

**RAPPORT NO 15671-G-3
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
SITE D'AIDE À LA NAVIGATION
DE LA GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE
NICOLET TRAVERSE DE, FA
APPEL D'OFFRES R4026
NICOLET (QUÉBEC)**

Dossier no 15671-G

Le 27 novembre 2009

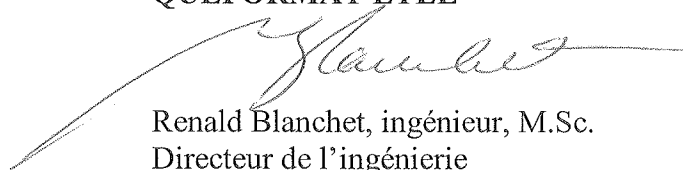
Pêches et Océans Canada
Garde côtière
101, boulevard Champlain
Québec, (Québec)
G1K 7Y7À l'attention de Madame Nicole Perron, chargée de projetsSujet : Étude géotechnique
Site d'aide à la navigation de
la Garde Côtière Canadienne
Nicolet traverse de, FA
Appel d'offres R4026
Nicolet, (Québec)

Madame,

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 Madame Hélène Bilodeau, chargée de projet, qui a également préparé le présent rapport. 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

HB/nc

2cc/ Pêches et Océans Canada + 1 CD-ROM



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 Sable, un peu de silt à silteux	4
3.2 Silt sableux	5
3.3 Silt un peu d'argile	5
3.4 Silt et argile	6
4.0 EAU SOUTERRAINE.....	7
5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	
5.1 Liquéfaction des sols et traitement.....	8
5.2 Fondations et capacité portante admissible	
5.2.1 Capacité portante à l'ÉLUL	10
5.2.2 Capacité portante à l'ÉLUT	12
5.3 Protection contre le gel.....	13
5.4 Excavation temporaire.....	13
5.5 Drainage	13
5.6 Paramètres géotechniques pour le calcul de la pression de terre	14
5.7 Remblayage des excavations.....	14
5.8 Attaques par les sulfates	15
6.0 CHANGEMENTS ET INSPECTIONS.....	16

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Planches nos</u>
APPENDICE A : Rapport de forage	A-1
APPENDICE B : Essais de laboratoire	B-1 à B-4
APPENDICE C : Certificats des analyses chimiques	
APPENDICE D : Graphique des capacités portantes à l'ÉLUT	D-1
APPENDICE E : Photographies du site	E-1 et E-2
APPENDICE F : Système de drainage applicable à différents sols	
	<u>Dessin no</u>
APPENDICE G : Localisation du forage F-01	15671-3

1.0 INTRODUCTION

Les services professionnels de Quéformat ltée 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. La structure proposée servira de feu d'alignement antérieur pour la navigation (FA) et remplacera la structure existante. Elle sera située en bordure sud du fleuve Saint-Laurent, au bout de la 3^{ième} Avenue 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 20 octobre 2009. Le personnel de Quéformat Ltée a implanté un forage sur le site, tel que prévu dans notre offre de service datée du 18 septembre 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 même niveau de base. Le repère de nivellement utilisé, dont l'élévation arbitraire est de 100,00 mètres, correspond au médaillon identifié # 2117 situé sur le dessus de la base de béton sur laquelle repose le feu d'alignement existant. Le dessin 15671-3, inclus à l'appendice G, 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-01, a été réalisé à l'aide d'une foreuse conventionnelle de type « Acker ». Dans ce forage, 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 13,80 mètres de profondeur.

Un échantillon intact des sols argileux a été prélevé à l'aide d'un tube à paroi mince entre 13,13 et 13,80 mètres de profondeur.

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.

Le rapport de forage fourni à la planche A-1 de l'appendice A présente tous les renseignements recueillis sur le chantier.

Lors de la réalisation du forage F-01, 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 pendant et après les travaux de forage, conformément à votre demande, sont jointes à l'appendice E (planches E-1 et E-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 :

- extraction de tube à paroi mince : 1 essai;
- détermination de la teneur en eau : 4 essais;
- détermination des limites d'Atterberg : 1 essai;
- résistance au cône tombant de laboratoire : 1 essai;
- analyse granulométrique : 3 essais.

Les résultats des essais de laboratoire (limites d'Atterberg, résistance au cône tombant et granulométries) sont présentés en détail sur les planches B-1 à B-4 de l'appendice B. Certains résultats sont également reportés sur le rapport de forage de l'appendice A (planche A-1).

De plus, un échantillon de sol naturel a été sélectionné puis transmis au laboratoire Exova afin que soit réalisé un essai 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). Le rapport du chimiste est présenté 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 Sable, un peu de silt à silteux

Directement en surface du terrain on retrouve une couche de sable, un peu de silt à silteux brun, devenant gris à partir d'environ 1,0 mètre de profondeur. Notons que le sable est très humide à partir de 0,8 mètre de profondeur. On a observé la présence de traces de bois et de matière organique dans cette couche de sable à partir de 2,3 mètres de profondeur.

Une analyse granulométrique (planche B-1) a été réalisée sur un échantillon de sable prélevé entre 1,52 et 2,13 mètres de profondeur au droit du forage F-01. Les résultats d'analyses indiquent que le sol est un sable, un peu de silt et qu'il est classifié comme « SM » selon la *Classification unifiée des sols*. La teneur en eau réalisée sur cet échantillon est de 26,4 pour cent.

Selon les indices « N » de l'essai de pénétration standard variant entre 1 et 6, la compacité de cette couche de sable est très lâche à lâche.

La couche de sable, un peu de silt à silteux a été traversée sur une épaisseur de 3,70 mètres au droit du forage F-01.

3.2 Silt sableux

Sous le sable, un peu de silt à silteux, le forage F-01 a traversé une couche de silt sableux gris, traces d'argile. Le silt sableux a été retrouvé dans un état très humide. Dans la couche de silt sableux, on note la présence de minces interlits argileux entre 3,8 et 5,9 mètres de profondeur.

Une analyse granulométrique (planche B-2) a été réalisée sur un échantillon de sol prélevé entre 5,33 et 5,94 mètres de profondeur au droit du forage F-01. Les résultats d'analyses indiquent que le sol est un silt sableux et qu'il est classifié comme « ML » selon la *Classification unifiée des sols*. La teneur en eau réalisée sur cet échantillon est de 30,1 pour cent.

Selon les indices « N » de l'essai de pénétration standard variant entre 2 et 3, la compacité de cette couche de silt sableux est très lâche.

La couche de silt sableux a été traversée sur une épaisseur de 5,00 mètres au droit du forage F-01, soit jusqu'à une profondeur de 8,70 mètres.

3.3 Silt un peu d'argile

Sous la couche de silt sableux, le sol devient un silt gris, un peu d'argile, traces de sable. Le silt a été retrouvé dans un état très humide.

Une analyse granulométrique (planche B-3) a été réalisée sur un échantillon de silt prélevé entre 10,67 et 11,28 mètres de profondeur au droit du forage F-01. Les résultats d'analyses indiquent que le sol est un silt, un peu d'argile et traces de sable et qu'il est classifié comme « ML » selon la *Classification unifiée des sols*. La teneur en eau réalisée sur cet échantillon est de 30,3 pour cent.

Selon les indices « N » de l'essai de pénétration standard de 1 et 2, la compacité de cette couche de silt est très lâche.

La couche de silt a été traversée sur une épaisseur de 3,10 mètres, soit jusqu'à une profondeur de 11,80 mètres.

3.4 Silt et argile

Sous la couche de silt, le sol devient un silt et argile gris, traces de sable. Cette couche de silt et argile a été retrouvée dans un état très humide. On y observe par endroits, la présence d'interlits silto-sableux.

La résistance intact au cône tombant de laboratoire (C_{uc}) a été réalisée sur un échantillon de silt et argile prélevé à l'aide d'un tube à paroi mince dans le forage F-01 (voir planche B-4). La valeur de résistance au cisaillement obtenue est de 78 kPa, ce qui correspond à une consistance raide du silt et argile pour cet échantillon prélevé entre 13,40 et 13,50 mètres de profondeur. Notons que la résistance au cisaillement remaniée (C_{ur}) a également été mesurée à l'aide du cône tombant de laboratoire pour cet échantillon et la valeur mesurée est de 6,6 kPa. Le silt et argile est donc de sensibilité moyenne avec un rapport C_{uc}/C_{ur} de 12.

Les limites de plasticité et de liquidité (planche B-4) ont été mesurées sur l'échantillon TS-14C prélevé entre 13,40 et 13,50 mètres de profondeur dans le forage F-01. La limite de liquidité obtenue est de 45,0 pour cent et la limite de plasticité de 19,1 pour cent, d'où un indice de plasticité de 25,9 pour cent. L'indice de liquidité correspondant est de 0,78.

Finalement, la teneur en eau naturelle du silt et argile a été mesurée sur ce même échantillon et elle est de 39,4 pour cent.

Le silt et argile de plasticité moyenne est considérée comme « CL2 » selon la *Classification unifiée des sols*.

Le forage F-01 a été interrompu dans la couche de silt et argile après l'avoir pénétré sur une épaisseur de 2,00 mètres, soit jusqu'à une profondeur de 13,80 mètres. Aussi, son épaisseur totale n'a pas été déterminée.

4.0 EAU SOUTERRAINE

Le niveau de la nappe d'eau souterraine n'a pu être relevé dans le forage F-01. En effet, le 15 novembre 2009, nous sommes retournés sur le site afin de mesurer le niveau stabilisé de l'eau souterraine dans le tube d'observation laissé en place dans le forage mais celui-ci avait été enlevé.

Toutefois, lors des travaux de forage, nous avons constaté que le sol devenait très humide à partir de 0,8 mètre de profondeur (élévation correspondante de 97,76 mètres), nous pouvons donc estimer le niveau de la nappe phréatique à cette profondeur en date du 20 octobre dernier.

Soulignons que lors des travaux de chantier, le niveau du fleuve Saint-Laurent était bas par rapport à la structure existante comme on peut le constater sur la photographie no 4 jointe à l'appendice E. Nous désirons souligner que le niveau de l'eau souterraine peut varier suivant les précipitations, les saisons et le niveau du fleuve Saint-Laurent.

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Il est prévu de construire une nouvelle structure fixe d'aide à la navigation en remplacement de celle existante. Les caractéristiques de la nouvelle structure n'étaient pas encore connues au moment de la rédaction du présent rapport. Toutefois, selon un plan des fondations types que vous nous avez transmis, la base des fondations de la nouvelle structure reposera à 1,80 mètre de profondeur sur un coussin granulaire de 0,3 mètre d'épaisseur 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 Liquéfaction des sols et traitement

Tel qu'indiqué par le résultat du forage F-01, les sols rencontrés sur le site jusqu'à environ 11,80 mètres de profondeur sont principalement granulaires (sable et silt) et de compacité généralement très lâche. Un dépôt de silt et argile de plasticité moyenne a été rencontré à partir de 11,80 mètres de profondeur sous ces sols granulaires.

Les sols granulaires de compacité très lâche sont susceptibles de se liquéfier pendant un tremblement de terre suffisamment intense. La zone de liquéfaction pourrait atteindre environ 12 mètres de profondeur puisque la plasticité des sols (silt et argile) sous-jacents à cette profondeur apparaît suffisante pour éviter sa liquéfaction.

À cause de ce problème de liquéfaction des sols, le site à l'étude deviendrait 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 la condition qu'un traitement des sols en place soit préalablement réalisé.

Notons que l'utilisation de pieux au refus pour supporter les fondations de la nouvelle structure ne nous apparaît pas une solution favorable dans ce cas précis. En effet, dans le secteur de Nicolet, il faudra anticiper des longueurs de pieux de l'ordre de 60 mètres pour atteindre un

refus. De plus, les ondes de cisaillement causées par un tremblement de terre pourraient endommager les pieux lors de la liquéfaction des sols à cause de la perte de confinement latéral. Aussi, il faudrait en tenir compte pour la conception des pieux.

Le traitement des sols, préalable à la construction des fondations de la nouvelle structure, pourrait consister en l'utilisation de colonnes de pierre pour améliorer la résistance des sols liquéfiables. Le traitement des sols pourrait être réalisé jusqu'à une profondeur de 12 mètres sous le niveau actuel du terrain, soit sur une épaisseur d'environ 10 mètres sous le niveau prévu des fondations. Idéalement, il devrait également se prolonger sur une distance horizontale de 10 mètres en périphérie de la future fondation. Cette procédure permettrait de minimiser les coûts d'amélioration des sols et les dommages à la structure pendant un éventuel tremblement de terre. Des entreprises spécialisées dans les techniques d'amélioration des sols seront en mesure de fournir plus précisément le traitement approprié (espacement, diamètre des colonnes, etc.) pour rencontrer les exigences.

5.2 Fondations et capacité portante admissible

Tel qu'indiqué précédemment, nous recommandons le traitement des sols en place avant la construction des fondations de la nouvelle structure afin d'améliorer la résistance des sols à la liquéfaction.

À titre informatif, nous avons quand même évalué la capacité portante des sols en place dans leur état actuel.

Pour fins de calcul de la capacité portante, nous avons considéré que la base des fondations de la nouvelle structure se situerait à 1,80 mètre de profondeur sous le niveau du terrain et reposera sur un coussin granulaire d'au moins 0,3 mètre d'épaisseur. En considérant le terrain à l'élévation 98,56 mètres au pourtour de la structure existante et en considérant que cette élévation de surface du sol demeurera la même après la construction de la nouvelle structure, le niveau de la base des fondations sera donc à l'élévation 96,76 mètres. À ce niveau, le coussin sous les fondations sera placé dans le dépôt de sable, un peu de silt à silteux. Précisons qu'aucune fondation ne devra être appuyée sur ou au sein des matériaux de remblai, de sols organiques ou de sols remaniés.

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.

5.2.1 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 sable, un peu de silt à silteux, on peut réduire cette équation puisque la valeur du coefficient de cohésion (c') est égale à zéro (0) pour le sable.

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

Le tableau II 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 II devront être recalculées en conséquence.

TABLEAU II
PARAMÈTRES POUR LE CALCUL
DES CAPACITÉS PORTANTES À L'ÉLUL
SUR LE SABLE, UN PEU DE SILT À SILTEUX

Paramètres	F-01
Pression effective des terres (q')	23 kPa
Cohésion non drainée (C_u)	0
Poids volumique humide (γ)	18,0 kN/m ³
Poids volumique déjaugé (γ')	8,2 kN/m ³
Angle de frottement non drainé (ϕ_u)	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, l'équation (2) devient la suivante :

$$(3) \quad q_u = 345 s_q i_q + 45 B s_\gamma i_\gamma \quad (\text{forage F-01})$$

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

Les facteurs s_c , i_c , s_q et i_q 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. La valeur de B correspond à la largeur de la base de la future fondation.

5.2.2 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 et se situera autour de l'élévation 98,56 mètres. 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 conception des fondations de la nouvelle structure, nous recommandons d'utiliser les valeurs de capacités portantes à l'ÉLUT présentées au graphique de la planche D-1 de l'appendice D pour une semelle carrée reposant sur un coussin granulaire d'au moins 0,3 mètre d'épaisseur. Les valeurs de capacité portante présentées à la planche D-1 sont données pour une fondation isolée dont la dimension peut être comprise entre 1,0 et 8,0 mètres de largeur.

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.

Les valeurs de capacité portante de la planche D-1 ne rencontrent pas l'exigence de 100 kPa requise pour ce type de fondation si sa largeur excède 2,8 mètres. Notons que dans le cas d'un traitement des sols à l'aide de colonnes de pierre, tel que recommandé à la section 5.1, nous sommes d'avis que cette technique d'amélioration des sols permettrait de rencontrer l'exigence de 100 kPa pour des semelles pouvant atteindre jusqu'à 8 mètres de largeur.

Enfin, nous désirons souligner que si un tassement supérieur à 25 millimètres est tolérable pour ce type de structure, la capacité portante à l'ÉLUT pourra être accrue. À titre d'exemple, le tassement d'une semelle de 5 mètres par 5 mètres sera de 50 millimètres si la pression appliquée au sol par celle-ci est de 100 kPa. Le tassement est directement proportionnel à la pression transmise au sol.

5.3 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.

5.4 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 du travail (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 granulaires (sable et silt) après un rabattement préalable de la nappe d'eau souterraine. Ces recommandations sont valables 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 évaluée à une profondeur de l'ordre de 0,80 mètre lors des travaux de forage. Il est probable que des arrivées d'eau se produisent dans les excavations selon les conditions climatiques qui prévaudront au moment des travaux.

Les eaux d'infiltration 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 sableuse des sols, l'utilisation de pointes filtrantes à vide peut s'avérer nécessaire pour contrôler la nappe d'eau souterraine, tel qu'indiqué sur la figure présentée à l'appendice F.

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 III.

TABLEAU III
PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES
PRESSIION DE TERRE

Paramètres	Type de sol
	Sable et silt très 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 sable, un peu de silt, a été soumis à des essais de détermination du pourcentage de sulfates (SO_4). Le rapport complet des chimistes chargés des analyses est présenté à l'appendice C.

Les résultats des analyses chimiques nous indiquent que pour l'échantillon de sol F-01/CF-03 prélevé entre 1,52 et 2,13 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 (A23.1-04, septembre 2005), les sols ne sont pas agressifs pour le béton exposé.

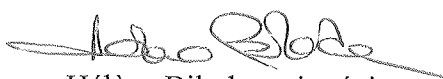
6.0 CHANGEMENTS ET INSPECTIONS

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



Hélène Bilodeau, ingénieure
Chargée de projet



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

HB/nc

2cc/ Pêches et Océans Canada + 1 CD-ROM

APPENDICE A

RAPPORT DE FORAGE

(planche A-1)

NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE FORAGE ET DE PUIXS D'EXPLORATION

Les rapports de forage et de puits d'exploration placés en appendice contiennent une description détaillée des matériaux rencontrés, incluant la profondeur et l'élévation de chacune des couches rencontrées, et le type, la profondeur et la récupération de chacun des échantillons prélevés lors des travaux sur le terrain.

DESCRIPTION DES SOLS

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

Classification et dimension des particules

Terminologie	Dimensions (mm)
Blocs	> 300
Cailloux	80 à 300
Gravier	5,0 à 80
Sable	0,080 à 5,0
Silt	0,002 à 0,80
Argile	< 0,002

	Proportion (en poids)
Traces	< 10%
Un peu	10% à 20%
Adjectif (ex: silteux)	20% à 35%
Nom (ex: et sable)	> 35%

Sols pulvérulents

Dans le cas des sols pulvérulents (silt, sable et gravier), l'état de densité du sol, ou compacité, est exprimé par rapport à l'indice "N" de l'essai de pénétration standard.

Compacité	Indice "N"
Très lâche	< 4
Lâche	4 à 10
Compact ou moyenne	10 à 30
Dense	30 à 50
Très dense	> 50

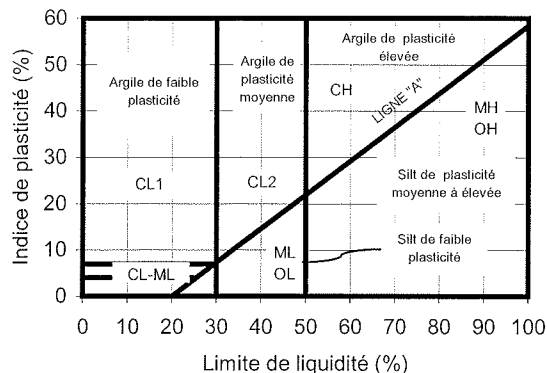
Sols cohérents

Pour les sols cohérents (argile), la consistance du matériau est évaluée à partir des essais de résistance au cisaillement (c_u) ou, à défaut, de l'indice "N". La sensibilité au remaniement (S_r) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact (c_u) sur celle du matériau remanié (c_r).

Consistance	Résistance (c_u) (kPa)	Indice "N"
Très molle	< 12	< 2
Molle	12 à 25	2 à 4
Ferme	25 à 50	4 à 8
Raïde	50 à 100	8 à 15
Très raïde	100 à 200	15 à 30
Dure	> 200	> 30

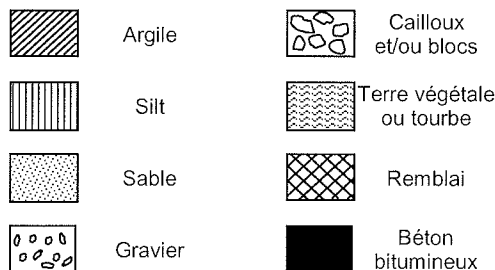
Sensibilité (S_r)	c_u / c_r
Faible	< 10
Moyenne	10 à 40
Élevée	> 40

DIAGRAMME DE PLASTICITE



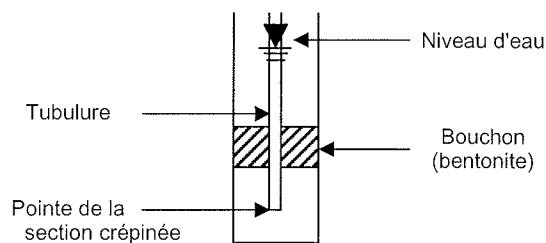
STRATIGRAPHIE

Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés avec d'autres, pour illustrer la stratigraphie observée.



EAU

Dans cette colonne est indiqué le niveau de l'eau souterraine mesuré lors de travaux de reconnaissance ou ultérieurement. Les détails d'installation d'un piézomètre ou d'un tube d'observation sont illustrés sur la schéma suivant.



ESSAIS

Dans cette colonne sont indiqués les résultats des essais réalisés aux profondeurs correspondantes, soit au chantier ou en laboratoire sur les échantillons récupérés dans les sondages.

- Tx : Cisaillement en cellule triaxiale
- Oed : Consolidation oedométrique
- k : Perméabilité, en cm/s
- AG : Analyse granulométrique
- AC : Analyse chimique

NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE FORAGE ET DE PUIITS D'EXPLORATION
DESCRIPTION DU SOCLE ROCHEUX

La description du socle rocheux est le résultat de l'examen pétrographique des échantillons recueillis. Cet examen permet de décrire la couleur, la texture, le degré de fracturation et d'altération de la roche, l'épaisseur des lits et l'espacement des discontinuités. La résistance de la roche est évaluée à partir d'essais en compression simple.

Texture de la roche

<u>Terminologie</u>	<u>Dimension des grains (mm)</u>
à gros grains	visibles à l'œil
à grains moyens	visibles à la loupe
à grains fins	non-visibles à la loupe

Degré de fracturation

Le degré de fracturation de la roche est exprimé par l'indice de qualité de la roche (RQD), tel que défini sur des carottes de calibre N. Il est le résultat de la sommation des longueurs d'échantillons de plus de 100 millimètres de longueur sur la longueur totale de la course.

<u>Terminologie</u>	<u>Indice RQD (%)</u>
Très fracturé	< 25 %
Fracturé	25 % à 50 %
Moyennement fracturé	50 % à 75 %
Peu fracturé	75 % à 90 %
Massif	> 90 %

Degré d'altération

<u>Terminologie</u>	<u>Description</u>
Non altérée	Aucun signe d'altération
Légère	Altération légère sur les surfaces des joints
Moyenne	Altérée, mais non friable. La roche ne peut être brisée avec la main ou rayée avec une lame de canif. Texture intacte.
Élevée	Texture indistincte, mais orientation des grains intacte. La roche se brise avec effort avec la main ou se raye avec une lame de canif.
Complète	La roche se défait facilement. Structure et orientation des grains visible.
Sol résiduel	État avancé de décomposition donnant un sol plastique. Structure et orientation des grains détruites.

Épaisseur des lits

<u>Terminologie</u>	<u>Épaisseur (m)</u>
Très épais	> 2
Épais	0,6 à 2,0
Moyen	0,2 à 0,6
Mince	0,06 à 0,2
Très mince	0,02 à 0,06
Feuilleté	0,006 à 0,02
Finement feuilleté	< 0,006

Espacement des discontinuités







<u>Terminologie</u>	<u>Espacement (m)</u>
Très serrées	< 0,02
Serrées	0,02 à 0,06
Rapprochées	0,06 à 0,2
Moyennement espacées	0,2 à 0,6
Espacées	0,6 à 2,0
Très espacées	2 à 6
Éloignées	> 6

Résistance en compression de la roche

<u>Terminologie</u>	<u>Résistance (MPa)</u>
Extrêmement faible	< 1
Très faible	1 à 5
Faible	5 à 25
Moyenne	25 à 50
Forte	50 à 100
Très forte	100 à 250
Extrêmement forte	> 250

STRATIGRAPHIE

Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés avec d'autres, pour illustrer la stratigraphie observée.

	Calcaire		Shale ou schiste argileux
	Dolomie		Roche ignée
	Grès		Roche métamorphique

DOSSIER : 15671-G
 CLIENT : Pêches et Océans Canada
 PROJET : Site d'aide à la navigation de la Garde Côtière Canadienne
 LOCAL : Nicolet traverse de , FA
 Nicolet, (Québec)

SONDAGE : F-01

Date : 09-10-20

Fichier : F-01C

Élev. surf. : 98,56 m (Arbitraire)

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES	NIVEAU D'EAU		TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
	Profondeur (m)	Date	CF : Carottier fendu	Remanié	
Gravier	Sondage	aa-mm-jj	TS : Tube Shelby	Intact	Équipement : Acker
Sable	4,50	Brisé		Perdu	Plongée : 90°
Silt					Direction :
Argile					

PROF. (m) ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS				ESSAIS et NOTES	△ Cuc cône (kPa)			▲ Cur cône (kPa)			
			Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)		25	50	75	25	50	75	
0 98,56	Sable, un peu de silt à sable silteux (SM). Brun devenant gris vers 1,0 mètre de profondeur. Très humide à partir de 0,8 mètre de profondeur. Présence de traces de bois et de matière organique à partir de 2,3 mètres de profondeur. Compacité très lâche à lâche.		CF-01		49	1	AG Sulfates = 0,008%							
1			CF-02		75	6								
2			CF-03		49	3								
3			CF-04		82	2								
4			CF-05		90	2								
3,70 94,86	Silt sableux, traces d'argile (ML). Gris. Très humide. Présence de minces interlits argileux entre 3,8 et 5,9 mètres de profondeur. Compacité très lâche.		CF-06		100	3		AG						
5			CF-07		90	3								
6			CF-08		100	3								
7			CF-09		100	2								
8			CF-10		100	2								
8,70 89,86	Silt, un peu d'argile, traces de sable (ML). Gris. Très humide. Compacité très lâche.		CF-11		100	1		AG						
10			CF-12		100	2								
11			CF-13		100	1								
11,80 86,76	Silt et argile, traces de sable. Gris. Très humide. Présence d'interlits silto-sableux. Plasticité moyenne (CL2). Consistance raide. Sensibilité moyenne.		TS-14		100	1								
13 84,76			Fin du forage à 13,80 mètres de profondeur.											

APPENDICE B

ESSAIS DE LABORATOIRE

(planches B-1 à B-4)



QUÉFORMAT
LITEE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS

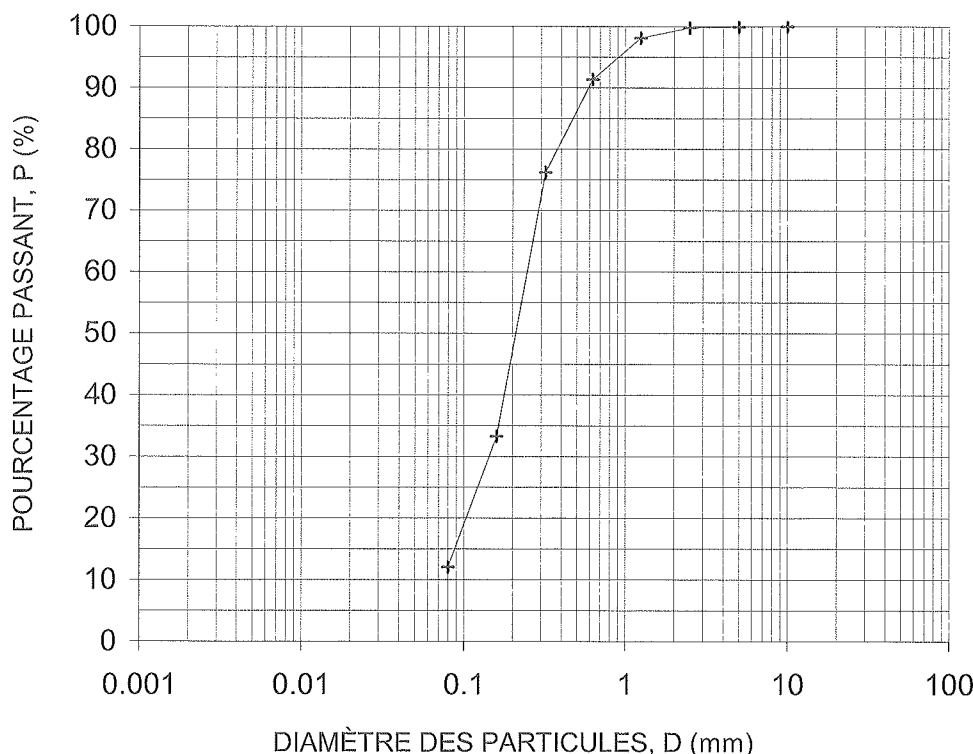
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : **15671-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Site d'aide à la navigation de la Garde Côtière Canadienne**
 LOCAL : **Nicolet traverse de, FA**
Nicolet, (Québec)

SONDAGE : **F-01**
 ÉCHANT. : **CF-03**
 PROF.(m) : **1.52 - 2.13**

Échant. no. : **01-03-1**
 Fichier no. : **01-03-1.GRN**

Sable, un peu de silt.	TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
		INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS						
MÉTHODE : SÈCHE	112					
Masse totale sèche (g) : 588	80					
Masse totale > 5mm : 0	56					
Pourcentage retenu 5mm : 0.1	40					
Diamètre maximum (mm) :	31.5					
	20					
	14					
	10		0	0.0		100.0
	5		0	0.1		99.9
	Plateau		588			
TAMISAGE DU SABLE						
TENEUR EN EAU, w (%) Réception	2.50		0.4	0.2	99.8	99.8
Fraction passant tamis : Aucun	1.25		4.1	1.8	98.2	98.1
Masse totale humide : 966.3	0.63		19.8	8.6	91.4	91.4
Masse totale sèche : 811.1	0.32		54.7	23.7	76.3	76.2
Tare no MP-4 : 223.4	0.16		153.8	66.7	33.3	33.3
	0.08		202.8	88.0	12.0	12.0
TENEUR EN EAU, w (%) : 26.42	Plateau		230.5			



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	99.9
0.4	81.2
0.08	12.0
0.002	
0.0749	10
0.1438	30
0.2463	60
CU :	3.3
CC :	1.1
USC :	SM
MF :	
Csi :	
Symbole :	SL2
Remarques :	
Effect. par :	
M. Naili	2009-10-26
Vérfié par	
<i>Hélène Bilodeau</i>	
Hélène Bilodeau ing.	
Date :	2009-10-28



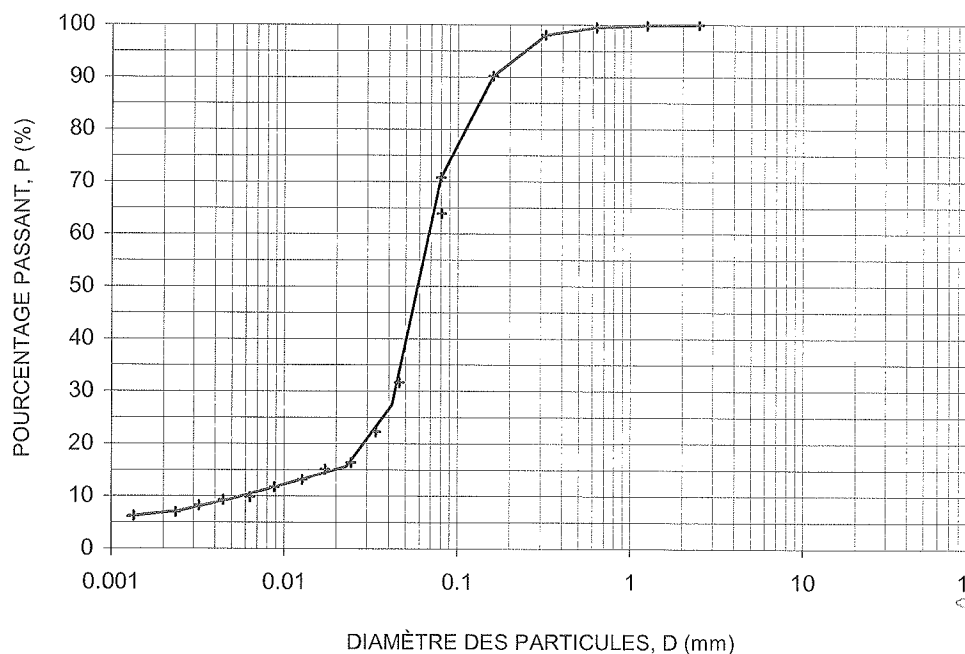
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES / DES GRANULATS
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : **15671-G**
 CLIENT : **Pêches et Océans Canada**
 PROJET : **Site d'aide à la navigation de la Garde Côtière Canadienne**
 LOCAL : **Nicolet, (Québec)**

SONDAGE : **F-01**
 ÉCHANT. : **CF-08**
 PROF. (m) : **5.33 - 5.94**

Échant. no. : **01-08**
 Fichier no. : **01-08.GRN**

Silt sableux, traces d'argile.		TAMIS (mm)	MASSES RETENUES		POURCENTAGES		POURCENT. TOTAL PASSANT
			INDIVID.	CUMUL.	RETENU	PASSANT	
TAMISAGE DES GRAVIERS							
MÉTODE :	SÈCHE	112					
Masse totale sèche (g) :	313	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		313			
TAMISAGE DU SABLE							
TENEUR EN EAU, w (%) :	Réception	2.50		0.0	0.0	100.0	100.0
Fraction passant tamis :	Aucun	1.25		0.2	0.1	99.9	99.9
Masse totale humide :	636.0	0.63		0.8	0.5	99.5	99.5
Masse totale sèche :	541.8	0.32		3.1	2.0	98.0	98.0
Tare no MP-7 :	228.9	0.16		15.4	9.9	90.1	90.1
TENEUR EN EAU, w (%) :	30.11	0.08		45.6	29.2	70.8	70.8
		Plateau		156.2			
SÉDIMENTOMÉTRIE							
MÉTODE :	SÈCHE	D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Fraction passant tamis :	5	0.0810	0.25	23.0	25.2	9.9	63.9
Masse de sol humide utilisée (g) :		0.0461	1		14.2	12.8	31.6
Masse de sol sec utilisée (g) :	53.97	0.0337	2		11.0	13.7	22.3
Densité relative :	2.72	0.0243	4	23.0	9.0	14.2	16.4
Pourcentage total passant :	100.0	0.0173	8	22.8	8.6	14.3	15.1
Hydromètre 151H no :	3742	0.0127	15	22.4	8.0	14.5	13.1
Masse de l'hydromètre (g) :	53.79	0.0088	32	22.0	7.6	14.6	11.7
L = A.R + B A (1/cm) :	-0.27	0.0064	62	21.8	7.0	14.7	9.8
B (cm) :	17.57	0.0045	126	21.9	6.8	14.8	9.3
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1) :	4.0	0.0032	244	21.6	6.5	14.9	8.3
Facteur d'échelle F (1/1) :	1.00	0.0024	454	21.9	6.0	15.0	7.0
		0.0013	1 419	21.6	5.8	15.1	6.2
Défloculant :	5 g hexametaphosphate / litre						



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	98.5
0.08	70.8
0.002	6.7
0.0065	10
0.0436	30
0.0757	60
CU :	11.6
CC :	3.8
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS3A1
Remarques :	
Effect. par : M. Naili 2009-11-02	
Vérfié par : <i>[Signature]</i>	
Hélène Bilodeau ing.	
Date :	2009-11-19



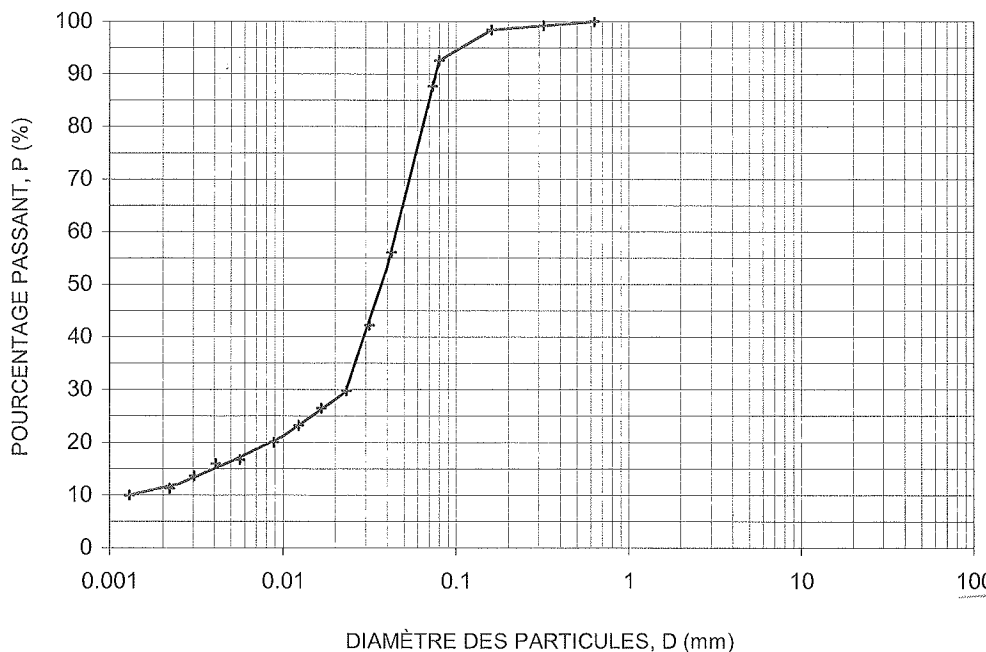
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANQUES / DES GRANULATS
NQ 2501-025 / LC 21-040

DOSSIER : 15671-G
 CLIENT : Pêches et Océans Canada
 PROJET : Site d'aide à la navigation de la Garde Côtière Canadienne
 LOCAL : Nicolet traverse de, FA
 Nicolet , (Québec)

SONDAGE : F-01
 ÉCHANT. : CF-12
 PROF. (m) : 10.67 - 11.28

Échant. no. : 01-12
 Fichier no. : 01-12.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					
Fraction passant tamis	: Aucun	2.50			0.0	100.0	100.0
Masse totale humide	: 223.7	1.25			0.0	100.0	100.0
Masse totale sèche	: 174.9	0.63			0.0	100.0	100.0
Tare no T-3	: 13.5	0.32		0.4	0.8	99.2	99.2
		0.16		0.8	1.6	98.4	98.4
TENEUR EN EAU, w (%)	: 30.28	0.08		3.8	7.4	92.6	92.6
		Plateau		51.1			
SÉDIMENTOMÉTRIE							
MÉTHODE : SÈCHE							
Fraction passant tamis	: 5	D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
Masse de sol humide utilisée (g)	: 51.06	0.0734	0.25	23.1	31.7	8.1	87.7
Masse de sol sec utilisée (g)	: 2.72	0.0424	1		21.5	10.9	56.1
Densité relative	: 100.0	0.0316	2		17.0	12.1	42.2
Pourcentage total passant	: 3742	0.0233	4	23.1	13.0	13.1	29.8
Hydromètre 151H no	: 53.79	0.0167	8	22.8	12.0	13.4	26.5
Masse de l'hydromètre (g)		0.0124	15	22.5	11.0	13.7	23.2
L = A.R + B	A (1/cm) : -0.27	0.0089	30	22.2	10.0	13.9	19.9
	B (cm) : 17.57	0.0056	76	21.9	9.0	14.2	16.7
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) : 4.0	0.0041	146	21.8	8.8	14.3	16.0
Facteur d'échelle	F (1/1) : 1.00	0.0030	265	22.0	8.0	14.5	13.6
		0.0022	509	22.7	7.1	14.7	11.3
		0.0013	1 517	21.1	7.0	14.7	10.0
Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre							

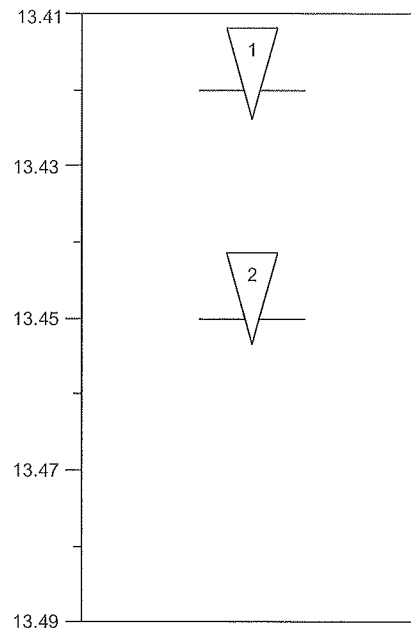


DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	100.0
0.4	99.5
0.08	92.6
0.002	11.0
0.0013	10
0.0234	30
0.0454	60
CU :	34.6
CC :	9.2
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LA2S1
Remarques :	
Effect. par : M. Naili 2009-11-03	
Vérifié par <i>[Signature]</i>	
Hélène Bilodeau ing.	
Date :	2009-11-06

DOSSIER : 15671-G
 CLIENT : Pêches et Océans Canada
 PROJET : Site d'aide à la navigation de la Garde Côtière Canadienne
 LOCAL.: Nicolet traverse de, FA
 Nicolet, (Québec)

SONDAGE : F-01
 ÉCHANT.: TS-14
 PROF. (m) : 13.40 - 13.50
 ÉCH. No : 01-14
 FICHER : 01-14.CON

Croquis du spécimen



ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	1	2	3	4
Localisation (cm du haut)	1	4		
Cône (Masse - angle)	100-30	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	3.8	3.4		
C_{UC} (kPa)	69	86		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	74.37	82.80		
Masse totale sèche	53.92	60.22		
Tare no	70	1 217		
Masse de la tare	2.43	2.43		
Teneur en eau	39.7	39.1		

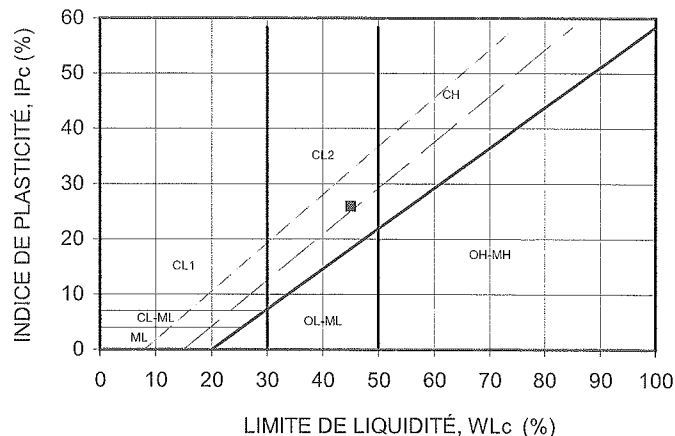
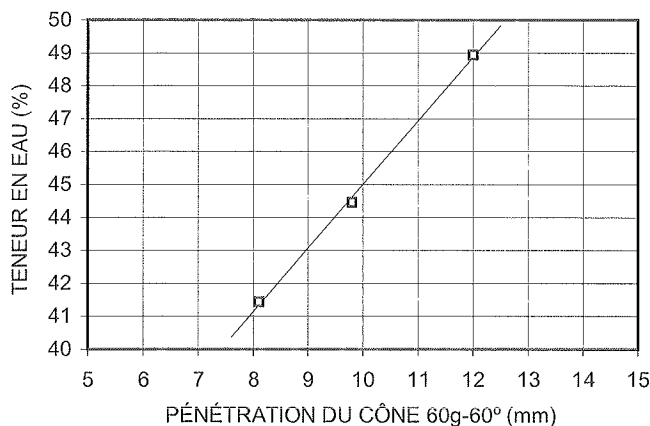
ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	Wn			
Cône (Masse - angle)	60 - 60			
Pénétration moyenne (mm)	5.2			
C_{UR} (kPa)	6.6			
Teneurs en eau				
Masse totale humide	34.66			
Masse totale sèche	25.55			
Tare no	1 155			
Masse de la tare	2.42			
Teneur en eau	39.4			

LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ			DE PLASTICITÉ		
	Pénétration cône 60g-60°	12.0	9.8	8.1		
Masse totale humide	36.08	29.36	33.26	21.28	17.62	
Masse totale sèche	25.01	21.06	24.22	18.23	15.19	
Tare no	383	284	706	312	1 296	
Masse de la tare	2.39	2.39	2.40	2.42	2.40	
Teneur en eau	48.9	44.5	41.4	19.3	19.0	

RÉSULTATS	
C _{UC} :	78 kPa
C _{UR} :	6.6 kPa
S _t :	12
w _N :	39.4
w _{Lc} :	45.0
w _P :	19.1
I _{pc} :	25.9
I _{Lc} :	0.78
USC : CL2	
Effectué par : M.B.B. - M.N. 2009-10-26	
Véifié par :	
Hélène Bilodeau, ing.	
Date : 2009-10-28	

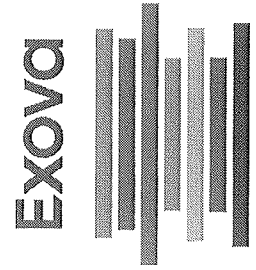
Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique



APPENDICE C

CERTIFICATS DES ANALYSES CHIMIQUES



Certificat d'analyses

Numéro de demande d'analyse: **09-354551**



Demande d'analyse reçue le: 2009-10-30

Date d'émission du certificat: 2009-11-06

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
Télécopieur : (450) 674-3370

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
9-014467	NA	Hélène Bilodeau

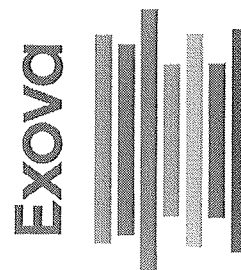
Commentaires

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.





Certificat d'analyses

Client: **Quéformat Ltée**

Numéro de demande: **09-354551**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
9-014467	NA	Hélène Bilodeau

Échantillon(s)

No Labo.	1666435
Votre Référence	F-01/CF-03/1.52-2.13/Nicolet
Matrice	Sol
Prélevé par	CLIENT
Lieu de prélèvement	NA
Prélevé le	2009-10-20
Reçu Labo	2009-10-30

Paramètre(s)

Méthode
Référence

Humidité (pour calcul)

Humidité (gravimétrie)
PON-89-01-05, section 5
Humidité


Préparation	2009-11-02
Analyse	2009-11-03
No. séquence	183507
%	< 0.1


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

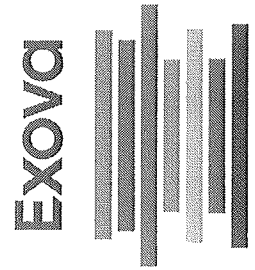
Préparation	2009-11-03
Analyse	2009-11-03
No. séquence	183517
mg/Kg	84

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


Dominic Charland, chimiste







Certificat d'analyses

Client: **Quéformat Ltée**

Numéro de demande:

09-354551

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
9-014467	NA	Hélène Bilodeau

Échantillon(s)

No Labo.	1666431	1666432	1666433	1666434
Votre Référence	F-01/CF-03/1.37-1.98/Ile Bouchard	F-02/CF-03/1.53-2.14/Ile Bouchard	F-01/CF-03/1.22-1.83/Ste-Thérèse	F-04/CF-03/1.22-1.83/Ste-Thérèse
Matrice	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélevé par	CLIENT	CLIENT	CLIENT	CLIENT
Lieu de prélèvement	NA	NA	NA	NA
Prélevé le	2009-10-08	2009-10-09	2009-10-15	2009-10-16
Reçu Labo	2009-10-30	2009-10-30	2009-10-30	2009-10-30

Paramètre(s)

Méthode
Référence

Humidité (pour calcul)

Humidité (gravimétrie)
PON-89-01-05, section 5

Humidité

Préparation	2009-11-02	2009-11-02	2009-11-02	2009-11-02
Analyse	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03
No. séquence	183507	183507	183507	183507
%	0.2	23.1	< 0.1	30.4

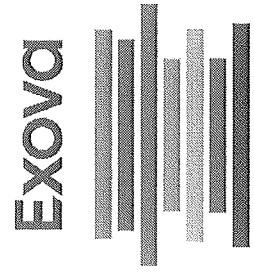
Sulfates solubles à l'eau (IC)

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	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03
Analyse	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03	2009-11-03
No. séquence	183517	183517	183517	183517
mg/Kg	50	195	53	73





Certificat d'analyses

Client: **Quéformat Ltée**

Numéro de demande: **09-354551**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
9-014467	NA	Hélène Bilodeau

Résultats du Contrôle de Qualité (CQ)

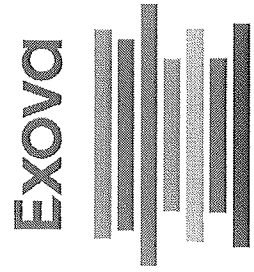
Paramètres (No.Séquence)	Unité	LDR	Blanc	Contrôle certifié	
				Obtenu	Attendu (Intervalle)
Humidité (pour calcul)					
No Séquence: 183507					
Humidité	%	< 0.1	< 0.1	52.6	47.2 - 57.8
Sulfates solubles à l'eau (IC)					
No Séquence: 183517					
Sulfates en SO4	mg/Kg	< 3	< 3	631	448 - 672

Commentaires CQ

LDR : Limite de détection rapportée

Annexe 1 du certificat no.278240 - Page 1 de 1

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. La version officielle de ce certificat est protégée contre toutes modifications. 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.



Certificat d'analyses

Client: **Quéformat Ltée**

Numéro de demande:

09-354551

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
9-014467	NA	Hélène Bilodeau

Résultats du Contrôle de Qualité (CQ) - 2e partie

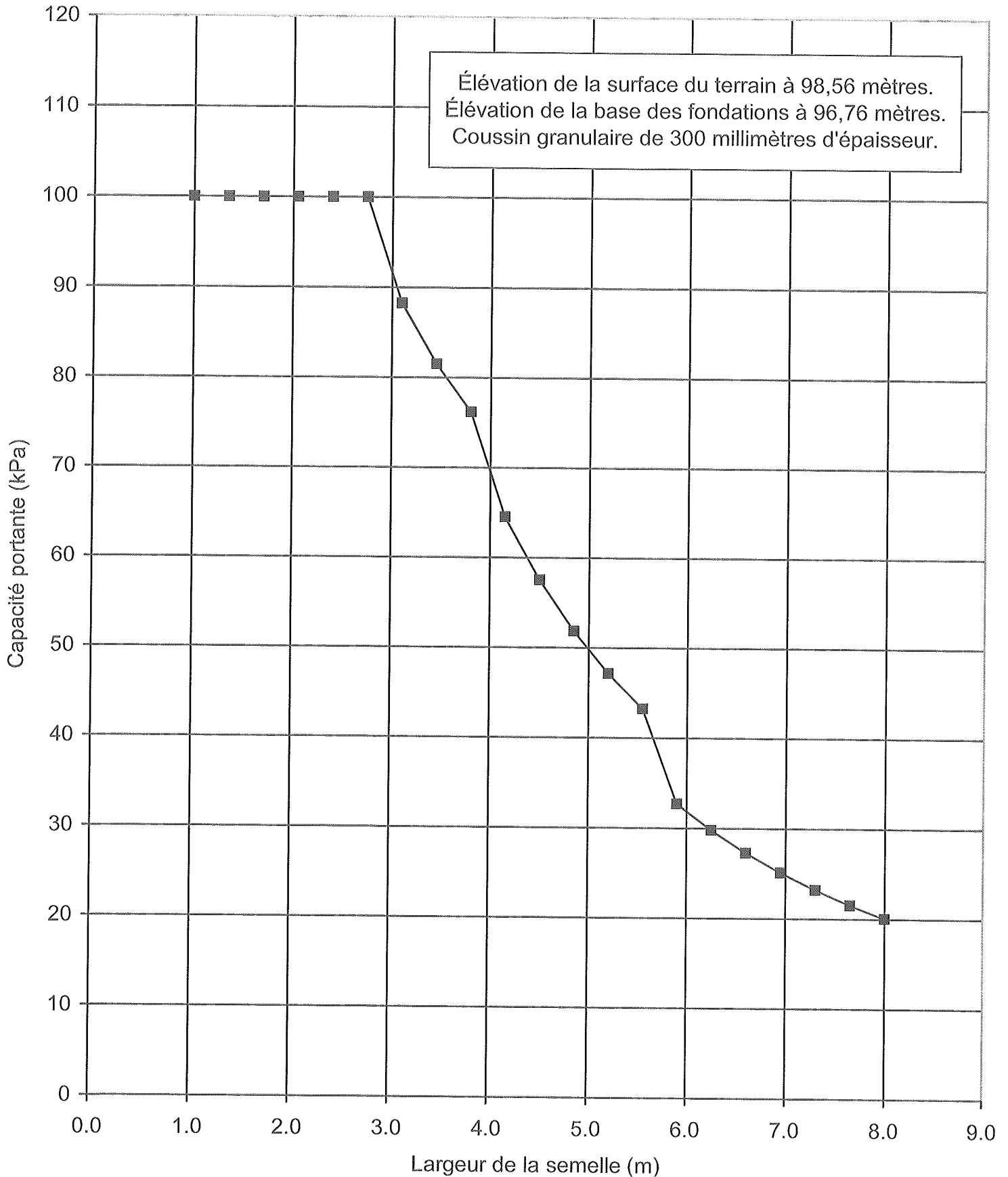
Paramètres (No.Séquence)	Unité	Duplicata		Écart (%)
		Valeur 1	Valeur 2	
Sulfates solubles à l'eau (IC)				
No Séquence: 183517	(No éch)		(1666431)	
Sulfates en SO4	mg/Kg	50	49	2.0

Commentaires CQ

APPENDICE D

GRAPHIQUE DES CAPACITÉS PORTANTES À L'ÉLUT
(planche D-1)

CAPACITÉ PORTANTE À L'ÉLUT



—■— SEMELLE CARRÉE

APPENDICE E

PHOTOGRAPHIES DU SITE

(planches E-1 et E-2)



Photographie no 1: Emplacement de la foreuse au sud de la structure existante.



Photographie no 2: Réalisation du forage F-01.



Photographie no 3: État des lieux après la réalisation du forage F-01.



Photographie no 4: État des lieux après la réalisation du forage F-01.
Vue en direction nord.

APPENDICE F

SYSTÈME DE DRAINAGE APPLICABLE À DIFFÉRENTS SOLS

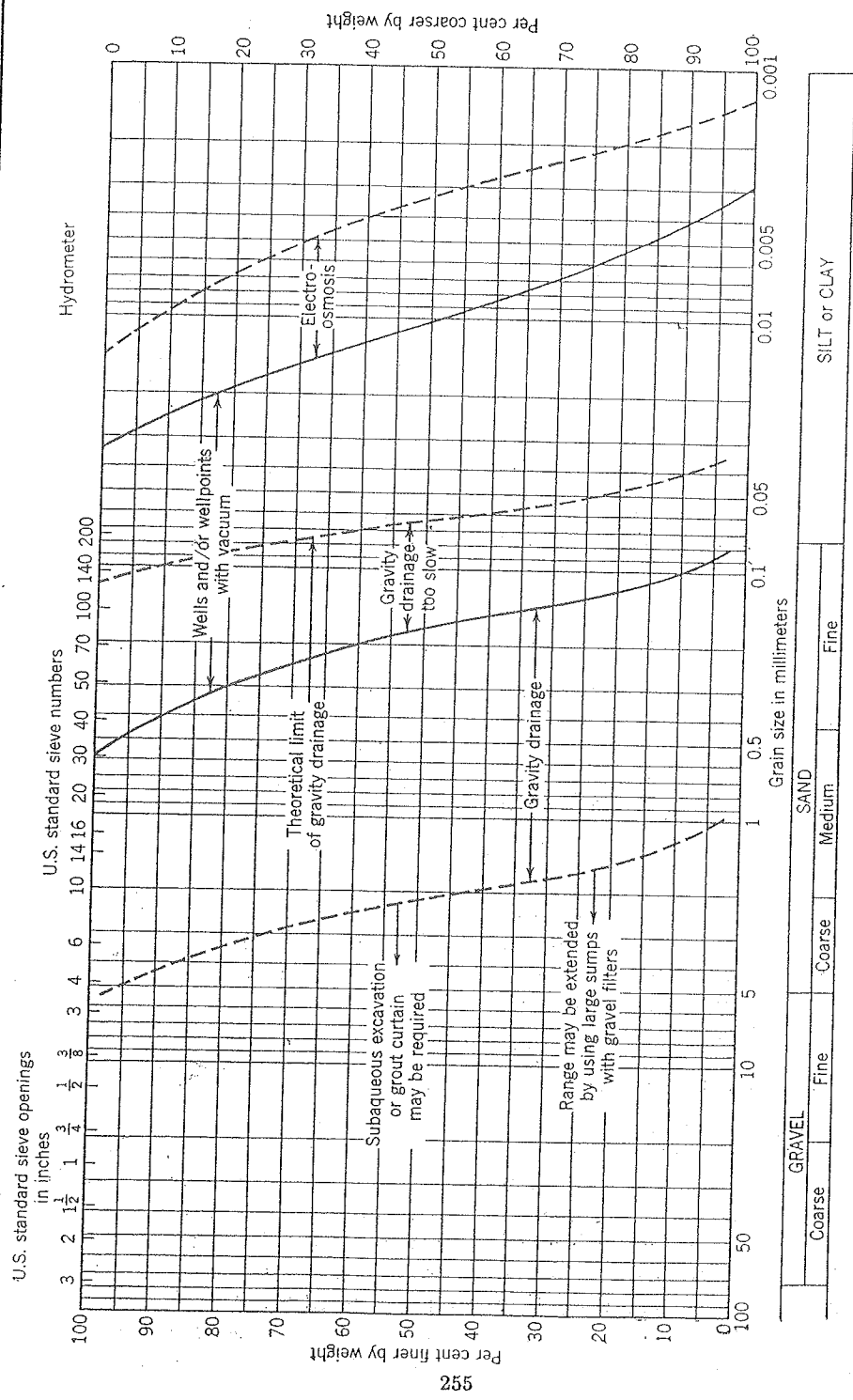


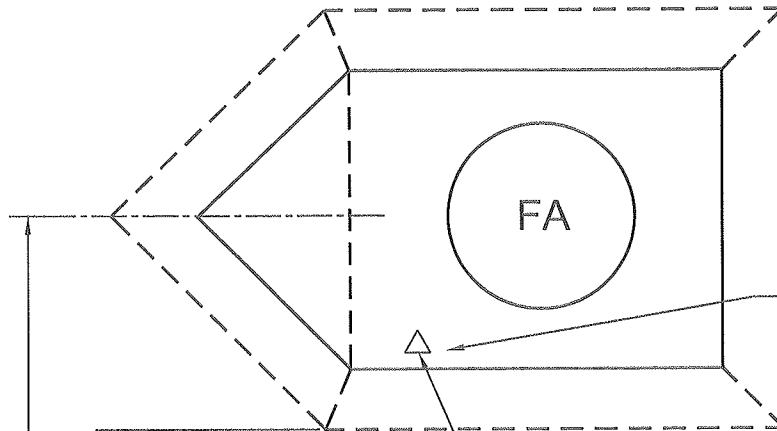
Fig. 3-11. Dewatering systems applicable to different soils. (Mortrench Corp.)

Corps of Engineers, U.S. Army, Classification

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

APPENDICE G

LOCALISATION DU FORAGE F-01
(dessin 15671-3)



Dessus de la base de béton
Él. 99,98m

3^e Av.

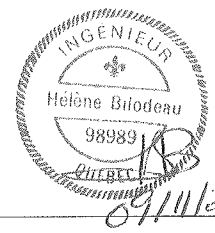
Repère de nivellement :
Médaille #2117
sur la base de béton
Él. 100,00m (arbitraire)

4,9m

3,1m

F-01
Él. 98,56m

Lac Saint-Pierre



LÉGENDE

F-01 Forage, numéro et élévation
Él. 98,56m

PROJET : Site d'aide à la navigation de la GCC Nicolet traverse de, FA Nicolet, (Québec)	DATE : 2009-11-03
	ÉCHELLE : Aucune
TITRE : Localisation du forage F-01	DESSINÉ : J.P.
	APPROUVÉ : H. Bilodeau, ing.
	DOSSIER : 15671-G
	DESSIN : 15671-3