

RAPPORT NO 15182-G-4
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
SITE D'AIDE À LA NAVIGATION DE LA GCC
TRAVERSE DE NICOLET FP
APPEL D'OFFRES P4041
(QUÉBEC)

Dossier no 15182-G

Le 27 mars 2009

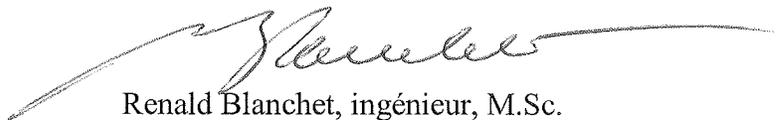
Pêches et Océans Canada
104, rue Dalhousie
2^e étage
Québec, (Québec)
G1K 7Y7À l'attention de Monsieur Denis Lemieux, agent des marchésSujet : Étude géotechnique
Site d'aide à la navigation
de la GCC
Traverse de Nicolet FP
Appel d'offres P4041

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous transmettre les résultats de l'étude géotechnique que vous nous avez confiée.

Tous les travaux de chantier et de laboratoire ont été réalisés sous la supervision de Monsieur Fabian Valencia, chargé de projet, qui a également préparé le présent rapport en collaboration avec Monsieur Yves Robert, ingénieur et Monsieur Renald Blanchet, ingénieur. Ce dernier a été vérifié par le soussigné.

Nous espérons que ce rapport sera à votre entière satisfaction. N'hésitez pas à communiquer avec nous si vous désirez des renseignements supplémentaires.

QUÉFORMAT LTÉERenald Blanchet, ingénieur, M.Sc.
Directeur de l'ingénierie
Vice-président

FV/nc

2cc/ Pêches et Océans Canada



TABLE DES MATIÈRES

	<u>Pages</u>
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 TRAVAUX RÉALISÉS	
2.1 Travaux de chantier.....	2
2.2 Travaux de laboratoire	3
3.0 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS	
3.1 Remblai	5
3.2 Sol organique.....	5
3.3 Silt et sable	5
3.4 Silt sableux	6
3.5 Silt	6
4.0 EAU SOUTERRAINE.....	8
5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	
5.1 Fondations et capacité portante admissible	
5.1.1 Capacité portante à l'ÉLUL	11
5.1.2 Capacité portante à l'ÉLUT	12
5.2 Protection contre le gel.....	13
5.3 Liquéfaction des sols	13
5.4 Excavation temporaire.....	14
5.5 Drainage	14
5.6 Paramètres géotechniques pour le calcul de la pression de terre	15
5.7 Remblayage des excavations.....	15
5.8 Attaques par les sulfates.....	16
6.0 CHANGEMENTS ET INSPECTIONS	17

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Planches nos</u>
APPENDICE A : Rappports de forage	A-1 à A-4
APPENDICE B : Essais de laboratoire	B-1 à B-4
APPENDICE C : Certificats des analyses chimiques	
APPENDICE D : Photographies du site	D-1 et D-2
APPENDICE E : Système de drainage applicable à différents sols	

	<u>Dessin no</u>
APPENDICE F : Localisation du forage F-04	15182-4

	<u>Pages</u>
<u>Liste des tableaux</u>	
TABLEAU I : Niveau de l'eau souterraine	8
TABLEAU II : Hauteur de tour et charges de réaction aux appuis	9
TABLEAU III : Paramètres pour le calcul des capacités portantes à l'ÉLUL sur le silt et sable.....	12
TABLEAU IV : Paramètres géotechniques Pression de terre.....	15

1.0 INTRODUCTION

Les services professionnels de Quéformat Itée ont été retenus par Pêches et Océans Canada pour effectuer une étude géotechnique en vue de la construction d'une nouvelle structure fixe d'aide à la navigation (traverse de Nicolet FP) située à environ 900 mètres de l'intersection des routes du Port et des Soixante (direction ouest), près d'une zone boisée, à Nicolet, (Québec).

L'étude géotechnique a pour but de déterminer la nature et la capacité portante des sols en place, renseignements nécessaires à la conception des fondations de la structure et à la formulation de toute autre recommandation d'ordre géotechnique pertinente.

La caractérisation environnementale des sols et de l'eau souterraine ne fait pas partie du présent mandat. En conséquence, les descriptions du terrain fournies dans le cadre de cette étude ne sont valables que du point de vue géotechnique, soit exclusivement pour la conception et la construction des ouvrages de génie civil, et n'ont aucunement la prétention de conclure sur la présence ou l'absence de matières toxiques ou contaminantes sur le site.

Les résultats des travaux réalisés sur le chantier et en laboratoire ainsi que nos conclusions et recommandations sont présentés dans ce rapport.

2.0 TRAVAUX RÉALISÉS

2.1 Travaux de chantier

Les travaux sur le chantier ont été réalisés le 26 février 2009. Le personnel de Quéformat ltée a implanté un forage sur le site, tel que prévu dans notre offre de service datée du 2 février 2009. Les travaux ont été supervisés par un technicien senior de Quéformat ltée. L'implantation du forage a été réalisée à partir de l'information que vous nous avez transmise.

Quéformat ltée a déterminé l'élévation du terrain au droit du forage. Toutes les élévations indiquées dans le présent rapport se réfèrent au niveau de base géodésique. Le repère de nivellement utilisé correspond au dessus de la base en béton de la structure existante. Selon l'information qui nous a été transmise par la Garde Côtière, région du Québec en date du 17 février 2009, ce repère a une élévation géodésique de 8,77 mètres.

Le dessin 15182-4, inclus à l'appendice F, montre la position du forage réalisé sur le site dans le cadre du présent mandat, ainsi que la localisation approximative du repère de nivellement.

Une demande de localisation des services souterrains a été effectuée par Quéformat ltée auprès d'Info-Excavation préalablement aux travaux de chantier. Aucun service n'était présent à l'emplacement du forage.

Le forage, identifié F-04, a été réalisé à l'aide d'une foreuse à tarière évidée de type « CME-850 ». Dans ce forage, à l'exception du premier échantillon prélevé à partir de la surface pour lequel un carottier fendu de calibre « N » (63 millimètres de diamètre) a été utilisé, un carottier fendu standard de 51 millimètres de diamètre a servi au prélèvement d'échantillons remaniés et à la détermination de l'indice « N » de l'essai de pénétration standard. Cet indice permet d'évaluer la compacité des sols granulaires.

Au droit du forage, l'échantillonnage des sols a été poursuivi jusqu'à 18,76 mètres de profondeur.

Compte tenu de la nature et des propriétés des sols rencontrés, le forage a été poursuivi par un essai de pénétration dynamique jusqu'à 23,77 mètres de profondeur afin d'identifier une couche dense. Notons qu'un deuxième essai de pénétration dynamique PT-04 a été effectué à proximité du forage F-04, entre 1,22 et 19,22 mètres de profondeur (voir planches A-3 et A-4) afin de vérifier l'influence des opérations de forage sur les indices de pénétration standard.

L'essai de pénétration dynamique consiste à enfoncer une pointe conique de 60 degrés installée à l'extrémité d'un train de tiges de calibre « AW », à l'aide d'un marteau de 63,50 kilogrammes tombant en chute libre d'une hauteur de 0,76 mètre. Durant cet essai, le nombre de coups requis pour chaque pénétration de 0,30 mètre est enregistré. L'essai prend fin lorsque plus de cent coups sont requis pour une pénétration de 0,30 mètre ou moins.

Un tube d'observation en plastique a été laissé en place dans le forage pour mesurer ultérieurement le niveau de la nappe d'eau souterraine. L'espace annulaire autour du tube d'observation a été comblé avec les rebuts de forage.

Les rapports de forage fournis sur les planches A-1 à A-4 de l'appendice A présentent tous les renseignements recueillis sur le chantier.

Lors de la réalisation du forage F-04, aucun dommage n'a été causé à la structure en place et aucun déchet solide ou liquide n'a été laissé sur place. Des photographies du site prises avant, pendant et après les travaux de forage, conformément à votre demande, sont jointes à l'appendice D (planches D-1 et D-2).

2.2 Travaux de laboratoire

Tous les échantillons de sols récupérés ont été transportés à notre laboratoire de Longueuil où ils ont été identifiés par un examen visuel.

Afin de compléter l'identification et la description des sols, certains échantillons des sols jugés représentatifs ont été soumis aux essais en laboratoire suivants :

- déterminations de la teneur en eau : 4 essais;
- analyses granulométriques : 4 essais.

Les résultats des analyses granulométriques sont présentés en détail sur les planches B-1 à B-4 de l'appendice B. Les déterminations de la teneur en eau sont également reportées sur le rapport de forage de l'appendice A (planches A-1 et A-2).

De plus, un échantillon de sol naturel a été sélectionné puis transmis au laboratoire Bodycote Groupe d'Essais afin que soient réalisés des essais de détermination du pourcentage de sulfates (SO_4). L'échantillon ayant été soumis aux analyses chimiques est identifié sur le rapport de forage de l'appendice A (planche A-1). Les rapports des chimistes sont présentés à l'appendice C.

Les échantillons non utilisés pour les essais de laboratoire seront conservés pendant une période de six mois suivant la date d'émission du présent rapport. Ils seront par la suite détruits, à moins d'avis contraire écrit de la part de Pêches et Océans Canada.

3.0 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

La description des sols présentée dans les paragraphes qui suivent ainsi que sur le rapport de forage n'est garantie qu'à l'endroit même où celui-ci a été réalisé. Par conséquent, les conclusions et recommandations basées sur ces informations sont soumises à cette limitation. Les conditions rencontrées ailleurs sur le site peuvent différer de celles observées à cet emplacement. Quéformat Ltée devra être avisée promptement de tout écart décelé entre les matériaux décrits dans le présent rapport et ceux rencontrés lors des excavations.

Le forage a permis d'établir à son emplacement la stratigraphie résumée dans les paragraphes suivants :

3.1 Remblai

Au droit du forage F-04, une couche de remblai composée de sable, un peu de silt et traces de gravier recouvre le site. La présence de radicelles a été observée dans ce remblai. Cette couche de couleur brune a été interceptée sur une épaisseur de 0,33 mètre.

3.2 Sol organique

Sous la couche de remblai, on a retrouvé une couche de sol organique sableux, contenant des traces de gravier jusqu'à 0,44 mètre de profondeur. La présence de radicelles a été observée dans cette couche. La couleur du sol est brun oxydé.

3.3 Silt et sable

Sous le sol organique, on retrouve le terrain naturel qui est composé initialement d'une couche de silt et sable jusqu'à 1,98 mètre de profondeur. Des traces de radicelles ont été notées dans cette couche. La couleur du silt et sable varie de gris-brun à brune. Cette couche est retrouvée dans un état humide.

Selon l'indice « N » de l'essai de pénétration standard de 6, la compacité de cette couche de silt et sable est lâche.

Notons que lors de travaux de forage, les sols étaient gelés jusqu'à 0,78 mètre de profondeur.

3.4 Silt sableux

Sous la couche de silt et sable, on retrouve un dépôt composé de silt sableux, traces d'argile. Ce dépôt de couleur grise a été retrouvé jusqu'à 5,03 mètres de profondeur. La présence de lits de matières organiques (noires) a été observée à partir de 2,90 mètres de profondeur.

Une analyse granulométrique par sédimentométrie (planche B-1) a été réalisée sur un échantillon provenant de cette couche de terrain naturel. L'échantillon analysé a été prélevé à des profondeurs comprises entre 2,90 et 3,51 mètres. Le résultat de cette analyse a permis d'identifier le dépôt comme un silt sableux, traces d'argile (ML). La teneur en eau naturelle mesurée sur cet échantillon est de 54 pour cent. Ce dépôt est retrouvé dans un état très humide.

Selon l'indice « N » de l'essai de pénétration standard de 2, la compacité de cette couche de silt sableux est très lâche. Il est à noter que la technique de forage peut affecter les résultats d'essais de pénétration standard. L'essai dynamique réalisé à proximité du forage semble plutôt indiquer une compacité lâche.

3.5 Silt

Sous le dépôt de silt sableux, on retrouve un dépôt de silt, un peu d'argile, traces à un peu de sable. Ce dépôt est de couleur grise.

Trois analyses granulométriques (planches B-2 à B-4) ont été réalisées sur des échantillons provenant de ce dépôt. Les échantillons analysés ont été prélevés entre les profondeurs de 5,96 et 17,24 mètres et les résultats indiquent un matériau classifié « ML ».

Parallèlement aux analyses granulométriques, des mesures de teneur en eau naturelle ont été réalisées sur ces mêmes échantillons. Les valeurs obtenues varient entre 35 et 45 pour cent. Les sols sont retrouvés dans un état très humide.

L'épaisseur totale de ce dépôt n'a pas été déterminée, le forage a été arrêté à une profondeur de 18,76 mètres au sein du silt. L'essai de pénétration dynamique réalisé à la base du forage F-04 nous permet de penser que ce dépôt est présent jusqu'à au moins 23,77 mètres de profondeur. Selon le registre des puisatiers, le dépôt de silt serait suivi d'un dépôt d'argile reposant sur le socle rocheux à une profondeur de 50 à 60 mètres.

4.0 EAU SOUTERRAINE

Le niveau de la nappe d'eau souterraine a été relevé le 2 mars 2009 dans le tube d'observation installé dans le forage. À cette date, le niveau de l'eau souterraine se situait à la profondeur et l'élévation données dans le tableau I.

TABLEAU I

NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

Forage no	Élévation de la surface du terrain (mètres)	Profondeur de l'eau souterraine (mètres)	Élévation de l'eau souterraine (mètres)
F-04	8,34	1,70	6,64

Nous désirons souligner que le niveau de l'eau souterraine peut varier suivant les précipitations et les saisons.

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Il est prévu de construire une nouvelle structure fixe d'aide à la navigation en remplacement de celle existante. Selon l'information que vous nous avez transmise, la hauteur de la tour et les réactions aux appuis pour chacune des pattes pour un vent de 500 Pa sont les suivantes :

TABLEAU II
HAUTEUR DE TOUR ET
CHARGES DE RÉACTION AUX APPUIS

Forage	Site	Hauteur (pieds)	Charge de réaction aux appuis (kN/patte)		
			Compression	Tension	Cisaillement
F-04	Traverse de Nicolet FP	70	506	503	51

Selon un plan des fondations types que vous nous avez transmis, pour une tour de 21,34 mètres (70 pieds) de hauteur et reposant à 1,80 mètre de profondeur, la base des fondations devrait avoir une dimension de 5,80 par 5,80 mètres. De plus, la fondation reposera sur un coussin granulaire de 0,3 mètre minimum.

Selon l'information connue sur le projet et basé sur les renseignements obtenus au droit du forage, nos conclusions et recommandations sont émises dans les paragraphes qui suivent.

5.1 Fondations et capacité portante admissible

En général, le terrain au droit du forage F-04 est recouvert d'une couche de remblai suivie d'une mince couche de sol organique jusqu'à 0,44 mètre de profondeur. Sous le sol organique, on retrouve un dépôt granulaire de compacité lâche à très lâche jusqu'à au moins 23,77 mètres de profondeur. À cause de sa faible compacité et de sa nature, ce dépôt peut présenter un potentiel de liquéfaction suite à un tremblement de terre.

À cause de ce problème, ce site ne s'avère pas propice à l'utilisation de fondations conventionnelles de type semelle isolée pour reprendre les charges qui seront transmises au niveau d'appui de la fondation par la nouvelle tour à moins qu'un traitement des sols ne soit préalablement réalisé, tel que discuté au paragraphe 5.3. À notre avis, l'utilisation de pieux en friction ne peut pas être considérée non plus à cause du potentiel de liquéfaction des sols.

Dans le cas de pieux foncés au refus, on doit anticiper des longueurs de l'ordre de 60 mètres et les ondes de cisaillement causées par un tremblement de terre pourraient endommager les pieux lors de la liquéfaction à cause de la perte de confinement.

À titre informatif, nous avons évalué la capacité portante du sol en place dans son état actuel.

Pour fins de calcul de la capacité portante, nous avons considéré que la base de fondation des structures se situerait à 1,80 mètre de profondeur et reposera sur un coussin granulaire d'au moins 0,3 mètre d'épaisseur. À ce niveau, le coussin sera placé dans le dépôt de silt et sable.

La capacité portante a été calculée aux états limites ultimes (ÉLUL) et aux états limites ultimes de tenue en service (ÉLUT). L'état limite ultime porte principalement sur les mécanismes d'effondrement de la structure et porte donc sur la sécurité, tandis que l'état limite ultime de tenue en service correspond aux mécanismes qui limitent ou empêchent l'usage prévu de la structure comme, par exemple, les tassements totaux et différentiels.

5.1.1 Capacité portante à l'ÉLUL

La formule générale à utiliser pour le calcul de la résistance aux ÉLUL des fondations superficielles est la suivante :

$$(1) \quad q_u = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

où	c'	=	(ou C_u selon le cas) : cohésion (kPa) ($c' = 0$ pour un sol granulaire)
	q'	=	pression effective des terres au niveau de l'assise (kPa)
	γ'	=	pois volumique effectif (kN/m^3)
	N_c, N_q et N_γ	=	coefficients de portance
	s_c, s_q et s_γ	=	coefficients de forme fonction de la géométrie de la semelle
	$s_c = s_q$	=	$1 + (B'/L')$ (N_q/N_c)
	s_γ	=	$1 - 0,4 (B'/L')$
	i_c, i_q et i_γ	=	coefficients de correction d'inclinaison de la charge
	$i_c = i_q$	=	$(1 - \delta/90^\circ)^2$
	i_γ	=	$(1 - \delta/\varphi')^2$
	δ	=	Angle de la force résultante par rapport à la verticale
	φ'	=	Angle de frottement interne (utiliser φ_u ou φ' selon le cas)

Dans le cas où la force est excentrique, la semelle doit être modifiée pour tenir compte de l'excentricité et en faire une semelle effective à charge concentrique d'une largeur B' et d'une longueur L' où :

B'	=	$B - 2e_B$, mais inférieur à L'
L'	=	$L - 2e_L$
e_B, e_L	=	excentricités de la force en directions B et L

Dans le cas de l'assise de la fondation reposant sur le silt et sable, on peut réduire cette équation puisque la valeur du coefficient de cohésion (c') est égale à zéro (0) pour le silt et sable.

$$(2) \quad q_u = q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Le tableau III résume les valeurs des paramètres à utiliser par le concepteur pour le calcul de la capacité portante à l'ÉLUL.

Si la profondeur d'enfouissement de la fondation est différente de celle considérée dans ce rapport, les valeurs indiquées au tableau III devront être recalculées en conséquence.

TABLEAU III
PARAMÈTRES POUR LE CALCUL
DES CAPACITÉS PORTANTES À L'ÉLUL
SUR LE SILT ET SABLE

Paramètres	F-04
Pression effective des terres (q')	33 kPa
Cohésion non drainée (C_u)	0
Poids volumique humide (γ)	18 kN/m ³
Poids volumique déjaugé (γ')	8,2 kN/m ³
Angle de frottement effectif (ϕ)	28°
Coefficient de portance pour la cohésion (N_c)	26
Coefficient de portance pour la pression des terres (N_q)	15
Coefficient de portance pour le poids du sol (N_γ)	11

En considérant ces paramètres et pour une largeur de fondation (B) égale à 5,80 mètres, l'équation (2) devient la suivante :

$$(3) \quad q_u = 495 s_q i_q + 262 s_\gamma i_\gamma \quad (\text{forage F-04})$$

Un coefficient de tenu de 0,5 doit être appliqué à la capacité portante à l'ÉLUL.

Les facteurs s_q , i_q , s_γ et i_γ sont fonction de la forme de la fondation, de l'inclinaison de la charge, de la profondeur de la fondation et de l'inclinaison de la surface du terrain.

5.1.2 Capacité portante à l'ÉLUT

La valeur de capacité portante à l'ÉLUT a été calculée en considérant que le niveau fini du terrain au pourtour de la tour ne sera pas rehaussé. Tel que mentionné précédemment, la valeur de capacité à l'ÉLUT a été calculée pour une semelle placée à 1,80 mètre de profondeur. Pour la traverse de Nicolet, nous recommandons d'utiliser une valeur de capacité portante à l'ÉLUT de 50 kPa pour une semelle de 5,80 par 5,80 mètres reposant sur un coussin granulaire d'au moins 0,3 mètre d'épaisseur. Le coussin granulaire devra excéder le pourtour de la fondation d'au moins une fois son épaisseur, tel que montré sur la coupe type.

Par capacité portante à l'ÉLUT, nous entendons la pression maximale pouvant être supportée au niveau de la base des fondations sans donner lieu à des tassements totaux et différentiels excédant les tolérances habituelles de 25 et 19 millimètres.

Cette valeur de capacité portante ne rencontre pas l'exigence de 100 kPa requise pour ce type de fondation et il sera alors requis d'augmenter la superficie de la semelle. Il est à noter que si un tassement total de 50 millimètres au lieu de 25 millimètres est acceptable, on pourra alors utiliser la semelle de 5,8 mètres par 5,8 mètres et appliquer une pression de 100 kPa. Par contre, si un traitement des sols à l'aide de colonnes de pierre est réalisé pour minimiser l'impact du potentiel de liquéfaction, tel que discuté au paragraphe 5.3, nous sommes d'avis que cette technique d'amélioration des sols permettra de rencontrer l'exigence de 100 kPa.

5.2 Protection contre le gel

Toutes les fondations soumises aux effets du gel devront être enfouies à une profondeur minimale de 1,80 mètre sous la surface finale du terrain pour obtenir une protection efficace contre les méfaits du gel.

5.3 Liquéfaction des sols

Les sols rencontrés au droit du forage F-04 sont lâches à très lâches. En considérant un tremblement de terre de magnitude 6 et une accélération de l'ordre de 0,16 g, le facteur de sécurité contre la liquéfaction est marginal. On peut donc s'attendre à ce que les sols se liquéfient pendant un tremblement de terre suffisamment important. Malgré la profondeur atteinte par le forage, soit 23,77 mètres, aucune couche de sol dense n'a été interceptée. Il est donc difficile d'évaluer la profondeur qui pourrait atteindre les pieux si cette option était retenue pour stabiliser la future tour. Il faut aussi mentionner que lors de la liquéfaction des sols, il y a perte de confinement latéral. On devra donc en tenir compte lors de la conception des fondations sur pieux.

À titre indicatif, un tremblement de terre de magnitude 5 et une accélération de l'ordre de 0,16 g permettrait d'obtenir un facteur de sécurité (rapport entre la résistance au cisaillement cyclique des sols sur la contrainte cyclique de cisaillement) de 1.5.

On pourra aussi améliorer la résistance des sols à la liquéfaction en utilisant des colonnes de pierre. Idéalement, on devrait améliorer les sols sur toute leur épaisseur liquéfiable. En considérant l'épaisseur importante de ceux-ci, on pourrait se limiter à une épaisseur de 10 mètres sous la semelle et sur une distance horizontale de 10 mètres en périphérie de la fondation. Cette procédure permettrait de minimiser les coûts d'amélioration des sols et les dommages à la structure pendant le tremblement de terre. Des entreprises spécialisées dans les techniques d'amélioration des sols seront en mesure de vous fournir plus précisément le traitement à faire (espacement, diamètre des colonnes, etc.) pour rencontrer les exigences.

5.4 Excavation temporaire

Les pentes d'excavation temporaires requises pour fins de construction sont de la responsabilité de l'entrepreneur. Les pentes devront donc respecter les normes de la Commission de la Santé et de la Sécurité (CSST) afin de réaliser les travaux de façon sécuritaire. Pour fins d'évaluation technique et économique, nous recommandons d'adopter des pentes de 1,0 verticale pour 1,5 horizontale (1,0V:1,5H) dans les sols de remblai et de 1,0 verticale pour 2,5 horizontale (1,0V:2,5H) dans le silt et sable si un rabattement préalable de la nappe phréatique a été effectué. Cette recommandation est valable pour des excavations de 3,0 mètres et moins.

Ces recommandations sont cependant soumises aux restrictions suivantes :

- aucune surcharge ou mise en tas au sommet de l'excavation à une distance de la crête du talus inférieure à la profondeur de l'excavation dans le mort-terrain;
- les sols présents à la surface de la pente seront protégés contre l'érosion par les eaux de pluie et de ruissellement.

5.5 Drainage

La nappe d'eau souterraine a été interceptée dans le forage à 1,70 mètre de profondeur. Les eaux d'infiltration en provenance des parois et du fond ainsi que toutes les eaux de précipitation et de ruissellement devront être évacuées pour maintenir le fond des excavations à sec et éviter la formation de zones instables lors du compactage des matériaux d'assise.

Il sera de la responsabilité de l'entrepreneur de maintenir à sec le fond des excavations et surfaces d'assise des futures fondations afin d'éviter la formation de zones instables.

Compte tenu du niveau élevé de la nappe d'eau souterraine et de la nature des sols de surface (silt et sable), l'utilisation de pointes filtrantes à vide peut s'avérer nécessaire pour contrôler la nappe d'eau souterraine. En effet, la superposition des courbes granulométriques des planches B-1 et B-2 sur la figure présentée à l'appendice E montre la nécessité d'utiliser des pointes filtrantes à vide si un rabattement de la nappe phréatique est nécessaire au moment de la réalisation des travaux..

5.6 Paramètres géotechniques pour le calcul de la pression de terre

Pour le calcul de la pression de terre, nous recommandons d'utiliser les paramètres géotechniques présentés au tableau IV.

TABLEAU IV
PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES
PRESSION DE TERRE

Paramètres	Type de sol
	Silt et sable lâche
Angle de friction interne (ϕ) (degrés)	28
Coefficient de pression des terres au repos (K_0)	0,53
Coefficient de poussée des terres (K_a)	0,36
Coefficient de butée des terres (K_p)	2,77
Cohésion effective (c') (kPa)	0

5.7 Remblayage des excavations

Pour le remblayage des excavations au-dessus de la semelle, nous recommandons d'utiliser un matériau d'emprunt granulaire de type « MG-112 » mis en place en couches de 300 millimètres d'épaisseur maximale, compactées à au moins 95 pour cent de la masse volumique sèche maximale atteinte en laboratoire à l'essai Proctor modifié, tel qu'indiqué sur la vue en coupe que vous nous avez transmise.

5.8 Attaques par les sulfates

Un échantillon de silt sableux a été soumis à des essais de détermination du pourcentage de sulfates (SO_4). Le rapport complet des chimistes chargés des analyses sont présentés à l'appendice C.

Les résultats des analyses chimiques nous indiquent que pour l'échantillon de sol F-04/CF-04 prélevé entre 2,14 et 2,75 mètres de profondeur, le pourcentage de sulfates (SO_4) est inférieur à 0,10 pour cent. Selon le tableau 3 « exigences additionnelles applicables au béton exposé aux attaques par sulfates » de l'Association canadienne de normalisation, les sols ne sont pas agressifs pour le béton exposé.

6.0 CHANGEMENTS ET INSPECTIONS

Les conclusions et recommandations qui ont été formulées ne sont valides que pour les conditions décrites dans le présent rapport. Quéformat Ltée devra être avisée par écrit de tout changement dans la localisation, la nature ou la conception du projet afin d'en évaluer l'impact et, au besoin, de modifier par un document écrit les conclusions et recommandations formulées précédemment.

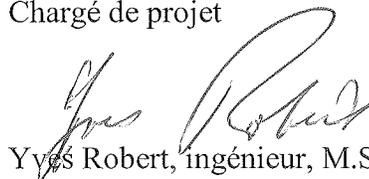
De plus, nous recommandons que les fouilles soient inspectées par un des ingénieurs ou techniciens de Quéformat Ltée. Cette inspection permettra de vérifier la nature des sols et la qualité de l'assise des fondations afin de déceler toute particularité inobservable lors de notre étude géotechnique et susceptible de modifier nos conclusions et recommandations.

Par ailleurs, nous offrons tous les services de contrôle et d'essai sur les matériaux qui seront requis lors de la réalisation du projet.

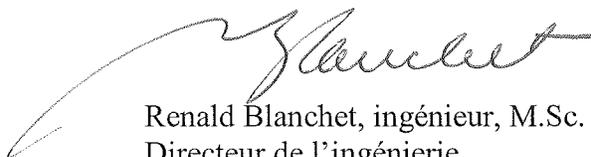
QUÉFORMAT LTÉE



Fabian Valencia, M.Sc.
Chargé de projet



Yves Robert, ingénieur, M.Sc.A.
Directeur de projet



Renald Blanchet, ingénieur, M.Sc.
Directeur de l'ingénierie
Vice-président

FV/nc

2cc/ Pêches et Océans Canada

APPENDICE A

RAPPORTS DE FORAGE

(planches A-1 à A-4)

DOSSIER : **15182-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC**
 LOCAL : **Traverse de Nicolet FP**
Rang des Soixante, Nicolet (Québec)

SONDAGE : **F-04**
 Page 1 de 2

Date : **2009-02-26**
 Technicien : **C.D.**
 Fichier : **F-04**

Élev. surf. : **8,34 m Géodésique**

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES		NIVEAU D'EAU ▼		TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
	Gravier		Remblai	CF : Carottier fendu		Équipement : CME-850
	Sable		Tourbe			
	Silt					Plongée : 90°
	Argile					Direction :
		Profondeur (m)	Date			
		Tube	Eau	aa-mm-jj		
		12,92	1,70	09-03-02		

PROF. (m) ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS			ESSAIS et NOTES	▼ Indice de pénétr. Nd										
			Type Numéro	État	Rec. %		N ou RQD (%)	○ W naturelle									
							20	40	60	80							
0																	
0,33	Remblai :		CF-01		72	10	Carottier fendu de calibre "N"										
7,90	Sable, un peu de silt, traces de gravier. Brun. Présence de radicelles.		CF-02		80	6											
1			CF-03		31	6											
1,98	Sol organique sableux, traces de gravier (110 mm). Brun oxydé. Présence de radicelles.		CF-04		48	2	Sulfates = 0,0005 %										
6,36	Sable et silt. Brun-beige à gris. Humide. Traces de radicelles. Compacité lâche.		CF-05		59	2	AG										
2			CF-06		43	2											
3	Silt sableux, traces d'argile. Gris. Très humide. Présence de lits de matières organiques noires entre 2,90 et 5,00 mètres de profondeur. Compacité très lâche.		CF-07		74	2	AG										
5,03			CF-08		54	2											
3,31			CF-09		92	3											
6			CF-10		100	4	AG										
7			CF-11		100	2											
8			CF-12		100	4											
9																	
10	Silt, un peu d'argile, traces à un peu de sable. Gris. Très humide. Compacité très lâche.																
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	



DOSSIER : **15182-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC**
 LOCAL : **Traverse de Nicolet FP**
Rang des Soixante, Nicolet (Québec)

SONDAGE : **F-04**
 Page 2 de 2

Date : **2009-02-26**
 Technicien : **C.D.**
 Fichier : **F-04**

Élev. surf. : **8,34 m Géodésique**

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES		NIVEAU D'EAU		TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE		
	Gravier		Remblai	CF : Carottier fendu		Équipement : CME-850		
	Sable		Tourbe					Plongée : 90°
	Silt							
	Argile							
		Profondeur (m)		Date				
		Tube	Eau	aa-mm-jj				
		12,92	1,70	09-03-02				

PROF. (m)	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS					ESSAIS et NOTES	▼ Indice de pénétr. Nd				
			Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)	20		40	60	80		
ÉLÉVATION													
15	-6,66		CF-13		100	4							
16													
17	Silt, un peu d'argile, traces à un peu de sable. Gris. Très humide. Compacité très lâche.		CF-14		100	4	AG						
18													
19	-10,42		CF-15		100	5							
20													
21	Soil granulaire probable.												
22													
23													
24	-15,43												
25	Fin du forage à 23,77 mètres de profondeur. Arrêt sans refus.												
26	Notes : - Sol gelé jusqu'à 0,78 mètre de profondeur. - Essai de pénétration dynamique effectué entre 19,51 et 23,77 mètres de profondeur.												
27													
28													
29													
30													

DOSSIER : 15182-G
 CLIENT : Pêches et Océans Canada
 PROJET : Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC
 LOCAL : Traverse de Nicolet FP
 Rang des Soixante, Nicolet (Québec)

SONDAGE : PT-04
 Page 1 de 2

Date : 2009-02-26
 Technicien : C.D.
 Fichier : PT-04

Élev. surf. : 8,34 m Géodésique

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES		NIVEAU D'EAU		TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
	Gravier	Profondeur (m)		Date		Équipement : CME-850 Plongée : 90° Direction :
	Sable	Tube	Eau	aa-mm-jj		
	Silt					
	Argile					

PROF. (m) ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS				ESSAIS et NOTES	▼ Indice de pénétr. Nd			
			Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)		20	40	60	80
0 8,34	Enfoncement des tarières jusqu'à 1,22 mètre de profondeur sans échantillonnage des sols. Début de l'essai de pénétration dynamique à 1,22 mètre de profondeur.										
1 1,22											
7,12											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8	Note : Pour la description du sol voir forage F-04.										
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

DOSSIER : **15182-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC**
 LOCAL : **Traverse de Nicolet FP**
Rang des Soixante, Nicolet (Québec)

SONDAGE : **PT-04**
 Page 2 de 2

Date : **2009-02-26**
 Technicien : **C.D.**
 Fichier : **PT-04**

Élev. surf. : **8,34 m Géodésique**

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES		NIVEAU D'EAU		TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
	Gravier	Profondeur (m)	Date		Perdu	Équipement : CME-850 Plongée : 90° Direction :
	Sable	Tube	Eau			
	Silt					
	Argile					

PROF. (m) ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS					ESSAIS et NOTES	▼ Indice de pénétr. Nd 20 40 60 80
			Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)			
15 -6,66									
16									
17	Note : Pour la description du sol voir forage F-04.								
18									
19 19,22 -10,88	Fin de l'essai de pénétration dynamique à 19,22 mètres de profondeur. Arrêt sans refus.								
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

APPENDICE B

ESSAIS DE LABORATOIRE

(planches B-1 à B-4)



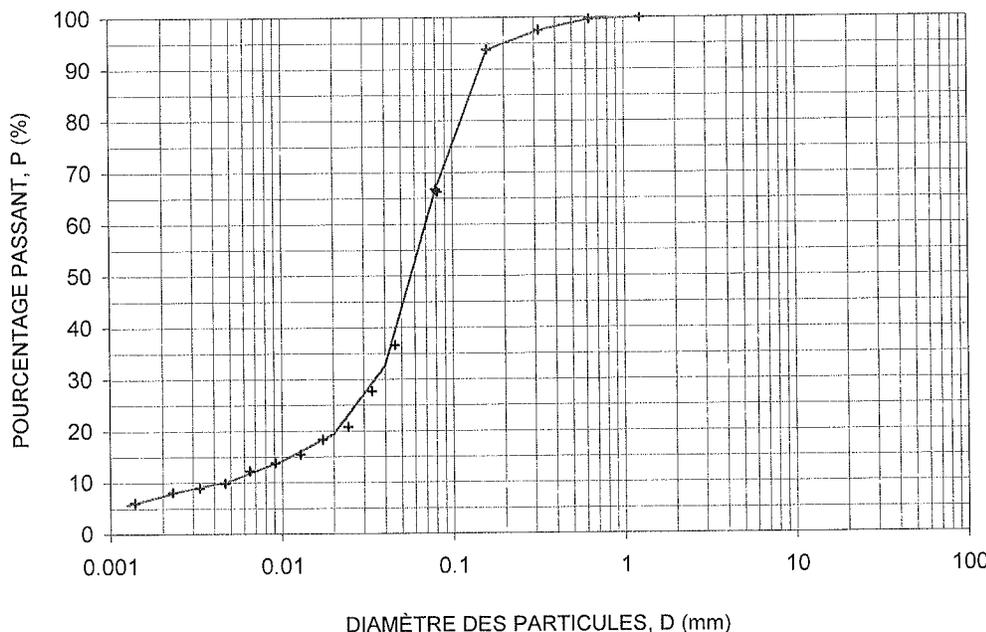
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : 15182-G
CLIENT : Pêches et Océans Canada
PROJET : Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC
LOCAL : Verchères - Contrecoeur - Nicolet, (Québec)

SONDAGE : F-04
ÉCHANT. : CF-05
PROF.(m) : 2.90 - 3.51

Échant. no. : 04-05
Fichier no. : 04-05.GRN

Silt sableux, traces d'argile.	TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
		INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS						
MÉTHODE : SÈCHE	112					
Masse totale sèche (g) : 53	80					
Masse totale > 5mm : 0	56					
Pourcentage retenu 5mm : 0.0	40					
Diamètre maximum (mm) :	31.5					
	20					
	14					
	10					
	5		0	0.0		100.0
	Plateau		53			
TAMISAGE DU SABLE						
TENEUR EN EAU, w (%) Réception	2.50			0.0	100.0	100.0
Fraction passant tamis : Aucun	1.25		0.0	0.0	100.0	100.0
Masse totale humide : 325.5	0.63		0.2	0.4	99.6	99.6
Masse totale sèche : 216.2	0.32		1.3	2.4	97.6	97.6
Tare no 209 : 13.5	0.16		3.3	6.2	93.8	93.8
TENEUR EN EAU, w (%) :	0.08		17.7	33.3	66.7	66.7
	Plateau		53.2			
SÉDIMENTOMÉTRIE						
MÉTHODE : SÈCHE	D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Fraction passant tamis : 5	0.0815	0.25	21.5	26.0	9.7	66.3
Masse de sol humide utilisée (g) :	0.0460	1		16.0	12.3	36.6
Masse de sol sec utilisée (g) : 53.21	0.0336	2		13.0	13.1	27.6
Densité relative : 2.72	0.0243	4	21.5	10.7	13.8	20.8
Pourcentage total passant : 100.0	0.0174	8	21.3	9.9	14.0	18.3
Hydromètre 151H no 3742	0.0128	15	21.0	9.0	14.2	15.5
Masse de l'hydromètre (g) : 53.79	0.0091	30	20.7	8.5	14.3	13.8
L = A.R + B A (1/cm) : -0.27	0.0065	60	20.6	8.0	14.5	12.2
B (cm) : 17.57	0.0046	120	20.5	7.2	14.7	9.8
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1) : 4.0	0.0033	240	20.5	6.9	14.8	8.9
Facteur d'échelle F (1/1) : 1.00	0.0023	480	22.1	6.3	14.9	8.1
	0.0014	1 376	20.7	5.9	15.0	6.1
Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre						



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	98.2
0.08	66.7
0.002	7.5
0.0048	10
0.0365	30
0.0722	60

CU : 15.2
CC : 3.9
USC : ML
MF :
Csi :
Symbole : LS3A1

Remarques :

Effect. par : M. Naili 2009-03-05

Vérifié par : Adriana Bustamante
Adriana Bustamante

Date : 2009-03-06



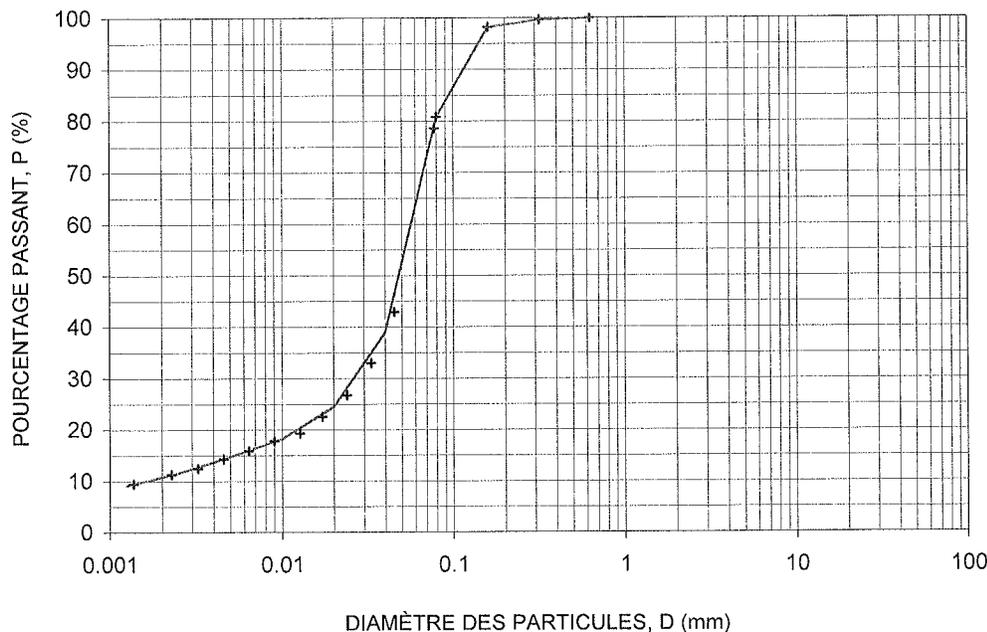
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : **15182-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC**
 LOCAL : **Verchères - Contrecoeur - Nicolet, (Québec)**

SONDAGE : **F-04**
 ÉCHANT. : **CF-07**
 PROF.(m) : **5.96 - 6.56**

Échant. no. : **04-07**
 Fichier no. : **04-07.GRN**

Silt, un peu de sable et d'argile.		TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
			INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS							
MÉTHODE : SÈCHE		112					
Masse totale sèche (g)	: 51	80					
Masse totale > 5mm	: 0	56					
Pourcentage retenu 5mm	: 0.0	40					
Diamètre maximum (mm)	:	31.5					
		20					
		14					
		10					
		5		0	0.0		100.0
		Plateau		51			
TAMISAGE DU SABLE							
TENEUR EN EAU, w (%) Réception		2.50			0.0	100.0	100.0
Fraction passant tamis	: Aucun	1.25			0.0	100.0	100.0
Masse totale humide	: 434.0	0.63	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
Masse totale sèche	: 304.7	0.32	0.2	0.4	99.6	99.6	99.6
Tare no H	: 15.3	0.16	0.9	1.8	98.2	98.2	98.2
TENEUR EN EAU, w (%)	: 44.69	0.08	9.8	19.2	80.8	80.8	80.8
		Plateau	50.9				
SÉDIMENTOMÉTRIE							
MÉTHODE : SÈCHE		D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Fraction passant tamis	: 5	0.0781	0.25	21.5	29.0	8.9	78.6
Masse de sol humide utilisée (g)	:	0.0453	1		17.5	11.9	42.8
Masse de sol sec utilisée (g)	: 50.93	0.0331	2		14.3	12.8	32.9
Densité relative	: 2.72	0.0239	4	21.5	12.3	13.3	26.7
Pourcentage total passant	: 100.0	0.0172	8	21.3	11.0	13.7	22.5
Hydromètre 151H no	: 3742	0.0127	15	21.0	10.0	13.9	19.3
Masse de l'hydromètre (g)	: 53.79	0.0091	30	20.7	9.6	14.0	17.8
L = A.R + B	A (1/cm) : -0.27	0.0064	60	20.6	9.0	14.2	15.9
	B (cm) : 17.57	0.0046	120	20.5	8.5	14.3	14.3
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) : 4.0	0.0033	240	20.5	7.9	14.5	12.4
Facteur d'échelle	F (1/1) : 1.00	0.0023	480	22.1	7.2	14.7	11.2
		0.0014	1 376	20.7	6.9	14.8	9.4
Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre							



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	99.7
0.08	80.8
0.002	10.8
0.0016	10
0.0284	30
0.0588	60
CU :	36.6
CC :	8.6
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS2A2
Remarques :	
Effect. par : M. Naili 2009-03-05	
Vérifié par : Adriana Bustamante	
Date : 2009-03-06	



QUÉFORMAT
LITE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS

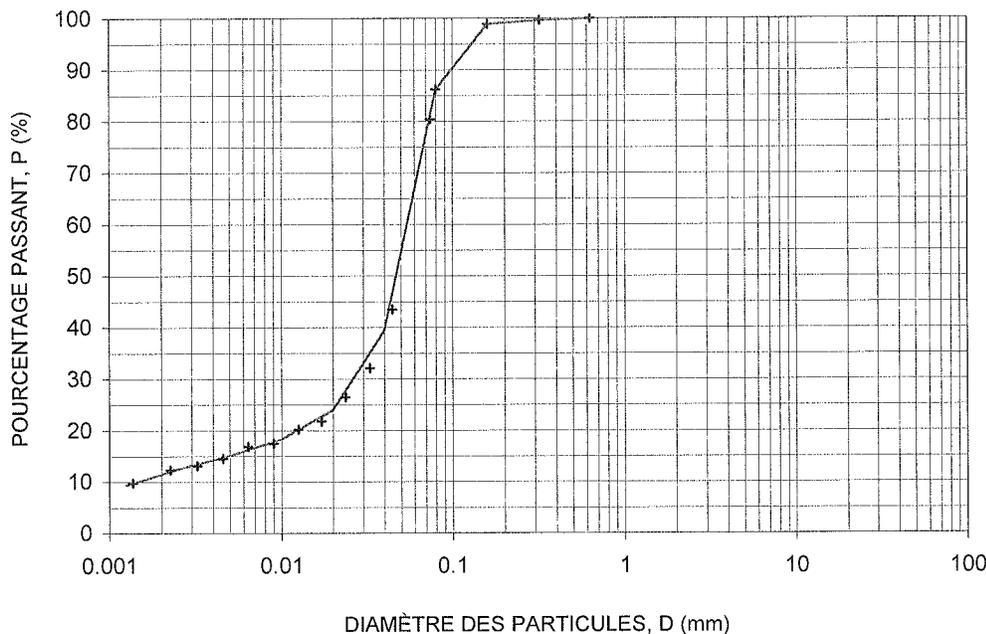
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : **15182-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC**
 LOCAL : **Verchères - Contrecoeur - Nicolet, (Québec)**

SONDAGE : **F-04**
 ÉCHANT. : **CF-10**
 PROF.(m) : **10.53 - 11.14**

Échant. no. : **04-10**
 Fichier no. : **04-10.GRN**

Silt, un peu de sable et d'argile.		TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
			INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS							
MÉTHODE : SÈCHE		112					
Masse totale sèche (g)	: 56	80					
Masse totale > 5mm	: 0	56					
Pourcentage retenu 5mm	: 0.0	40					
Diamètre maximum (mm)	:	31.5					
		20					
		14					
		10					
		5		0	0.0		100.0
		Plateau		56			
TAMISAGE DU SABLE							
TENEUR EN EAU, w (%) Réception		2.50			0.0	100.0	100.0
Fraction passant tamis	: Aucun	1.25			0.0	100.0	100.0
Masse totale humide	: 485.8	0.63		0.0	0.0	100.0	100.0
Masse totale sèche	: 355.7	0.32		0.2	0.4	99.6	99.6
Tare no E	: 13.9	0.16		0.6	1.1	98.9	98.9
		0.08		7.7	13.8	86.2	86.2
TENEUR EN EAU, w (%)	: 38.08	Plateau		55.7			
SÉDIMENTOMETRIE							
MÉTHODE : SÈCHE		D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Fraction passant tamis	: 5	0.0744	0.25	21.5	32.0	8.1	80.4
Masse de sol humide utilisée (g)	:	0.0445	1		19.0	11.5	43.5
Masse de sol sec utilisée (g)	: 55.65	0.0329	2		15.0	12.6	32.1
Densité relative	: 2.72	0.0238	4	21.5	13.0	13.1	26.4
Pourcentage total passant	: 100.0	0.0171	8	21.3	11.4	13.6	21.8
Hydromètre 151H no	3742	0.0126	15	21.0	10.9	13.7	20.2
Masse de l'hydromètre (g)	: 53.79	0.0090	30	20.7	10.0	13.9	17.4
L = A.R + B	A (1/cm) : -0.27	0.0064	60	20.6	9.8	14.0	16.8
	B (cm) : 17.57	0.0046	120	20.5	9.0	14.2	14.5
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) : 4.0	0.0032	240	20.5	8.5	14.3	13.1
Facteur d'échelle	F (1/1) : 1.00	0.0023	480	22.1	7.9	14.5	12.3
		0.0014	1 376	20.7	7.3	14.7	9.8
Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre							



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	99.8
0.08	86.2
0.002	11.7
0.0014	10
0.0292	30
0.0560	60
CU :	39.2
CC :	10.6
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS2A2
Remarques :	
Effect. par : M. Naili 2009-03-05	
Vérfié par <i>Adriana Bustamante</i> Adriana Bustamante	
Date :	2009-03-06



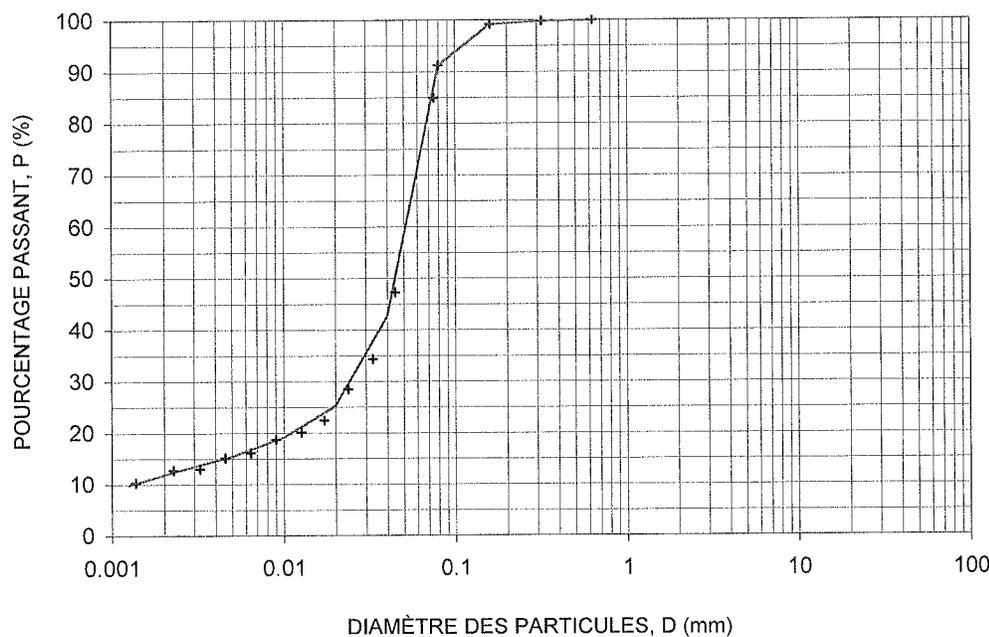
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : 15182-G
CLIENT : Pêches et Océans Canada
PROJET : Quatre sites d'aides à la navigation de la GCC
LOCAL : Verchères - Contrecoeur - Nicolet, (Québec)

SONDAGE : F-04
ÉCHANT. : CF-14
PROF.(m) : 16.63 - 17.24

Échant. no. : 04-14
Fichier no. : 04-14.GRN

Silt, un peu d'argile, traces de sable.		TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
			INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS							
MÉTHODE : SÈCHE		112					
Masse totale sèche (g)	: 51	80					
Masse totale > 5mm	: 0	56					
Pourcentage retenu 5mm	: 0.0	40					
Diamètre maximum (mm)	:	31.5					
		20					
		14					
		10					
		5		0	0.0		100.0
		Plateau		51			
TAMISAGE DU SABLE							
TENEUR EN EAU, w (%) Réception		2.50			0.0	100.0	100.0
Fraction passant tamis	: Aucun	1.25			0.0	100.0	100.0
Masse totale humide	: 473.7	0.63		0.0	0.0	100.0	100.0
Masse totale sèche	: 355.3	0.32		0.1	0.2	99.8	99.8
Tare no E1030	: 13.3	0.16		0.4	0.8	99.2	99.2
		0.08		4.5	8.8	91.2	91.2
TENEUR EN EAU, w (%)	: 34.60	Plateau		51.2			
SÉDIMENTOMÉTRIE							
MÉTHODE : SÈCHE		D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Fraction passant tamis	: 5	0.0754	0.25	21.5	31.2	8.3	85.0
Masse de sol humide utilisée (g)	:	0.0445	1		19.0	11.5	47.3
Masse de sol sec utilisée (g)	: 51.18	0.0330	2		14.8	12.7	34.3
Densité relative	: 2.72	0.0238	4	21.5	12.9	13.2	28.4
Pourcentage total passant	: 100.0	0.0172	8	21.3	11.0	13.7	22.4
Hydromètre 151H no	3742	0.0127	15	21.0	10.3	13.9	20.1
Masse de l'hydromètre (g)	: 53.79	0.0090	30	20.7	9.9	14.0	18.7
L = A.R + B	A (1/cm) : -0.27	0.0064	60	20.6	9.1	14.2	16.1
	B (cm) : 17.57	0.0046	120	20.5	8.8	14.3	15.1
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) : 4.0	0.0033	240	20.5	8.1	14.4	13.0
Facteur d'échelle	F (1/1) : 1.00	0.0023	480	22.1	7.7	14.6	12.7
		0.0014	1 376	20.7	7.2	14.7	10.3
Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre							



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	99.9
0.08	91.2
0.002	12.1
0.0013	10
0.0260	30
0.0532	60

CU : 41.6
CC : 9.9
USC : ML
MF :
Csi :
Symbole : LA2S1

Remarques :

Effect. par : M. Naili 2009-03-05

Vérfifié par *Adriana Bustamante*
Adriana Bustamante

Date : 2009-03-06

APPENDICE C

CERTIFICATS DES ANALYSES CHIMIQUES

Certificat d'analyse

Numéro de demande d'analyse: **09-328281**

Demande d'analyse reçue le: 2009-03-03

Date d'émission du certificat: 2009-03-10

Numéro de version du certificat: 1

- Certificat d'analyse officiel
 Certificat d'analyse préliminaire

Requérant

Quéformat Ltée

591, LE BRETON
LONGUEUIL, Québec, Canada
J4G 1R9
Téléphone : (450) 674-4901

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
8_69407	15182-G	Fabian Valencia

Commentaires

Les critères de la "Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés" inclus dans ce certificat sont à titre indicatif seulement. Les critères A pour les métaux correspondent à ceux de la région des Basses-Terres du St-Laurent. Les critères D correspondant au "Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés" sont inclus dans ce certificat à titre indicatif seulement.

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

AVIS DE CONFIDENTIALITÉ : Ce document est à l'usage exclusif du requérant ci-dessus et est confidentiel. Si vous n'êtes pas le destinataire, soyez avisé que tout usage, reproduction, ou distribution de ce document est strictement interdit. Si vous avez reçu ce document par erreur, veuillez nous en informer immédiatement. / CONFIDENTIALITY NOTICE : This document is intended for the addressee only and is considered confidential. If you are not the addressee, you are hereby notified that any use, reproduction or distribution of this document is strictly prohibited. If you have received this document by error, please notify us immediately.

Numéro de demande: **09-328281**

Client: **Quéformat Ltée**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
8_69407	15182-G	Fabian Valencia

Échantillon(s) ↓

No Labo.	1557614	1557615	1557616	1557617
Votre Référence	F-01/CF-03/1.22-1.83	F-02/CF-04/2.14-2.75	F-03/CF-04/1.98-2.59	F-04/CF-04/2.14-2.75
Matrice	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélevé par	C.D.	C.D.	C.D.	C.D.
Lieu de prélèvement	QUATRE SITES D'AIDE À LA NAVIGATION DE LA GCC	QUATRE SITES D'AIDE À LA NAVIGATION DE LA GCC	QUATRE SITES D'AIDE À LA NAVIGATION DE LA GCC	QUATRE SITES D'AIDE À LA NAVIGATION DE LA GCC
Prélevé le	2009-02-23	2009-02-23	2009-02-25	2009-02-26
Reçu Labo	2009-03-03	2009-03-03	2009-03-03	2009-03-03

Paramètre(s)

Méthode

Référence

Humidité (pour calcul)

Humidité (gravimétrie)

PON-89-01-05, section 5

Humidité

Sulfates solubles à l'eau (IC)

Anions par C.I. (extr. à l'eau). Résultats sur poids sec.

PON-12-077-04 (REF: MA.300-IONS 1.1, CEAEQ)

Sulfates en SO4

Préparation	2009-03-03	2009-03-03	2009-03-03	2009-03-03
Analyse	2009-03-04	2009-03-04	2009-03-04	2009-03-04
No. séquence	166590	166590	166590	166590
%	27.2	26.3	20.4	41.4
Préparation	2009-03-05	2009-03-05	2009-03-04	2009-03-04
Analyse	2009-03-05	2009-03-05	2009-03-04	2009-03-04
No. séquence	166672	166672	166615	166615
mg/Kg	108	78	11	5

Commentaires:

1557617 F-04/CF-04/2.14-2.75

Sulfates: Échantillon dilué car effet de matrice (limite de détection augmentée).

Note: Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionné


Caroline Schiltz, chimiste



Certificat d'analyse

Numéro de demande: **09-328281**

Client: **Quéformat Ltée**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
8_69407	15182-G	Fabian Valencia

Résultats du Contrôle de Qualité (CQ)

Paramètres (No.Séquence)	Unité	LDR	Blanc	Contrôle certifié	
				Obtenu	Attendu (Intervalle)
Humidité (pour calcul) No Séquence: 166590					
Humidité	%	< 0.1	< 0.1	52.6	47.2 - 57.8
Sulfates solubles à l'eau (IC) No Séquence: 166615					
Sulfates en SO4	mg/Kg	< 3	< 3	290	269.6 - 404.4
Sulfates solubles à l'eau (IC) No Séquence: 166672					
Sulfates en SO4	mg/Kg	< 3	< 3	308	269.6 - 404.4

Commentaires CQ

LDR : Limite de détection rapportée

Annexe 1 du certificat no.253989 - Page 1 de 1

Bodycote Groupe D'Essais
121 Boul. Hymus - Pointe-Claire - Québec - Canada - H9R 1E6 - Tél: +1 (514) 697-3273 - Fax: +1 (514) 697-2090

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les échantillons mentionnés plus haut seront conservés pendant 30 jours à partir de la date d'émission du Certificat, à l'exception des paramètres microbiologiques ou selon les instructions écrites du client.

APPENDICE D

PHOTOGRAPHIES DU SITE

(planches D-1 et D-2)



Photographie no 1: Site de Nicolet FP. Chemin d'accès.



Photographie no 2: Site de Nicolet FP. Vue du site avant le forage F-04.



Photographie no 3: Site de Nicolet FP pendant le forage F-04.



Photographie no 4: Site de Nicolet FP – Vue du site après le forage F-04.

APPENDICE E

SYSTÈME DE DRAINAGE APPLICABLE À DIFFÉRENTS SOLS

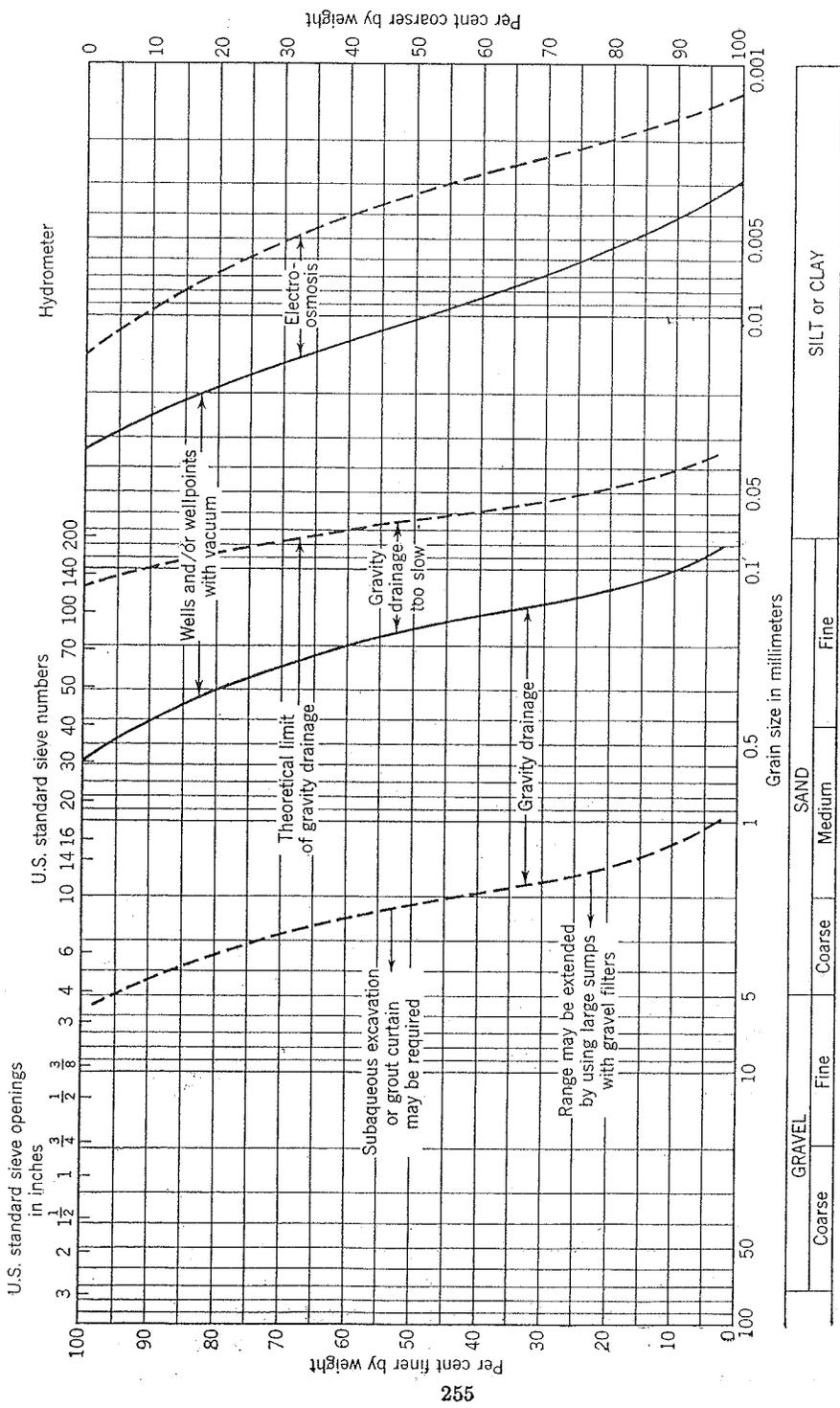


Fig. 3-11. Dewatering systems applicable to different soils. (Moretrench Corp.)

Corps of Engineers, U.S. Army, Classification

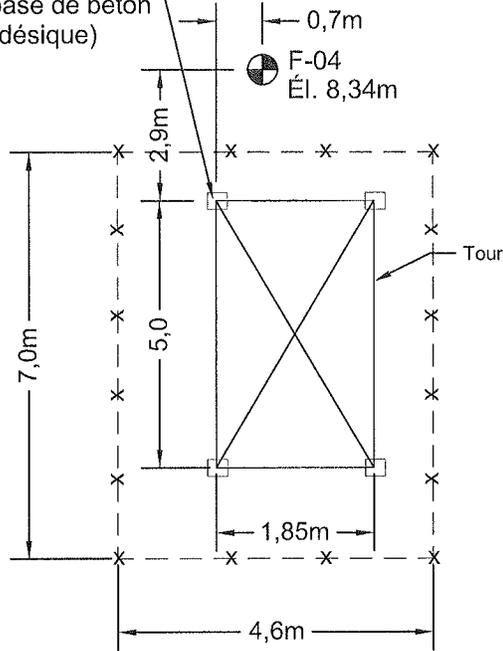
REFERENCE: FOUNDATION ENGINEERING, LEONARDS
 MC GRAW-HILL CIVIL ENGINEERING SERIES

APPENDICE F

LOCALISATION DU FORAGE F-04

(dessin 15182-4)

Repère de nivellement :
Dessus de la base de béton
Él. 8,77m (géodésique)



rang des Soixantes (Nicolet)

LÉGENDE

 F-04 Forage, numéro et élévation
Él. 8,34m



PROJET : Quatre sites d'aides à la navigation bde la GCC
Verchères - Contrecoeur
Nicolet, (Québec)

DATE : 2009-03-03

ÉCHELLE : Aucune

TITRE : Localisation du forage F-04
Traverse de Nicolet FP

DESSINÉ : J.P.

APPROUVÉ : R. Blanchet



DOSSIER : 15282-G

DESSIN : 15182-4