



## Étude géotechnique

Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne  
Feu postérieur Pointe des Grondines (NLF 2024), Québec

Garde côtière canadienne





## Table des matières

1.	Introduction.....	1
2.	Description sommaire du site et présentation sommaire du projet.....	1
3.	Travaux d'investigation géotechnique.....	2
3.1	Forages stratigraphiques .....	2
3.2	Localisation et nivellement.....	2
3.3	Travaux de laboratoire .....	3
4.	Description sommaire des sols et du roc .....	3
4.1	Remblai .....	4
4.2	Sable et/ou silt .....	4
4.3	Roc.....	4
5.	Eau souterraine .....	5
6.	Recommandations géotechniques .....	5
6.1	Description du projet.....	5
6.2	Fondations .....	6
6.2.1	Résistance géotechnique aux états limites ultimes (ÉLUL) .....	6
6.2.2	Réaction géotechnique aux états limites d'utilisation (ÉLUT) .....	6
6.2.2.1	Résistance dans la tige d'acier .....	7
6.2.2.2	Adhérence tige d'acier-coulis .....	7
6.2.2.3	Adhérence roc-coulis .....	8
6.2.2.4	Résistance de la masse rocheuse.....	9
6.3	Classe sismique du site .....	10
6.4	Potentiel de liquéfaction.....	10
6.5	Protection au gel .....	10
6.6	Contrôle des eaux souterraines .....	10
7.	Recommandations générales .....	11
7.1	Inspection de chantier.....	11
7.2	Condition par temps de gel .....	11
8.	Considérations environnementales.....	11
9.	Portée et limitations de l'étude .....	12



## Liste des tableaux

Tableau 3.1 Élévations arbitraires des forages .....	3
Tableau 3.2 Essais de laboratoire réalisés sur différents échantillons de roc .....	3
Tableau 4.1 Synthèse stratigraphique - Profondeur (élévation) (en mètre).....	4
Tableau 4.2 Résultats des essais laboratoire .....	5
Tableau 5.1 Profondeur et élévation arbitraire de l'eau souterraine .....	5
Tableau 6.1 Paramètres géotechniques pour la conception des ancrages dans le roc .....	7

## Liste des figures

Figure 1	Plan clé du secteur à l'étude
Figure 2	Plan de localisation des sondages

## Liste des annexes

Annexe A	Rapports de forages
Annexe B	Résultats des analyses de laboratoire
Annexe C	Rapport photographique des échantillons de roc (sec et mouillé)
Annexe D	Rapport photographique de terrain



## 1. Introduction

Les services techniques de GHD ont été retenus par Mme Paule Plamondon, ingénieure, de la Garde côtière canadienne (ci-après nommée « Client »), afin de réaliser une étude géotechnique pour la construction d'une tour d'aide à la navigation à la Pointe des Grondines FP (NLF 2024), Québec.

Les termes du présent mandat sont présentés dans notre offre de services professionnels portant le n° 11130004-98-MTL-A00134-1, datée du 12 décembre 2016. Cette offre de services a fait l'objet d'une entente contractuelle (n° commande F3051-160079), le 20 décembre 2016.

Cette étude avait pour objectif de déterminer la nature et les caractéristiques des sols et du roc en place, afin de présenter des recommandations et commentaires relativement au type de fondations à utiliser, à la capacité portante des sols et du roc en place (ÉLUL et ÉLUT), aux tassements anticipés, au contrôle des eaux souterraines, à la classe sismique du site ainsi que de présenter tout autre commentaire d'ordre géotechnique pouvant affecter la construction de la tour projetée.

Le présent rapport fait état des travaux réalisés sur le terrain et en laboratoire, rend compte des résultats obtenus et présente des recommandations et commentaires relatifs au projet précité. Il comprend un plan clé du secteur à l'étude (figure 1) ainsi qu'un plan de localisation des sondages (figure 2), les rapports de forages (annexe A), les résultats des analyses de laboratoire (annexe B), le rapport photographique des échantillons de roc (annexe C) et un rapport photographique de terrain (annexe D).

Ce rapport a été préparé conformément à la norme CSA S37-13 (Antennas, towers and antenna-supporting structures).

Ce rapport est assujéti à un certain nombre de conditions limitatives découlant de la nature inhérente aux profils géologique, géotechnique et hydrogéologique de tout site faisant l'objet d'investigation par sondages. La portée de l'étude réalisée et les limitations qui s'y appliquent sont énoncées à la suite du texte technique. Ces conditions limitatives font partie intégrante de ce rapport et le lecteur est prié d'en prendre connaissance afin de faciliter la compréhension, l'interprétation et l'utilisation du présent document.

## 2. Description sommaire du site et présentation sommaire du projet

Le site à l'étude est localisé sur la route du Quai, à environ 600 m au sud de la route 138 à Pointe des Grondines, Québec. Le terrain se situe à proximité du quai de Grondines.

Une tour est déjà existante sur le site à l'étude. La base de celle-ci était surélevée par rapport au niveau de la rue. Selon les informations transmises par le Client, il est prévu de remplacer cette tour par une nouvelle structure. Les coordonnées géodésiques de la future tour sont les suivantes :

- Latitude nord : 46°35'14.838"



- Longitude est : 72°02'26.536''

Le terrain était recouvert de neige lors de la réalisation des travaux de chantier.

Un plan clé du secteur à l'étude (figure 1) ainsi qu'un plan de localisation des sondages (figure 2) sont présentés à la suite du texte. Des photographiques du terrain étudié sont présentées à l'annexe D.

### 3. Travaux d'investigation géotechnique

Les travaux d'investigation géotechnique visant à déterminer la nature et certaines propriétés des sols et du roc ont compris la réalisation de trois (3) forages stratigraphiques complétés par un relevé de nivellement des points de sondages et la réalisation d'essais en laboratoire.

Une description des travaux réalisés est présentée aux sous-sections suivantes.

#### 3.1 Forages stratigraphiques

Les forages stratigraphiques, identifiés F-01, F-02 et F-03, ont été réalisés les 17 et 18 janvier 2017. Tous les forages ont été effectués sous la supervision constante d'un membre de notre personnel technique. Ces forages ont atteint des profondeurs respectives de 10,94, 10,36 et 10,92 m.

Le programme de forages (nombre et profondeur) a été établi par le Client alors que l'emplacement des forages a été établi par GHD.

Les forages ont été réalisés au moyen d'une foreuse de type Diedrich D-50, montée sur une chenille. L'avancement des forages a été effectué par rotation du tubage de calibre NW et lavage. L'équipement utilisé a permis de récupérer des échantillons de sols de façon régulière, au moyen d'un carottier fendu normalisé conformément à la norme NQ 2501-140. Le carottier fendu permet également d'obtenir des informations sur la compacité des couches de sols traversées, en obtenant des valeurs de pénétration appelées « indice N », correspondant à l'essai de pénétration standard (SPT). Les indices de pénétration mesurés renseignent sur la résistance géotechnique des sols en place. Les échantillons de roc ont été recueillis à l'aide d'un carottier à diamants de calibre NQ.

Un tube ouvert a été installé dans tous les forages, afin de pouvoir mesurer le niveau de l'eau souterraine dans le sol.

La description des conditions de sols et de roc rencontrées à l'emplacement des forages est présentée à la section 4.0 ainsi qu'à l'annexe A du rapport. Des notes explicatives relativement aux rapports de sondages, à la description des unités stratigraphiques et à la méthodologie des essais *in situ* sont aussi présentées à l'annexe A de ce rapport.

#### 3.2 Localisation et nivellement

Des coordonnées géodésiques de l'emplacement de la tour projetée ont d'abord été transmises par le Client avant le début des travaux de terrain. Le positionnement des forages a été effectué à



l'aide d'un repère physique existant en fonction de l'emplacement de la tour projetée et des contraintes sur le site (tour existante et limite du terrain) à investiguer.

Un relevé de nivellement a également été réalisé par GHD dans le cadre de ce mandat. Le repère de nivellement utilisé est le dessus de la borne-fontaine qui est située à l'est du terrain à l'étude et de l'autre côté de la route du Quai. Une élévation arbitraire de 50,0 m a été attribuée à ce point de repère par GHD.

Les élévations arbitraires obtenues aux différents forages sont présentées au tableau 3.1 suivant.

Tableau 3.1 Élévations arbitraires des forages

Forage	Élévation du terrain (m)
F-01	49,15
F-02	49,70
F-03	48,10

Le positionnement et les élévations des forages et du repère de nivellement sont présentés sur la figure 2 à la suite du texte.

### 3.3 Travaux de laboratoire

Tous les échantillons de sols et de roc récupérés dans les forages ont été transportés à notre laboratoire, où ils ont fait l'objet d'une description visuelle plus approfondie en laboratoire par un ingénieur en géotechnique. De plus, les essais suivants ont été effectués au laboratoire sur des échantillons de roc récupérés.

Tableau 3.2 Essais de laboratoire réalisés sur différents échantillons de roc

Essai	Norme	Nombre
Résistance en compression de la roche intacte	ASTM D7012-14 et ASTM D4543-08	3
Résistance à la traction	ASTM D3967-05	3

Les résultats obtenus sont présentés à la section 4.0 ainsi qu'à l'annexe C du présent rapport. Les échantillons récupérés dans les forages seront conservés pour une période de 1 mois après l'émission du présent rapport, après quoi, ils seront détruits, à moins d'avis contraire de la part du Client.

## 4. Description sommaire des sols et du roc

Sommairement, sous la couche de remblai, la stratigraphie est composée parfois d'une couche de sable et/ou silt reposant sur le roc. Une description sommaire des sols et du roc rencontrés est présentée aux sections suivantes ainsi qu'à l'annexe A du rapport.

Le tableau 4.1 suivant fait la synthèse des unités stratigraphiques rencontrées aux endroits sondés.

Tableau 4.1 Synthèse stratigraphique - Profondeur (élévation) (en mètre)

Forage (élévation)	Remblai (m)	Sable et/ou silt (m)	Roc (m)
F-01 (49,15)	0,00 à 0,33 (49,15 à 48,82)	--	0,33 à 10,94 <sup>(1)</sup> (48,82 à 38,21)
F-02 (49,70)	0,00 à 0,91 (49,70 à 48,79)	0,91 à 1,29 (48,79 à 48,41)	1,29 à 10,36 <sup>(1)</sup> (48,41 à 39,34)
F-03 (48,10)	0,00 à 0,27 (48,10 à 47,83)	0,27 à 0,53 (47,83 à 47,57)	0,53 à 10,92 <sup>(1)</sup> (47,57 à 37,18)

<sup>(1)</sup> Profondeur de la fin du forage.

(--) Signifie que cette couche n'a pas été rencontrée.

#### 4.1 Remblai

En surface du terrain, à l'endroit de tous les forages, un remblai généralement constitué de sable contenant des proportions variables de gravier et de silt a été rencontré. Ce remblai était gelé lors de la réalisation des travaux de forage. Son épaisseur varie de 0,27 à 0,91 m à l'endroit des sondages.

#### 4.2 Sable et/ou silt

À l'endroit des forages F-02 et F-03, une couche de sable et/ou silt contenant des proportions variables de gravier a été rencontrée. Cette couche était gelée lors de nos travaux. L'épaisseur de cette unité stratigraphique est de 0,38 et 0,26 m, respectivement.

#### 4.3 Roc

Sous le remblai et la couche de sable et/ou silt, à l'endroit de tous les forages, le roc a été rencontré à une profondeur (élévation) variant de 0,33 à 1,29 m (48,41 à 47,57 m). Le roc est constitué d'un calcaire de couleur grise. Le litage ( $S_0$ ) est horizontal.

La qualité du roc a été évaluée sur toutes les courses d'échantillon de roc récupéré. La qualité du roc s'évalue à l'aide de la valeur « RQD » (Rock Quality Designation) qui représente une appréciation indirecte du nombre de fractures du roc.

Basée sur l'indice « RQD » qui varie généralement de 90 à 100, la qualité du roc est excellente sur les échantillons récupérés dans les forages. Cependant, la partie supérieure des échantillons du roc indique que la qualité du roc est mauvaise à moyenne (RQD = 28 à 70 %).

Au total, trois (3) essais de résistance en compression uniaxiale ( $C_0$ ) avec mesures du poids volumique et trois (3) résistances en traction (essai brésilien) ont été effectués.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.2 suivant et les résultats détaillés (rapports d'essais) sont présentés à l'annexe B.

Tableau 4.2 Résultats des essais laboratoire

Forage n°	Échantillon n°	Profondeur (m)	Élévation (m)	Résistance en compression (MPa)	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Résistance en traction (MPa)
F-01	CR-10	10,08 à 10,18	39,07 à 38,97	107,9	26,83	
F-02	CR-4	3,68 à 3,78	46,02 à 45,92	166,6	26,84	
F-03	CR-7	6,78 à 6,88	41,93 à 41,83	142,4	26,79	
F-01	CR-10	10,21	38,94	--	--	8,6
F-02	CR-4	3,66	46,04	--	--	7,4
F-03	CR-7	6,71	42,00	--	--	7,6

-- Signifie que l'échantillon a été endommagé lors du sciage et l'essai n'a pu être réalisé.

En fonction des résultats des essais de compression réalisés sur le roc intact et basé sur la classification de Marinos et Hoek, 2001 (voir CFEM 2006, Table 3.5), le roc se classifie comme étant un roc présentant une résistance généralement **très forte**.

## 5. Eau souterraine

Le niveau approximatif de l'eau souterraine a été mesuré dans les tubes ouverts à l'endroit des forages F-01 à F-03, le 27 janvier 2016. Les profondeurs et les élévations arbitraires de l'eau souterraine lors des prises de mesures sont présentées au tableau 5.1.

Tableau 5.1 Profondeur et élévation arbitraire de l'eau souterraine

Forage	Profondeur de l'eau souterraine (m)	Élévation de l'eau souterraine (m)
F-01	1,86	47,29
F-02	2,55	47,15
F-03	1,87	46,23

Il est important de préciser que le niveau de l'eau est cependant susceptible de fluctuer, à la hausse ou à la baisse, selon les saisons, les conditions climatiques et les travaux de construction entrepris sur le terrain ou à proximité du terrain visé par cette étude. Il peut donc se retrouver à des profondeurs différentes à d'autres périodes de l'année.

## 6. Recommandations géotechniques

### 6.1 Description du projet

Selon les informations transmises par le Client, il est projeté de remplacer la tour existante par une tour d'aide à la navigation sur le terrain à l'étude (Pointe des Grondines FP NLF2024). La localisation de la tour projetée est présentée sur la figure 2 présentée à la suite du texte.



Les informations concernant la configuration finale des fondations de la tour projetée (charges structurales, largeur des fondations, etc.) n'étaient pas connues au moment de la rédaction du présent rapport. Cependant, étant donné que le roc est près de la surface, nous avons considéré que les fondations reposeront directement sur le massif rocheux sans excavation. De plus, nous avons considéré que ces fondations pourraient être ancrées afin de contrer les effets de renversement.

Basés sur les résultats des forages effectués et en supposant qu'ils soient représentatifs de l'ensemble de la stratigraphie, nos recommandations et commentaires géotechniques pour la construction de la nouvelle tour sont présentés dans les paragraphes suivants.

## 6.2 Fondations

### 6.2.1 Résistance géotechnique aux états limites ultimes (ÉLUL)

Le terrain étudié se prête à l'utilisation de fondations conventionnelles, de type semelles filantes et/ou isolées, pour reprendre les charges qui seront transmises au roc par la structure projetée. Pour ce projet, nous recommandons que la fondation soit ancrée au roc.

Nous estimons la résistance géotechnique du roc à l'ÉLUL à 5 MPa. Cette résistance doit être pondérée avec un coefficient de tenue de 0,75, tel que recommandé au tableau no 12 de la norme CSA S37-13. Nous recommandons d'utiliser un angle de friction de 35° pour l'interface située entre le béton coulé en place et le roc.

### 6.2.2 Réaction géotechnique aux états limites d'utilisation (ÉLUT)

La réaction géotechnique à l'ÉLUT du roc peut être considérée égale à la résistance géotechnique pondérée à l'ÉLUL, soit 5 MPa.

Sous cette contrainte et pour une fondation bétonnée sur le roc propre et non fracturé, le tassement de la semelle sera négligeable.

Pour ce projet, des ancrages de type « coquille » ou « avec coulis » pourront être utilisés pour contrer les effets de renversement de la tour. La conception des ancrages doit vérifier quatre (4) modes différents de rupture possible:

- rupture de la tige d'acier;
- rupture de l'adhérence tige d'acier-coulis (ou résine);
- rupture de l'adhérence roc-coulis (ou résine);
- rupture de la masse rocheuse.

Les paramètres géotechniques recommandés pour le calcul des ancrages en rocher sont présentés au tableau 6.1 suivant.

Tableau 6.1 Paramètres géotechniques pour la conception des ancrages dans le roc

Mode de rupture	Paramètre	Symbole	Valeur
Tige d'acier	Résistance minimale spécifiée de l'acier	$F_u$	Obtenir les spécifications du fabricant
Tige d'acier-coulis	Adhérence tige d'acier-coulis à l'ÉLUL	$S_b$	5,2 MPa
	Résistance en compression du coulis	$f'_c$	30 MPa à 28 jours
Roc-coulis	Adhérence roc-coulis à l'ÉLUL	$S_r$	3,0 MPa
	Résistance en compression du coulis	$f'_c$	30 MPa à 28 jours
	Résistance en compression du roc	$q_u$	130 MPa
Masse rocheuse	Demi-angle au sommet du cône de roc	$\beta$	45°
	Poids volumique du roc	$\gamma$	26,8 kN/m <sup>3</sup>
	Poids volumique déjaugé du roc	$\gamma'$	16,8 kN/m <sup>3</sup>

D'un point de conception pour les ancrages, le niveau de l'eau souterraine devra être considéré à 1,8 m de profondeur de la surface.

### 6.2.2.1 Résistance dans la tige d'acier

La résistance minimale spécifiée de la tige d'acier est fonction du grade et de la qualité de l'acier retenu pour le projet; cette valeur de résistance devra être fournie par le fabricant. Il en est de même pour les charges de travail maximales des différents types de boulons d'ancrage. Les paramètres de conception dépendent du type d'ancrage utilisé et d'autres facteurs qui devraient être fournis par le fabricant au concepteur.

Le diamètre de la tige choisie devra être suffisant pour obtenir la résistance en tension pondérée requise.

### 6.2.2.2 Adhérence tige d'acier-coulis

Plusieurs méthodes existent pour évaluer l'adhérence tige d'acier-coulis de scellement. Une relation simple pour les tiges filetées est présentée ci-après. À moins de procéder à des essais de vérification, la valeur utilisée ne devra pas excéder celle spécifiée par le fabricant. Dans le cas des coulis, cette valeur devra être également obtenue du fabricant. La valeur de l'adhérence tige d'acier-coulis de scellement  $S_b$  peut être obtenue ainsi :

$$S_b = 0,95\sqrt{f'_c}(1\ 000\ \text{kPa})$$

où  $f'_c$  = la résistance en compression du coulis de scellement à 28 jours (MPa)



La résistance à l'arrachement  $R_a$  de l'interface tige d'acier-coulis à l'ÉLUL s'obtient de la façon suivante :

$$R_a = \pi d L_{S1} S_b \text{ (kN)}$$

où  $d$  : diamètre de la tige d'acier avec cannelures (m)  
 $L_{S1}$  : longueur de scellement entre la tige et le coulis (m)

Cette dernière équation peut également servir à déterminer la longueur de scellement  $L_{S1}$  entre la tige et le coulis permettant de développer l'adhérence tige d'acier-coulis de scellement requise en fonction de la résistance à l'arrachement pondérée.

La contrainte de cisaillement à l'interface tige d'acier-coulis ne devra pas excéder la valeur de l'adhérence tige d'acier-coulis déduite à partir de la résistance à l'arrachement pondérée.

Un coefficient de tenue  $\Phi$  de 0,75 devra être appliqué à la résistance à l'arrachement  $R_a$  pour obtenir la résistance pondérée, tel que stipulé au tableau no 12 de la norme CSA S37-13 puisque plus d'un ancrage risque d'être installé dans la semelle.

### 6.2.2.3 Adhérence roc-coulis

Sur la base des résultats du forage et des essais, la résistance à l'arrachement  $R_a$  à l'ÉLUL ou la longueur minimale de scellement,  $L_{S2}$ , pourra être calculée en considérant la plus faible des valeurs ultimes d'adhérence roc-coulis  $S_r$ , suivantes provenant de la section 26.12.4.3 du *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*, 4<sup>e</sup> édition (2013).

Il est à noter que les équations du MCIF (2013) incorporent un coefficient de sécurité de 3,0 qui a été enlevé ici pour obtenir les valeurs ultimes :

$$S_r \leq 0,1C_o \qquad S_r \leq 0,1f'_c \qquad S_r \text{ max} = 3,9 \text{ MPa}$$

Où  $C_o$  : résistance à la compression simple du roc intact (MPa)  
 $f'_c$  : résistance à la compression simple du coulis (MPa)  
 $S_r \text{ max}$  : limite ultime maximale recommandée (3 x 1300 kPa)

Conformément aux exigences, la valeur  $S_r$  retenue sera équivalente à la plus faible valeur obtenue en considérant les trois (3) critères suivants : la résistance en compression du coulis, la résistance en compression du roc et la valeur de 3,9 MPa ( $S_r \text{ max}$ ). La résistance à l'arrachement roc-coulis  $R_a$  à l'ÉLUL peut être calculée comme suit :

$$R_a = \pi D L_{S2} S_r$$

où  $D$  : diamètre du trou de l'ancrage dans le roc (m)  
 $L_{S2}$  : longueur de scellement entre la roche et le coulis (m)  
 $S_r$  : contrainte d'adhérence admissible entre le roc et le coulis tel qu'indiqué ci-haut (kPa)

Un coefficient de tenue  $\Phi$  de 0,75 devra être appliqué à la résistance à l'arrachement  $R_a$  pour obtenir la résistance pondérée.



Dans le cas des résistances du lien roc-coulis, celles-ci sont fonction du type de coulis utilisé et sont normalement fournies par les fabricants.

La longueur de scellement effective devra mesurer au moins 5,0 m. En plus, l'espacement entre les ancrages devra être d'au moins quatre (4) fois le diamètre D des trous d'ancrage.

#### 6.2.2.4 Résistance de la masse rocheuse

La résistance de la masse rocheuse est calculée en considérant le poids de roc compris à l'intérieur d'un cône inversé se développant autour de l'ancrage à partir du centre de la zone de scellement ( $L_s/2$ ) correspondant à la longueur la plus grande requise pour satisfaire la résistance acier-coulis ou roc-coulis, ou à partir du dessus de la coquille du boulon d'ancrage mécanique lorsque de tels boulons sont utilisés. Le cône inversé possède un angle égal à  $2\beta$  à son sommet. La superposition des cônes inversés doit être prise en compte pour les groupes d'ancrages.

Le concepteur des ancrages devra considérer séparément la longueur d'adhésion  $L_s$  la plus critique et la profondeur du cône inversé si cette méthode s'avère plus sécuritaire que le calcul basé sur la stabilité globale qui fait intervenir le poids du cône de roc inversé additionné à la résistance à l'arrachement offerte par la moitié de la longueur de scellement  $L_s/2$ .

Il est à noter que le coefficient de tenue  $\Phi$  de 0,75 devrait être appliqué à la résistance en arrachement à l'ÉLUL calculée pour obtenir la résistance en arrachement pondérée. Dans le cas des boulons d'ancrage, la longueur de scellement  $L_s$  est négligée dans le calcul. Les valeurs recommandées des paramètres géotechniques sont données dans le tableau 6.1.

Basée sur cette hypothèse, la résistance ultime à l'arrachement de la masse rocheuse à l'ÉLUL pour un seul ancrage peut être évaluée comme suit :

$$R_a = L_w^3 \gamma \tan^2 \beta \quad \text{et} \quad L_w = L - L_s/2$$

où  $L_w$  : longueur ou hauteur du cône formé à partir du centre de la longueur de scellement de l'ancrage jusqu'à la surface du roc (m)

$L$  : longueur totale de l'ancrage (m)

$L_s$  : longueur de scellement de l'ancrage qui correspond à la valeur la plus grande de  $L_{s1}$  ou de  $L_{s2}$  (m)

$\gamma$  : poids volumique effectif du roc ( $\text{kN/m}^3$ )

$\beta$  : demi-angle au sommet du cône ( $^\circ$ )

Puisque plusieurs ancrages risquent d'être requis dans la même fondation, on doit tenir compte de l'interaction des cônes inversés des ancrages adjacents en appliquant un coefficient de réduction  $\alpha$  sur la résistance à l'arrachement d'un ancrage isolé. Ce coefficient de réduction  $\alpha$  peut être évalué comme suit :

$$R_a' = \alpha R_a$$

où  $R_a'$  : résistance à l'arrachement réduite prenant en compte un ancrage adjacent (kPa)

$R_a$  : résistance à l'arrachement d'un ancrage simple à l'ÉLUL (kPa)



$\alpha$  : coefficient de réduction en fonction du rapport  $a/r$

Pour 1 ancrage adjacent :  $\alpha = 0,5 + 0,4 a/rsi$   $0 < a < 1,25 r$

Pour 2 ancrages adjacents :  $\alpha = (0,5 + 0,4 a/r)^2$  si  $0 < a < 1,25 r$

et  $\alpha = 1$  si  $a \geq 1,25 r$

où  $a$  : distance centre à centre entre 2 ancrages adjacents (m)

$r$  : distance entre le centre d'un ancrage et le cône de rupture à la surface du roc (m)

Un coefficient de tenue  $\Phi$  de 0,75 devrait être appliqué à la résistance en arrachement réduite  $R_a'$  ainsi calculée, tel que stipulé à la norme CSA S37-13.

Il faudra s'assurer que la zone de scellement (d'adhésion) ainsi que le cône inversé utilisé dans les calculs soient situés sous la profondeur de gel, laquelle est de 2,2 m dans cette région. Les trous d'ancrage devront être complètement remplis avec un coulis de protection tout en assurant une protection adéquate contre la corrosion, même avec l'utilisation de boulons d'ancrage.

### 6.3 Classe sismique du site

Considérant la stratigraphie rencontrée dans le forage, nous recommandons d'utiliser une catégorie « B » pour la conception de la fondation, conformément au tableau no 4.1.8.4A du CNB 2010.

### 6.4 Potentiel de liquéfaction

Aucune analyse détaillée du potentiel de liquéfaction des sols n'a été réalisée dans le cadre de ce mandat puisque la tour projetée reposera directement sur le roc, ce qui ne présente aucun potentiel de liquéfaction.

### 6.5 Protection au gel

Puisqu'il s'agit d'un roc sédimentaire contenant des horizons de *shale* gélifs et que le réseau de fracturation n'est pas connu, toutes les fondations devront être placées à une profondeur minimale de 2,1 m par rapport au niveau final du terrain extérieur, de façon à obtenir une protection adéquate contre les effets néfastes du gel.

Alternativement, une isolation adéquate pourra être mise en place. Nous sommes d'avis que cette dernière pourrait être plus économique et avantageuse pour le Client. En effet, ceci permettrait d'éviter des excavations dans le roc.

### 6.6 Contrôle des eaux souterraines

Puisqu'il n'y aura pas d'excavation dans le roc, peu de venues d'eau souterraine sont à prévoir.

Une fois les travaux de construction terminés, il est recommandé de profiler la surface du sol dans le voisinage de la fondation afin d'éviter l'accumulation des eaux de surface.



## 7. Recommandations générales

### 7.1 Inspection de chantier

Il est recommandé de faire inspecter les travaux de fondation par un personnel compétent en géotechnique, qui s'assurera que les semelles soient placées sur un roc approprié capable de supporter les pressions des structures dans des conditions sécuritaires.

Les opérations de remblayage et de compactage devraient également faire l'objet d'un suivi approprié, de façon à s'assurer que des matériaux conformes soient employés et que les degrés de compactage demandés soient effectivement atteints.

Il est recommandé que l'installation des ancrages soit effectuée sous la supervision d'un personnel compétent en géotechnique.

### 7.2 Condition par temps de gel

Le gel peut causer des problèmes aux structures. Pour les éviter, nous vous recommandons ce qui suit :

- Pendant la construction, les sols de fondation exposés doivent être convenablement protégés contre le gel au moyen de matériaux isolants, tels que de la paille, du chauffage ou tout autre moyen adéquat.
- Des précautions à long terme doivent également être prises afin que les trottoirs et/ou le pavage n'interfèrent pas avec l'ouverture des portes durant l'hiver, lorsque les sols sont sujets à des soulèvements causés par le gel. Ce problème potentiel peut être minimisé de plusieurs façons, dont notamment en conservant un seuil adéquat entre les portes extérieures et le terrain, en prévoyant l'emploi de sections de dalle structurale ou encore en utilisant un remblai granulaire bien gradué et bien drainé d'une épaisseur suffisante, conjointement avec un drainage positif, etc.
- Afin de permettre une transition entre les remblais granulaires non gélifs et les sols naturels généralement plus susceptibles au gel et ainsi minimiser l'amplitude des soulèvements différentiels sous l'action du gel, il est important d'excaver les tranchées de services en prévoyant des pentes de talus appropriées dans la zone d'influence du gel.

## 8. Considérations environnementales

Il est important de souligner qu'aucune évaluation de la qualité environnementale (possibilité de contamination des sols et des eaux souterraines) du terrain étudié n'a été effectuée dans le cadre de cette étude à caractère strictement géotechnique.



## 9. Portée et limitations de l'étude

Le présent rapport s'adresse exclusivement à la Garde côtière canadienne et aux autres parties identifiées explicitement dans ce rapport et l'utilisation de celui-ci par une tierce partie est interdite, sans le consentement écrit de GHD au préalable. En émettant le présent rapport, GHD affirme être l'auteur de l'étude géotechnique pour le projet tel que décrit. Ce rapport est un document professionnel et doit demeurer la propriété exclusive de GHD. Toute réutilisation ou redistribution non autorisée du rapport constitue un risque qui incombe uniquement au Client et à son destinataire et pour lequel GHD ne peut être tenue responsable. Le Client assumera la responsabilité de défendre, d'indemniser, ainsi que de dégager GHD de toute responsabilité résultant de la distribution non autorisée du rapport par le Client. Le rapport doit être pris comme un tout et doit inclure tous les dessins et annexes correspondants. Aucune partie du rapport ne peut être utilisée séparément.

Les recommandations formulées dans ce rapport sont basées sur notre compréhension actuelle du projet ainsi que sur l'utilisation, la topographie et les conditions actuelles du site, de même que sur la portée du mandat accordé par le Client et décrit dans le rapport. L'étude a été effectuée conformément aux règles et aux méthodes généralement reconnues par les professionnels en géotechnique qui pratiquent dans les mêmes conditions et la même région, et aucune autre interprétation n'est permise. Tout usage que pourrait en faire une tierce partie ou toute décision basée sur son contenu, prise par cette tierce partie, est la responsabilité de cette dernière.

Tous les détails de conception et de construction sont rarement connus à la fin de l'étude géotechnique, et peuvent être modifiés en cours de projet. Les commentaires et recommandations présentés dans le rapport sont basés sur les résultats de notre étude et compréhension du projet tels que définis au moment de l'étude. Les services de GHD devraient être retenus pour revoir ces recommandations et commentaires lorsque les devis seront terminés. Sans cette révision, GHD ne pourra être tenue responsable de tout malentendu par rapport aux recommandations ou à l'application et à l'adaptation de celles-ci dans la conception finale. Il est recommandé que les services de GHD soient retenus durant la construction de toutes les fondations et durant les travaux de terrassement afin de s'assurer que les conditions du sous-sol sont similaires à celles observées durant l'étude et que nos recommandations sont bien comprises à toutes les étapes de construction.

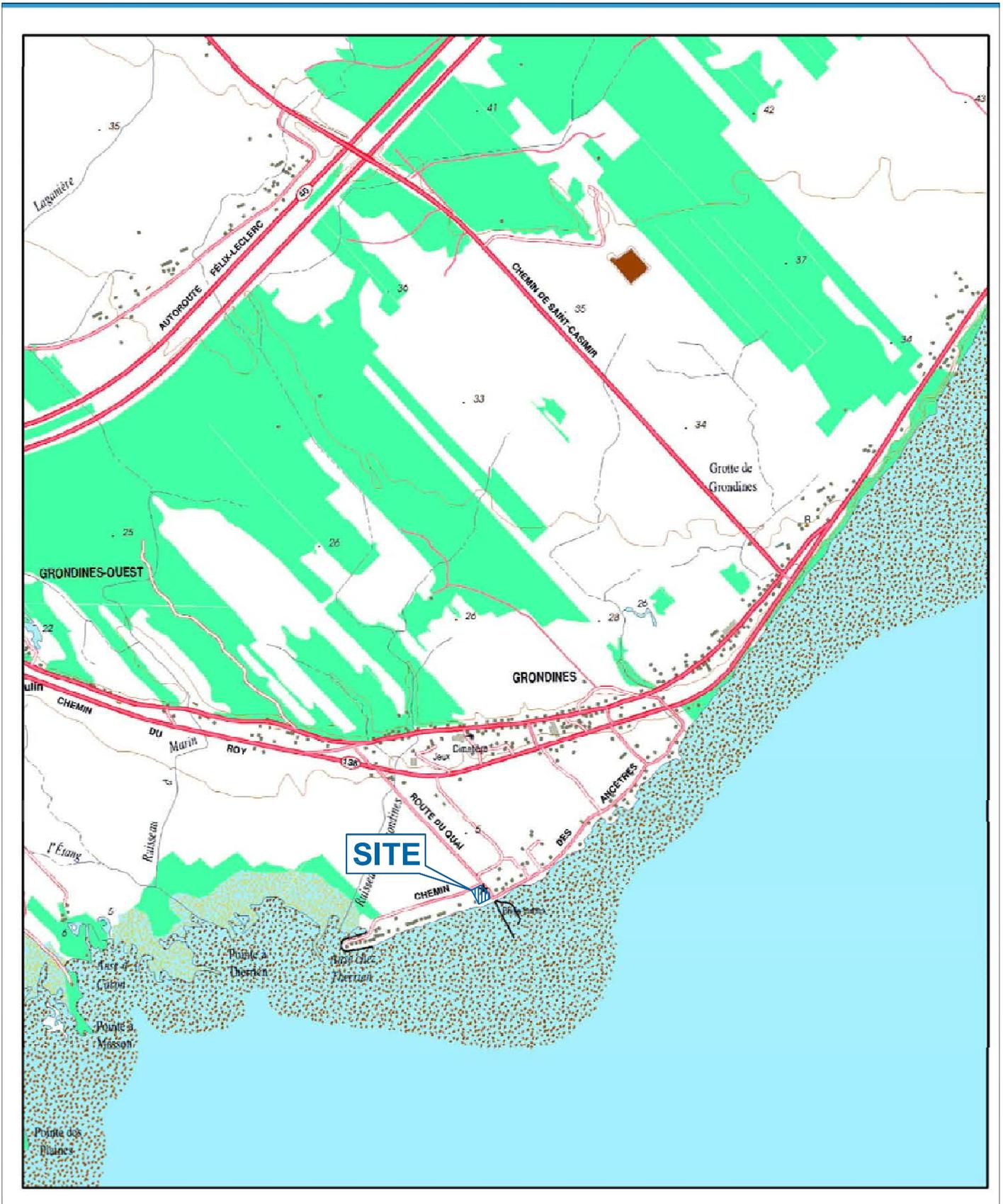
Il est important de souligner qu'une étude géotechnique consiste en un échantillonnage aléatoire et ponctuel d'un site et que les commentaires et recommandations inclus dans ce rapport sont basés sur les résultats obtenus aux emplacements des sondages réalisés uniquement.

Les conditions géologiques présentées aux emplacements sondés sont celles qui ont été observées au moment de la réalisation des sondages et peuvent toutefois être modifiées de façon significative par des travaux de construction (excavation, drainage, dynamitage, fonçage de pieux) sur le site ou sur les sites adjacents. Elles peuvent aussi être modifiées par l'exposition des sols et du roc à l'humidité, au séchage ou au gel. Les conditions de sol et d'eau souterraine entre les sondages et au-delà de l'endroit investigué peuvent varier autant en plan qu'en profondeur par rapport aux résultats obtenus à l'emplacement des sondages. De plus, certaines conditions qui n'ont pu être observées ou prévues au moment de l'étude pourraient être rencontrées durant la construction. Dans l'éventualité où les conditions rencontrées sur le site devaient différer de celles observées à l'emplacement des sondages, nous demandons d'être immédiatement avisés par écrit afin de permettre une réévaluation de nos recommandations. Si des conditions différentes sont



identifiées durant la construction, sans égard au degré d'importance des changements, les recommandations émises dans le présent rapport seront considérées comme invalides jusqu'à ce que ces changements soient évalués par GHD et que les conclusions du rapport soient modifiées en conséquence ou maintenues par écrit.

# Figures



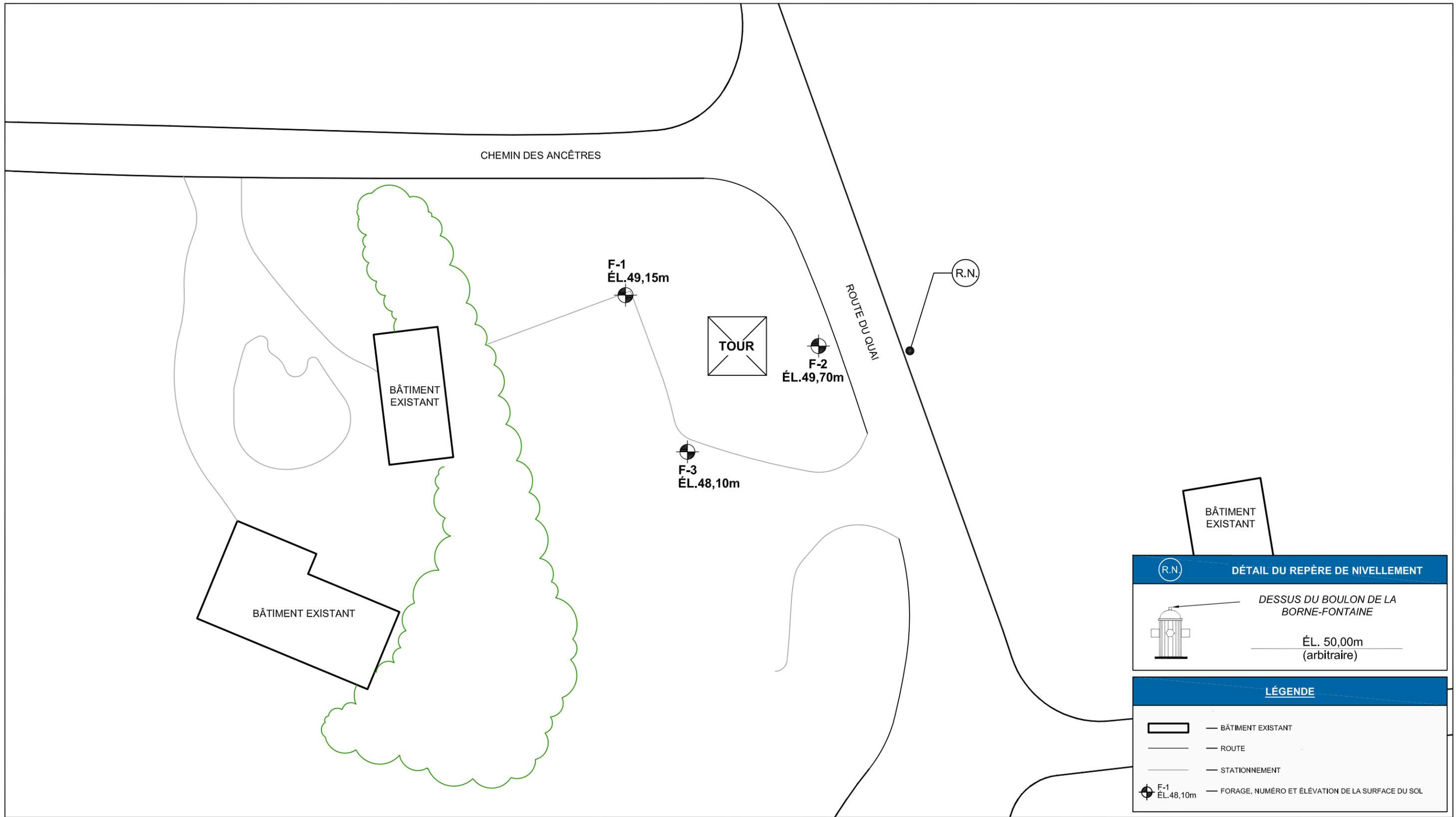
Source: CARTE 1:20,000 QUÉBEC, LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DE SOFTMAP.



**GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE**  
**POINTE DES GRONDINES, QUÉBEC**  
**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE - TOUR D'AIDE À LA NAVIGATION**  
**DE LA GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE**  
**PLAN DE LOCALISATION RÉGIONALE**

11132696-A1  
 14 FÉVRIER 2017

FIGURE 1



ÉCHELLE = 1/400



**RÉFÉRENCE:**  
TOUTES LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES © 2017 GOOGLE OU IMAGE © 2017 GOOGLE, DIGITALGLOBE.

DESSINÉ PAR:

M.LAMONTAGNE

VÉRIFIÉ PAR:

T.BÉLANGER, ing.



GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE  
POINTE DES GRONDINES, QUÉBEC  
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE - TOUR D'AIDE À LA NAVIGATION  
DE LA GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE  
**PLAN DE LOCALISATION**

11132696-A1

15 FÉVRIER 2017

FIGURE 2

# Annexes

# Annexe A

## Rapports de forages



## Notes explicatives sur les rapports de sondage

### Description des sols :

Chacune des couches de mort-terrain est décrite selon la terminologie d'usage énumérée ci-après. La compacité des sols granulaires est définie par la valeur de l'indice de pénétration standard "N", et la consistance des sols cohérents par la résistance au cisaillement non drainé à l'état non remanié (Cu).

Classification (Système unifié)			
Argile	< 0.002 mm		
Silt	de 0.002 à 0.075 mm		
Sable	de 0.075 à 4.75 mm	fin	de 0.075 à 4.25 mm
		moyen	de 0.425 à 2.0 mm
		grossier	de 2.0 à 4.75 mm
Gravier	de 4.75 à 75 mm	fin	de 4.75 à 19 mm
		grossier	de 19 à 75 mm
Cailloux	de 75 à 300 mm		
Blocs	>300 mm		

Terminologie	
"traces"	1-10%
"un peu"	10-20%
adjectif (silteux, sableux)	20-35%
"et"	35-50%

Compacité des sols granulaires	Indice de pénétration standard "N" (COUPS/pi. – 300 mm)
Très lâche	0-4
Lâche	4-10
Compact	10-30
Dense	30-50
Très dense	>50

Consistance des sols cohérents	Résistance au cisaillement (Cu)	
	(lb./pi. <sup>2</sup> )	(kPa)
Très molle	<250	<12
Molle	250-500	12-25
Ferme	500-1000	25-50
Raide	1000-2000	50-100
Très raide	2000-4000	100-200
Dure	>4000	>200

Indice de qualité du roc	
Valeur "RQD" (%)	Qualificatif
<25	Très mauvais
25-50	Mauvais
50-75	Moyen
75-90	Bon
>90	Excellent

Légende stratigraphique			
			
Sable	Gravier	Cailloux et blocs	Roc (calcaire)
			
Silt	Argile	Sol organique	Remblai

### Échantillons:

#### Type et numéro

Le type d'échantillonneur utilisé est défini par l'abréviation indiquée ci-après. La numérotation est continue pour chacun des types.

CF: Cuillère fendue

TM: Tube à paroi mince

TA: Tarière

CFE, VRE, TAE: Échantillonnage environnemental

PS: Tube à piston (Osterberg)

CR: Carottier diamanté

VR: Vrac

### Récupération

La récupération de l'échantillon est le rapport exprimé en pourcentage de la longueur récupérée dans l'échantillonneur à la longueur enfoncée.

### RQD

Les indices de qualité du roc ("Rock Quality Designation" ou "RQD") sont définis comme étant le rapport exprimé en pourcentage de la longueur cumulée de tous les fragments de carottes de 4 pouces (10 cm) ou plus à la longueur totale de la course.

### Essais de chantier:

N: Indice de pénétration standard

N<sub>c</sub>: Indice de pénétration dynamique au cône

k: Perméabilité

R: Refus à la pénétration

Cu: Résistance au cisaillement non drainé

ABS: Absorption (eau sous pression)

Pr: Pressiomètre

### Essais de laboratoire:

I<sub>p</sub>: Indice de plasticité

SD: Sédimentométrie

A: Limites d'Atterberg

C: Consolidation

VO: Vapeur organique

W<sub>l</sub>: Limite liquide

AG: Analyse granulométrique

w: Teneur en eau

CS: Cône suédois

W<sub>p</sub>: Limite plastique

γ: Poids volumique

AC: Analyse chimique



## A- Prélèvement d'échantillons

Les échantillons de sol sont généralement récupérés dans les forages au moyen soit d'un échantillonneur de type cuillère fendue ou à l'aide de tubes d'acier à paroi mince de type «Shelby». La cuillère fendue procure des échantillons de sol remaniés mais représentatifs de la nature des sols en place. L'enfoncement de l'échantillonneur permet également la réalisation simultanée de l'essai de pénétration standard qui est décrit à la section suivante. Les tubes à paroi mince sont enfoncés délicatement dans le sol et permettent la récupération d'échantillons non remaniés au sein des dépôts argileux, ce qui ne peut être le cas avec la cuillère fendue. Les échantillons de roc sont prélevés au moyen de tubes carottiers munis de trépons diamantés et procurent des échantillons sous forme de carottes dont les diamètres varient en fonction du calibre de l'outil utilisé.

## B- Essai de pénétration standard («SPT»)

L'essai de pénétration standard consiste à enfoncer dans le sol un échantillonneur normalisé de type cuillère fendue au moyen d'un marteau de 140 lb (63,5 kg) qui le percute après une chute libre de 30 po (76 cm). L'échantillonneur est ainsi foncé dans le sol sur une distance de 18 po (45 cm) et le nombre de coups de marteau nécessaire à l'enfoncement est noté pour chaque intervalle de 6 po (15 cm). Le nombre de coups requis pour enfoncer les derniers 12 po (30 cm) correspond à l'indice de pénétration standard («N»). L'essai est répété à intervalle régulier et les indices obtenus sont des valeurs caractéristiques à partir desquelles on peut estimer la densité, la compressibilité et la résistance des différentes couches de sol traversées. (La procédure est peu applicable cependant aux dépôts argileux).

## C- Essai de pénétration dynamique

L'essai de pénétration dynamique est similaire à l'essai de pénétration standard, sauf que l'échantillonneur est remplacé par une pointe conique de 10 cm<sup>2</sup> de surface. Le nombre de coups est noté de façon continue pour chaque pi (30 cm) d'enfoncement et les résultats obtenus donnent un relevé systématique de la densité relative des matériaux traversés. L'essai permet également de révéler la profondeur d'une couche de sol très dense ou parfois du socle rocheux.

**Note :** La présence de particules grossières, telles que de gros graviers, des cailloux ou des blocs au sein des couches de sol peut affecter les résultats de l'essai de pénétration standard ou dynamique en produisant des valeurs de résistance anormalement élevées. Dans certains cas, la pénétration peut même devenir impossible et un refus «R» est alors noté.

## D- Essai de résistance au cisaillement

L'essai de résistance au cisaillement non drainé est réalisé en introduisant dans un sol argileux non remanié un scissomètre constitué de 4 palettes en forme de croix, et en mesurant, à partir de la surface, le couple (force de rotation) nécessaire pour cisailer une surface cylindrique. L'essai est répété à différentes profondeurs et les valeurs de couple obtenues sont converties pour déterminer les résistances au cisaillement non drainé pour chacun des essais effectués. Les profils de résistance recueillis permettent de calculer la capacité portante admissible des dépôts d'argile. L'appareil utilisé pour effectuer les mesures est du type «Nilcon», d'origine scandinave.

## E- Essai de perméabilité (LeFranc)

Cet essai consiste à déterminer le coefficient de perméabilité K du sol autour d'une poche perméable (la lanterne) de dimensions connues qui a été formée sous le sabot de battage. La méthode retenue est celle à niveau d'eau variable descendant. Les essais de type LeFranc sont réalisés dans des sols à granulométrie moyenne et à perméabilité moyenne.

## F- Essai d'eau sous pression

L'essai d'eau sous pression dans le rocher à palier de pression unique a pour objectif de déterminer le débit d'eau que peut absorber une zone définie de la masse rocheuse pour un palier de pression unique. Cet essai est exécuté afin d'apprécier l'absorptivité du rocher à l'intérieur de zones définies d'un trou de forage effectué dans le cadre d'une reconnaissance géotechnique. L'essai consiste à injecter de l'eau dans une zone de la masse rocheuse définie par une cavité cylindrique de longueur et de diamètre connus et réalisée par forage. Les débits d'eau absorbés sont mesurés pour une pression unique et pour des durées d'injection définies.

## G- Essai au pressiomètre Ménard

L'essai pressiométrique, développé par Ménard (1956), est un essai de chargement latéral effectué dans un forage par dilatation d'une sonde cylindrique. L'essai permet de déterminer des caractéristiques effort-déformation du sol, et en particulier le module pressiométrique  $E_M$ , et la pression limite  $p_l$ , qui mesurent la résistance du sol et peuvent être utilisés pour évaluer la capacité portante et le tassement des fondations.



# RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No:

F-1

CLIENT: Gardie côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU	
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardie côtière canadienne	Z : 49.15 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 1.86	
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2	
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.		
Type de forage : Tubage	TYPE ÉCHANTILLON	ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W <sub>L</sub> : limite liquide W <sub>P</sub> : limite plastique w : teneur en eau C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé	
Calibre du carotier : NQ	CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)		☒ Remanié
Type de marteau : Automatique	CR(E) - Carottier diamanté		☒ Intact
Rapport d'énergie : N/A	TA(E) - Tarière		☐ Forage au diamant
Date (début) : 2017-01-17	TEE - Tube Échantillonnage Environnement		■ Perdu
Date (fin) : 2017-01-17	TM - Tube à paroi mince		
	VR(E) - Vrac		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) W <sub>P</sub> W <sub>L</sub> Limites d'Atterberg (%)    □ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
0.00	49.15		Surface du sol								10 20 30 40 50 60 70 80 90	Niveau d'eau								
0.33	48.82	☒	Remblai: Sable et gravier, gris-brun, gelé, humide	☒	CF-1				3-36 50/2cm	R										
			Roc: Calcaire, gris, moyenne qualité (RQD)		CF-2	97				57										
					CF-3	100				70										
					CF-4	100				50										
2.08	47.07		Devenant moyenne à excellente qualité (RQD)		CF-5	100				100										
					CF-6	100				100										
					CF-7	100				100										
					CF-8	100				100										
					CF-9	100				100										



**RAPPORT DE FORAGE**

**FORAGE No:**

**F-1**

CLIENT: Gardes côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardes côtière canadienne	Z : 49.15 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 1.86
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.	
Type de forage : Tubage	TYPE ÉCHANTILLON	ESSAIS RÉALISÉS
Calibre du carottage : NQ	CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)	
Type de marteau : Automatique	CR(E) - Carottier diamanté	AC : analyse chimique
Rapport d'énergie : N/A	TA(E) - Tarière	AG: analyse granulométrique
Date (début) : 2017-01-17	TEE - Tube Échantillonnage Environnement	SD: analyse sédimentométrique
Date (fin) : 2017-01-17	TM - Tube à paroi mince	W <sub>L</sub> : limite liquide
	VR(E) - Vrac	W <sub>p</sub> : limite plastique
		w : teneur en eau
		C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé
		Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) ▭ W <sub>p</sub> W <sub>L</sub> Limites d'Atterberg (%)    □ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
10.00	39.15		Surface du sol								10 20 30 40 50 60 70 80 90	Niveau d'eau								
10.00	39.15		Suite: Calcaire, gris, excellente qualité (RQD)		CF-10	100				100										
11.0	38.21		Fin du forage à 10,94 mètres																	
12.0																				
13.0																				
14.0																				
15.0																				
16.0																				
17.0																				
18.0																				
19.0																				

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



**RAPPORT DE FORAGE**

**FORAGE No:**

**F-2**

CLIENT: Gardes côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardes côtière canadienne	Z : 49.70 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 2.55
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.	
Type de forage : Tubage Calibre du carotier : NQ Type de marteau : Automatique Rapport d'énergie : N/A Date (début) : 2017-01-18 Date (fin) : 2017-01-18	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input type="checkbox"/> Perdu
		ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W <sub>L</sub> : limite liquide W <sub>p</sub> : limite plastique w : teneur en eau C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) ◻ Limites d'Atterberg (%)    ◻ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
0.00	49.70		Surface du sol								10 20 30 40 50 60 70 80 90	Niveau d'eau								
			<b>Remblai:</b> Sable, un peu de silt, traces de gravier, brun-gris, lâche, humide		CF-1	50	O.I./V.I.		2-4-4-4	8										
1.0	48.79		<b>Sols naturels:</b> Silt sableux, traces de gravier, gris-brun, compact, humide		CF-2	74	O.I./V.I.		8-5-5-4	10										
	48.41		<b>Roc:</b> Calcaire, gris, moyenne qualité (RQD)		CF-3	0	O.I./V.I.		50/7cm	R										
2.0					CR-4	100	O.I./V.I.			55										
3.0	47.01		Devenant excellente qualité (RQD)		CR-5	100	O.I./V.I.			100										
4.0					CR-6	100	O.I./V.I.			100										
5.0					CR-7	100	O.I./V.I.			100										
6.0					CR-8	100	O.I./V.I.			100										
7.0					CR-9	100	O.I./V.I.			100										
8.0																				
9.0																				

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



**RAPPORT DE FORAGE**

**FORAGE No:**

**F-2**

CLIENT: Gardes côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU	
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardes côtière canadienne	Z : 49.70 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 2.55	
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2	
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.		
Type de forage : Tubage	TYPE ÉCHANTILLON	ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W <sub>L</sub> : limite liquide W <sub>P</sub> : limite plastique w : teneur en eau C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé	
Calibre du carottier : NQ	CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)		ÉTAT ÉCHANTILLON
Type de marteau : Automatique	CR(E) - Carottier diamanté		<input checked="" type="checkbox"/> Remanié
Rapport d'énergie : N/A	TA(E) - Tarière		<input checked="" type="checkbox"/> Intact
Date (début) : 2017-01-18	TEE - Tube Échantillonnage Environnement		<input type="checkbox"/> Forage au diamant
Date (fin) : 2017-01-18	TM - Tube à paroi mince	<input type="checkbox"/> Perdu	
	VR(E) - Vrac		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS										
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%)    □ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
10.00	39.70		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
10.00	39.70		Suite: Calcaire, gris, excellente qualité (RQD)																	
10.36	39.34		Fin du forage à 10,36 mètres																	
11.0																				
12.0																				
13.0																				
14.0																				
15.0																				
16.0																				
17.0																				
18.0																				
19.0																				



**RAPPORT DE FORAGE**

**FORAGE No:**

**F-3**

CLIENT: Gardes côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU	
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardes côtière canadienne	Z : 48.10 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 1.87	
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2	
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.		
Type de forage : Tubage	TYPE ÉCHANTILLON	ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W <sub>L</sub> : limite liquide W <sub>p</sub> : limite plastique w : teneur en eau C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé	
Calibre du carotier : NQ	CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)		ÉTAT ÉCHANTILLON
Type de marteau : Automatique	CR(E) - Carottier diamanté	<input checked="" type="checkbox"/> Remanié	
Rapport d'énergie : N/A	TA(E) - Tarière	<input checked="" type="checkbox"/> Intact	
Date (début) : 2017-01-17	TEE - Tube Échantillonnage Environnement	<input type="checkbox"/> Forage au diamant	
Date (fin) : 2017-01-17	TM - Tube à paroi mince	<input type="checkbox"/> Perdu	
	VR(E) - Vrac		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%)    □ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
0.00	48.10		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
0.27	47.83		Remblai: Sable graveleux, traces de silt, gris, gelé		CF-1	57			8-8-7 50/2cm											
0.53	47.57		Sols naturels: Sable silteux et graveleux, gris, gelé		CR-2	75				28										
1.0			Roc: Calcaire, gris, mauvaise à moyenne qualité (RQD)		CR-3	100				59										
2.0					CR-4	75				45										
3.27	44.83		Devenant d'excellente qualité (RQD)		CR-5	100				100										
4.0					CR-6	100				90										
5.0					CR-7	100				100										
6.0					CR-8	100				100										
7.0																				
8.0																				
9.0																				

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



**RAPPORT DE FORAGE**

**FORAGE No:**

**F-3**

CLIENT: Gardes côtière canadienne	COORDONNÉES ARBITRAIRES	▼ - NIVEAU D'EAU	
PROJET: Étude géotechnique - tour d'aide à la navigation de la Gardes côtière canadienne	Z : 48.10 m	Date : 2017-01-27 Profondeur (m) : 1.87	
LOCALISATION: Pointe des Grondines, Québec		Plan de localisation : Figure 2	
DÉCRIT PAR: C.Bourgault	VÉRIFIÉ PAR: Terry Bélanger, ing.		
Type de forage : Tubage	TYPE ÉCHANTILLON	ESSAIS RÉALISÉS AC : analyse chimique AG: analyse granulométrique SD: analyse sédimentométrique W <sub>L</sub> : limite liquide W <sub>p</sub> : limite plastique w : teneur en eau C <sub>u</sub> : cisaillement non drainé Dup: éch. duplicata prélevé	
Calibre du carottier : NQ	CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)		ÉTAT ÉCHANTILLON
Type de marteau : Automatique	CR(E) - Carottier diamanté		<input checked="" type="checkbox"/> Remanié
Rapport d'énergie : N/A	TA(E) - Tarière		<input checked="" type="checkbox"/> Intact
Date (début) : 2017-01-17	TEE - Tube Échantillonnage Environnement		<input type="checkbox"/> Forage au diamant
Date (fin) : 2017-01-17	TM - Tube à paroi mince	<input type="checkbox"/> Perdu	
	VR(E) - Vrac		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%)    △ C <sub>u</sub> (Terrain, kPa) ▭ W <sub>p</sub> W <sub>L</sub> Limites d'Atterberg (%)    □ C <sub>u</sub> (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N <sub>c</sub> " dynamique									
10.00	38.10		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
10.00	38.10		Suite: Calcaire, gris, excellente qualité (RQD)		CR-9	100				100										
11.0	37.18		Fin du forage à 10,92 mètres																	
12.0																				
13.0																				
14.0																				
15.0																				
16.0																				
17.0																				
18.0																				
19.0																				

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations

# Annexe B

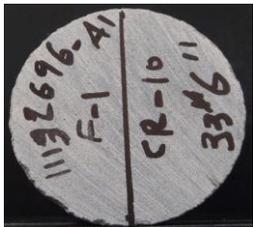
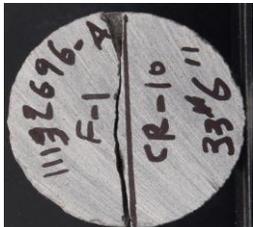
## Résultats des analyses de laboratoire



**Résistance à la traction par écrasement latéral sur  
échantillon de roc intact  
ASTM D3967-05**

<b>Client :</b>	<u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b>	<u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b>	<u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'échantillon :</b>	<u>F1-CR10</u>
	<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne</u>	<b>Profondeur :</b>	<u>33' 6"</u>
	<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>		

**Appareils de mesure utilisés :** Presse N° 500QCP9804 Vernier N° 2488

Données techniques			Vue de l'échantillon
		Moyenne	Avant essai
Diamètre (D):	47.42      47.43	47.43	
Longueur (L):	23.28      23.60	23.44	
Ratio L/D	Entre 0.20 et 0.75	0.49	Après essai 
Condition d'humidité:	Sèche		
Taux de chargement:	10000 N/min		
Type de fracture:	Latérale		
Durée de l'essai	Entre 1 et 10 minutes	1:20	
<b>Résistance en tension (Essai Brésilien)</b> (MPa)	<b>8.6</b>		Description macroscopique Calcaire
<b>Charge Maximale</b> (N)	15065		

**Remarques :** \_\_\_\_\_

<b>Effectué par :</b>	<u>A. ZERHOUDI</u>	<b>Date :</b>	<u>26-01-2017</u>
<b>Vérifié par :</b>	<u>Benoit Cyr, B. Sc. Géologie</u>	<b>Date :</b>	<u>02-02-2017</u>



**Résistance à la traction par écrasement latéral sur  
échantillon de roc intact  
ASTM D3967-05**

<b>Client :</b>	<u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b>	<u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b>	<u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'échantillon :</b>	<u>F2-CR4</u>
	<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne</u>	<b>Profondeur :</b>	<u>12' 0"</u>
	<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>		

**Appareils de mesure utilisés :** Presse N° 500QCP9804 mètre N° 2488

Données techniques			Vue de l'échantillon	
		Moyenne	Avant essai	
Diamètre (D):	47.32      47.34	47.33		
Longueur (L):	23.40      23.82	23.61		
Ratio L/D	Entre 0.20 et 0.75			Après essai
Condition d'humidité:	Sèche			
Taux de chargement:	10000 N/min			
Type de fracture:	Latérale			
Durée de l'essai	Entre 1 et 10 minutes			
<b>Résistance en tension (Essai Brésilien)</b> (MPa)	<b>7.4</b>		<b>Description macroscopique</b>	
<b>Charge Maximale</b> (N)	12902		Calcaire	

**Remarques :** \_\_\_\_\_

<b>Effectué par :</b>	<u>A. ZERHOUDI</u>	<b>Date :</b>	<u>26-01-2017</u>
<b>Vérifié par :</b>	<u>Benoit Cyr, B. Sc. Géologie</u>	<b>Date :</b>	<u>02-02-2017</u>



**Résistance à la traction par écrasement latéral sur  
échantillon de roc intact  
ASTM D3967-05**

<b>Client :</b>	<u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b>	<u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b>	<u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'échantillon :</b>	<u>F3 / CR7</u>
	<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne</u>	<b>Profondeur :</b>	<u>22' 0"</u>
	<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>		

**Appareils de mesure utilisés :**

Presse N° 500QCP9804      Dernier N° 2488

Données techniques			Vue de l'échantillon
		Moyenne	Avant essai
Diamètre (D):	47.40      47.38	47.39	
Longueur (L):	23.34      23.60	23.47	
Ratio L/D	Entre 0.20 et 0.75		Après essai
Condition d'humidité:	Sèche		
Taux de chargement:	10000 N/min		
Type de fracture:	Latérale		
Durée de l'essai	Entre 1 et 10 minutes		1:10
<b>Résistance en tension (Essai Brésilien)</b> (MPa)	<b>7.6</b>		<b>Description macroscopique</b>
<b>Charge Maximale</b> (N)	13352		Calcaire

**Remarques :** \_\_\_\_\_

**Effectué par :** A. ZERHOUDI      **Date :** 26-01-2017

**Vérifié par :** Benoit Cyr, B. Sc. Géologie      **Date :** 02-02-2017



**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact  
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

<b>Client :</b>	<u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b>	<u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b>	<u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'éch. :</b>	<u>F1-CR10</u>
	<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne</u>	<b>Profondeur :</b>	<u>33'1" - 33'5"</u>
	<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>	<b>Date d'éch. :</b>	<u></u>

**Appareils de mesure utilisés :** Presse N° 500QCP9804 Vernier N° PAC-LAB-001

Données techniques					Vue de l'échantillon	
	Moyenne					
Diamètre :	47.4	47.4	47.4	47.4	(mm)	
Longueur :	101.5	101.6	101.5	101.5	(mm)	
Rectitude (0.5mm maximum) (S1) :	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	(mm)	
Planéité (25µm maximum) (FP2) :	≤025	≤025	≤025	≤025	(µm)	
Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) :	0.17	0.17	0.08	0.17	(°)	
Masse :	<u>480.5</u>	(g)	Volume:	<u>179107</u>	(mm <sup>3</sup> )	
Masse volumique :			<u>2683</u>	(kg/m <sup>3</sup> )		
Condition d'humidité :			<u>Sèche</u>			
Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) :			<u>0.5</u>	(MPa/sec)		
Type de fracture :			<u>Cisaillement</u>			
Durée de l'essai (2 à 15 minutes) :			<u>3min 33sec</u>	(minutes)		
Charge maximale appliquée :			<u>190427</u>	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> lbs	
<b>Résistance en compression :</b>			<u>107.9</u>	(MPa)		
<b>Description macroscopique</b>						
Calcaire						

**Remarques :** \_\_\_\_\_

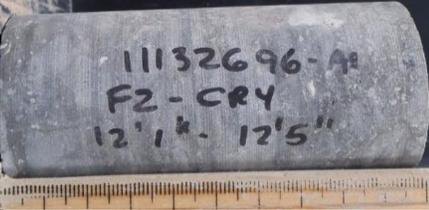
<b>Effectué par :</b>	<u>Fabrice Adenot</u>	<b>Date :</b>	<u>01-02-2017</u>
<b>Vérifié par :</b>	<u>Benoit Cyr, B. Sc. Géologie</u>	<b>Date :</b>	<u>02-02-2017</u>



**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact**  
**ASTM D 7012, ASTM D 4543**

<b>Client :</b> <u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b> <u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b> <u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'éch. :</b> <u>F2-CR4</u>
<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne.</u>	<b>Profondeur :</b> <u>12'1" - 12'5"</u>
<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>	<b>Date d'éch. :</b> _____

**Appareils de mesure utilisés :** Presse N° 500QCP9804 Vernier N° PAC-LAB-001

Données techniques					Vue de l'échantillon
Moyenne					Avant l'essai 
Diamètre :	47.3	47.3	47.3	47.3 (mm)	
Longueur :	99.7	99.8	99.7	99.7 (mm)	
Rectitude (0.5mm maximum) (S1) :	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5 (mm)	
Planéité (25µm maximum) (FP2) :	≤025	≤025	≤025	≤025 (µm)	
Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) :	0.08	0.17	0.25	0.08 (°)	
Masse :	<u>470.2</u>	(g)	Volume:	<u>175189</u> (mm <sup>3</sup> )	
Masse volumique :	<u>2684</u> (kg/m <sup>3</sup> )				
Condition d'humidité :	<u>Sèche</u>				
Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) :	<u>0.5</u> (MPa/sec)				
Type de fracture :	<u>Cisaillement</u>				
Durée de l'essai (2 à 15 minutes) :	<u>5min 30sec</u> (minutes)				
Charge maximale appliquée :	<u>292778</u> <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> lbs				
<b>Résistance en compression :</b>	<u>166.6</u> (MPa)				
Description macroscopique					
Calcaire					

**Remarques :** \_\_\_\_\_

<b>Effectué par :</b> <u>Fabrice Adenot</u>	<b>Date :</b> <u>01-02-2017</u>
<b>Vérifié par :</b> <u>Benoît Cyr, B. Sc. Géologie</u>	<b>Date :</b> <u>02-02-2017</u>

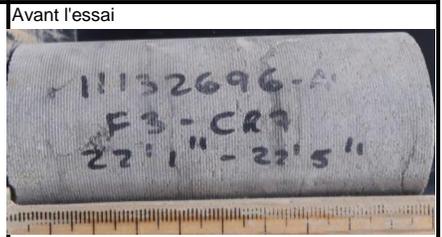


**Résistance en compression non confinée sur échantillon de roc intact  
ASTM D 7012, ASTM D 4543**

<b>Client :</b>	<u>Garde côtière canadienne</u>	<b>N° de projet :</b>	<u>11132696-A1</u>
<b>Projet :</b>	<u>Étude géotechnique</u>	<b>N° d'éch. :</b>	<u>F3-CR7</u>
	<u>Tour d'aide à la navigation de la Garde côtière canadienne</u>	<b>Profondeur :</b>	<u>22'1" - 22'5"</u>
	<u>Pointe des Grondines FB (NFL), Québec.</u>	<b>Date d'éch. :</b>	<u></u>

**Appareils de mesure utilisés :** Presse N° 500QCP9804 Vernier N° PAC-LAB-001

Données techniques					Vue de l'échantillon
	Moyenne				
Diamètre :	47.4	47.4	47.4	47.4	(mm)
Longueur :	100.5	100.4	100.4	100.4	(mm)
Rectitude (0.5mm maximum) (S1) :	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	(mm)
Planéité (25µm maximum) (FP2) :	≤025	≤025	≤025	≤025	(µm)
Parallélisme (0.25° maximum) (FP2) :	0.00	0.00	0.25	0.17	(°)
Masse :	<u>474.7</u>	(g)	Volume:	<u>177166</u>	(mm <sup>3</sup> )
Masse volumique :			<u>2679</u>	(kg/m <sup>3</sup> )	
Condition d'humidité :			<u>Sèche</u>		
Taux de chargement (0.5 à 1.0 MPa/sec) :			<u>0.5</u>	(MPa/sec)	
Type de fracture :			<u>Cisaillement</u>		
Durée de l'essai (2 à 15 minutes) :			<u>4min 43sec</u>	(minutes)	
Charge maximale appliquée :			<u>251311</u>	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> lbs
<b>Résistance en compression :</b>			<u>142.4</u>	(MPa)	
					<b>Description macroscopique</b>
					Calcaire



**Remarques :** \_\_\_\_\_

<b>Effectué par :</b>	<u>Fabrice Adenot</u>	<b>Date :</b>	<u>01-02-2017</u>
<b>Vérifié par :</b>	<u>Benoît Cyr, B. Sc. Géologie</u>	<b>Date :</b>	<u>02-02-2017</u>

Annexe C  
Rapport photographique des échantillons de roc  
(sec et mouillé)



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 17 janvier 2017

Sondage No.: F-1

Profondeur(m): 0,33 à 4,82

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 1 de 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne Type de sondage: Géotechnique  
Projet No.: 11132696-A1 Date du sondage: 17-18 janvier 2017  
Sondage No.: F-1 Profondeur(m): 4,82 à 9,40

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 2 de 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

**Client:** Garde côtière canadienne      **Type de sondage:** Géotechnique  
**Projet No.:** 11132696-A1      **Date du sondage:** 18 janvier 2017  
**Sondage No.:** F-1      **Profondeur(m):** 9,40 à 10,95

### Photo du roc sec



**Effectué par:** Nabil Azzeddine, ing. jr

**Date:** 13 février 2017

**Feuille** 3 **de** 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 17 janvier 2017

Sondage No.: F-1

Profondeur(m): 0.33 à 4,82

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 4 de 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne Type de sondage: Géotechnique  
Projet No.: 11132696-A1 Date du sondage: 17-18 janvier 2017  
Sondage No.: F-1 Profondeur(m): 4,82 à 9,40

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 5 de 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

**Client:** Garde côtière canadienne      **Type de sondage:** Géotechnique  
**Projet No.:** 11132696-A1      **Date du sondage:** 18 janvier 2017  
**Sondage No.:** F-1      **Profondeur(m):** 9,40 à 10,95

### Photo du roc mouillé



**Effectué par:** Nabil Azzeddine, ing. jr

**Date:** 13 février 2017

**Feuille** 6 **de** 6



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 18 janvier 2017

Sondage No.: F-2

Profondeur(m): 1,29 à 5,76

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 1 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 18 janvier 2017

Sondage No.: F-2

Profondeur(m): 5,76 à 10,36

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 2 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 18 janvier 2017

Sondage No.: F-2

Profondeur(m): 1,29 à 5,76

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 3 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 18 janvier 2017

Sondage No.: F-2

Profondeur(m): 5,76 à 10,36

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 4 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 17 janvier 2017

Sondage No.: F-3

Profondeur(m): 0,51 à 4,65

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 1 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 17 janvier 2017

Sondage No.: F-3

Profondeur(m): 4,65 à 10,90

### Photo du roc sec



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 2 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 17 janvier 2017

Sondage No.: F-3

Profondeur(m): 0,51 à 4,65

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 3 de 4



## Rapport photographique des échantillons de roc

Client: Garde côtière canadienne

Type de sondage: Géotechnique

Projet No.: 11132696-A1

Date du sondage: 18 janvier 2017

Sondage No.: F-3

Profondeur(m): 4,65 à 10,9

### Photo du roc mouillé



Effectué par: Nabil Azzeddine, ing. jr

Date: 13 février 2017

Feuille 4 de 4

# Annexe D

## Rapport photographique de terrain



Photo 1 – Vue sur la tour existante à partir de la route du Quai



Photo 2 – Vue sur la tour existante à partir du chemin des Ancêtres



**Photos du site  
Tour d'aide à la navigation de la  
Garde côtière canadienne  
Pointe des Grondines, Québec**



Photo 3 – Emplacement du forage F-1



Photo 4 – Emplacement du forage F-1



**Photos du site  
Tour d'aide à la navigation de la  
Garde côtière canadienne  
Pointe des Grondines, Québec**



Photo 5 – Emplacement du forage F-2



**Photos du site  
Tour d'aide à la navigation de la  
Garde côtière canadienne  
Pointe des Grondines, Québec**



Photo 6 – Emplacement du forage F-2



**Photos du site  
Tour d'aide à la navigation de la  
Garde côtière canadienne  
Pointe des Grondines, Québec**



Photo 7 – Emplacement du forage F-3



Photo 8 – Emplacement du forage F-3



**Photos du site  
Tour d'aide à la navigation de la  
Garde côtière canadienne  
Pointe des Grondines, Québec**

[www.ghd.com](http://www.ghd.com)

