

ANNEXE

1

RAPPORT GÉOTECHNIQUE
2021

traduit de l'original : geotechnical investigation report – cap-aux-meules
wharf extension, reinforcement and new fenders, July 16th, 2021

SERVICES PUBLICS ET APPROVISIONNEMENT CANADA (SPAC)

PROLONGEMENT ET RENFORCEMENT DU QUAI CAP-AUX-MEULES ET INSTALLATION DES NOUVELLES DÉFENSES

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

CAP-AUX-MEULES, QUÉBEC, CANADA

RÉF. WSP : 201-12004-00

DATE : 16 JUILLET 2021

CONFIDENTIEL





SERVICES PUBLICS ET
APPROVISIONNEMENT CANADA (SPAC)

PROLONGEMENT ET RENFORCEMENT DU QUAI CAP- AUX-MEULES ET INSTALLATION DES NOUVELLES DEFENSES

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
CAP-AUX-MEULES, QUÉBEC, CANADA
CONFIDENTIEL

REF. WSP : 201-12004-00
DATE : 16 JUILLET 2021

RAPPORT FINAL

WSP CANADA INC.
1 SPECTACLE LAKE DRIVE
DARTMOUTH, NS, B3B 1X7
CANADA

T : +1-902-835-9955

WSP.COM

16 juillet 2021

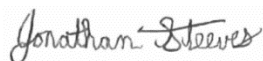
Peter Lane, P.Eng.
SERVICES PUBLICS ET APPROVISIONNEMENT CANADA (SPAC)
1713 Bedford Row
Halifax, Nova Scotia
B3J 3C9

Objet: Rapport de l'étude géotechnique – Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Muls et installation des nouvelles défenses

Veillez trouver ci-joint le rapport de l'investigation géotechnique complété par WSP Canada inc. dans le cadre du projet de la prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses. Le rapport présente les observations et recommandations basées sur le programme d'investigation géotechnique et les essais de laboratoire.

Nous sommes confidents que ce rapport satisfera à vos attentes. Pour toute question, veuillez communiquer avec avec le soussigné.

Cordialement,

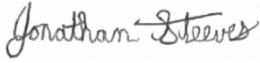


Jonathan Steeves, P.Eng.
Ingénieur géotechnique – Géotechnique atlantic

Ref. WSP : 201-12004

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Jonathan Steeves, P.Eng.
Ingénieur géotechnique atlantique

RÉVISÉ PAR



Clayton Rogers, P.Eng.
Gestionnaire – Géotechnique atlantique

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC), conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

Référence à citer :

WSP. 2021. *Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses, OBÉtude géotechnique, Cap-aux-Meules, Québec, Canada*. Rapport produit pour Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC). Réf. WSP : 201-12004-00. Traduit de l'anglais. 11 pages et annexes.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informé et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment.

Les conditions générales d'un site ne peuvent être extrapolées au-delà des zones définies et des emplacements de prélèvement et d'échantillonnage. Les conditions d'un site entre les emplacements de prélèvement et d'échantillonnage peuvent différer des conditions réelles. La précision et l'exactitude de toute extrapolation et spéculation au-delà des emplacements des prélèvements et d'échantillonnage dépendent des conditions naturelles, de l'historique de développement du site et des changements entraînés par la construction et des autres activités sur le site. De plus, l'analyse a été effectuée pour les paramètres chimiques et physiques déterminés seulement, et il ne peut pas être présumé que d'autres substances chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne fournit aucune garantie et ne fait aucune représentation contre les risques environnementaux non décelés ou contre des effets négatifs causés à l'extérieur de la zone définie.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
2	LOCALISATION ET DESCRIPTION DU SITE	1
2.1	Revu des intrants	1
2.2	Revue de littérature.....	2
3	MÉTHODE DE RECONNAISSANCE	3
3.1	Forage stratigraphique	3
3.2	Description géotechnique du roc	3
3.3	Essais de laboratoire	4
4	STRATIGRAPHIE DU SITE	5
4.1	Dépôt de Sédiments marins	5
4.2	Sols naturels	5
4.3	Socle rocheux.....	5
5	DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	7
5.1	Description du projet	7
5.2	Pieux battus	7
5.2.1	Critère de conception	7
5.2.2	Installation des pieux.....	9
5.2.3	Essais de pieux et inspection	10
5.2.4	Paramètre de conception sismique	10
6	CONCLUSION	11

TABLEAUX

TABLEAU 2-1	COORDINATION DES FORAGES ET L'ÉLEVATION DU FOND MARIN.....	1
TABLEAU 4-1	RÉSUMÉ DE LA STRATIGRAPHIE RENCONTRÉE.....	5
TABLEAU 5-1	DIMENSIONS ET CHARGES AXIALES DES NOUVEAUX PIEUX.....	8
TABLEAU 5-2	PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUE DES SOLS UTILISÉS DANS LES CALCULS.....	8
TABLEAU 5-3	CAPACITÉ GÉOTECHNIQUE AXIALE PONDÉRÉE DES PIEUX AUX ÉTATS LIMITES ULTIMES (ÉLUL).....	8

ANNEXES

A	NOTES EXPLICATIVES DES RAPPORTS DE FORAGES
B	RAPPORTS DE FORAGES
C	RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE
D	LIMITATIONS DU RAPPORT

1 INTRODUCTION

Les services professionnels de WSP Canada Inc. (WSP) ont été retenus par Services publics et Approvisionnement Canada (le « Client ») afin de réaliser une investigation géotechnique dans le cadre du projet de la prolongement du quai Cap-aux-Meules situé à Cap-aux-Meules, Québec.

Les objectifs de l'étude géotechnique consistaient à préciser la nature et les propriétés géotechniques des sols et du roc prévalant sur le site à l'étude (le « Site »), afin de formuler des commentaires et des recommandations concernant la conception et la construction du projet.

Des échantillons de sol et de roc ont été prélevés à des différentes profondeurs. Ils ont été ensuite soumis à des analyses granulométriques, la détermination de la teneur en eau des sols, du poids volumique et de la résistance à la compression uniaxiale de carottes de roc.

Les travaux de terrain ont été effectués du 28 avril au 21 mai 2021. Un total de cinq (5) forages ont été réalisés dont l'emplacement approximatif est indiqué sur le plan joint à la fin du texte. Ce rapport présente les résultats du programme de l'investigation géotechnique et des essais de laboratoire.

2 LOCALISATION ET DESCRIPTION DU SITE

Le quai de Cap-aux-Meules est situé près de l'autoroute 199 à Cap-aux-Meules, Québec. La structure existante du quai Madeline Pier, d'une longueur d'environ 152 m et d'une largeur de 10 m, est construite sur pieux. Le prolongement proposé du quai le renforcement et l'amélioration des bollards et les nouvelles défenses prévus dans le cadre du projet ont pour objectif d'accueillir le nouveau traversier NM Villa De Teror qui sera utilisé en attendant que le traversier NM Jean-Lapierre sera opérationnel en 2026. L'extension du projet pour accueillir le traversier intermédiaire NM Villa De Teror, comprend la construction des éléments suivants :

- Le renforcement latéral des structures pour résister les impacts majeurs d'accostage et d'amarrage;
- L'extension du quai à l'aide de l'installation d'un nouveau duc d'Albe pour le navire plus long;
- Le remplacement du système des défenses afin de s'adapter au navire plus long;
- La mise à niveau des bollards pour pouvoir satisfaire l'arrangement préféré et les besoins du nouveau navire.

La prolongement du quai Cap-aux-Meules sera réalisée selon une conception conventionnelle. Elle consistera donc en des pieux tubulaires battus dans le sol, avec des poutres et un tablier en béton, etc.

Les coordinations des forages ainsi que les élévations du fond marin sont présentées au Tableau 2-1.

Tableau 2-1 Coordination des forages et l'élévation du fond marin

Forage	Longitude (m)*	Latitude (m)*	Élévation du fond marin (m)*
BH-01	5 249 049,827	278 124,299	-4,0
BH-02	5 249 018,858	278 145,088	-6,5
BH-03	5 248 988,762	278 164,843	-6,9
BH-04	5 248 947,266	278 186,408	-6,3
BH-05	5 248 937,265	278 193,039	-7,4

** Les coordinations ont été relevées par rapport aux coordonnées projetées MTM (SCRC) – fuseau 4 dans le système de référence NAD83, et les élévations se réfèrent aux données du relevé bathymétrique fourni à WSP.*

2.1 REVU DES INTRANTS

Des fichiers internes (confidentiels), des relevés hydrographiques, des données générales géologiques du port et sur l'ensemble du site existant ont été consultés lors de l'évaluation des intrants :

- La cartographie des sols indique que la stratigraphie du Site est constituée de dépôts sableux. Par ailleurs, les résultats présentés dans les rapports de forages réalisés par Terratech (1997) confirment que les dépôts glaciaires sont composés principalement de sable, et de silt avec des matières organiques à de faibles profondeurs.
- La cartographie du socle rocheux dans l'emprise de la prolongement confirme que le roc est de la formation Cap-aux-Meules qui est constituée généralement de grès. Selon Giles (2008), le socle rocheux immédiatement

adjacent du quai Cap-aux-Meules est constitué de grès rouge-brun qui montre un litage entrecroisé, avec la présence d'une faille au nord du quai et avec du basalte du côté opposé de la faille. Le roc n'a pas été confirmé lors des travaux d'investigation de Terratech (1997). Pourtant, la limite supérieure du socle rocheux a été assumée à environ 30 m de profondeur par rapport au fond marin. Les faibles valeurs de l'indice RQD (*Rock Quality Designation*) mesurées sur les carottes de roc, n'excluent pas la possibilité qu'il s'agisse de blocs/cailloux;

- L'élévation du fond marin à l'emplacement des forages varie entre -7,4 et 4,0 m. Le relief topographique est donc d'environ 3,4 m à l'emplacement des forages.

2.2 REVUE DE LITTÉRATURE

Cette section présente les anciennes études ainsi que toute information pertinente au projet et au Site.

Les rapports et les données les plus récents qui ont été consultés dans le cadre du présent projet incluent :

- New proposed wharf for ferry Port of Cap-aux-Meules, Terratech, August 1997;
- Windsor Group (Late Mississippian) stratigraphy, Magdalen Islands, Quebec: a rare eastern Canadian record of late Viséan basaltic volcanism - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Geology-of-the-main-islands-of-the-Magdalen-Islands-archipelago-modified-after-Brisebois_fig3_231180823 [accessed 28 Apr, 2021];
- Cap-aux-Meules New Transverse Dock, As-Built Drawings / Tel Que Construit, October 1998.

Les rapports et dessins mentionnés ci-haut sont les plus récents et pertinents au projet, qui ont été réalisés dans l'emprise du Site. De plus, des photos géologiques, topographiques et aérienne des zones à l'étude – publiées par les agences gouvernementales – ont été consultées.

3 MÉTHODE DE RECONNAISSANCE

3.1 FORAGE STRATIGRAPHIQUE

Les résultats de l'investigation géotechnique ont permis de définir la stratigraphie des sols, le niveau de l'eau souterraine. Les travaux de forage ont été effectués du 28 avril au 21 mai 2021. Un total de cinq (5) forages, identifiés BH-01 à BH-05, ont été réalisés. Le plan joint à la fin du texte présente le positionnement exact des forages.

Les forages ont été réalisés au moyen d'une foreuse montée sur barge et une foreuse conventionnelle montée sur chenille. Les foreuses ont été opérées par un foreur et un aide-foreur de la compagnie Logan Drilling Limited, agissant à titre de sous-traitant pour WSP. Les forages ont été effectués au large et près du quai existant, et ils ont été localisés à l'aide de l'équipement GPS. À l'exception du forage BH-04, tous les forages ont été arrêtés volontairement dans le sable, à des profondeurs comprises entre 11 et 18,8 m sous le niveau du fond marin. Le forage BH-04 a été poursuivi dans le roc.

Des échantillons remaniés de sol ont été récupérés en continu à des intervalles de 600 mm à l'aide de cuillères fendues de calibre B (diamètre extérieur de 51 mm). Lors des prélèvements, les indices « N » de l'essai de pénétration standard ont été mesurés pour chaque enfoncement de la cuillère fendue (Annexe A), conformément à la norme ASTM D1586. Cet indice correspond au nombre de coups requis pour faire pénétrer dans le sol les 300 mm de la partie centrale du carottier standard de calibre « B » lorsqu'il est battu à l'aide d'un marteau pesant 63,5 kg et tombant en chute libre d'une hauteur de 760 mm. Cet essai renseigne sur la compacité des sols pulvérulents.

Le roc a été carotté seulement au forage BH-04, à l'aide d'un carottier de calibre HQ.

Les échantillons remaniés de sol ont été transportés au laboratoire à des fins d'analyses granulométriques, de la détermination de la teneur en eau, poids volumique et la résistance en compression simple du carotte de roc. Ces derniers seront conservés pour une période de six mois à partir de la date d'émission de ce rapport, après quoi ils seront détruits à moins d'avis contraire de la part du Client.

Des notes explicatives portant sur les rapports de forages sont présentées à l'annexe A, tandis que rapports de forage et les rapports photographiques des forages sont présentées à l'annexe B de ce rapport. Les résultats détaillés des essais de laboratoire se trouvent à l'annexe C. Les limitations du présent rapport sont présentées à l'annexe D.

3.2 DESCRIPTION GÉOTECHNIQUE DU ROC

La description géologique du carotte de roc, récupéré dans le forage BH-04, a été effectuée selon la procédure suivant, sur le Site :

- Photographie des carottes de roc;
- Identification de toutes les fractures naturels et mécaniques issues par les travaux de forage;
- Description du forage, dont l'identification, la location et la longueur du forage;
- Description géotechnique du carotte du roc, incluant le type de roc, le degré d'altération, le pourcentage de récupération, et la valeur de RQD;
- Sélection des échantillons de roc de différents lithologies et niveaux d'altération pour les essais de la détermination de la résistance en compression uniaxiale (UCS).

3.3 ESSAIS DE LABORATOIRE

L'ensemble des échantillons a été soumis à une inspection visuelle par le personnel technique selon les exigences de normes ASTM et CSA. Les échantillons ont été ensuite transmis au laboratoire de la firme Englobe à la demande de WSP. Les résultats des analyses de laboratoire sont présentés à l'annexe C.

4 STRATIGRAPHIE DU SITE

Les résultats des forages ont confirmé une stratigraphie relativement similaire dans l'emprise de la zone à l'étude, à l'exception du forage BH-04 dans lequel le roc a été rencontré. La stratigraphie rencontrée dans tous les forages est constituée d'une couche de sédiments marins d'une épaisseur de 1,5 à 5,0 m d'épaisseur qui recouvrent une couche de sable silteux avec des matières organiques. La description détaillée de la stratigraphie est présentée au Tableau 4-1.

Tableau 4-1 Résumé de la stratigraphie rencontrée

Forage	Élévation du fond marin* (m)	Profondeur de forage (m)	Épaisseur du dépôt de sédiments marins (m)	Profondeur de la limite supérieure du dépôt de sable (m)	Profondeur de la limite supérieure du socle rocheux (m)
BH-01	-4,0	18,2	3,6	3,8	-
BH-02	-6,5	11,0	3,9	3,9	-
BH-03	-6,9	18,8	5,0	5,0	-
BH-04	-6,3	14,4	1,8	1,8	7,8
BH-05	-7,4	17,4	1,5	1,5	-

* L'élévation approximative du fond marin selon le relevé bathymétrique du port

4.1 DÉPÔT DE SÉDIMENTS MARINS

Le dépôt de sédiments marins a été rencontré de la surface jusqu'à des profondeurs variant entre 1,5 et 5,0 m. Les sols ont été généralement composés de sable avec silt/argile et matière organique, gris/bleu au BH-04 et BH-05 et noir dans les autres forages, et dans un état lâche.

4.2 SOLS NATURELS

Le sol naturel a été rencontré dans tous les forages sous le dépôt de sédiments marins. Il est constitué de sable avec silt/argile ou de sable silteux et argileux, avec des traces de gravier et de cailloux de grès, gris à brun et dans un état saturé au moment des travaux de forage. Ces sols sont de compacité moyenne à dense.

Des échantillons pour des fins d'analyse granulométrique et la détermination de la teneur en eau ont été récupérés. Les résultats de l'analyse granulométrique sur cinq (5) échantillons ont confirmé la présence de 0 à 2,8% de gravier, 64,0 à 83,9% de sable, 16,0 à 36,9% de silt/argile. La teneur en eau des échantillons varie entre 20 à 56%.

4.3 SOCLE ROCHEUX

Le socle rocheux a été rencontré dans le forage BH-04 à une profondeur de 7,8 m sous le niveau du fond marin. Il est composé de grès fracturé et altéré, gris à brun. Les valeurs de l'indice RQD des carottes de roc varient entre 22 à 44%, qui correspondent à un roc de très mauvaise à mauvaise qualité.

Une valeur de 25,4 MPa a été obtenu pour la résistance à la compression uniaxiale d'un échantillon de roc. Selon la section 3.2.4.1 du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (4^e édition), le socle rocheux est considéré faible (grade R2).

Des photos des carottes de roc sont présentées à l'annexe B à la suite du forage correspondant.

5 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 DESCRIPTION DU PROJET

La structure existante du quai Madeline Pier est d'environ 152 m de long par 10 de large, et est construite sur pieux. Le prolongement proposé du quai le renforcement et l'amélioration des bollards et les nouvelles défenses prévues dans le cadre du projet ont pour objectif d'accueillir le nouveau traversier NM Villa De Teror qui sera utilisé en attendant que le traversier NM Jean-Lapierre sera opérationnel en 2026. L'extension du projet pour accueillir le traversier intermédiaire NM Villa De Teror, comprend la construction des éléments suivants :

- Le renforcement latéral des structures pour résister les impacts majeurs d'accostage et d'amarrage;
- L'extension du quai à l'aide de l'installation d'un nouveau duc d'Albe pour le navire plus long;
- Le remplacement du système des défenses afin de s'adapter au navire plus long;
- La mise à niveau des bollards pour pouvoir satisfaire l'arrangement préféré et les besoins du nouveau navire.

Une conception conventionnelle est prévue pour le prolongement du quai de Cap-aux-Meules, qui consistera en des pieux tubulaires ouverts battus dans sable dense. Les pieux du prolongement du quai (nouvelles défenses) seront remplis du béton armé. Les pieux du nouveau duc d'Albe contiendront un bouchon de sol des sols naturels qui se développera lors du battage de pieux. Les discussions et recommandations suivantes pour le prolongement du quai sont basés sur la stratigraphie et les conditions rencontrées lors de l'investigation géotechnique. Tel que mentionné précédemment, la stratigraphie rencontrée au Site est constituée d'un dépôt de sédiments marins qui recouvre un dépôt de sable au-dessus du socle rocheux composé de grès (rencontré seulement au forage BH-04).

Les sections suivantes présentent les aspects géotechniques du prolongement du quai de Cap-aux-Meules. Les recommandations s'appuient sur celles du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF, 2006). La conception structurale des pieux devra satisfaire aux exigences de la section 4 du Code National du Bâtiment du Canada (2015) et/ou la section S06 de Canadian Highway Bridge Design Code, si applicable.

5.2 PIEUX BATTUS

5.2.1 CRITÈRE DE CONCEPTION

Il est prévu à construire le prolongement du quai ainsi que les fondations des nouvelles défenses sur des pieux tubulaires ouverts en acier, battus dans le dépôt de sable. Selon les informations transmises, les pieux seront installés verticalement ou inclinés avec un angle de 4H : 1V.

La plateforme du quai sera construite de la dalle de béton avec des têtes de pieux en béton. Le duc d'albe constituera en des nouveaux bollards et un duc d'albe de 12 m de diamètre. L'élévation du haut de la dalle de béton et le duc d'Albe sera à environ 4,3 m.

Les dimensions charges axiales des nouveaux pieux, fournies par le concepteur (WSP Structure), sont présentées au Tableau 5-1.

Tableau 5-1 Dimensions et charges axiales des nouveaux pieux

Emplacement de pieu	Diamètre extérieur du pieu (mm)	Charge axiale en compression (kN)	Charge axiale en traction (kN)
Prolongement du quai (nouvelles défenses)	508	875	228
Nouveau duc d'Albe	610	1 980	1 135

Les pieux du prolongement du quai (nouvelles défenses) seront remplis du béton armé, tandis que les pieux du duc d'Albe contiendront un bouchon de sol qui se forme lors du battage de pieux. À cet effet, l'effet de bouchon a été considéré lors des calculs de la résistance géotechnique des pieux. En se basant sur les anciennes données géotechniques et celles obtenues dans le cadre du présent programme de l'investigation géotechnique, la stratigraphie est constituée d'une couche de 4 m d'épaisseur de sédiments marins de compacité moyenne qui repose sur le dépôt de sable de compacité moyenne à dense. Les paramètres de sols considérés dans les calculs sont présentés au Tableau 5-2.

Tableau 5-2 Paramètres géotechnique des sols utilisés dans les calculs

Paramètre	Dépôt de sédiments marins (avec des matières organiques)	Dépôt de sable
Poids volumique (KN/m ³)	15	20
Poids volumique déjaugé (KN/m ³)	5	10
Angle de friction effectif (°)	22	32
Coefficient de poussée active, K _a	0.45	0.31
Coefficient de butée, K _p	2.22	3.22

En considérant les exigences du MCIF (2006) et en utilisant les paramètres présentés au Tableau 5-2, les résistances géotechniques aux états limites ultimes (ÉLUL) et services (ÉLTS) ainsi que la profondeur d'encastrement des pieux ont été calculées. Les résultats sont présentées au Tableau 5-3.

Tableau 5-3 Capacité géotechnique axiale pondérée des pieux aux états limites ultimes (ÉLUL)

Localisation de pieu	Diamètre extérieur de pieu (mm)	Résistance le long du fût de pieu* (kN)	Résistance en pointe* (kN)	Résistance pondérée en compression à l'ÉLTS (kN)	Résistance pondérée en traction à l'ÉLTS (kN)	Longueur minimale d'encastrement dans le sol (m)	Élévation approximative de la pointe de pieu (élévation du fond marin à - 7 m)
Prolongement du quai (nouvelles défenses)	508	1000	1400	900	300	12	-19
Nouveau duc d'Albe	610	3300	4000	2800	1180	18	-25

* Valeurs approximatives. Les résistances géotechniques pondérées devront être utilisées pour des fins conception.

Pour les pieux tubulaires en acier à bout ouvert (avec formation d'un bouchon de sol) battus dans les sols pulvérulents comme le dépôt de sable, le coefficient de résistance géotechnique ultime (ϕ) de 0,4 pour le cas d'un pieu en compression et de 0,3 pour le cas d'un pieu en traction a été considéré suivant le MCIF. À noter que ces coefficients pourront être considérés seulement dans le cas de la réalisation des essais en chantier. Les résistances

géotechniques sont mobilisées le long du fût de pieu durant le battage de pieu, ainsi qu'à la pointe de pieu lorsque celui est en compression.

La résistance latérale des pieux a été déterminée à l'aide de WSP Structure, en se basant sur la stratigraphie rencontrée et la profondeur d'encastrement recommandée. En se basant sur l'ouvrage *Principles of Geotechnical Engineering* (DAS, 1999), une valeur de n_h de 9000 kN/m³ a été utilisée pour le sable dense et saturé lors des calculs du module de réaction (k_s). La résistance latérale (R_{ult}) a été calculée sur des différentes profondeurs du pieu.

Selon la méthode de Meyerhof (1976) pour les pieux battus dans le sable, le facteur de réduction applicables à la résistance latérale d'un pieu simple pour déterminer la résistance latérale du groupe de pieux est généralement supérieur à 1,0. Toutefois, pour des fins de conception, l'utilisation un facteur de 1,0 est recommandée.

L'utilisation de pieux forés avec une emboîture au roc pourra être considérée comme une alternative dans les zones où le roc se situe à faible profondeur ou là où la longueur anticipée d'encastrement des pieux sera faible. Ceci pourra être envisagé dans l'emprise du forage BH-04, étant donné que la profondeur minimale recommandée d'encastrement ne pourra pas être atteinte à ce dernier endroit. Les détails d'emboîture au roc pourront être présentés sur demande.

5.2.2 INSTALLATION DES PIEUX

L'installation des pieux doit être effectuée par un entrepreneur expérimenté avec l'équipement approprié. Le choix de marteau devra se faire à l'aide d'un analyseur d'ondes. Il est recommandé que le battage des pieux soit effectué avec un chapeau de battage pour protéger les pieux et pour éviter d'endommager les têtes de pieu. Les pieux devront être tenus fermement et précisément pendant le battage, et les coups de marteau devront être appliqués dans l'axe direct de pieu.

Un sabot devra être utilisé afin de protéger la pointe du pieu lors du battage dans le dépôt de sable avec blocs et cailloux. Le diamètre maximal des blocs et cailloux n'a pas été déterminé lors de l'investigation géotechnique, et le refus superficiel des pieux battus sur des blocs et cailloux n'est pas envisagé. Dans le cas d'un refus à une profondeur inférieure de celle de conception, l'extraction du pieu et le forage pour l'enlèvement des obstructions devront se réaliser avant le rebattage du pieu.

En raison des conditions de sol généralement constantes observées sur le site du projet, la possibilité de rencontrer des cailloux et de blocs dans le dépôt de sable n'est pas anticipée. Le cas échéant, un avant-trou pourra s'avérer nécessaire pour les pieux qui rencontrent une obstruction à leur enfoncement. La réalisation d'un avant-trou pourra être également requise pour certains pieux de défense qui devront être foncés dans le brise-lames où se trouve une protection en enrochement. Bien que le pré-forage soit une méthode acceptable, cette méthode ne doit pas perturber les sols naturels sous-jacents en raison de la résistance obtenue par frottement le long du fût du pieu. Dans la mesure où les sols naturels ont été remaniés par la réalisation d'un avant-trou sur une certaine profondeur, une longueur additionnelle d'encastrement égale à la profondeur de remaniement sera requise pour pouvoir atteindre les capacités calculées dans le présent rapport.

Le MCIF recommande une énergie de battage limitée à 6×10^6 (J) pour les pieux en acier, multipliée par l'aire de la section du pieu. Des inspections géotechniques durant les travaux seront requises afin d'enregistrer les données de battage et de confirmer la profondeur et la résistance acceptables de pieux.

Lorsque les pieux sont alignés sur une ligne, un espacement minimal de trois (3) fois le diamètre extérieur du pieu est recommandé pour éviter l'effet de groupe et le suivi probable durant l'installation. Une réévaluation des calculs pourra se faire dans le cas où un espacement plus petit s'avérera nécessaire durant la conception ou construction.

Le sous-traitant devra fournir une description de sa méthode de travail, le système d'installation des pieux et la méthode de construction à l'ingénieur pour des fins de révision et d'approbation. La méthode de travail devra inclure les détails et la séquence d'installation des pieux.

5.2.3 ESSAIS DE PIEUX ET INSPECTION

Les capacités portantes et les charges devront être définies en utilisant une méthode acceptable de l'inspection de pieux. Les résistances géotechniques axiales présentées précédemment dans le présent rapport devront être confirmées à l'aide d'essais de chargement dynamique. Les essais devront être réalisés sur un minimum de 10% des pieux battus, et il est recommandé d'effectuer un essai de rebattage après 48 à 72 heures. Un essai de chargement de pieu aidera à diminuer l'incertitude de l'estimation des paramètres de sols. Tel que mentionné précédemment, les coefficients de résistance géotechnique (ϕ) recommandés pour la détermination de la résistance géotechnique axiale des pieux pourront être utilisés dans la mesure où des essais de chargement de pieux seront réalisés en chantier.

Conformément au MCIF, les travaux d'installation des pieux devront être inspectés à temps plein et un bon registre de chantier devra être établi. Le registre devra inclure l'équipement de pieux, la longueur de pieu, la profondeur, l'emplacement des joints, le nombre de coups de battage, vitesse et le taux de battage. L'ingénieur devra être avisé de toute anomalie et problème, tel que l'endommagement au pieu durant battage et le refus prématuré, afin de réévaluer les hypothèses de conception.

Les spécifications du projet devront être révisées par l'inspecteur pour s'assurer la conformité du contrôle de qualité des mesures. Tous les enregistrements d'essais devront être soumis à l'ingénieur pour l'analyse et l'évaluation.

5.2.4 PARAMÈTRE DE CONCEPTION SISMIQUE

La stratigraphie rencontrée dans l'emprise du Site est constituée généralement du dépôt de sédiments marins prenant appui sur de sable de compacité moyenne et le socle rocheux (seulement au forage BH-04). Selon le Code National du Bâtiment de Canada (2015), une catégorie d'emplacement sismique « C » pourra être considérée pour des sols très denses ou de roche tendre. Les coefficients de site applicables sont présentés dans les tableaux du même code. L'ingénieur en structure devra déterminer ces derniers coefficients.

6 CONCLUSION

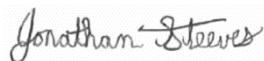
Ce rapport a été préparé uniquement pour son destinataire Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC), et il ne peut pas être utilisé par d'autres utilisateurs. Ce rapport ne pourra pas être reproduit sans une permission écrite de WSP et SPAC.

Les entrepreneurs doivent tirer leurs propres interprétations des résultats fournis dans ce rapport, étant donné que cela affectera les coûts de construction, les procédures et l'échéancier.

Compte tenu du fait que les forages réalisés représentent une description locale de l'ensemble de la zone à l'étude, les conditions rencontrées ailleurs sur le site peuvent éventuellement différer de celles observées à l'emplacement des forages. Si les conditions rencontrées variant considérablement, nous devons être avisés immédiatement afin de réévaluer les interprétations et recommandations et, au besoin, les modifier.

Nous sommes confidents que le présent rapport satisfera vos besoins actuels. Pour toute question concernant les informations présentées dans ce rapport, n'hésitez pas à nous contacter.

Cordialement,



Jonathan Steeves, P.Eng
Ingénieur géotechnique | Géotechnique atlantique

Référence géodésique : NAD83 (SCRS)
Geodetic Reference : NAD83 (SCRS)
Projection : MTM
Projection : MTM
Fuseau : 4
Zone : 4

project

projet

PROLONGEMENT , RENFORCEMENT DU QUAI CAP-AUX-MEULES ET INSTALLATION DE NOUVELLES DÉFENSES

designed	—	conçu
----------	---	-------

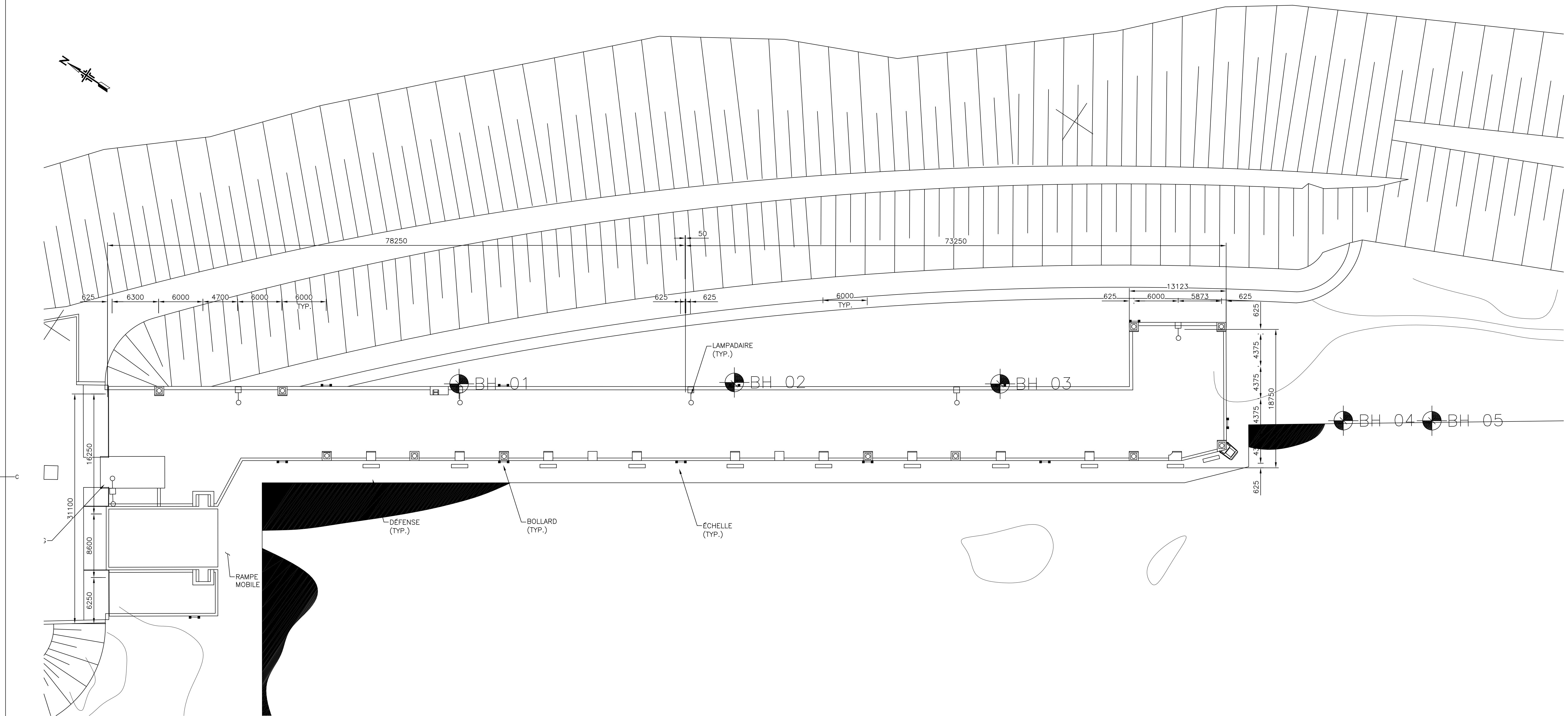
date

date	
------	--

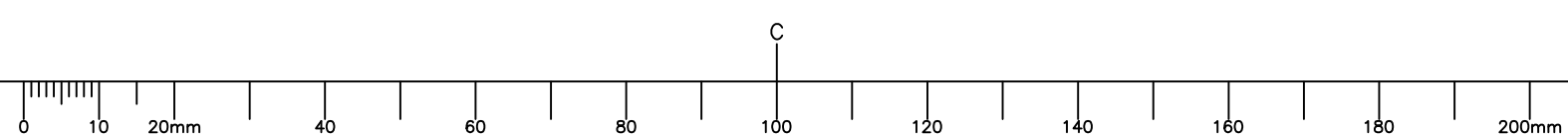
date	
Tender	Soumission

PWGSC Project Manager	Administrateur de projets TPSGC
project number	no. du projet

drawing no.	no. du dessin
-------------	---------------



	COORD. EST	COORD. NORD
FORAGES N°	X	Y
BH 01	278 124,299	5 249 049,827
BH 02	278 145,088	5 249 018,858
BH 03	278 164,843	5 248 988,762
BH 04	275 186,408	5 248 947,266
BH 05	278 193,039	5 248 937,265



ANNEXE

A

NOTES EXPLICATIVES
DES RAPPORTS DE
FORAGES



NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE SONDAGES

PROFONDEUR : Distance par rapport au sol des différents contacts géologiques.

ÉLÉVATION : Référence à un point géodésique ou à un point arbitraire de l'emplacement vertical d'un sondage.

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

CLASSIFICATION DES SOLS	DIMENSION DES PARTICULES (mm)
ARGILE	< 0,002
SILT	0,002 À 0,080
SABLE FIN	0,080 À 0,4
SABLE MOYEN	0,4 À 2
SABLE GROSSIER	2 À 5
GRAVIER FIN	5 À 20
GRAVIER GROSSIER	20 À 80
CAILLOUX	80 À 300
BLOCS	>300

TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	POURCENTAGE
« TRACES »	1 À 10%
« UN PEU »	10 À 20%
ADJECTIF (EX : GRAVELEUX)	20 À 35%
« ET »	35% À 50%

SOLS PULVÉRULENTS OU GRANULAIRES	INDICE N DE L'ESSAI DE PÉNÉTRATION STANDARD
TRÈS LÂCHE	0-4
LÂCHE	4-10
COMPACT	10-30
DENSE	30-50
TRÈS DENSE	>50

SOLS COHÉSIFS	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT NON-DRAINÉ (KPA)
TRÈS MOU	≤ 12
MOU	12 À 25
FERME	25 À 50
RAIDE	50 À 100
TRÈS RAIDE	100 À 200
DURE	> 200

CLASSIFICATION DU ROC	INDICE RQD
TRÈS MAUVAISE QUALITÉ	< 25%
MAUVAISE QUALITÉ	25% À 50%
QUALITÉ MOYENNE	50% À 75%
BONNE QUALITÉ	75% À 90%
EXCELLENTE QUALITÉ	90% À 100%

SYMBOLES

Roc		Gravier		Argile	
Bloc		Sable		Remblai	
Cailloux		Silt		Terre végétale	

ÉCHANTILLONS

TYPE ET NUMÉRO : Type d'échantillon conformément à la méthode d'échantillonnage utilisée et séquence numérique croissante correspondante à l'ordre d'échantillonnage.

SOUS-ÉCHANTILLON : S'applique lorsque plus d'une stratigraphie compose l'échantillon. La classification en sous-échantillon permet de différencier les stratigraphies pour les essais en laboratoire.

ÉTAT : Illustrer par un symbole défini dans l'entête du rapport de sondage. Permet de définir la condition de l'échantillon.

RÉCUPÉRATION : Rapport entre la longueur récupérée dans l'échantillonneur versus la longueur enfoncée de cet échantillonneur.

INDICE N : Obtenu par l'essai de pénétration standard correspondant au nombre de coup d'un marteau de 63,5kg tombant d'une hauteur de 760 mm nécessaire pour enfoncer un carottier fendu de 51 mm de diamètre sur une longueur de 300 mm.

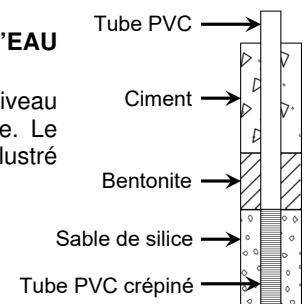
RQD : Rapport entre la sommation des morceaux plus long que 100 mm de roc intact et la longueur forée d'une course.

GRAPHIQUE

Graphique permettant d'illustrer la résistance au cisaillement non drainé des sols cohérents, les essais de pénétration dynamique, les teneurs en eau et les limites d'Atterberg.

NIVEAU D'EAU

Cette colonne représente le niveau d'eau mesuré à la date indiquée. Le détail d'installation est illustré schématiquement.



ESSAIS

Cette section présente les résultats des essais effectués en chantier et au laboratoire. La définition des abréviations utilisées est indiquée dans l'entête du rapport de sondage.


ANNEXE

B


RAPPORTS DE FORAGES



Nom du consultant :



Nom du client :



Government of Canada

Gouvernement du Canada

Page 1 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-01

Nom du projet :

Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses

Nom du requérant :

Services Publics et Approvisionnement Canada (SPAC)

Localisation civile :

Port de Cap-aux-Meules, Cap-aux-Meules, QC.

Entrepreneur en forage :

Logan Geotech Drilling Inc.

Inclinaison :

90

Type de forage :

Forage au tubage

Azimut :

Diamètre du forage :

125 mm

Diamètre du carottier :

Technicien :

C. Phinney

Vérifié par :

M. Mazerolle

Coordonnées géodésiques (m)

X :

278124.3

MTM Zone 4 (NAD83)

Y :

5249049.8

Z :

-4.00

No. de projet :

201-12004-00

No. plan de localisation :

FIGURE 1

Date du début du sondage :

2021-05-21

Profondeur du sondage :

18.20 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACTITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

% RQD

QUALIFICATIF

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

N_i Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

INSTALLATION

ESSAIS

-4.00

0.00

Niveau

Sable, un peu d'argile et silt, noir, humide, lâche. Présence de matières organiques.

CF-1

B

67

PM

0-0-0-0

X

20 40 60 80

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

C_u Cisaillement non drainé

C_r Cisaillement remanié

σ_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

1

5

2

3

10

4

3.60

-7.80

3.80

Sable argileux, brun, saturé, lâche à compact.

Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, brun à gris, saturé, compact à dense.

CF-2

B

50

PM

0-0-0-0

X

CF-3

B

46

PM

0-0-0-0

X

CF-4

B

92

PM

0-0-0-2

X

CF-5

B

100

PM

0-0-0-0

X

CF-6

B

88

18

7-9-9-12

X

Remarque(s) :PM pour poids du marteau.

Date de production : 2021-09-23



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-01

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD				COUPS / 15 cm	
										<div><div><div>X : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>■ : Cu (laboratoire)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cu (chantier)</div><div>△ : Cu (chantier)</div></div><div><div>Wp</div><div>w</div><div>Wl</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>			
					CF-7		B	88	34	10-14-20-20			
7													
25													
8					CF-8		B	58	24	13-12-12-14			
9													
30					CF-9		B	88	28	14-14-14-22			
10													
35					CF-10		B	100	77	34-35-42-50			
11													
12					CF-11		B	96	43	24-20-23-23			
13													
45					CF-12		B	100	52	28-24-28-27			
14													
15					CF-13		B	100	51	23-23-28-28			



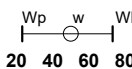
RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°



BH-01

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>× : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>■ : Cu (laboratoire)</div><div>□ : Cur (laboratoire)</div><div>▲ : Cu (chantier)</div><div>△ : Cur (chantier)</div></div><div><div>Wp</div><div>w</div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>	
55	17				CF-14			B	88	68	23-25-43-50			
18	60	-22.20 18.20	Fin du forage.		CF-15			B	100	R	33-100			
19			Niveau en surface approximatif basé sur les données bathymétriques existantes.											
65	20		Levés effectués par WSP et le Service hydrographique du Canada avec un multibeam R2Sonic 2020.											
21	70		Fluctuation du niveau d'eau selon les marées.											
22														
75	23													
24														
80														
25														

X : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 ■ : Cu (laboratoire)
 □ : Cu (laboratoire)
 ▲ : Cu (chantier)
 △ : Cu (chantier)



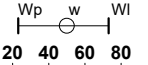
AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_P Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 Cu Cisaillement non drainé
 Cur Cisaillement remanié
 σ_p Préconsolidation
 U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Dup Ech. duplicata prélevé

Nom du consultant : 		Nom du client :  Government of Canada Gouvernement du Canada		Page 1 de 2																																																																																								
RAPPORT DE FORAGE				Sondage N° BH-02																																																																																								
Nom du projet : Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses				Coordonnées géodésiques (m) X : 278145.1 MTM Zone 4 (NAD83) Y : 5249018.9 Z : -6.50																																																																																								
Nom du requérant : Services Publics et Approvisionnement Canada (SPAC)				No. de projet : 201-12004-00																																																																																								
Localisation civile : Port de Cap-aux-Meules, Cap-aux-Meules, QC.				No. plan de localisation : FIGURE 1																																																																																								
Entrepreneur en forage : Logan Geotech Drilling Inc.		Inclinaison : 90		Date du début du sondage : 2021-05-20																																																																																								
Type de forage : Forage au tubage		Azimut :		Profondeur du sondage : 11.00 m																																																																																								
Diamètre du forage : 125 mm		Diamètre du carottier :																																																																																										
Technicien : C. Phinney		Vérifié par : M. Mazerolle																																																																																										
TYPE D'ÉCHANTILLON CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TT Tube transparent TS Tube shelby		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON Remanié Intact Perdu Forage au diamant		COMPACITÉ et INDICE "N" Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50																																																																																								
INDICE DE QUALITÉ DU ROC % RQD <25 25-50 50-75 75-90 90-100		QUALIFICATIF Très mauvais Mauvais Moyen Bon Excellent		SYMBOLES N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm % RQD = $\sum \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}$ Longueur forée																																																																																								
TERMINOLOGIE "traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%		CLASSIFICATION DES SOLS Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,080 mm Sable 0,080 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu) Très molle <12 kPa Molle 12-25 kPa Ferme 25-50 kPa Raide 50-100 kPa Très raide 100-200 kPa Dure >200 kPa																																																																																								
NIVEAU D'EAU Date: Prof. (m):		INSTALLATION Piézo Date Prof*(m) Niveau (m) *Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">STRATIGRAPHIE</th> <th colspan="4">ÉCHANTILLONS</th> <th colspan="2">GRAPHIQUE</th> <th colspan="2">ESSAIS</th> </tr> <tr> <th>PROFONDEUR (m)</th> <th>PROFONDEUR (pi)</th> <th>DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC</th> <th>SYMBOLES</th> <th>TYPE - NO</th> <th>SOUS-ÉCH.</th> <th>ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)</th> <th>N, Nc ou RQD</th> <th>COUPS / 15 cm</th> <th>INSTALLATION</th> <th>ESSAIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-6.50</td> <td>0.00</td> <td>Niveau</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W_L Limite liquide W_P Limite plastique W_N Teneur en eau C_u Cisaillement non drainé C_r Cisaillement remanié U_p Préconsolidation Dup Éch. duplicata prélevé </td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>Sable, un peu d'argile et silt, noir, humide, lâche. Présence de matières organiques.</td> <td></td> <td>CF-1</td> <td></td> <td>B 10</td> <td>PM</td> <td>0-0-0-0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-10.40</td> <td>Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, gris à brun, saturé, compact à dense.</td> <td></td> <td>CF-2</td> <td></td> <td>B 79</td> <td></td> <td>12-16-30-30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3.90</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE		ESSAIS		PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	INSTALLATION	ESSAIS	-6.50	0.00	Niveau								AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _r Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Éch. duplicata prélevé	1		Sable, un peu d'argile et silt, noir, humide, lâche. Présence de matières organiques.		CF-1		B 10	PM	0-0-0-0			2											3											4	-10.40	Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, gris à brun, saturé, compact à dense.		CF-2		B 79		12-16-30-30			5	3.90									
STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE		ESSAIS																																																																																				
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	INSTALLATION	ESSAIS																																																																																		
-6.50	0.00	Niveau								AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _r Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Éch. duplicata prélevé																																																																																		
1		Sable, un peu d'argile et silt, noir, humide, lâche. Présence de matières organiques.		CF-1		B 10	PM	0-0-0-0																																																																																				
2																																																																																												
3																																																																																												
4	-10.40	Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, gris à brun, saturé, compact à dense.		CF-2		B 79		12-16-30-30																																																																																				
5	3.90																																																																																											
Remarque(s) : PM pour poids du marteau.																																																																																												

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-02

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N _i Nc ou RQD			
									X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (chantier) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)		
									 20 40 60 80		
7					CF-3		B	100	42	16-20-22-30	X
25					CF-4		B	83	35	16-17-18-28	X
8											
9					CF-5		B	79	40	20-20-20-30	X
10											
35					CF-6		B	83	R	30-40-82	X
11	-17.50 11.00		Fin du forage.								
12			Niveau en surface approximatif basé sur les données bathymétriques existantes.								
40			Levés effectués par WSP et le Service hydrographique du Canada avec un multibeam R2Sonic 2020.								
13			Fluctuation du niveau d'eau selon les marées.								
45											
14											
50											
15											

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Government of Canada

Gouvernement du Canada

Page 1 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-03

Nom du projet :

Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses

Nom du requérant :

Services Publics et Approvisionnement Canada (SPAC)

Localisation civile :

Port de Cap-aux-Meules, Cap-aux-Meules, QC.

Entrepreneur en forage :

Logan Geotech Drilling Inc.

Inclinaison :

90

Type de forage :

Forage au tubage

Azimut :

Diamètre du forage :

125 mm

Diamètre du carottier :

Technicien :

C. Phinney

Vérifié par :

M. Mazerolle

Coordonnées géodésiques (m)

X :

278164.8

MTM Zone 4 (NAD83)

Y :

5248988.8

Z :

-6.90

No. de projet :

201-12004-00

No. plan de localisation :

FIGURE 1

Date du début du sondage :

2021-05-20

Profondeur du sondage :

18.80 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACTITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

% RQD

QUALIFICATIF

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

< 0,002 mm

0,002 à 0,080 mm

0,080 à 5 mm

5 à 80 mm

80 à 300 mm

> 300 mm

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

<12 kPa

12-25 kPa

25-50 kPa

50-100 kPa

100-200 kPa

>200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

N_i Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

INSTALLATION

ESSAIS

-6.90

0.00

Niveau

Sable, un peu d'argile et silt, noir, humide, lâche. Présence de matières organiques.

CF-1

B

0

PM

0-0-0-0

X

AG

AC

W_L

W_P

W_N

C_u

C_u

C_u

U_P

Dup

Éch. duplicata prélevé

1

5

2

3

4

5

10

15

11.90

5.00

Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, gris à brun, saturé, dense.

CF-2

B

0

1

0-0-1-1

X

CF-3

B

21

PM

0-0-0-0

X

CF-4

B

50

PM

0-0-0-0

X

CF-5

B

100

PM

0-0-0-2

X

CF-6

B

79

40

12-20-20-27

X

Remarque(s) :PM pour poids du marteau.

Date de production : 2021-09-23



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-03

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
									X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (chantier) ▲ : Cu (chantier) Δ : Cu (chantier)		
7	25				CF-7		B 83	39	16-16-23-35	X	
8					CF-8		B 83	37	25-20-17-22	X	
9	30				CF-9		B 75	45	23-22-23-35	X	
10					CF-10		B 75	57	20-25-32-35	X	
11	35				CF-11		B 88	44	20-22-22-32	X	
12	40				CF-12		B 92	22	15-20-2-28	X	
13					CF-13		X 80	R	25-50-50	X	
14	45										
15	50										



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-03

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS			
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>× : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>■ : Cu (laboratoire)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cu (chantier)</div><div>△ : Cu (chantier)</div></div><div><div>Wp</div><div>w</div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>		
55															
17					CF-14		B	89	R	42-125-50					*
18															
60															
		-25.70 18.80	Fin du forage.		CF-15		B	100	R	40-42-100				*	
19			Niveau en surface approximatif basé sur les données bathymétriques existantes.												
65			Levés effectués par WSP et le Service hydrographique du Canada avec un multibeam R2Sonic 2020.												
20			Fluctuation du niveau d'eau selon les marées.												
21															
70															
22															
75															
23															
24															
80															
25															

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Government of Canada

Gouvernement du Canada

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-04

Nom du projet :

Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses

Nom du requérant :

Services Publics et Approvisionnement Canada (SPAC)

Localisation civile :

Port de Cap-aux-Meules, Cap-aux-Meules, QC.

Entrepreneur en forage :

Logan Geotech Drilling Inc.

Inclinaison :

90

Type de forage :

Forage au tubage

Azimut :

Diamètre du forage :

125 mm

Diamètre du carottier :

Technicien :

C. Phinney

Vérifié par :

M. Mazerolle

Coordonnées géodésiques (m)

X :

278186.4

Y :

5248947.3

Z :

-6.30

No. de projet :

201-12004-00

No. plan de localisation :

FIGURE 1

Date du début du sondage :

2021-05-05

Profondeur du sondage :

14.40 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACTITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD <25

25-50

50-75

75-90

90-100

QUALIFICATIF

Très mauvais

Mauvais

Moyen

Bon

Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = \sum Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

N_i, N_c ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : N_c (pen. dynamique)

■ : Cu (laboratoire)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cu (chantier)

△ : Cu (chantier)

W_p

w

W_i

20

40

60

80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

C_u Cisaillement non drainé

C_r Cisaillement remanié

σ_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

0.00

Niveau

Sable, un peu d'argile et silt, gris clair à bleu clair, humide, lâche. Présence de matières organiques.

CF-1

B

39

PM

0-0-0-0

x

1

CF-2

B

83

7

4-3-4-5

x

5

CF-3

B

58

11

5-5-6-12

x

2

CF-4

B

100

40

12-16-24-26

x

3

CF-5

B

79

40

16-20-20-23

x

4

CF-6

B

79

30

5-10-20-60

x

5

-8.10

1.80

Sable, un peu d'argile et silt, traces de gravier, gris à brun, saturé, dense. Présence de cailloux.

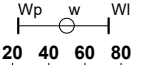
Remarque(s) :PM pour poids du marteau.

Date de production : 2021-09-23

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-04

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
									X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (chantier) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)		
											
7					CF-7		B	83	82	20-32-50	
25					CF-8		B	100		23-60	
8		-14.10 7.80	Socle rocheux : Grès, gris à brun.								
			Résistance en compression = 25,4 MPa.								
9					CR-9		NQ	50	22		
10											
35					CR-10		NQ	70	27		
11											
12					CR-11		NQ	67	40		
13											
45					CR-12		NQ	20			
14											
		-20.70 14.40	Fin du forage.								
15			Niveau en surface approximatif basé sur les données bathymétriques existantes. Levés effectués par WSP et le Service hydrographique du Canada avec un multibeam R2Sonic 2020.								
50			Fluctuation du niveau d'eau selon les marées est attendue.								

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Government of Canada

Gouvernement du Canada

Page 1 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-05

Nom du projet :

Prolongement et renforcement du quai Cap-aux-Meules et installation des nouvelles défenses

Nom du requérant :

Services Publics et Approvisionnement Canada (SPAC)

Localisation civile :

Port de Cap-aux-Meules, Cap-aux-Meules, QC.

Entrepreneur en forage :

Logan Geotech Drilling Inc.

Inclinaison :

90

Type de forage :

Forage au tubage

Azimut :

Diamètre du forage :

125 mm

Diamètre du carottier :

Technicien :

C. Phinney

Vérifié par :

M. Mazerolle

Coordonnées géodésiques (m)

X :

278193.0

MTM Zone 4 (NAD83)

Y :

5248937.3

Z :

-7.40

No. de projet :

201-12004-00

No. plan de localisation :

FIGURE 1

Date du début du sondage :

2021-05-04

Profondeur du sondage :

17.40 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

% RQD

QUALIFICATIF

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

< 0,002 mm

0,002 à 0,080 mm

0,080 à 5 mm

5 à 80 mm

80 à 300 mm

> 300 mm

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

<12 kPa

12-25 kPa

25-50 kPa

50-100 kPa

100-200 kPa

>200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

INSTALLATION

ESSAIS

-7.40

0.00

Sable, un peu d'argile et silt, gris clair à bleu clair, humide, compact à dense. Présence de matières organiques.

CF-1

B

92

20

3-3-17-27

X

AG

AC

W_L

W_P

W_N

C_u

C_u

C_u

U_P

Dup

Éch. duplicata prélevé

1

CF-2

B

100

57

15-22-35-50

X

-8.90

1.50

Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, brun à gris clair, saturé, dense. Présence de cailloux.

CF-3

B

67

20

8-8-12-22

X

2

CF-4

B

100

75

22-25-50

X

3

CF-5

B

75

87

22-37-50

X

4

CF-6

B

86

77

15-25-52-55

X

5

Remarque(s) :PM pour poids du marteau.

Date de production : 2021-09-23



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-05

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
									X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (chantier) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)		
7					CF-7		B	85	53	27-18-35-60	
8		-15.50 8.10	Sable avec un peu d'argile et silt/sable silteux argileux, traces de gravier, brun, saturé, dense. Présence de cailloux.		CF-8		B	43	R	27-50	
9											
10											
11											
12											
13					CF-9		B	82	120	25-50-70	
14					CF-10		B	81	R	22-50-75	
15					CF-11		B	38	R	25-60-60	



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

BH-05

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
												X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cur (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cur (chantier)
55												
17												
		-24.80			CF-12		B	100	R	62-100		*
		17.40	Fin du forage.									
18			Niveau en surface approximatif basé sur les données bathymétriques existantes.									
60			Levés effectués par WSP et le Service hydrographique du Canada avec un multibeam R2Sonic 2020.									
19			Fluctuation du niveau d'eau selon les marées.									
65												
20												
21												
70												
22												
75												
23												
80												
24												
80												
25												



Foreuse sur chenilles avec porte à faux



Sable silteux avec matières
organiques

(fond marin)



Sable silteux compact à dense



Carottes de roc : BH-04

ANNEXE

C

RÉSULTATS DES
ESSAIS DE
LABORATOIRE



1077 St. George Boulevard Blvd, Suite 400
Moncton, NB E1E 4C9

T 506.857.2777
F 506.857.2753

GRADATION CURVES

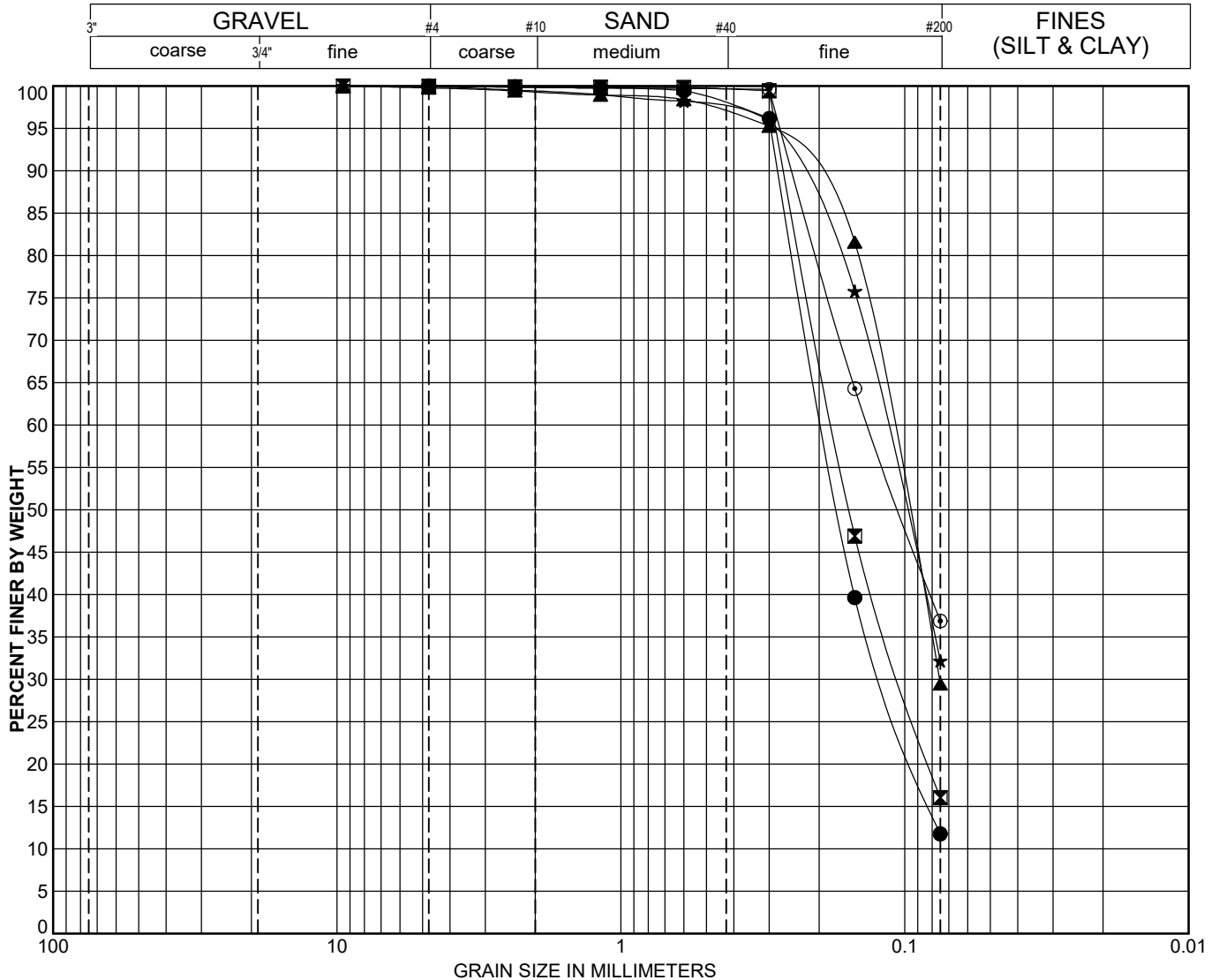
FIGURE No. 1 Page 1 of 2

CLIENT WSP Canada Inc.

PROJECT NAME PSPC CTMA#1

PROJECT NUMBER 201-12004

PROJECT LOCATION Quebec



Specimen Identification	Classification / Notes				MC%	LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH1 2.1m	Sand, some silt/clay				28.4				1.01	2.7
▣ BH1 10.7m	Sand, some silt/clay				22.9					
▲ BH2 6.1m	Silty/clayey sand, trace gravel				21.0					
★ BH3 9.4m	Silty/clayey sand, trace gravel				20.0					
⊙ BH4 3.0m	Sand and silt/clay				20.8					
Specimen Identification	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt		%Clay	
● BH1 2.1m	4.75	0.19	0.118		0.0	88.2	11.8			
▣ BH1 10.7m	9.50	0.18	0.103		0.0	83.9	16.0			
▲ BH2 6.1m	9.50	0.11	0.076		0.2	70.3	29.4			
★ BH3 9.4m	9.50	0.12			0.1	67.7	32.2			
⊙ BH4 3.0m	4.75	0.13			0.0	63.1	36.9			

Reference Test Standard(s):

ASTM C136 / C136M-14 - Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

ASTM C117-13 - Standard Test Method for Materials Finer than 75-μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing



1077 St. George Boulevard Blvd, Suite 400
Moncton, NB E1E 4C9

T 506.857.2777
F 506.857.2753

GRADATION CURVES

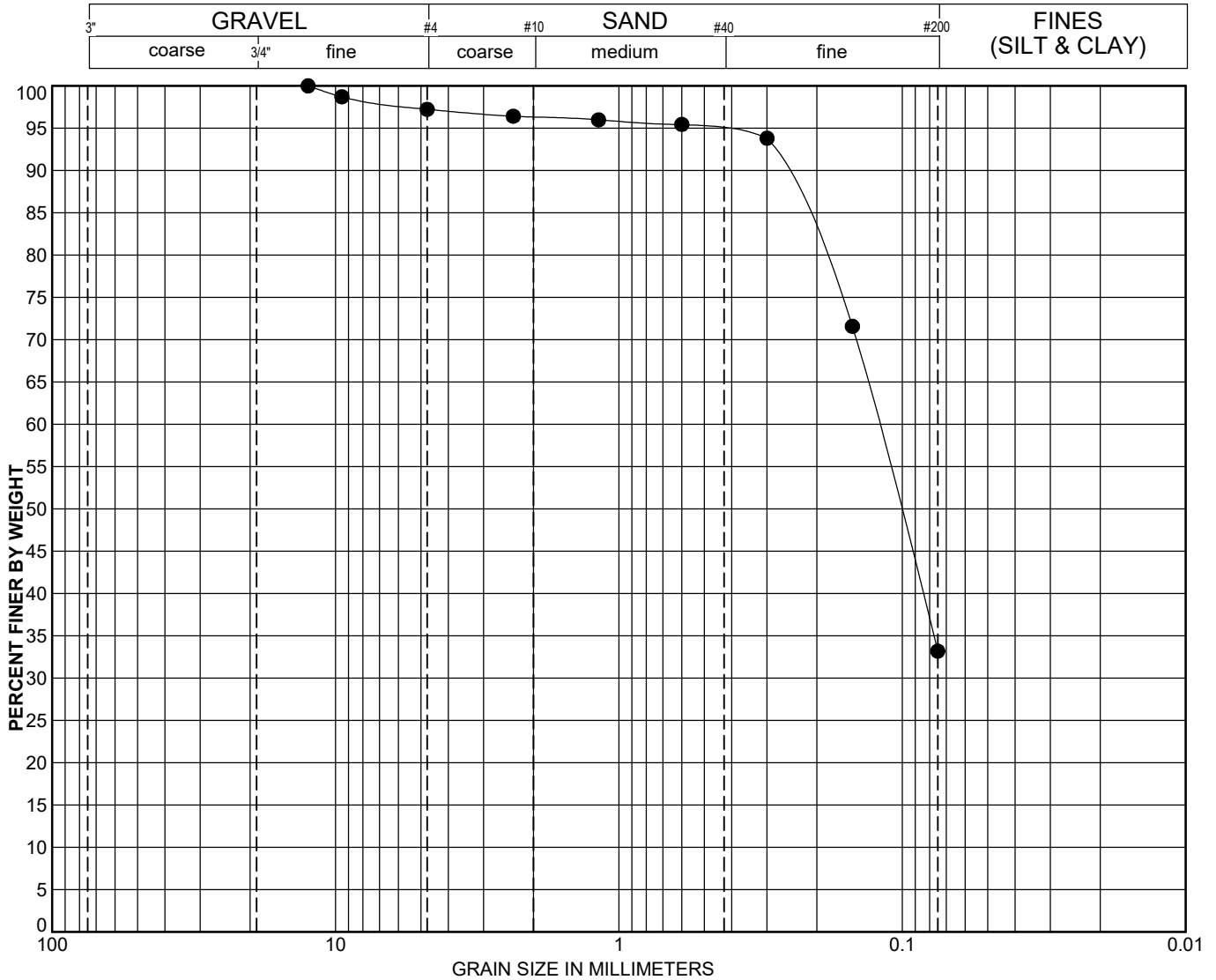
FIGURE No. 1 Page 2 of 2

CLIENT WSP Canada Inc.

PROJECT NAME PSPC CTMA#1

PROJECT NUMBER 201-12004

PROJECT LOCATION Quebec



Specimen Identification	Classification / Notes				MC%	LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH5 12.8m	Silty/clayey sand, trace gravel				56.0					
Specimen Identification	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt		%Clay	
● BH5 12.8m	12.50	0.12			2.8	64.0	33.2			

Reference Test Standard(s):

ASTM C136 / C136M-14 - Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

ASTM C117-13 - Standard Test Method for Materials Finer than 75-µm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT WSP Canada Inc.

PROJECT NAME PSPC CTMA#1

PROJECT NUMBER 201-12004

PROJECT LOCATION Quebec

Borehole	Depth (m)	Sample Type	Water Content (%)	% Gravel	% Sand	% Fines	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	UCS or Organic Content
BH1	2.13	SS	28.4	0.0	88.2	11.8				
BH1	10.67	SS	22.9	0.0	83.9	16.0				
BH2	6.10	SS	21.0	0.2	70.3	29.4				
BH3	9.45	SS	20.0	0.1	67.7	32.2				
BH4	3.05	SS	20.8	0.0	63.1	36.9				
BH5	12.80	SS	56.0	2.8	64.0	33.2				

Laboratory Testing Summary Table
PSPC CTMA #1 – 201-12004

Borehole ID, Sample ID	Density (km/m^3)	UCS (MPa)
BH4, 8.84m	2233	25.4

ANNEXE

D

LIMITATIONS DU
RAPPORT



LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Utilisation du rapport

Les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport se rapportent à un projet spécifique tel que décrit dans ledit rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni à aucun autre site. Si le projet est modifié du point de vue de la conception, de l'emplacement ou de l'élévation ou encore, si le projet n'est pas amorcé dans les dix-huit mois suivant la date d'émission du rapport, WSP devra être consultée de façon à réviser la validité des recommandations données dans le présent rapport.

Les recommandations données dans ce rapport ne servent qu'à guider l'ingénieur concepteur. Les entrepreneurs soumissionnaires ou exécutant les travaux devront compter sur leurs propres interprétations des résultats factuels des sondages pour déterminer de quelle manière les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques peuvent affecter leurs travaux.

Pour conserver l'intégrité de ce rapport et permettre son interprétation avec pertinence, aucune donnée, valeur ou résultat ne peut en être partiellement retiré. Le présent rapport ne doit être utilisé qu'aux fins pour lesquelles il a été préparé.

Suivi de l'étude et des travaux

Certains ou tous les détails de conception et de construction peuvent ne pas être connus au moment de la parution du rapport de WSP. Il est donc essentiel que les services de WSP soient retenus lors de l'étape finale de conception pour réviser les dessins de conception et les devis se rapportant aux fondations, aux terrassements, aux ouvrages de retenue des terres et au drainage. Cette révision sert à vérifier si la conception corrobore les données et les recommandations géotechniques du rapport de WSP.

Il est recommandé que les services de WSP soient retenus pendant la construction, d'abord pour vérifier et confirmer que les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques présentes sur l'ensemble du chantier ne diffèrent pas de celles indiquées dans le rapport de WSP. Ensuite, il est essentiel de certifier que les travaux de construction n'ont pas d'effets défavorables sur les recommandations du rapport.

Conditions des sols et du roc

Les descriptions des sols et du roc inscrites dans ce rapport proviennent de méthodes de classification et d'identification communément acceptées et utilisées en pratique géotechnique. La classification et l'identification des sols et du roc nécessitent un jugement d'un ingénieur de WSP, qui ne garantit pas que les descriptions soient exactes.

Cependant, WSP applique une description convenant à la nomenclature communément utilisée en pratique géotechnique.

Les conditions des sols et du roc décrites dans ce rapport sont celles observées au moment de l'étude. À moins d'indication contraire, ces conditions représentent les fondements qui ont amené à établir les recommandations du rapport. Les conditions des sols et du roc peuvent cependant être sensiblement modifiées par les travaux de construction (circulation d'équipements, excavation, fonçage de pieux, dynamitage, etc.) sur le site ou sur les sites voisins. Une excavation peut exposer les sols à des changements de propriétés provoqués par l'humidité, le séchage ou le gel. Sauf indication contraire, les sols et le roc doivent être protégés contre l'effet dommageable de ces changements ou du remaniement pendant la construction.

Rapports de forage et interprétation des conditions observées

Les dépôts meubles et le massif rocheux sont de nature et de propriété variables sur une plus ou moins grande superficie et aussi en profondeur. Les rapports de forages ne fournissent que des conditions approximatives et ponctuelles de ces formations géologiques à l'emplacement des forages et des sondages. Les contacts entre les différentes couches indiquées sur les rapports

peuvent être difficiles à distinguer. En effet, la nature des sols peut changer progressivement avec la profondeur, de sorte que le contact entre deux couches peut être imprécis et correspondre plutôt à une zone de transition. La précision de la stratigraphie rencontrée dépend de la méthode de forage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage puis de l'homogénéité des sols rencontrés. L'espacement entre les forages, la fréquence d'échantillonnage et le type de forage dépendent des considérations budgétaires et des délais d'exécution, tous deux établis avant le début des travaux.

Les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques entre les emplacements des forages font l'objet d'une interprétation par interpolation ou encore, elles dépendent du jugement de l'ingénieur géotechnicien. En réalité, la stratigraphie peut varier sensiblement, de sorte que l'interprétation des résultats de l'étude doit être faite avec précaution par le lecteur du rapport.

Les niveaux de l'eau souterraine indiqués dans ce rapport sont uniquement ceux observés à l'endroit et à la date des relevés, tels que présentés dans le rapport. Ces conditions peuvent varier selon les saisons ou à la suite de travaux de construction sur le site ou sur les sites voisins.

Changement des conditions observées

Lorsque les conditions géotechniques, hydrogéologiques ou géologiques rencontrées sur le site diffèrent de celles indiquées au rapport, soit à cause de la nature hétérogène des sols et du roc ou encore, parce que des changements sont survenus à la suite de travaux de construction (ou pour toute autre raison), le client doit, comme condition d'utilisation du rapport, prévenir WSP du changement des conditions et fournir à WSP l'opportunité de réviser les recommandations émises dans ce rapport. Reconnaître un changement des conditions des sols et du roc requiert une certaine expérience; il est donc recommandé qu'un ingénieur géotechnicien expérimenté soit dépêché sur le site pour prendre position sur les changements des conditions rencontrées.

Drainage

Le drainage de l'eau souterraine est souvent requis aussi bien pour des ouvrages temporaires que pour des ouvrages permanents. La conception ou l'exécution impropre d'un système de drainage peut entraîner de sérieuses conséquences. WSP ne peut en aucun cas endosser la responsabilité des dommages causés par un système inadéquat de drainage, à moins que WSP n'ait été spécifiquement impliquée à la fois dans la conception détaillée et le suivi continu au chantier, lors de la construction du système de drainage.

ÉTUDE ENVIRONNEMENTALE

Utilisation du rapport

Le présent rapport a été préparé à la demande et pour l'usage exclusif du client, via son représentant, dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à WSP Canada Inc. (WSP) par le client et selon l'entente intervenue entre les deux parties. WSP n'assume aucune responsabilité découlant de l'utilisation éventuelle de ce rapport par un tiers. Aucune copie en tout ou en partie de ce rapport ne peut être réalisée sans le consentement explicite du client.

Caractérisation

De façon générale, la caractérisation environnementale ne prétend pas couvrir de façon exhaustive l'ensemble des enjeux environnementaux potentiels de la propriété à l'étude, ni de ponctuels sites de contamination. Ainsi, le contenu de ce rapport ne doit en aucun temps, être considéré comme un jugement définitif ou final de la contamination et de tout autre aspect environnemental rattaché au terrain à l'étude.

Les constatations insérées dans ce rapport sont strictement issues des renseignements et des résultats obtenus au cours des travaux de caractérisation des sols effectués par WSP et autres documents remis par le client en début de mandat.

Les résultats analytiques obtenus sont jugés représentatifs de la qualité environnementale des sols prélevés aux endroits ayant fait l'objet d'une investigation, et ce, pour les paramètres sélectionnés en rapport aux activités antérieures ou actuelles connues s'étant déroulées sur le terrain à l'étude ou sur les terrains adjacents, et ce, tel que définis au mandat et selon l'entente entre WSP et le client. Ces résultats ne constituent pas une indication quant à une contamination liée à d'autres sources ni une garantie pour les endroits n'ayant pas fait l'objet de travaux de caractérisation. Toute extrapolation à partir de ces résultats, notamment en ce qui concerne la géométrie, les volumes ou l'étendue de sol affecté, est formulée sur une base interprétative et doit être considérée sous toute réserve.

Les conclusions et recommandations formulées à l'intérieur de ce rapport représentent notre opinion professionnelle, au meilleur de notre connaissance au moment de la préparation de ce rapport et sont fondées sur les documents, études, renseignements et résultats présentés ici, en tenant compte des limitations applicables.

En aucun temps WSP ne pourra être tenu responsable de dommages résultants de conditions souterraines imprévisibles ou d'informations erronées provenant d'une autre source.

Toute opinion concernant l'application ou la conformité aux lois et règlements apparaissant dans ce rapport est exprimée sous toute réserve et ne doit, en aucun temps, être considérée comme un avis juridique ou se substituer à un tel avis.