
Cc:	1,056
D10:	0,1422
D15:	0,1657
D30:	0,1944
D50:	0,2327
D60:	0,2519
D85:	0,2997



Analyses	Norme	Résultats

Description:
Remarques:

Date : 12-09-24

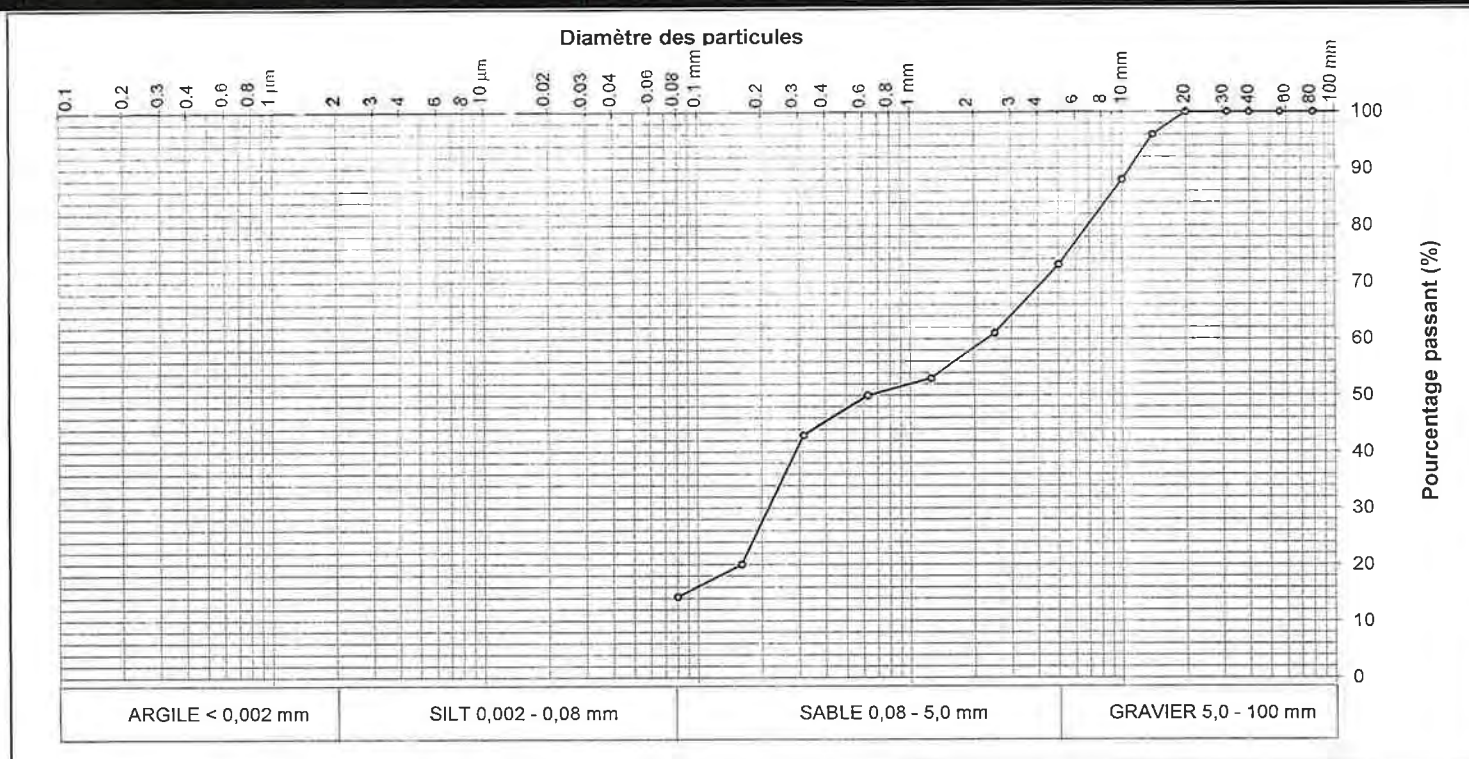


**SM**

LABO S.M. INC.

Rapport no. : 1205673  
Laboratoire no. : 12-08699**Analyse granulométrique par tamisage LC 21-040**  
**Analyse granulométrique par sédimentation NQ 2501-025**

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	96
10	88
5	73
2,5	61
1,25	53
0,630	50
0,315	43
0,160	20
0,0800	14,3



% Gravier:	27
% Sable:	58,7
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	0,0898
D30:	0,2274
D50:	0,6300
D60:	2,3438
D85:	9,0000

**Propriétés physiques et mécaniques**

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier: F115948001  
 Client: Travaux publics et serv. gouv. Canada  
 Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97  
 Site: Québec (Québec)

Sondage: F-18-11  
 Échantillon: CF-9  
 Profondeur: 6,56 à 7,17m  
 Prélevé par: Simon Marois  
 Date: 2011-12-11

Description:

Remarques:

Vérifié par :

Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-24

Approuvé par :

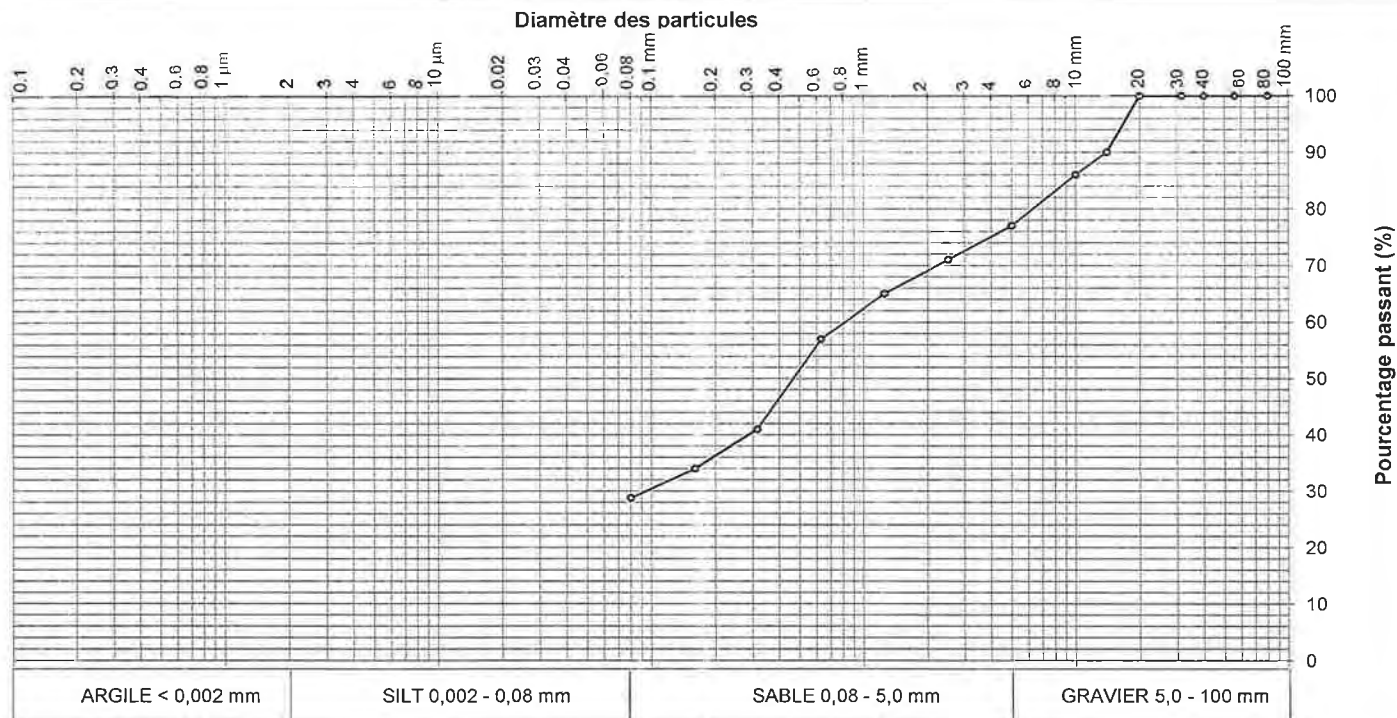
Sonya Graveline, ing.

Date : 12-09-24



Rapport no. : 1205649  
Laboratoire no. : 12-08701

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	90
10	86
5	77
2,5	71
1,25	65
0,630	57
0,315	41
0,160	34
0,0800	28,8
% Gravier:	23
% Sable:	48,2
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	
D30:	0,0985
D50:	0,4922
D60:	0,8625
D85:	9,4444



Analyses	Norme	Résultats

Remarques:

Date : 12-09-21

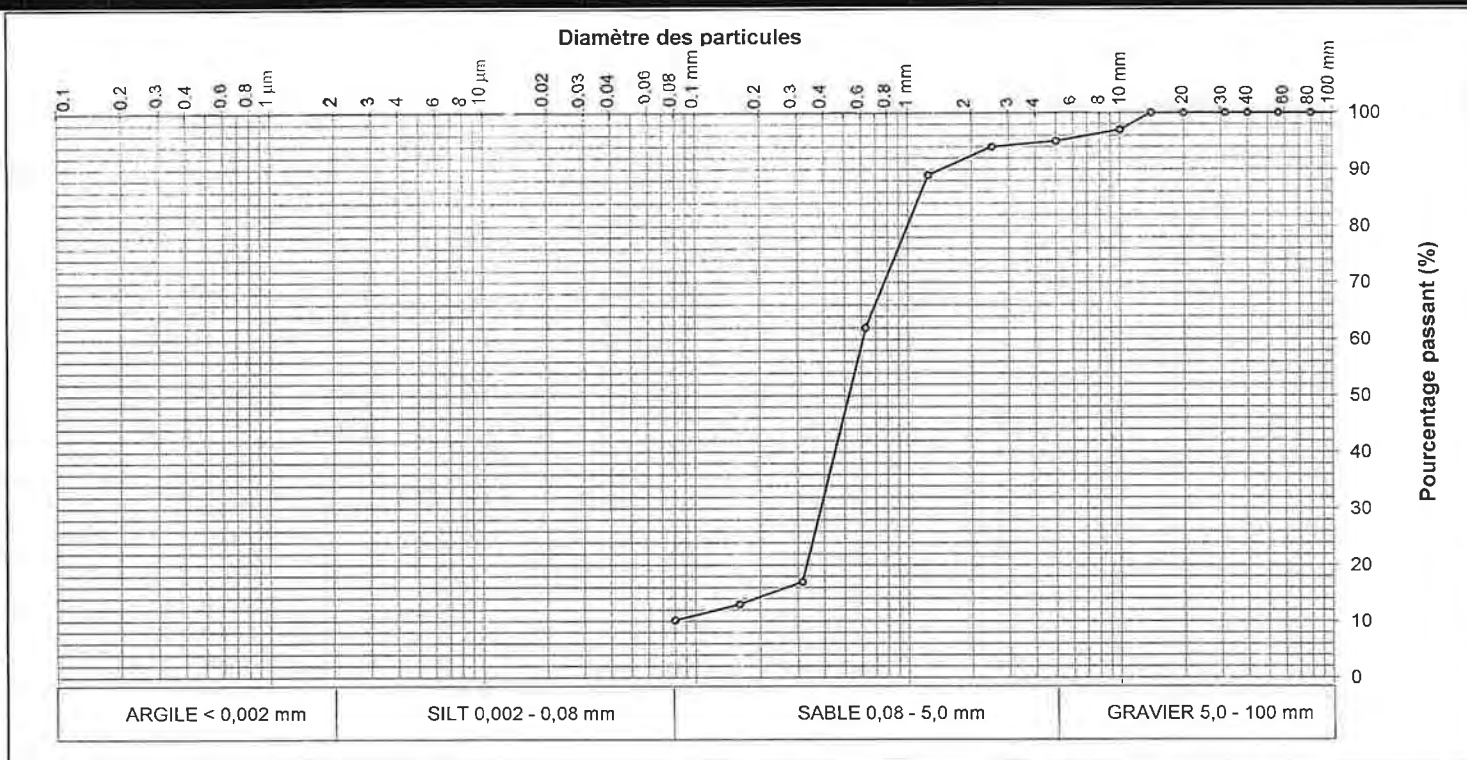


**SM**

LABO S.M. INC.

Rapport no. : 1205650  
Laboratoire no. : 12-08704**Analyse granulométrique par tamisage LC 21-040**  
**Analyse granulométrique par sédimentation NQ 2501-025**

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	97
5	95
2,5	94
1,25	89
0,630	62
0,315	17
0,160	13
0,0800	10,2



% Gravier:	5
% Sable:	84,8
% Silt:	
% Argile:	1
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	0,2375
D30:	0,4060
D50:	0,5460
D60:	0,6160
D85:	1,1581

**Propriétés physiques et mécaniques**

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier: **F115948001**  
 Client: **Travaux publics et serv. gouv. Canada**  
 Projet: **Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97**  
 Site: **Québec (Québec)**


Sondage: **F-18-11**  
 Échantillon: **CF-15**  
 Profondeur: **11,13 à 11,74m**  
 Prélevé par: **Simon Marois**  
 Date: **2011-12-12**

Description:

Remarques:

Vérifié par :   
Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

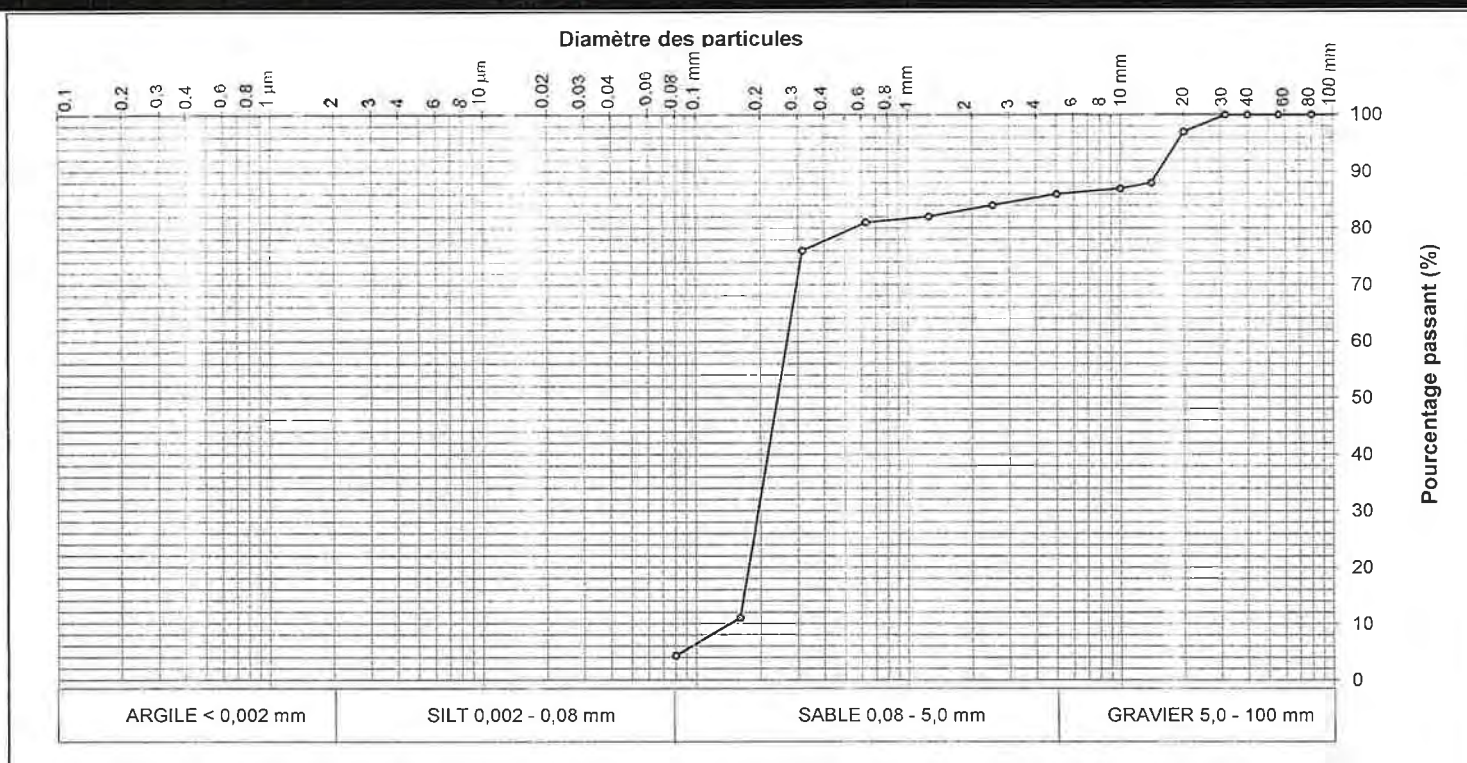
Approuvé par :   
Sonya Graveline, ing.

Date : 12-09-21



Rapport no. : 1205670  
Laboratoire no. : 12-08707

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	97
14	88
10	87
5	86
2,5	84
1,25	82
0,630	81
0,315	76
0,160	11
0,0800	4,3
% Gravier:	14
% Sable:	81,7
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	1,870
Cc:	1,028
D10:	0,1481
D15:	0,1695
D30:	0,2053
D50:	0,2530
D60:	0,2768
D85:	3,7500



Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier:	F115948001
Client:	Travaux publics et serv. gouv. Canada
Projet:	Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97
Site:	Québec (Québec)

Sondage:	F-19-12
Échantillon:	CF-1
Profondeur:	0,00 à 0,61m
Prélevé par:	Simon Marois
Date:	2012-09-12

Remarques:

Vérifié par : Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-24

Approuvé par :   
Sonya Graveline, ing.

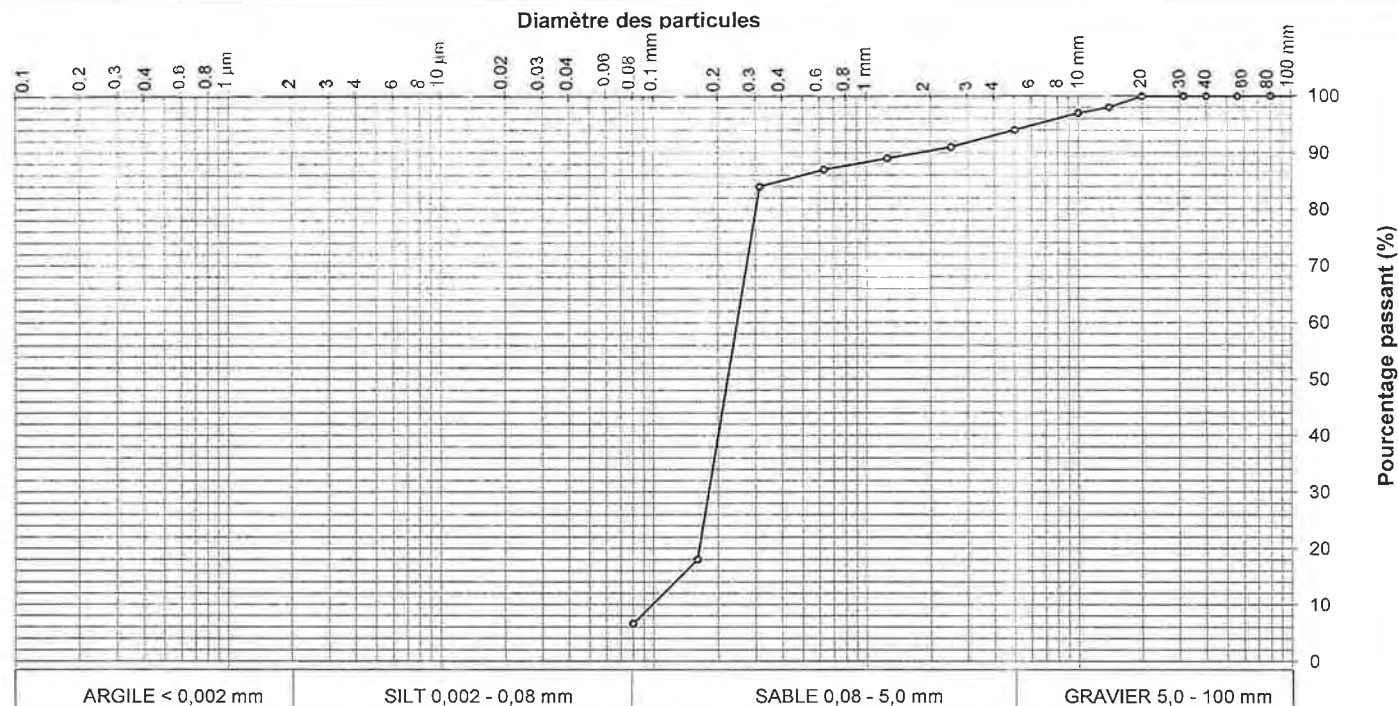
Date : 12-09-24





Rapport no. : 1205677  
Laboratoire no. : 12-08708

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	98
10	97
5	94
2,5	91
1,25	89
0,630	87
0,315	84
0,160	18
0,0800	6,6



% Gravier:	6
% Sable:	87,4
% Silt:	
% Argile:	

Cu:	2,490
Cc:	1,318
D10:	0,1039
D15:	0,1389
D30:	0,1882
D50:	0,2352
D60:	0,2586
D85:	0,4200

### Propriétés physiques et mécaniques

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier:	F115948001
Client:	Travaux publics et serv. gouv. Canada
Projet:	Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97
Site:	Québec (Québec)

Sondage:	F-19-12
Échantillon:	CF-6
Profondeur:	3,76 à 4,37m
Prélevé par:	Simon Marois
Date:	2012-09-12

**Description:**

Remarques:

Vérifié par :   
Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-24

Approuvé par :   
Sonya Graveline, ing.

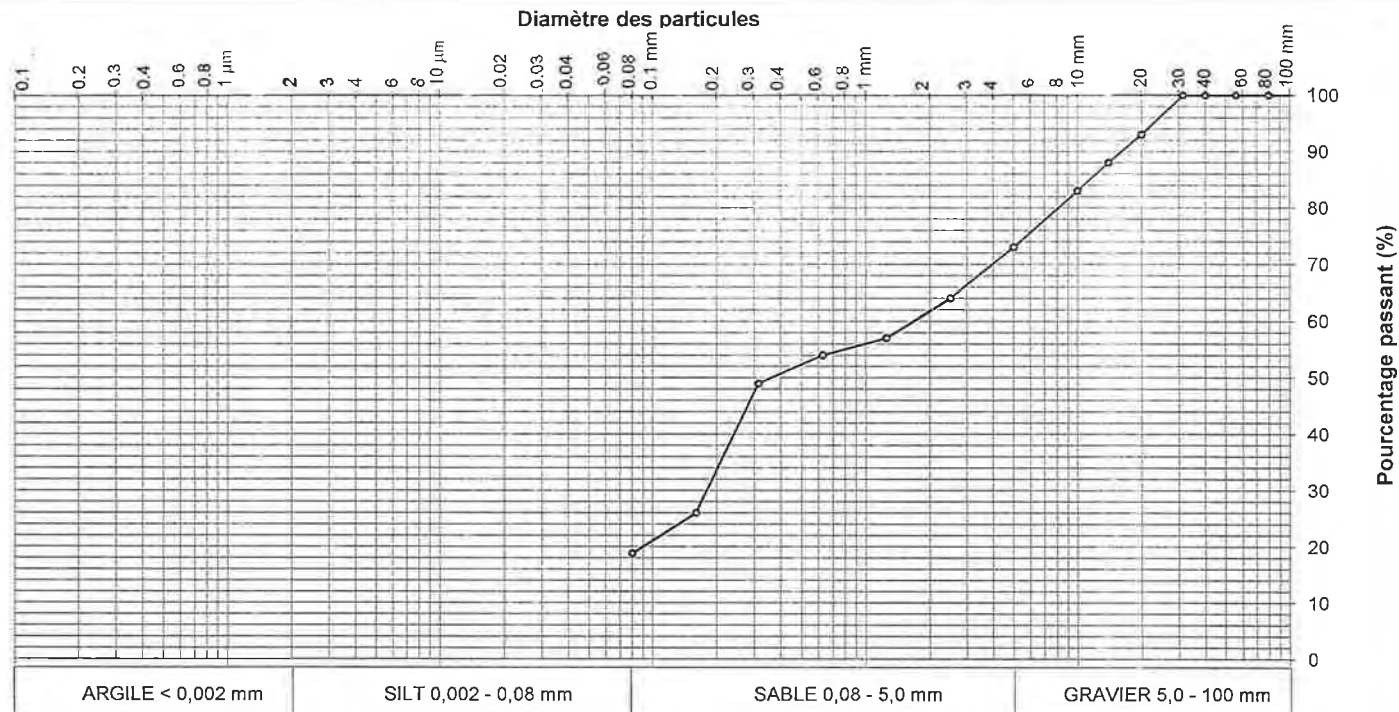
Date : 12-09-24



Rapport no. : 1205646  
Laboratoire no. : 12-08710

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	93
14	88
10	83
5	73
2,5	64
1,25	57
0,630	54
0,315	49
0,160	26
0,0800	18,8

% Gravier:	27
% Sable:	54,2
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	
D30:	0,1870
D50:	0,3780
D60:	1,7857
D85:	11,6000



Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier:	F115948001
Client:	Travaux publics et serv. gouv. Canada
Projet:	Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97
Site:	Québec (Québec)


Sondage:	F-19-12
Échantillon:	CF-7
Profondeur:	4,58 à 5,19m
Prélevé par:	Simon Marois
Date:	2011-09-12

**Description:**

Remarques:

Vérifié par : Sylvie Daigle  
Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

Approuvé par :   
Sonya Graveline, ing.

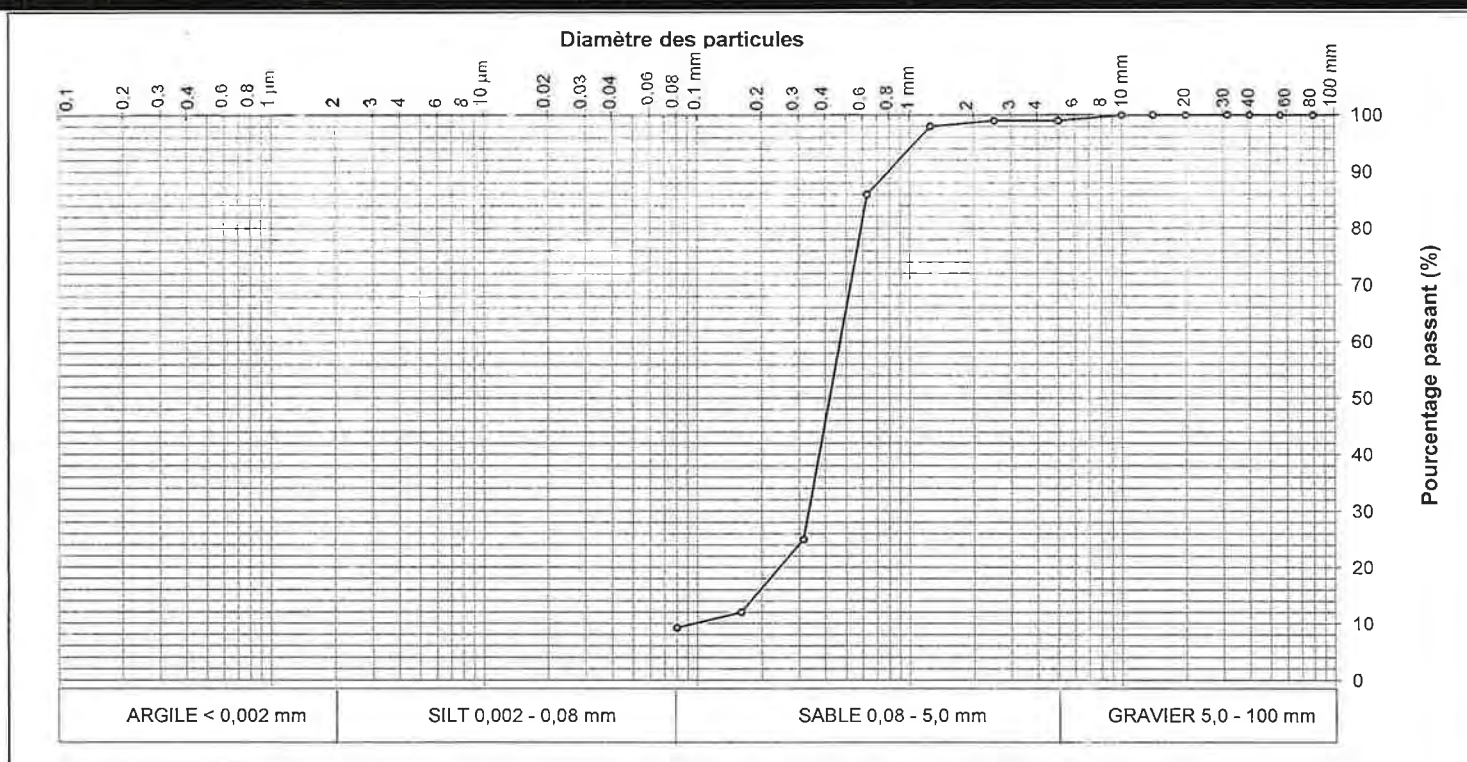
Date : 12-09-21





Rapport no. : 1205654  
Laboratoire no. : 12-08711

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	100
5	99
2,5	99
1,25	98
0,630	86
0,315	25
0,160	12
0,0800	9.2
% Gravier:	1
% Sable:	89,8
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	4,820
Cc:	2,278
D10:	0,1029
D15:	0,1958
D30:	0,3408
D50:	0,4441
D60:	0,4957
D85:	0,6248



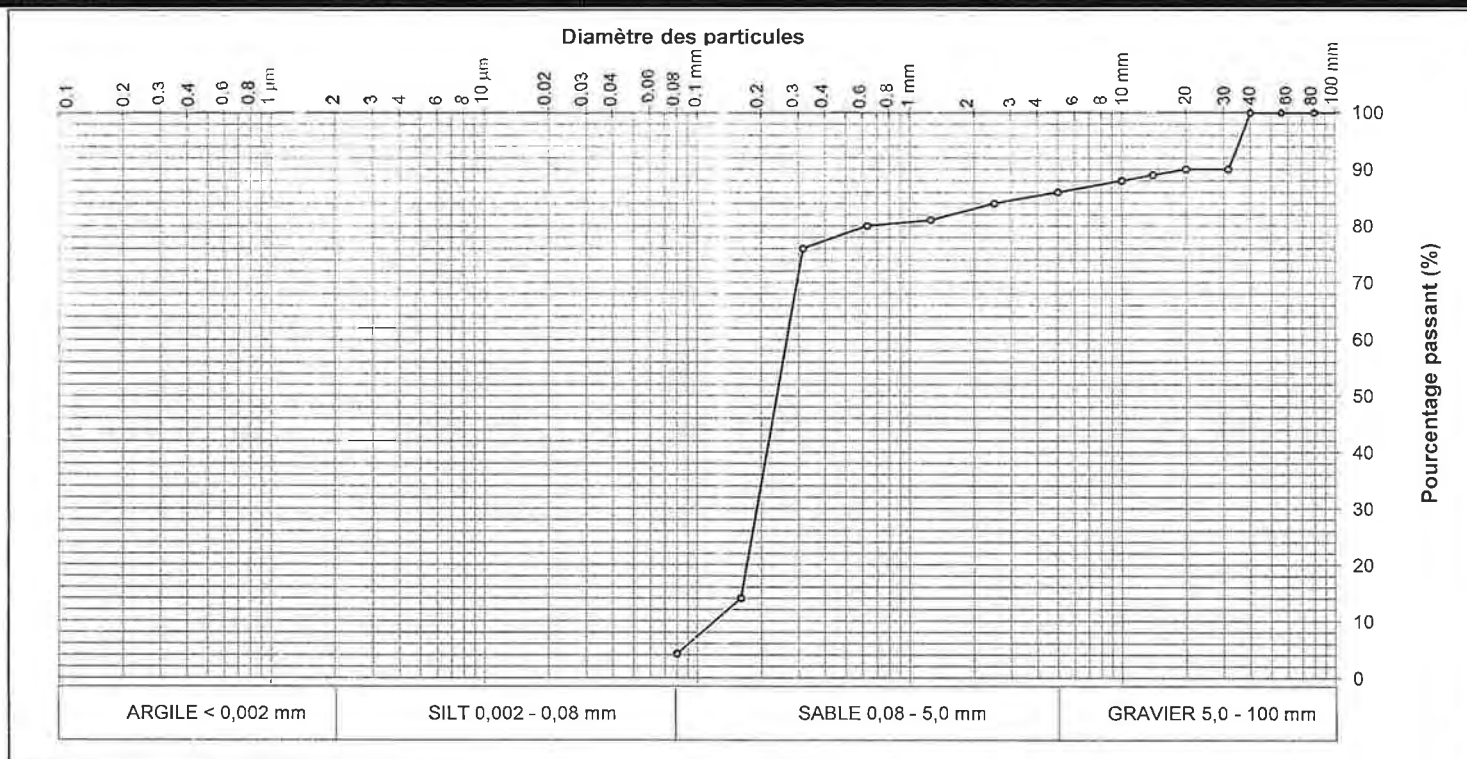
Analyses	Norme	Résultats

Date : 12-09-24



Rapport no. : 1205675  
Laboratoire no. : 12-08715

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	90
20	90
14	89
10	88
5	86
2,5	84
1,25	81
0,630	80
0,315	76
0,160	14
0,0800	4,2
% Gravier:	14
% Sable:	81,8
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	2,159
Cc:	1,142
D10:	0,1273
D15:	0,1625
D30:	0,2000
D50:	0,2500
D60:	0,2750
D85:	3,7500



Analyses	Norme	Résultats

Description:
Remarques:

Date : 12-09-24

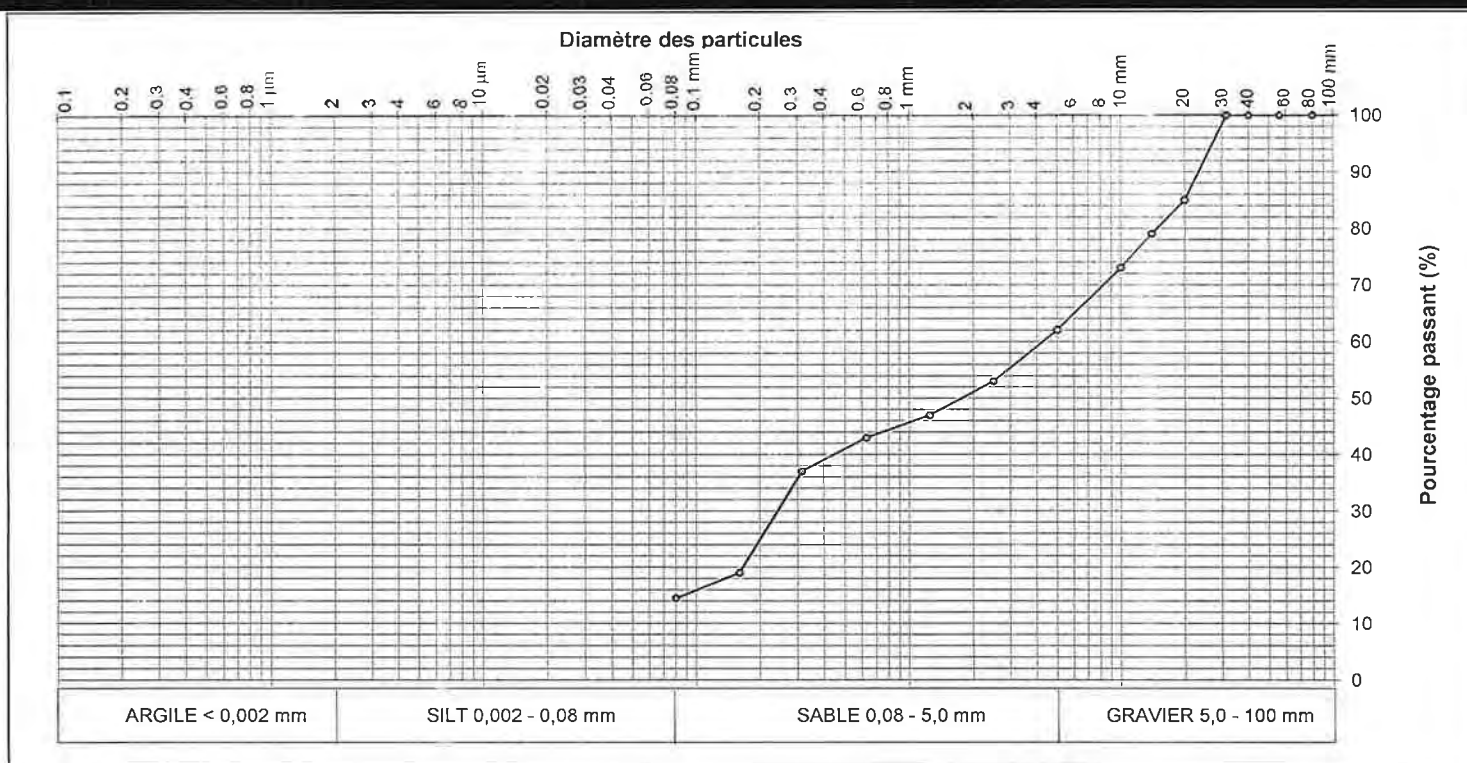


**SM**

LABO S.M. INC.

Rapport no. : 1205651  
Laboratoire no. : 12-08716**Analyse granulométrique par tamisage LC 21-040**  
**Analyse granulométrique par sédimentation NQ 2501-025**

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	85
14	79
10	73
5	62
2,5	53
1,25	47
0,630	43
0,315	37
0,160	19
0,0800	14,5



% Gravier:	38
% Sable:	47,5
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	
Cc:	
D10:	
D15:	0,0889
D30:	0,2547
D50:	1,8750
D60:	4,4444
D85:	20,0000

**Propriétés physiques et mécaniques**

Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier: F115948001  
 Client: Travaux publics et serv. gouv. Canada  
 Projet: Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97  
 Site: Québec (Québec)

Sondage: F-20-12  
 Échantillon: CF-6  
 Profondeur: 4,04 à 4,65m  
 Prélevé par: Simon Marois  
 Date: 2012-09-13

Description:

Remarques:

 Vérifié par :   
 Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

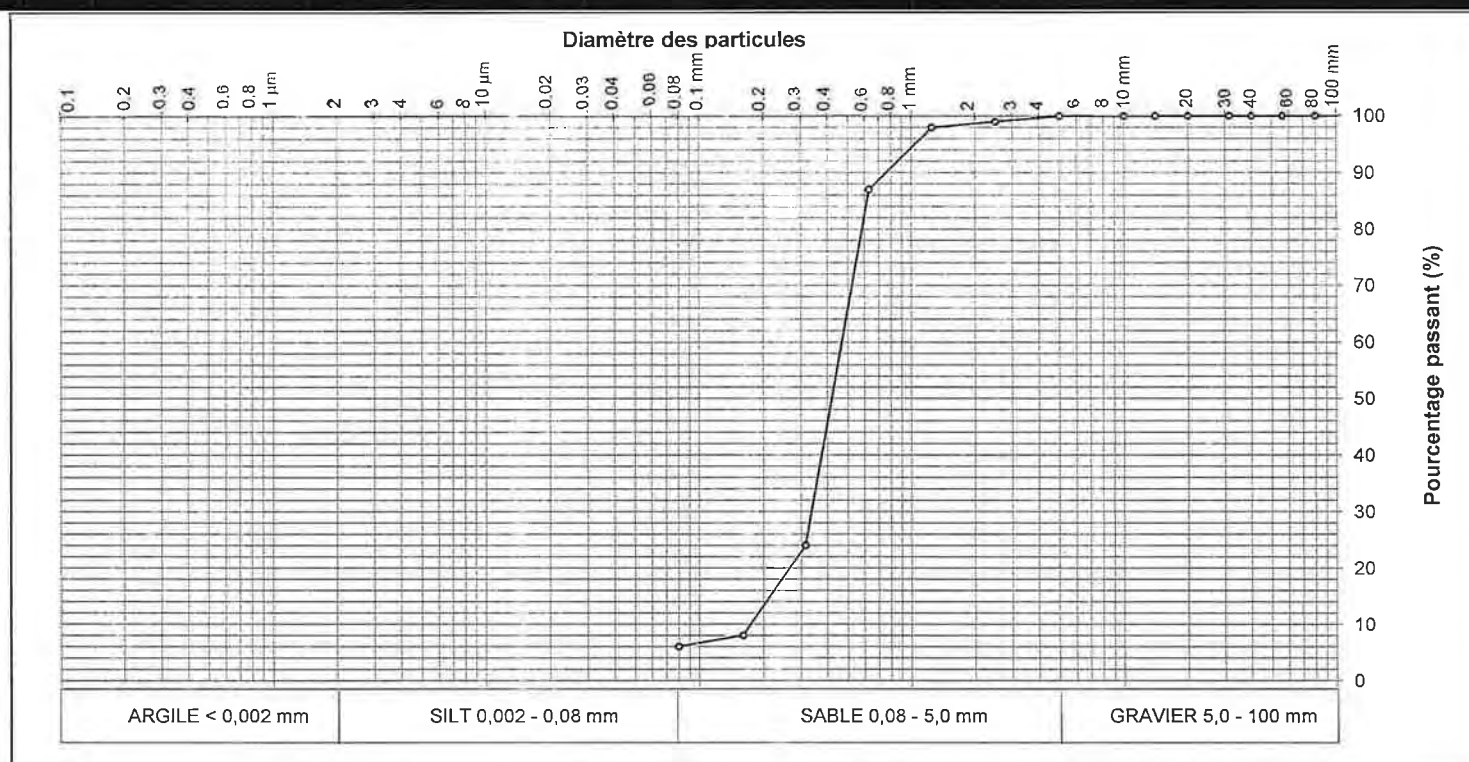
 Approuvé par :   
 Sonya Graveline, ing.

Date : 12-09-21



Rapport no. : 1205645  
Laboratoire no. : 12-08718

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	100
5	100
2,5	99
1,25	98
0,630	87
0,315	24
0,160	8
0,0800	6,0
% Gravier:	
% Sable:	94,0
% Silt:	
% Argile:	
Cu:	2,760
Cc:	1,341
D10:	0,1794
D15:	0,2278
D30:	0,3450
D50:	0,4450
D60:	0,4950
D85:	0,6200



Analyses	Norme	Résultats

N° Dossier:	F115948001
Client:	Travaux publics et serv. gouv. Canada
Projet:	Étude géotechnique - Quai de la Reine, section no 97
Site:	Québec (Québec)

Sondage:	F-20-12
Échantillon:	CF-14A
Profondeur:	9,30 à 9,84m
Prélevé par:	Simon Marois
Date:	2012-09-14

**Description:**

Remarques:

Vérifié par : Sylvie Daigle, chef de laboratoire

Date : 12-09-21

Approuvé par : \_\_\_\_\_ Sonya Graveline, ing.

Date : 12-09-21



**Labo S.M. inc.**  
Une division du Groupe S.M. inc

- 740, rue Galt Ouest, 2e étage, Sherbrooke (Qc) J1H 1Z3 Tél: (819) 566-8855 Fax: (819) 566-0224  
☐ 1471, boul. Lionel-Boulet, Varennes (Qc) J3X 1P7 Tél: (450) 652-6151 Fax: (450) 652-6451  
☐ 75, rue Queen, bureau 5200, Montréal (Qc) H3C 2N6 Tél: (514) 982-6001 Fax: (514) 982-6106  
☐ 4540, rue Laval, Lac-Mégantic (Qc) G6B 1C5 Tél: (819) 583-4255 Fax: (819) 583-1997  
☐ 2111, boul. Fernand-Lafontaine, Longueuil (Qc) J4G 2J4 Tél: (450) 651-0981 Fax: (450) 651-9542

Rapport n° 1205655

**RAPPORT D'ESSAIS**  
**MESURE DE LA RÉSISTANCE EN COMPRESSION SUR CAROTTES DE ROC**  
**ASTM D 7012-07**

**Numéro de dossier : F115948001**

Numéro de laboratoire : 12-08693, 12-08713, 12-08719 et 12-08702

Projet : Étude Géotechnique - Quai de la Reine section no97

Client : Travaux publics et services gouv. Canada

Conditionnement : sec

Matériau de coiffe : meule

Température de confinement : 22

Prélevé par : Simon Marois

Réalisé par : V. Dumoulin ,le 12-09-24

Site :

Contrat :

Date rupturée	Forage N°	# échant.	Profondeur d'essais (m)	Diamètre				Longueur		Rapport L/D	Charge	Résistance en compression	Temps de rupture
				1	2	3	moyen	initiale	meulée				
				(mm)				(mm)			(kN)	(MPa)	(sec)
12-09-21	F-17-11	CR-19	15.12 à 16.67	47,16	47,19	47,19	47,18		82,18	1,74	196,7	<b>112,5</b>	356
12-09-21	F-19-12	CR-20	15.02 à 16.52	47,39	47,46	47,41	47,42	223,21	108,78	2,29	292,0	<b>165,3</b>	553
12-09-21	F-20-12	CR-21	13.39 à 14.95	47,45	47,45	47,45	47,45	143,37	107,25	2,26	149,1	<b>84,3</b>	266
12-09-24	F-18-11	CR-24	16.49 à 17.97	47,62	47,44	47,53	47,53	282,95	87,44	1,84	313,4	<b>176,6</b>	581

L/D: Rapport Longueur/Diamètre

Remarques:

Préparé par: Sylvie Daigle, tech. Chef Labo

Date: 12-09-24

Vérifié par: Sonya Graveline, ing.

Date: 12-09-24



## Annexe D / *Appendix D*

CERTIFICATS D'ANALYSES CHIMIQUES / *CHEMICAL ANALYZES CERTIFICATES*



**SM<sup>i</sup>**LABORATOIRES  
D'ANALYSES  
S.M. INC.

2350, Chemin du Lac  
Longueuil, Québec J4N 1G8  
Tél. (514) 332-6001 Téléc. (514) 332-5066

740, Galt Ouest, 2e étage  
Sherbrooke, Québec J1H 1Z3  
Tél. (819) 566-8855 Téléc. (819) 566-0224

3705, boul. Industriel  
Sherbrooke, Québec J1L 1X8  
Tél. (819) 566-8855 Téléc. (819) 566-0224

## Certificat d'analyse

No M669233, version 1

Émis le: 2012-09-27

Client: **LABO S.M.**

M. Gabriel Leclerc Messier  
3705, boul. Industriel  
Sherbrooke, Québec  
J1L 1X8

No client: 1838

Tél.: 819-566-8298

Téléc.: 819-823-4377

No projet: 13497

Bon de commande: F115948-001

No dossier MDDEP:

Projet: Analyse de sols ou eaux MDDEP

Sous-projet: Analyses de sols

Nature de l'échantillon: Sédiment

No éch.	Description	Résultat	Unité	Norme	Analysé le
---------	-------------	----------	-------	-------	------------

# Certificat d'analyse (suite)

No M669233, version 1

Émis le: 2012-09-27

Projet: Analyse de sols ou eaux MDDEP

Nature de l'échantillon: Sédiment

Sous-projet: Analyses de sols

No éch.	Description	Résultat	Unité	Norme	Analysé le
1733122	F-17-11/CF-1 0@8"				
	Prélevé le: 2011-12-08 Par: Simon Marois Reçu le: 2012-09-20				
	Pourcentage d'humidité	18.3	%		2012-09-24
	Mercure (Hg)	<0.20	mg/Kg	A=0.2 / B=2 / C=10	2012-09-24
	Hydrocarbures pétroliers C10-C50	<100	mg/Kg	A=300 B=700 C=3500	2012-09-24
	-----HAP-----	-	-		2012-09-24
	Acénaphène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Acénaphthylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Benzo (a) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (a) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [b,j] fluoranthène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [k] fluoranthène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (c) phénanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (g,h,i) pérylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Chrysène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,i) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,l) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-1,3 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Fluoranthène	0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Fluorène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-1 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-2 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-3 cholanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Phénanthrène	0.12	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Triméthyl-2,3,5 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	% de récupération des étalons analogues	-	-		2012-09-24
	d10-acénaphène	96	%		2012-09-24
	d10-phénanthrène	92	%		2012-09-24
	d12-Benzo[ghi]pérylène	101	%		2012-09-24
	-----Métaux-----	-	-		2012-09-20
	Arsenic	<1.5	mg/Kg		2012-09-25
	Cadmium	<1.0	mg/Kg		2012-09-25
	Chrome	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Cuivre	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Nickel	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Plomb	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Zinc	30	mg/Kg		2012-09-25

Remarques: Échantillon congelé

# Certificat d'analyse (suite)

No M669233, version 1

Émis le: 2012-09-27

Projet: Analyse de sols ou eaux MDDEP

Nature de l'échantillon: Sédiment

Sous-projet: Analyses de sols

No éch.	Description	Résultat	Unité	Norme	Analysé le
1733125	F-18-11/CF-1 0@2'0				
	Prélevé le: 2012-09-11 Par: Simon Marois Reçu le: 2012-09-20				
	Pourcentage d'humidité	15.0	%		2012-09-24
	Mercure (Hg)	<0.20	mg/Kg	A=0.2 / B=2 / C=10	2012-09-24
	Hydrocarbures pétroliers C10-C50	109	mg/Kg	A=300 B=700 C=3500	2012-09-24
	-----HAP-----	-	-		2012-09-24
	Acénaphène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Acénaphthylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Anthracène	0.16	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Benzo (a) anthracène	0.46	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (a) pyrène	0.24	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [b,j] fluoranthène	0.28	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [k] fluoranthène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (c) phénanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (g,h,i) pérylène	0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Chrysène	0.36	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,i) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,l) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-1,3 naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Fluoranthène	0.23	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Fluorène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-1 naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-2 naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-3 cholanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Phénanthrène	0.16	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Pyrène	0.21	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Triméthyl-2,3,5 naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	% de récupération des étalons analogues	-	-		2012-09-24
	d10-acénaphène	92	%		2012-09-24
	d10-phénanthrène	89	%		2012-09-24
	d12-Benzo[ghi]pérylène	94	%		2012-09-24
	-----Métaux-----	-	-		2012-09-20
	Arsenic	1.6	mg/Kg		2012-09-25
	Cadmium	<1.0	mg/Kg		2012-09-25
	Chrome	13	mg/Kg		2012-09-25
	Cuivre	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Nickel	10	mg/Kg		2012-09-25
	Plomb	14	mg/Kg		2012-09-25
	Zinc	70	mg/Kg		2012-09-25

# Certificat d'analyse (suite)

No M669233, version 1

Émis le: 2012-09-27

Projet: Analyse de sols ou eaux MDDEP

Nature de l'échantillon: Sédiment

Sous-projet: Analyses de sols

No éch.	Description	Résultat	Unité	Norme	Analysé le
1733126	F-19-12/CF-1 0@8"				
	Prélevé le: 2012-09-12 Par: Simon Marois Reçu le: 2012-09-20				
	Pourcentage d'humidité	18.8	%		2012-09-24
	Mercure (Hg)	1.36	mg/Kg	A=0.2 / B=2 / C=10	2012-09-24
	Hydrocarbures pétroliers C10-C50	<100	mg/Kg	A=300 B=700 C=3500	2012-09-24
	-----HAP-----	-	-		2012-09-24
	Acénaphène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Acénaphthylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Anthracène	0.14	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Benzo (a) anthracène	0.46	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (a) pyrène	0.15	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [b,j] fluoranthène	0.25	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [k] fluoranthène	0.12	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (c) phénanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (g,h,i) pérylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Chrysène	0.13	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,i) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,l) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-1,3 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Fluoranthène	0.73	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Fluorène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-1 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-2 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-3 cholanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Naphtalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Phénanthrène	0.32	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Pyrène	0.58	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Triméthyl-2,3,5 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	% de récupération des étalons analogues	-	-		2012-09-24
	d10-acénaphène	93	%		2012-09-24
	d10-phénanthrène	93	%		2012-09-24
	d12-Benzo[ghi]pérylène	94	%		2012-09-24
	-----Métaux-----	-	-		2012-09-20
	Arsenic	1.9	mg/Kg		2012-09-25
	Cadmium	<1.0	mg/Kg		2012-09-25
	Chrome	14	mg/Kg		2012-09-25
	Cuivre	15	mg/Kg		2012-09-25
	Nickel	12	mg/Kg		2012-09-25
	Plomb	11	mg/Kg		2012-09-25
	Zinc	61	mg/Kg		2012-09-25



# Certificat d'analyse (suite)

No M669233, version 1

Émis le: 2012-09-27

Projet: Analyse de sols ou eaux MDDEP

Nature de l'échantillon: Sédiment

Sous-projet: Analyses de sols

No éch.	Description	Résultat	Unité	Norme	Analysé le
1733128	F-20-11/CF-1 2'0@2'8"				
	Prélevé le: 2012-09-13 Par: Simon Marois Reçu le: 2012-09-20				
	Pourcentage d'humidité	19.5	%		2012-09-24
	Mercure (Hg)	<0.20	mg/Kg	A=0.2 / B=2 / C=10	2012-09-24
	Hydrocarbures pétroliers C10-C50	106	mg/Kg	A=300 B=700 C=3500	2012-09-24
	-----HAP-----	-	-		2012-09-24
	Acénaphène	0.40	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Acénaphthylène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Anthracène	0.52	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Benzo (a) anthracène	1.55	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (a) pyrène	0.49	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [b,j] fluoranthène	0.73	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo [k] fluoranthène	0.27	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (c) phénanthrène	0.20	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Benzo (g,h,i) pérylène	0.20	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Chrysène	0.77	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,h) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,i) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Dibenzo (a,l) pyrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-1,3 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Fluoranthène	4.12	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Fluorène	0.35	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0.18	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-1 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-2 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Méthyl-3 cholanthrène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	Naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Phénanthrène	2.39	mg/Kg	A=0.1 / B=5 / C=50	2012-09-24
	Pyrène	3.24	mg/Kg	A=0.1 / B=10 / C=100	2012-09-24
	Triméthyl-2,3,5 naphthalène	<0.10	mg/Kg	A=0.1 / B=1 / C=10	2012-09-24
	% de récupération des étalons analogues	-	-		2012-09-24
	d10-acénaphène	92	%		2012-09-24
	d10-phénanthrène	91	%		2012-09-24
	d12-Benzo[ghi]pérylène	97	%		2012-09-24
	-----Métaux-----	-	-		2012-09-20
	Arsenic	<1.5	mg/Kg		2012-09-25
	Cadmium	<1.0	mg/Kg		2012-09-25
	Chrome	13	mg/Kg		2012-09-25
	Cuivre	10	mg/Kg		2012-09-25
	Nickel	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Plomb	<10	mg/Kg		2012-09-25
	Zinc	44	mg/Kg		2012-09-25

# Certificat d'analyse (suite)


No M669233, version 1


Émis le: 2012-09-27

Méthode d'analyse	Description	Référence externe	Procédure interne
Balayage de métaux par ICPMS	Digestion et ICPMS	MA.200-Mét 1.1	ILCE-069
Balayage de métaux par ICPMS	Digestion solide organique et ICPMS	MA.200-Mét 1.1	ILCE-069
Hydrocarbures pétrol. C10-C50	Extraction à l'hexane et GC-FID	MA.410-Hyd.1.0	ILCE-033
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	GCMS	MA.400 - HAP 1.1	ILCE-061
Mercure	Digestion acide, vapeur froide et dosage AA	MA.200-Hg 1.0	ILCE-032
Humidité / siccité	Gravimétrie	MENVIQ.90.05/210 Met. 1.2	ILCE-030

  
 France Luneau, Chimiste, chargée de projet



  
 Nader Daoud, Chimiste, superviseur



**SM<sup>i</sup>**LABORATOIRES  
D'ANALYSES  
S.M. INC.2350, Chemin du Lac  
Longueuil, Québec J4N 1G8  
Tél. (514) 332-6001 Téléc. (514) 332-5066740, Galt Ouest, 2e étage  
Sherbrooke, Québec J1H 1Z3  
Tél. (819) 566-8855 Téléc. (819) 566-02243705, boul. Industriel  
Sherbrooke, Québec J1L 1X8  
Tél. (819) 566-8855 Téléc. (819) 566-0224

## Annexe au certificat d'analyses

M669233 version 1

Description	Unités	Limite de détection	Blanc	Matériaux de référence		Récupération		Duplicata	
				% obtenu	limites (%)	% obtenu	limites (%)	% écart	limites (%)

Date d'analyse: 2012-09-24

Méthode d'analyse: Extraction à l'hexane et GC-FID / MA.410-Hyd.1.0 / ILCE-033

No séquence: CS316678

		Blanc				-		Duplicata (1735641)	
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/Kg	100	<100	103	80 - 120	-	-	34	0 - 30
		-				-		Duplicata (1735648)	
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	18	0 - 30

Date d'analyse: 2012-09-24

Méthode d'analyse: GCMS / MA.400 - HAP 1.1 / ILCE-061

No séquence: CS316679

		Blanc				-		-	
Acénaphène	mg/Kg	0.1	<0.10	96.0	60 - 140	-	-	-	-
Acénaphthylène	mg/Kg	0.1	<0.10	101	60 - 140	-	-	-	-
Anthracène	mg/Kg	0.1	<0.10	95.0	60 - 140	-	-	-	-
Benzo (a) anthracène	mg/Kg	0.1	<0.10	94.0	60 - 140	-	-	-	-
Benzo (a) pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	100	60 - 140	-	-	-	-
Benzo [b,j] fluoranthène	mg/Kg	0.1	<0.10	96.5	60 - 140	-	-	-	-
Benzo (c) phénanthrène	mg/Kg	0.1	<0.10	101	60 - 140	-	-	-	-
Benzo (g,h,i) pérylène	mg/Kg	0.1	<0.10	104	60 - 140	-	-	-	-
Benzo [k] fluoranthène	mg/Kg	0.1	<0.10	92.0	60 - 140	-	-	-	-
Chrysène	mg/Kg	0.1	<0.10	98.0	60 - 140	-	-	-	-
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/Kg	0.1	<0.10	99.0	60 - 140	-	-	-	-
Dibenzo (a,h) pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	120	40 - 160	-	-	-	-
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	133	40 - 160	-	-	-	-
Dibenzo (a,l) pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	113	40 - 160	-	-	-	-
Diméthyl-1,3 naphthalène	mg/Kg	0.1	<0.10	97.0	60 - 140	-	-	-	-
Diméthyl-7,12benzo(a)anthracène	mg/Kg	0.1	<0.10	88.0	40 - 160	-	-	-	-
Fluoranthène	mg/Kg	0.1	<0.10	94.0	60 - 140	-	-	-	-
Fluorène	mg/Kg	0.1	<0.10	98.0	60 - 140	-	-	-	-
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	98.0	60 - 140	-	-	-	-
Méthyl-1 naphthalène	mg/Kg	0.1	<0.10	102	60 - 140	-	-	-	-
Méthyl-2 naphthalène	mg/Kg	0.1	<0.10	109	60 - 140	-	-	-	-
Méthyl-3 cholanthrène	mg/Kg	0.1	<0.10	120	40 - 160	-	-	-	-
Naphtalène	mg/Kg	0.1	<0.10	95.0	60 - 140	-	-	-	-
Phénanthrène	mg/Kg	0.1	<0.10	104	60 - 140	-	-	-	-
Pyrène	mg/Kg	0.1	<0.10	98.0	60 - 140	-	-	-	-
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	mg/Kg	0.1	<0.10	101	60 - 140	-	-	-	-
% de récupération des étalons analogues	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d10-Acénaphène	%	-	108	93	-	-	-	-	-
d10-Phénanthrène	%	-	105	90	-	-	-	-	-
d12-Benzo[ghi]pérylène	%	-	124	105	-	-	-	-	-

**SM**LABORATOIRES  
D'ANALYSES  
S.M. INC.

## Annexe au certificat d'analyses (suite)

M669233 version 1

Description	Unités	Limite de détection	Blanc	Matériaux de référence		Récupération		Duplicata	
				% obtenu	limites (%)	% obtenu	limites (%)	% écart	limites (%)

Méthode d'analyse: Digestion acide, vapeur froide et dosage AA / MA.200-Hg 1.0 / ILCE-032

Date d'analyse: 2012-09-24

No séquence: CS316729

		Blanc				-		-	
Mercure (Hg)	mg/Kg	0.2	<0.1	112	80 - 120	-	-	-	-



# Annexe au certificat d'analyses (suite)

M669233 version 1

Description	Unités	Limite de détection	Blanc	Matériaux de référence		Récupération		Duplicata	
				% obtenu	limites (%)	% obtenu	limites (%)	% écart	limites (%)

Date d'analyse: 2012-09-25

Méthode d'analyse: Digestion solide organique et ICPMS / MA.200-Mét 1.1 / ILCE-069

No séquence: CS316915

		Blanc				Fortifié (1735068)		Duplicata (1733283)	
Argent	mg/Kg	1.5	<1.5	118	80 - 120	-	-	-	-
Aluminium	mg/Kg	20	<20	94	80 - 120	-	-	3.31	- 30
Arsenic	mg/Kg	1.5	<1.5	90.3	80 - 120	-	-	0.91	- 30
Bore	mg/Kg	10	<10	92	80 - 120	-	-	0.38	- 30
Barium	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Béryllium	mg/Kg	0.5	<0.5	92.3	80 - 120	-	-	-	-
Bismuth	mg/Kg	10	<10	97	80 - 120	-	-	-	-
Calcium	mg/Kg	50	<50	96	80 - 120	-	-	0.28	- 30
Cadmium	mg/Kg	1	<1.0	90.0	80 - 120	-	-	0.00	- 30
Cobalt	mg/Kg	10	<10	97	80 - 120	-	-	N/A	- 30
Chrome	mg/Kg	10	<10	97	80 - 120	-	-	5.55	- 30
Cuivre	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	4.85	- 30
Fer	mg/Kg	50	<50	99	80 - 120	-	-	0.22	- 30
Mercure inorganique	mg/Kg	0.2	<0.2	84.2	80 - 120	-	-	-	-
Potassium	mg/Kg	50	<50	91	80 - 120	-	-	2.66	- 30
Lithium	mg/Kg	10	<10	105	80 - 120	-	-	-	-
Magnésium	mg/Kg	20	<20	91	80 - 120	-	-	2.39	- 30
Manganèse	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	5.02	- 30
Molybdène	mg/Kg	1.5	<1.5	102	80 - 120	-	-	14.0	- 30
Sodium	mg/Kg	50	<50	92	80 - 120	-	-	-	-
Nickel	mg/Kg	10	<10	96	80 - 120	-	-	N/A	- 30
Phosphore	mg/Kg	30	<30	87	80 - 120	-	-	2.88	- 30
Plomb	mg/Kg	10	<10	94	80 - 120	-	-	29.5	- 30
Antimoine	mg/Kg	10	<10	90	80 - 120	-	-	-	-
Selenium	mg/Kg	0.5	<0.5	82.5	80 - 120	-	-	N/A	- 30
Étain	mg/Kg	5	<5	104	80 - 120	-	-	-	-
Strontium	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Titane	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Thallium	mg/Kg	20	<20	93	80 - 120	-	-	-	-
Uranium	mg/Kg	20	<20	98	80 - 120	-	-	-	-
Vanadium	mg/Kg	10	<10	97	80 - 120	-	-	-	-
Zinc	mg/Kg	10	<10	85	80 - 120	-	-	6.14	- 30
Arsenic (As)	µg/g	-	-	-	-	94	65 - 135	-	-
Cadmium (Cd)	µg/g	-	-	-	-	90	65 - 135	-	-
Potassium exprimé en K2O	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	3	- 30
Phosphore exprimé en P2O5	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	3	-
Plomb (Pb)	µg/g	-	-	-	-	89	65 - 135	-	-

		Blanc				-		Duplicata (1734475)	
Argent	mg/Kg	1.5	<1.5	118	80 - 120	-	-	N/A	- 30
Aluminium	mg/Kg	20	<20	94	80 - 120	-	-	9.80	- 30
Arsenic	mg/Kg	1.5	<1.5	91.1	80 - 120	-	-	-	-
Bore	mg/Kg	10	<10	91	80 - 120	-	-	4.40	- 30
Barium	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	2.52	- 30
Béryllium	mg/Kg	0.5	<0.5	92.2	80 - 120	-	-	N/A	- 30

# Annexe au certificat d'analyses (suite)

M669233 version 1

Description	Unités	Limite de détection	Blanc	Matériaux de référence		Récupération		Duplicata	
				% obtenu	limites (%)	% obtenu	limites (%)	% écart	limites (%)
Bismuth	mg/Kg	10	<10	96	80 - 120	-	-	-	-
Calcium	mg/Kg	50	<50	97	80 - 120	-	-	0.11	- 30
Cadmium	mg/Kg	1	<1.0	88.2	80 - 120	-	-	-	-
Cobalt	mg/Kg	10	<10	96	80 - 120	-	-	-	-
Chrome	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Cuivre	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Fer	mg/Kg	50	<50	102	80 - 120	-	-	0.50	- 30
Mercure inorganique	mg/Kg	0.2	<0.2	0.0	80 - 120	-	-	-	-
Potassium	mg/Kg	50	<50	92	80 - 120	-	-	0.74	- 30
Lithium	mg/Kg	10	<10	104	80 - 120	-	-	-	-
Magnésium	mg/Kg	20	<20	90	80 - 120	-	-	0.19	- 30
Manganèse	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	0.76	- 30
Molybdène	mg/Kg	1.5	<1.5	101	80 - 120	-	-	-	-
Sodium	mg/Kg	50	<50	88	80 - 120	-	-	0.90	- 30
Nickel	mg/Kg	10	<10	96	80 - 120	-	-	-	-
Phosphore	mg/Kg	30	<30	87	80 - 120	-	-	0.56	- 30
Plomb	mg/Kg	10	<10	94	80 - 120	-	-	-	-
Antimoine	mg/Kg	10	<10	90	80 - 120	-	-	N/A	- 30
Selenium	mg/Kg	0.5	<0.5	81.0	80 - 120	-	-	-	-
Étain	mg/Kg	5	<5	102	80 - 120	-	-	-	-
Strontium	mg/Kg	10	<10	96	80 - 120	-	-	-	-
Titane	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	1.56	- 30
Thallium	mg/Kg	20	<20	92	80 - 120	-	-	-	-
Uranium	mg/Kg	20	<20	98	80 - 120	-	-	-	-
Vanadium	mg/Kg	10	<10	98	80 - 120	-	-	-	-
Zinc	mg/Kg	10	<10	85	80 - 120	-	-	2.13	- 30
		-	-	-	-	-	-	Duplicata (1735593)	
Fer	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	2.35	- 30
		-	-	-	-	-	-	Duplicata (1735943)	
Barium	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	1.93	- 30
Nickel	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	4.03	- 30



## Annexe E / *Appendix E*

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE / *PHOTOGRAPHS*



**Photo 1 : Installation de la foreuse / Drill setup**



**Photo 2 : Installation de la foreuse / Drill setup**





Photo 3 : Foreuse BBS 18 installée sur la barge / *BBS-18 drill installed on a floating barge*



Photo 4 : Bateau de sauvetage / *Safety boat*



Photo 5 : Foreuse en opération / *Drill in opération*



Photo 6 : Foreuse en opération / *Drill in opération*



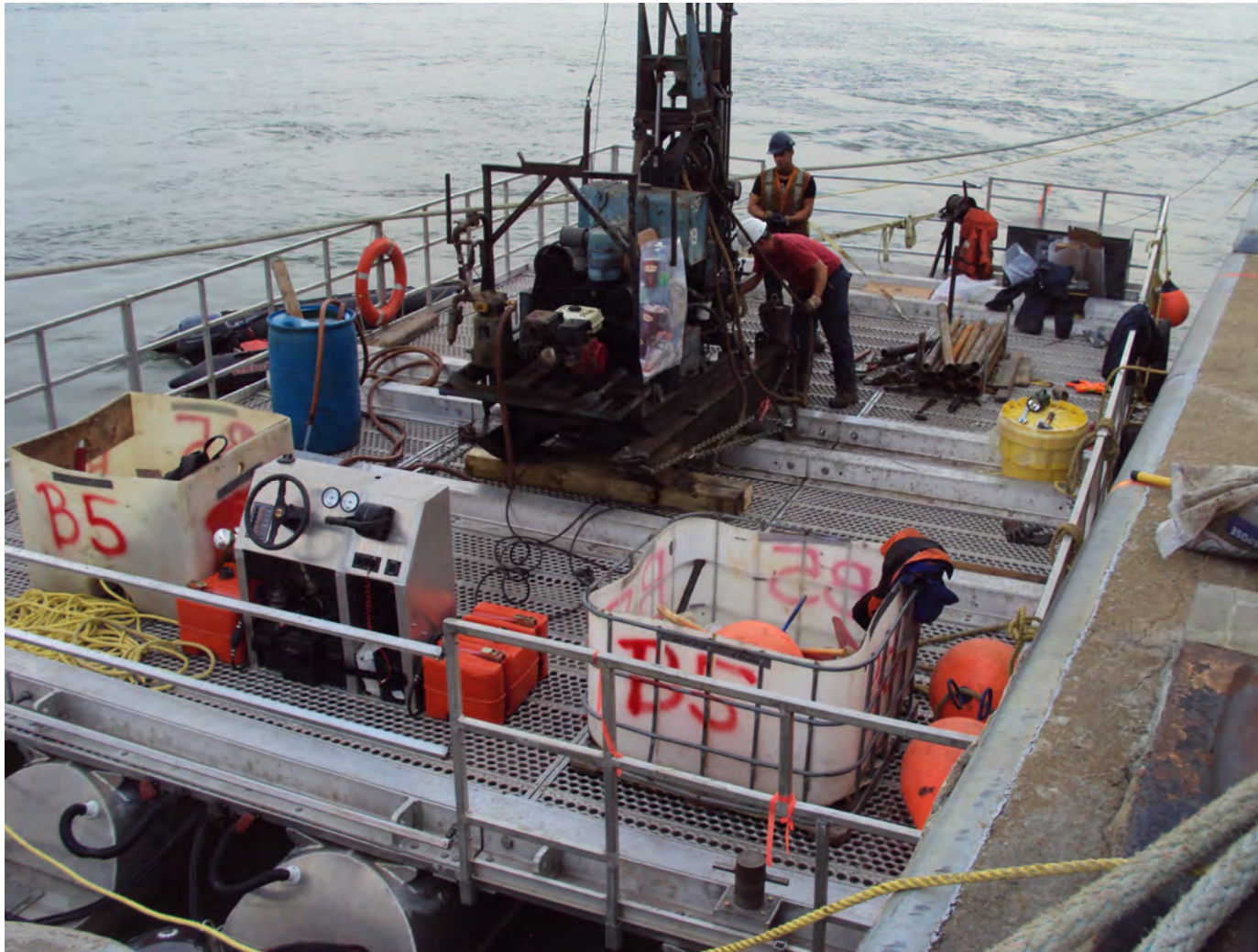


Photo 7 : Vue d'ensemble / Overview

De la science • aux solutions • aux réalisations



**SM<sup>i</sup>**

groupe**sm**.com