

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE POUR UNE NOUVELLE CONSTRUCTIONS 630 Chemin de Montréal, Ottawa, Ontario



Projet n°: E2021-3260

Préparée pour :

M. Max Mahi

MB groupe inc.

657, boul. Curé-Labelle, suite 200

Laval, QC, H7V 2T8

Téléphone : (514) -973-8384

Courriel : mmahi@mbgroupassociates.com

17 janvier 2022

Laval, le 17 janvier 2022

M. Max Mahi

Projet n° : E20-3260

Objet :

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE POUR UNE NOUVELLE CONSTRUCTION
630 Chemin de Montréal, Ottawa, Ontario**

Monsieur,

À la suite du mandat que vous nous avez confié, il nous fait plaisir de vous faire part de notre rapport d'étude géotechnique des sols pour le projet mentionné en rubrique.

Nous vous remercions de nous avoir donné l'occasion de vous servir et espérons collaborer de nouveau avec vous lors de vos prochains projets.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments dévoués.

Dr. Rabih Saad, M.Sc., Ph.D.

Sols et Environnement



Enviro-Experts

Table des matières

1	Introduction.....	1
2	Description du site et du projet.....	2
2.1	Description générale	2
2.2	Contexte géologique	3
2.2.1	Dépôts meubles	3
2.2.2	Roc.....	4
3	Reconnaissance du site	4
3.1	Travaux de localisation et d'arpentage	4
3.2	Description des travaux de terrain.....	4
3.2.1	Forages « F-01 à F-04 »	4
3.3	Essais au laboratoire.....	6
4	Nature et propriété du sol et du roc	7
4.1	Béton bitumineux.....	8
4.2	Remblai	8
4.3	Sable, silt et gravier	8
4.4	Roc	9
5	Nappe d'eau souterraine.....	10
6	Commentaires et recommandations	10
6.1	Profondeur des assises des fondations.....	10
6.2	Capacité portante et tassement	11
6.2.1	Capacité portante aux états limites de service (ÉLS)	11
6.2.2	Capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU)	12
6.2.3	Ancrage dans le roc	12
6.3	Considérations sismiques	13
6.3.1	Liquéfaction des sols.....	13
6.3.2	Catégorie d'emplacement sismique.....	13
6.4	Protection contre le gel	14
6.5	Préparation de site.....	14
6.5.1	Généralités	14
6.5.2	Excavations temporaires.....	14
6.5.3	Soutènement temporaire	15
6.6	Dalles sur sol.....	16

6.7	Drainage temporaire	18
6.8	Drainage permanent	18
6.9	Remblayage le long des murs	19
6.10	Aires pavées	20
6.11	Recommandations générales de construction	20
7	Limitations concernant les études géotechniques	21
7.1	Objet du rapport	21
7.2	Suivi du rapport et du projet	21
7.3	Variabilité des conditions géologiques et géotechniques	22

Liste des figures

Figure 2-1	– Emplacement de la propriété par rapport à ses terrains environnants	3
------------	---	---

Liste des tableaux

Tableau 1	– Sommaire des essais de laboratoire	6
Tableau 2	– Sommaire des conditions stratigraphiques : Niveau et [épaisseur]	7
Tableau 3	– Résultats de l'analyse granulométrique dans le remblai	8
Tableau 4	– Résultats de l'analyse granulométrique dans le dépôt de sol naturel	9
Tableau 5	– Niveau de l'eau souterraine	10
Tableau 6	– Paramètres de dimensionnement	15

Annexes

Annexe A :	Photographies des travaux sur site
Annexe B :	Plan de localisation des forages
Annexe C :	Rapports de forages
Annexe D :	Essais de laboratoire géotechnique

1 Introduction

Les services retenus par Enviro-Experts ont principalement pour objectif la réalisation d'une étude géotechnique sur la propriété située au 630 Chemin de Montréal à Ottawa, Ontario.

Selon les informations du client, le projet consiste en la construction d'un bâtiment résidentiel de neuf (9) étages avec trois niveaux de sous-sol.

L'étude géotechnique vise à déterminer la nature et les propriétés des sols, à évaluer les conditions d'eaux souterraines à l'endroit des forages et à formuler au concepteur des commentaires et recommandations d'ordre géotechnique nécessaires à la conception ainsi qu'à la préparation du site.

Les éléments suivants seront traités dans cette étude :

- > La nature et les propriétés des sols aux endroits des forages;
- > La préparation du site et les précautions à prendre lors des travaux d'excavation;
- > La capacité portante aux états limites de service (ÉLS);
- > La catégorie d'emplacement sismique;
- > Le potentiel de liquéfaction des sols;
- > La profondeur du roc et celle de la nappe phréatique;
- > Le type de fondation recommandé;
- > Les recommandations pour la construction de la dalle-sur-sol;
- > Le contrôle de l'eau souterraine durant les travaux d'excavation;
- > Les recommandations générales jugées pertinentes pour la construction.

Ce rapport résume les travaux de chantier et présente les résultats obtenus et émet des recommandations et commentaires relativement aux sujets précités.

Le rapport est également accompagné de quatre annexes où l'on trouve les photographies des travaux sur le site (annexe A), le plan de localisation des forages (annexe B), les rapports de forages effectués sur le site (annexe C) et les rapports d'essais en laboratoire géotechnique (annexe D).

La portée de l'étude réalisée et les limitations qui s'y appliquent sont énoncées à la fin du texte. Ces conditions limitatives font partie intégrante de ce rapport et le lecteur est prié d'en prendre connaissance afin de faciliter sa compréhension, son interprétation et son utilisation.

2 Description du site et du projet

2.1 Description générale

La propriété à l'étude se situe au 630 Chemin de Montréal à Ottawa. Du point de vue planimétrie, le terrain présente une certaine variation topographique. L'accès au terrain s'effectue par le Chemin de Montréal.

La propriété est limitée :

- > Au Nord par : Rue Chemin de Montréal
- > Au Sud par : Des propriétés résidentielles et la rue Borthwick
- > À l'Est par : Des propriétés commerciales et la rue Cummings
- > À l'Ouest par : Rue Brothwick et des propriétés commerciales

La figure 2-1 ci-après donne un aperçu général du site. La figure est extraite du google Maps, 2020.



Figure 2-1 – Emplacement de la propriété par rapport à ses terrains environnants

2.2 Contexte géologique

2.2.1 Dépôts meubles

D'après la carte 1425A de Richard et al. (1978) intitulée « Dépôts meubles et formes du relief d'Ottawa-Hull », les dépôts de sols susceptibles d'être rencontrés au droit de la zone d'étude sont des chenaux du proto-Outaouais, formés de sable et gravier d'épaisseurs variables qui peuvent reposer directement sur le till et le roc.

2.2.2 Roc

Selon les informations tirées de site de ministère de l'énergie, de développement de Nord et des mines, le roc susceptible d'être rencontrés dans ce secteur est constitué d'ardoise et de calcaire de coloration noire.

3 Reconnaissance du site

Les travaux de reconnaissance au chantier ont été effectués le 25 septembre 2020, sous la supervision constante d'un spécialiste en géotechnique membre du personnel technique de Enviro-Experts.

Ces travaux ont consisté en la réalisation de quatre (4) forages stratigraphiques identifiés F-01 à F-04. Les emplacements de ces forages sont montrés sur le plan de localisation en annexe (B) du rapport.

3.1 Travaux de localisation et d'arpentage

La vérification, auprès des autorités compétentes, de la position des services publics souterrains (égouts, aqueduc, gaz, électricité et téléphone) ainsi que les travaux de localisation et de nivellement des forages ont été effectués par nos services.

Les élévations indiquées dans ce rapport sont des élévations arbitraires. Le repère de nivellement utilisé, dont l'élévation a été fixée à 100,0 mètres, correspond à la borne fontaine située dans l'Ouest de la zone prospectée et schématisé par un « cercle jaune » sur le plan de localisation des forages en annexe B. Toutes les élévations mentionnées dans le présent rapport se réfèrent à ce niveau de base.

3.2 Description des travaux de terrain

3.2.1 Forages « F-01 à F-04 »

Les forages F-01 à F-04 ont été exécutés avec une foreuse conventionnelle montée sur chenilles. Les forages F-01 à F-04 ont été descendus jusqu'à 12,04 m, 6,55 m, 6,71 et 1,83 m de profondeur, respectivement, par rapport au niveau actuel du terrain.

Les sols en place ont été échantillonnés dans les forages à l'aide d'une cuillère fendue de 51 mm de diamètre enfoncé dans le sol par battage avec un mouton de 63,6 kg tombant d'une hauteur de 762 mm.

Lors du prélèvement des échantillons, l'indice de pénétration standard « SPT » (aussi appelé « indice N ») a été mesuré selon les exigences de la norme ASTM D 1586 (NQ 2501-140) « Standard Penetration Test (SPT) ». Cette valeur « N » est exprimée par le nombre de coups nécessaire pour enfoncer le carottier de 300 mm dans le sol. L'essai est répété à intervalles réguliers et les indices obtenus sont des valeurs caractéristiques à partir desquelles on peut estimer la densité, la compressibilité et la résistance des différentes couches de sol traversées.

Le forage F-01 a été échantillonné jusqu'à 8,99 m de profondeur sous la surface du terrain actuel et continué par un carottage diamanté du roc jusqu'à 12,04 m.

Le forage F-02 a été échantillonné jusqu'à 6,55 m de profondeur sous la surface du terrain actuel où le refus a été rencontré sur un sol très dense ou un roc probable.

Le forage F-03 a été échantillonné jusqu'à 5,18 m de profondeur sous la surface du terrain actuel et continué par un carottage diamanté du roc jusqu'à 6,71 m.

L'objectif de forage F-04 est principalement environnemental, la profondeur d'échantillonnage est de 1,83 m de profondeur par rapport la surface du terrain actuel.

Après les travaux d'échantillonnage et avant le retrait du matériel, des tubes ouverts ont été installés dans les forages F-01, F-02 et F-03 pour le relevé du niveau de la nappe d'eau souterraine.

3.3 Essais au laboratoire

Des échantillons représentatifs prélevés dans les forages ont été transportés au laboratoire de géotechnique, à des fins d'examen visuel, d'analyses et de classification.

Le tableau 1 ci-dessous présente la liste des échantillons soumis aux essais de laboratoire et le type essai réalisé.

Tableau 1 – Sommaire des essais de laboratoire				
Forage	Échantillon	Profondeur (m)	Norme	Type d'essais réalisés
F-01	CF-13	7,32 – 7,92	NQ 2501-025	Analyse granulométrique
F-01	CR-2	10,67 – 10,82	NQ 2501-025	Résistance à la compression
F-02	CF-4	1,83 – 2,44	NQ 2501-025	Analyse granulométrique
F-02	CF-7	3,66 – 4,27	NQ 2501-025	Analyse granulométrique Analyse sédimentométrique
F-02	CF-10	5,49 – 6,10	NQ 2501-025	Analyse granulométrique
F-03	CF-1	0,00 – 0,61	NQ 2501-025	Analyse granulométrique

Les résultats des essais de laboratoire, ainsi que les graphiques correspondants, sont présentés à l'annexe (D) du présent rapport.

Tous les échantillons prélevés et non utilisés seront conservés pour une période de trois (3) mois à partir de la date d'émission de ce rapport, sauf demande écrite du client.

4 Nature et propriété du sol et du roc

La description des sols et du roc présentée dans les paragraphes qui suivent ainsi que sur les rapports de forages n'est garantie qu'à l'endroit même où les forages ont été réalisés. Par conséquent, les conclusions et les recommandations basées sur ces informations sont soumises à cette limitation.

Les conditions rencontrées entre les forages ou ailleurs sur le site peuvent différer de celles observées à leur emplacement. Enviro-Experts devra être avisé promptement de tout écart décelé entre les matériaux décrits dans le présent rapport et ceux rencontrés lors des excavations. Les forages ont permis d'établir la stratigraphie du site, qui est résumée dans les paragraphes qui suivent.

L'annexe (C) présente les rapports détaillés de chaque forage.

Le tableau 2 ci-dessous résume les conditions stratigraphiques interceptées dans les forages réalisés.

Tableau 2 – Sommaire des conditions stratigraphiques : Niveau et [épaisseur]				
Forage [ÉL]	Béton bitumineux ÉP	Remblai [ÉL] ÉP	Sol naturel :	Roc
			Sable, silt et gravier [ÉL] ÉP	Fin du Sondage [ÉL] PROF
F-01 [99,18]	0,05	[99,13] 2,39	[96,74] 6,55	[90,19] 9,00
F-02 [99,86]	0,05	[99,81] 1,15	[98,66] 5,35 ⁽¹⁾	-
F-03 [98,75]	0,05	[98,70] 1,24	[97,46] 3,89	[93,57] 5,21
F-04 [98,32]	0,05	[98,27] 1,35	[96,92] 0,43 ⁽¹⁾	-
(1) Cet horizon n'a pas été traverser dans sa totalité - Les unités sont en mètres - ÉL : Élévation - ÉP : Épaisseur - PROF : Profondeur				

La nature et les propriétés de ces différentes unités stratigraphiques sont décrites en détail dans les paragraphes qui suivent.

4.1 Béton bitumineux

Une couche de béton bitumineux a été intercepté en surface dans tous les forages sur une épaisseur d'environ 5 cm.

4.2 Remblai

Un dépôt de remblai a été rencontré dans tous les forages sur une épaisseur varie de 1,15 à 2,39 m. Le remblai a été identifié dans les forages comme un mélange de sable, silt et de gravier en proportions variables. L'analyse granulométrique effectuée en laboratoire sur un échantillons prélevé dans le remblai montre que ce dépôt se compose de sable avec traces de silt et de gravier. Les résultats de ces analyses granulométriques sont résumés dans le tableau 3 ci-dessous et présentés à l'annexe D.

Tableau 3 – Résultats de l'analyse granulométrique dans le remblai						
IDENTIFICATION		Proportions selon analyse granulométrique (%)			Classe unifié (USCS)	Description
Forage-/ Échantillon	Profondeur (m)	Gravier	Sable	Silt/Argile		
		F-03 / CF-1	0,00 – 0,61	1,3	91,3	7,4

Selon les valeurs de N mesurés, la compacité de remblai se qualifie comme compact.

4.3 Sable, silt et gravier

Sous le dépôt de remblai, les forages ont rencontrés une couche de sable avec des proportions variables de silt et de gravier. Les analyses granulométriques effectuées en laboratoire sur les échantillons prélevés dans la couche montrent que ce dépôt se compose de sable avec des proportions variables de silt et de gravier. Les résultats de ces analyses granulométriques sont résumés dans le tableau 4 ci-dessous et présentés à l'annexe D.

Tableau 4 – Résultats de l'analyse granulométrique dans le dépôt de sol naturel

IDENTIFICATION		Proportions selon analyse granulométrique (%)			Classe unifié (USCS)	Description
Forage-/ Échantillon	Profondeur (m)	Gravier	Sable	Silt/Argile		
		F01 / CF-13	7,32 – 7,92	30,7	55,5	13,8
F02 / CF-4	1,83 – 2,44	36,5	49,5	14,0	SW	Sable et gravier un peu de silt
F02 / CF-7	3,66 – 4,27	0	67,2	32,8	SM	Sable silteux
F02 / CF-10	5,49 – 6,10	11	79,3	9,7	SW	Sable avec peu de gravier et traces de silt

Selon les valeurs de N mesurés, cette couche est de compacité variable en fonction de la profondeur, compacte en surface, lâche au centre et dense en profondeur.

4.4 Roc

Le roc a été intercepté dans les forages F-01 et F-03 à une profondeur de 9,00 m et 5,21 m, respectivement. Deux carottes CR-1 et CR-2 ont été échantillonnées dans le forage F-01 sur une épaisseur de 1.5 m pour chaque carotte. L'indice de qualité de roc RQD obtenu pour CR-1 et CR-2 est de 20 % et 58 %, respectivement. Ces indices caractérisent un roc de très mauvaise à moyenne qualité. Un échantillon de roc sur la carotte CR-2 a été soumis un essai uniaxial pour déterminer la résistance à la compression, le résultat obtenu est égal de 48,7 MPa.

Selon ces résultats, le socle rocheux a une résistance à la compression uniaxiale moyennement forte (grade R3). Il faut noter que les valeurs de la résistance en compression ne sont pas représentatives de la qualité du massif de roc.

Dans le forage F-03, le carottage de roc a été réalisé également sur une épaisseur de 1.5 m, la valeur RQD obtenue est égale à 27 %, cette valeur caractérise un roc de mauvaise qualité. Les résultats d'essais de laboratoire réalisés sont présentés à l'annexe D du présent rapport.

5 Nappe d'eau souterraine

À la fin des travaux d'échantillonnage des sols et avant le retrait de la tarière, des tubes d'observation crépinés en PVC ont été installés dans les forages F-01, F-02 et F-03 pour mesurer le niveau de la nappe d'eau souterraine.

Le niveau de la nappe d'eau souterraine n'a pas été atteint jusqu'à la profondeur des forages réalisés (forages secs). Le niveau d'eau se situait sous la profondeur de la fin des forages à la date de leur réalisation.

Tableau 5 – Niveau de l'eau souterraine			
Sondage	Date du relevé	Eau souterraine	
		Niveau	Profondeur
F-01	25 septembre 2020	sec	Puits d'observations sec jusqu'à la profondeur atteinte
F-02	25 septembre 2020	sec	
F-03	25 septembre 2020	sec	

Il est important de souligner que le niveau de l'eau dans le sol est susceptible de fluctuer considérablement selon les saisons et/ou les conditions climatiques locales et que seule la prise de lectures à différentes périodes de l'année permet d'établir le niveau de la nappe phréatique et ses fluctuations dans le temps.

6 Commentaires et recommandations

Sur la base des résultats des forages et en supposant qu'ils représentent l'ensemble de la zone explorée, nous formulons les conclusions et les recommandations suivantes pour la construction du futur bâtiment.

6.1 Profondeur des assises des fondations

Selon les informations disponibles au moment de la rédaction du rapport, les fondations du bâtiment projeté seront placées sur le roc, le niveau final de la dalle sur sol n'était pas déterminé au moment de la rédaction de ce rapport.

L'élévation du socle rocheux sous le bâtiment projeté varie de 90,19 m à 93,57 m dans les forages ainsi que l'élévation du refus au roc probable.

Si l'élévation de la dalle sur sol du troisième sous-sol est à environ 9,0 mètres de profondeur soit à l'élévation 90,18 m par rapport au forage F01, il faudra prévoir l'excavation/dynamitage du socle rocheux sous une partie du bâtiment à l'endroit des forages F02 et F03.

6.2 Capacité portante et tassement

6.2.1 Capacité portante aux états limites de service (ÉLS)

La capacité portante aux états limites de service est obtenue à partir de l'équation donnée dans le *Manuel canadien d'ingénierie des fondations (4^e édition, 2013)* :

$$q_a = K_{sp} \times q_u$$

Où :

- > q_a : Capacité portante aux états limites d'utilisation (MPa);
- > q_u : Résistance en compression uniaxiale des carottes de roc à laquelle un facteur de sécurité (F.S.) est appliqué (MPa); et,
- > K_{sp} : Coefficient empirique fonction de la qualité moyenne du roc et des discontinuités (joints) du roc comprenant un facteur de sécurité (F.S.) de 3.

Selon les résultats de l'essai en compression uniaxiale, la résistance à la rupture du roc représentatif est de 48,7 MPa.

En utilisant une valeur de $K_{sp} = 0,10$, et en tenant compte du niveau de la nappe et de la nature du roc et de la présence de discontinuités et de la variabilité de RQD, nous recommandons d'utiliser une **capacité portante aux états limites de service (ÉLS) est de 500 kPa** pour des fondations placées sur le roc sain et pour des charges verticales.

Enfin, il est utile de mentionner que les tassements anticipés pour une structure sur le roc avec un indice de qualité moyen sont normalement négligeables.

Les surfaces portantes des fondations doivent être horizontales. Nous recommandons également de faire inspecter les fonds de fouille par un personnel compétent qui s'assurera que les fondations sont placées sur le roc avec un indice de qualité moyen,

libre de particules friables, instables et sans saillie, capable de supporter les pressions de la structure et pour confirmer les capacités portantes.

La capacité portante aux états limites de service (ÉLS) devra être réduite à **250 kPa** si le roc est fissuré et altéré, le tout devant être évalué par un géologue géotechnicien d'expérience. Le roc altéré et fracturé pourra probablement être enlevé à l'aide d'équipements mécaniques ou de marteaux à percussion hydraulique.

Les surfaces portantes des fondations doivent être horizontales et exemptes de toutes particules délétères ou friables avant de couler le béton. Nous recommandons de sonder le roc à l'emplacement des fondations pour en vérifier la qualité (vides, joints, fissures, etc.).

Si requis, tout rehaussement à partir du roc pour atteindre le niveau des fondations doit être effectué à l'aide d'un matériau granulaire de type MG20 compacté à 95% du Proctor Modifié, ou un béton d'au moins 35 MPa de résistance en compression après 28 jours. Le béton doit être conforme à la plus récente norme CSA-A23.1 et A23.2.

Les semelles filantes devront avoir une largeur minimale de 0,90 m.

6.2.2 Capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU)

La capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU) est généralement équivalente approximativement à trois (3) fois la capacité portante aux états limites de service (ÉLS) soit 1500 kPa pour le roc. Enfin, la capacité portante pondérée en utilisant un coefficient de retenue de 0,50 sera de **750 kPa**.

6.2.3 Ancrage dans le roc

Si des tirants d'ancrage s'avèrent nécessaires pour permettre de reprendre les efforts de traction qui pourraient s'exercer sur les fondations du nouveau bâtiment, nous recommandons de considérer une valeur maximale de la contrainte d'adhérence admissible coulis-roc de l'ordre de 1/30^e de la résistance en compression simple du coulis d'injection utilisé sans toutefois excéder 1300 kPa, tel que le recommande l'article 26.12.4.3 du Manuel Canadien d'Ingénierie des Fondations (édition 2013).

Nous recommandons de réaliser au moins deux (2) essais à l'arrachement sur le chantier parmi les ancrages qui subissent un moment de flexion. Ces essais devront être réalisés par des firmes spécialisées.

Pour déterminer le dimensionnement et le choix des ancrages, il est recommandé de vérifier les quatre (4) modes de rupture suivantes :

- Rupture de la tige d'acier;
- Rupture de l'adhérence tige d'acier -coulis;
- Rupture de l'adhérence roc-coulis; et,
- Rupture de la masse rocheuse (Cône de rupture).

6.3 Considérations sismiques

6.3.1 Liquéfaction des sols

- **Dépôt de sable, silt et gravier**

L'évaluation du potentiel de liquéfaction par l'approche simplifiée en se basant sur la profondeur de la nappe et la compacité de sol au-dessous de la nappe révèle que ces sols ne sont pas susceptibles à la liquéfaction.

6.3.2 Catégorie d'emplacement sismique

La catégorie d'emplacement du site en fonction de la réponse sismique doit être déterminée selon les critères du tableau 4.1.8.4.A du Code national du Bâtiment du Canada (CNBC, édition 2010).

Selon le type de sol rencontré, une catégorie d'emplacement « **C** » pourra être associée au site du projet. Cependant, pour une approche plus économique, une catégorie supérieure pourrait être obtenue au moyen d'une étude géophysique de type MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Wave), afin de déterminer la vitesse moyenne des ondes de cisaillement dans les sols et dans le roc.

6.4 Protection contre le gel

Tous les ouvrages doivent être protégés contre les effets nuisibles de la pénétration du gel dans les sols.

La profondeur anticipée pour la pénétration du gel dans les sols est donc évaluée à \pm 1,5 m dans le secteur du site à l'étude.

La pénétration du gel dans les sols porteurs peut causer des problèmes aux structures. Les commentaires suivants sont présentés afin de minimiser les risques associés :

- Lors des travaux de construction en période hivernale, les sols porteurs exposés et le béton doivent être convenablement protégés contre les effets du gel par des matériaux isolants, tels que de la paille, de l'isolant rigide, des abris chauffés ou autre moyen efficace.
- Toutes les fondations extérieures du bâtiment devront être enfouies à une profondeur d'au moins 1,5 m sous le niveau final du terrain adjacent, à moins de protéger les sols porteurs avec une isolation thermique équivalente. Les fondations des colonnes intérieures pourront être placées à au moins 0,60 m sous la surface de la dalle.

6.5 Préparation de site

6.5.1 Généralités

La préparation du site inclut l'excavation complète des sols non conformes (sols organiques, remblai lâche et/ou contenant des débris ou d'autres matières délétères).

6.5.2 Excavations temporaires

Les excavations temporaires sont la responsabilité de l'entrepreneur en construction, il est responsable de déterminer la ou les méthodes à utiliser pour atteindre les niveaux requis.

6.5.3 Soutènement temporaire

6.5.3.1 Reprise en sous-œuvre

Si les travaux prévus pour atteindre le fond d'excavation avec trois (3) niveau de sous-sol sont inférieurs aux assises des fondations des bâtiments mitoyens ou structures routières, la reprise en sous-œuvre ou la mise en place d'un soutènement temporaire est nécessaire pour stabiliser ces structures.

6.5.3.2 Paramètres de dimensionnement

Le système de mur de soutènement pourra être dimensionné avec les paramètres suivants :

Tableau 6 – Paramètres de dimensionnement	
Paramètres	Type de sol
	Remblai / Sable
Poids volumique total : γ_{tot} (kN/m ³)	18
Poids volumique déjaugé : γ' (kN/m ³)	8
Angle de frottement interne : ϕ' (°)	29
Coefficient des terres au repos : K_o	0,35
Coefficient de poussée active : K_a	2,9
Coefficient de butée : K_p	0,52

Le mur temporaire pourra être calculé en utilisant le coefficient de poussée au repos afin d'éviter des mouvements de terrain derrière le mur. De plus, il faudra tenir compte des surcharges appliquées au terrain immédiatement derrière le mur, telles que le mouvement des véhicules, la surcharge due aux matériaux entreposés, la présence des engins de construction, ainsi que les structures et bâtiments se trouvant dans le voisinage immédiat.

Également, il conviendra de tenir compte des pressions hydrostatiques sur les fondations et prévoir un système de drainage permanent au niveau des empattements afin de diminuer ces pressions.

Nous recommandons qu'une inspection soit effectuée par un personnel qualifié en géotechnique afin de s'assurer que les ouvrages de soutènement pour réaliser les travaux d'excavation soient stables et sécuritaires.

La conception et l'exécution des travaux de soutènement temporaire doivent être réalisées par une firme spécialisée dans le domaine. Les calculs, les plans et le devis d'exécution doivent être approuvés par un ingénieur (PEO) membre de L'Ordre des ingénieurs de l'Ontario (OIO).

6.5.3.3 Assèchement

Des infiltrations d'eau et de ruissellement pourraient survenir lors des excavations de masse requises pour la construction. L'entrepreneur prendra les mesures requises pour maintenir le niveau de l'eau souterraine jusqu'à une profondeur minimale de 0,6 m sous le fond des excavations. Cette précaution est nécessaire pour éviter la saturation du sol porteur sous les semelles et sous la dalle s'il y a lieu du futur bâtiment. Le système utilisé devra permettre d'évacuer les eaux de ruissellement de surface et les eaux d'infiltration pouvant s'accumuler dans l'excavation afin de maintenir le fond des excavations suffisamment sec.

6.6 Dalles sur sol

Au moment de la rédaction du rapport, le niveau final précis de la dalle sur sol n'était pas encore connu. Il est important de noter que la dalle sur sol doit être structurellement séparée des fondations.

Il est recommandé de prévoir la mise en place d'un coussin de matériaux MG-20 (NQ 2560-114/2002) directement sous les dalles de plancher, d'au moins 200 mm d'épaisseur, compactés au moins à 95 % de la valeur Proctor modifié.

Les matériaux de remblai mis en place sous la dalle, devront être exempts de shale pyriteux et de minéraux gonflants selon les exigences de la norme BNQ 2560-510/2003, intitulée « *Granulats - Guide d'application de la méthode d'essai pour la caractérisation du potentiel de gonflement sulfatique des matériaux granulaires* ».

Afin d'assurer une fondation stable pour la construction de la dalle sur sol à partir du fond de l'excavation, nous recommandons de suivre la méthode suivante pour la préparation du terrain :

- > Les matériaux délétères et les sols remaniés ou gelés devront être excavés jusqu'au sol naturel intact sous contrôle géotechnique.
- > Un godet lisse (sans dents) est recommandé pour les excavations sous les dalles.
- > Faire approuver le fond par une personne qualifiée en géotechnique.
- > Rehausser le terrain jusqu'au niveau requis avec un matériau granulaire tel que du sable classe A (MG-112) mis en place en couches minces (maximum 300 mm) compactées à au moins 95 % de la densité sèche maximum du matériau, obtenue en laboratoire à l'essai Proctor modifié.
- > La dernière couche de remblai à la base du plancher de béton devrait être constituée de pierre concassée de calibre MG-20 d'au moins 200 mm d'épaisseur, compactés au moins à 95 % de la valeur Proctor modifié.
- > La solidité du remblai et l'uniformité de la compacité devraient être vérifiées au moyen d'épreuves de roulage et d'essais de compaction. Toutes les zones de sol flexibles qui seront détectées seront excavées et remplacées par des matériaux granulaires acceptables et compactés.
- > Placer une pellicule de polyéthylène (plastique) comme pare-vapeur sur la fondation granulaire pour protéger la dalle contre l'humidité. La granulométrie et la forme des grains du coussin granulaire doivent être choisies de sorte à ne pas causer la déchirure de la feuille de polyéthylène.
- > La dalle sur sol devra être structurellement séparée des colonnes et des murs de fondation par des joints d'isolation. Des traits de scie devraient être effectués à un espacement régulier le tout suivant l'épaisseur de la dalle afin de contrôler le retrait du béton.

6.7 Drainage temporaire

Lors du relevé des niveaux d'eau effectué le 25 septembre 2020, les forages F-01, F-02 et F-03 étaient secs jusqu'à la profondeur atteinte. Cependant, le niveau de la nappe est estimé dans les forages F-01, F-02 et F-03 à ± 5 m à partir de l'humidité des échantillons récupérés.

De plus, étant donné la fluctuation du niveau de l'eau souterraine (saisonnière et en fonction des précipitations), il est probable que le niveau actuel de l'eau souterraine soit plus haut que celui noté.

Par conséquent, lors des travaux d'excavation, l'entrepreneur devra prendre les mesures nécessaires afin de permettre la mise en place remblai contrôlé et l'assise des fondations sur un fond de fouille sec.

Nous recommandons de prévoir un système de pompage et de drainage adéquat de façon à garder le fond des excavations des tranchées sec pendant toute la durée des travaux. Le niveau d'eau doit être maintenu en tout temps à au moins 0,60 m en dessous de toute excavation.

Il est important compte tenu de la stratigraphie identifiée dans les forages (Sable et Silt), de prévoir une membrane imperméable derrière le mur de soutènement et de vérifier régulièrement la zone en périphérie de l'excavation afin d'éviter le phénomène de retrait et ainsi déstabiliser la structure des sols.

6.8 Drainage permanent

Pour trois niveaux de sous-sol, les infiltrations d'eau en provenance de la surface devraient pouvoir être contrôlées à l'aide d'un drain périphérique. Ces drains devront être raccordés de façon gravitaire ou par pompage au réseau d'égout pluvial. Il incombe au concepteur du bâtiment de dimensionner le système de drainage.

Les aménagements extérieurs devront impérativement permettre d'éloigner les eaux de surface du bâtiment et ainsi d'éviter leur accumulation à proximité des murs de fondation.

Il est également recommandé d'imperméabiliser les murs de fondation périphériques avec une membrane ou un enduit approprié. De plus, nous recommandons de profiler la surface finale du terrain vers l'extérieur afin d'éloigner les eaux de surface du bâtiment.

Nous recommandons aussi de prévoir un système de drainage sous la dalle du sous-sol consistant en un réseau de drains perforés flexibles noyés dans un lit de pierre nette et reliés à un puisard central muni de pompes submersibles pour évacuer l'eau vers le réseau municipal.

Nous recommandons également d'imperméabiliser les parties enfouies des murs de fondation contre l'humidité à l'aide d'une membrane imperméabilisante autocollante ou thermofusible.

6.9 Remblayage le long des murs

Le remblayage des excavations à l'extérieur des murs de fondation doit être effectué avec un matériau granulaire (classe A ou B) densifié à au moins 95% de l'essai Proctor modifié. Les matériaux de classe B si utilisés doivent être libres de motte d'argile et de particules grossières (> 100 mm) et avoir une teneur en eau proche de l'optimum Proctor pour être compactables.

Si des matériaux de classe B sont utilisés dans les tranchées extérieures des murs de fondation, nous recommandons d'installer des drains verticaux (panneaux ondulés, Deltadrain ou Miradrain) sur toute la partie enfouie des murs de fondations pour faciliter l'écoulement des eaux de pluie et de fonte.

Les pourtours des colonnes et les tranchées intérieures des murs de fondation devront être remblayés avec un matériau granulaire de type (MG-20) densifié à au moins 95 % de l'essai Proctor modifié.

Ces matériaux doivent être mis en place en couches d'une épaisseur maximale de 300 mm et doivent être densifiés au moins à 95% de la valeur Proctor modifié.

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

6.10 Aires pavées

L'infrastructure des aires pavées devra permettre d'éviter l'accumulation d'eau dans la fondation ou sous-fondation granulaire en plus d'être exempte de zones molles ou instables. Si de telles zones sont détectées, elles devront être excavées et remplacées par un matériau d'excavation compactable ou d'emprunt compactable qui devra, dans tous les cas, être densifié avant la mise en place des matériaux granulaires de fondation et/ou de sous-fondation.

6.11 Recommandations générales de construction

Nous recommandons de faire inspecter le fond des excavations des fondations par un personnel compétent qui s'assurera qu'elles soient placées sur le roc non altéré capable de supporter la pression des structures dans des conditions sécuritaires et qui confirmera la capacité portante.

En fonction des travaux devant être réalisés sur le site, nous recommandons de prévoir un programme de contrôle pour l'approbation des fonds d'excavation et le suivi de la mise en place des matériaux granulaires. Ce programme doit inclure :

- > La vérification de la qualité des matériaux granulaires utilisés en chantier;
- > La vérification de leur mise en place conformément aux exigences;
- > La mesure de la masse volumique en place afin de valider l'atteinte du degré de compaction exigé.

Nous recommandons également de prévoir un programme de contrôle pour vérifier la qualité et la mise en place du béton de ciment des fondations et des dalles. Le contrôle du béton de ciment doit inclure le suivi en cours de coulée de la température, de l'affaissement et du pourcentage d'air entraîné du béton frais, ainsi que la mesure de la résistance en compression du béton durci. La mise en place du béton et son mûrissement doivent faire l'objet d'une attention particulière puisque ces facteurs sont déterminants sur la qualité et la pérennité de l'ouvrage, et ce, d'autant plus si les travaux sont effectués en conditions hivernales.

7 Limitations concernant les études géotechniques

7.1 Objet du rapport

Ce rapport d'étude géotechnique est destiné uniquement au client pour qui il a été préparé. Les informations incluses sont présentées au meilleur de notre connaissance et à la lumière des données disponibles au moment de sa rédaction. Ce rapport doit être considéré comme un tout et aucune de ses parties ne peut être utilisée isolément. Tout usage que pourrait en faire une tierce partie ou toute décision basée sur son contenu prise par cette tierce partie est la responsabilité de cette dernière.

Ce rapport s'adresse avant tout aux concepteurs du projet. Il a essentiellement pour but de leur présenter les conditions géologiques et géotechniques rencontrées au droit des forages et de les guider dans la conception des ouvrages à ériger, à la lumière des conditions observées au moment de notre intervention sur le site proposé.

7.2 Suivi du rapport et du projet

Les recommandations et commentaires émis dans le rapport d'étude sont basés sur les résultats des forages effectués et découlent de la compréhension du projet, telle que définie au moment de l'étude. Ces recommandations et commentaires devraient être révisés et confirmés pour tout changement dans la conception du projet.

Il est donc recommandé que le maître d'œuvre s'assure de la concordance de ses plans et devis pour les travaux de terrassement, de drainage, d'excavation et de construction des fondations avec le contenu du rapport géotechnique préalablement obtenu, afin de vérifier que ce document a été correctement interprété et utilisé.

Par conséquent, si les conditions rencontrées lors des travaux différaient de celles observées à l'emplacement des forages, nous apprécierions en être informés immédiatement afin de pouvoir modifier nos recommandations en conséquence.

7.3 Variabilité des conditions géologiques et géotechniques

Les conditions géologiques présentées sont celles qui ont été observées au moment de la réalisation des forages. Les conditions de sol peuvent toutefois être modifiées de façon significative par des travaux de construction (excavation, drainage, ...) sur le site ou sur les sites adjacents. Elles peuvent aussi être affectées par l'exposition des sols à l'humidité, au séchage ou au gel.

Les rapports de sondage présentent la synthèse des unités stratigraphiques rencontrées aux emplacements des forages seulement. Le degré de précision des conditions indiquées sur ces rapports et notre interprétation subséquente sont tributaires des méthodes d'échantillonnage retenues et de l'uniformité intrinsèque du terrain investigué. Les conditions réelles du terrain, entre les forages, peuvent présenter des variations significatives par rapport à celles rencontrées au droit des forages effectués.

Les niveaux de l'eau souterraine donnés dans ce rapport correspondent seulement à ceux observés à l'endroit et à la date indiquée dans le rapport. Le niveau de l'eau souterraine peut être influencé de plusieurs façons, à la hausse ou à la baisse, notamment par les conditions climatiques et saisonnières, ou encore par l'intervention humaine sur le site étudié ou sur des terrains avoisinants.

Espérant ce rapport à votre entière satisfaction, nous vous prions de ne pas hésiter à nous contacter si des renseignements supplémentaires vous paraissent utiles relativement à son contenu.

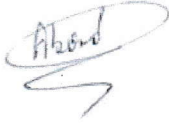
Rapport préparé par :

Farouk Aboud, C.P.I., M.Sc. A.,
(OIQ, 6023365)

Chargé de projets – Géotechnique

Mohamad Mrad, Ing., Ph.D.
(OIQ, 6009601)

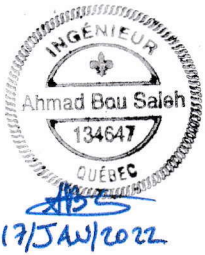
Directeur de projets – Géotechnique



Approuvé par :

Ahmad BouSaleh, Ing., P.Eng.
(OIQ, 134647)

(PEO, 100156746)





2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe A : Photographies des travaux sur site

Annexe A : Photographies des travaux sur site



Réalisation du forage F-01



Réalisation du forage F-02



Carotte CR-1 du forage F-01



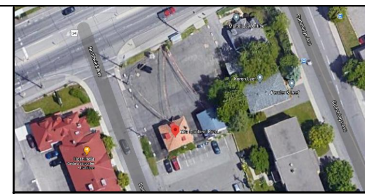
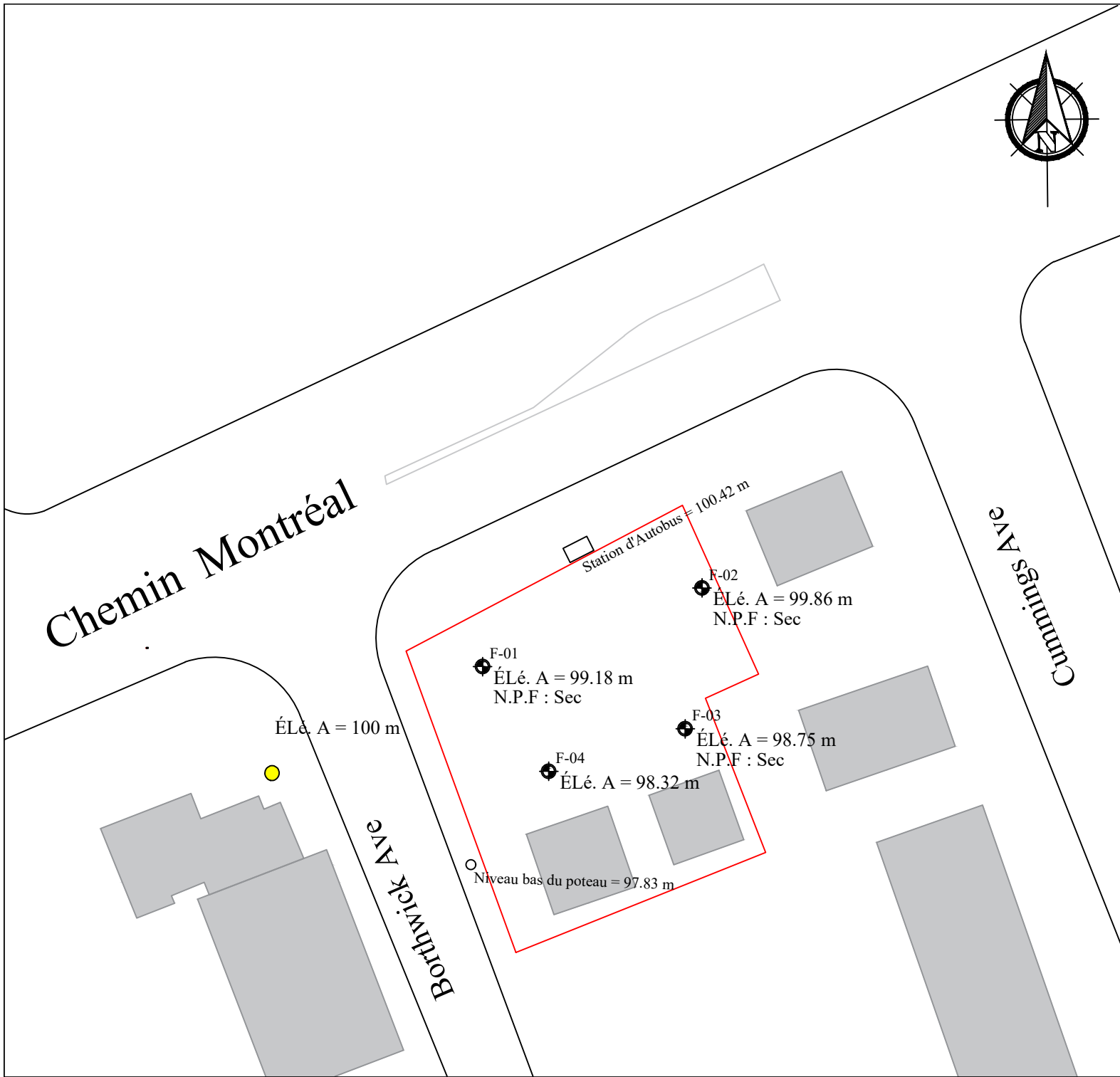
2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe B : Plan de localisation des forages



2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe B : Plan de localisation des forages



**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
ADRESSE DU SITE :**

630 Chemin de Montréal , Ottawa,
Ontario, Canada,

Légende

- Limite des lots —
- Bâtiment
- Forage +
- Repère de nivellement ●
- ÉLé.A : Élévation arbitraire
- N.P.F : Niveau piézométrique fictif



2064 Boulevard Curé-Labelle
Laval (Québec) H7T 1V6
Tel. (514) 313-0116
Fax (514) 881-7997
Courriel: info@enviro-experts.com

Client: M. Max Mahi

Titre: Plan de localisation : Forages

No. Contrat : 3260

Dessiné par: F.A Date: 06/10/2020

Échelle: SN Plan N° : 1 Page: 1/1



2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe C : Rapports de forages



2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe C : Rapports de forages

Un rapport de sondage permet de résumer la stratigraphie des sols et du roc, leurs propriétés ainsi que les conditions d'eau souterraine. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie, les symboles et abréviations utilisés.

COUPE STRATIGRAPHIQUE

1. PROFONDEUR – NIVEAU

La profondeur et le niveau des différents contacts stratigraphiques sont donnés par rapport à la surface du terrain à l'endroit des sondages au moment de leur exécution. Les niveaux sont indiqués en fonction d'un système indiqué dans l'entête du rapport de sondage.

2. DESCRIPTION DES SOLS

Les sols sont décrits selon leur nature et leurs propriétés géotechniques.

Les dimensions des particules constituant un sol sont les suivantes :

NOM	DIMENSION (mm)	
Argile	<	0,002
Silt	0,002	- 0,08
Sable	0,08	- 5
Gravier	5	- 80
Caillou	80	- 300
Bloc	>	300

La proportion des divers éléments de sol, définis selon la dimension des particules, est donnée d'après la terminologie descriptive suivante :

TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	PROPORTION DE PARTICULES (%)	
Traces	1	- 10
Un peu	10	- 20
Adjectif (ex. : sableux, silteux)	20	- 35
Et (ex. : sable et gravier)	>	35

2.1 COMPACTITÉ DES SOLS PULVÉRULENTS

La compacité des sols pulvérulents est évaluée à l'aide de l'indice de pénétration « N » obtenu par l'essai de pénétration standard :

COMPACTITÉ	INDICE DE PÉNÉTRATION « N » (coups / 300 mm)	
Très lâche	<	4
Lâche	4	- 10
Compacte ou moyenne	10	- 30
Dense	30	- 50
Très dense	>	50

2.2 CONSISTANCE, PLASTICITÉ ET SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS

La consistance des sols cohérents est évaluée à partir de la résistance au cisaillement. La résistance au cisaillement non drainé de l'argile intacte (c_u) et de l'argile remaniée (c_r) est mesurée en chantier ou en laboratoire.

CONSISTANCE

	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT, c_u (kPa)	
Très molle	<	12
Molle	12	- 25
Ferme	25	- 50
Raide	50	- 100
Très raide	100	- 200
Dure	>	200

PLASTICITÉ

	LIMITE DE LIQUIDITÉ, w_L	
Faible	<	30
Moyenne	30	- 50
Élevée	>	50

SENSIBILITÉ

	c_u INTACTE/REMANIÉE	
Faible	<	2
Moyenne	2	- 4
Forte	4	- 8
Très forte	8	- 16
Argile sensible	16	>

3. DESCRIPTION DU ROC

Le roc est décrit en fonction de sa nature géologique, de ses caractéristiques structurales et de ses propriétés mécaniques.

L'indice de qualité du roc (RQD) est obtenu par la sommation des longueurs de carotte égales ou supérieures à 100 mm par rapport à la course du carottier de calibre NX ou NQ dans le roc. Le résultat s'exprime en pourcentage :

CLASSIFICATION	INDICE DE QUALITÉ RQD (%)	
Très mauvaise qualité	<	25
Mauvaise qualité	25	- 50
Qualité moyenne	50	- 75
Bonne qualité	75	- 90
Excellente qualité	90	- 100

JOINTS

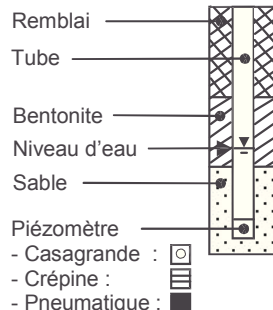
	ESPACEMENT MOYEN (mm)	
Très rapprochés	0	- 60
Rapprochés	60	- 200
Moyennement espacés	200	- 600
Espacés	600	- 2000
Très espacés	>	2000

RÉSISTANCE

	RÉSISTANCE À LA COMPRESSION SIMPLE, q_u (MPa)	
Extrêmement faible	<	1
Très faible	1	- 5
Faible	5	- 25
Moyennement forte	25	- 50
Forte	50	- 100
Très forte	100	- 250
Extrêmement forte	>	250

NIVEAU D'EAU

La colonne « Niveau d'eau » indique le niveau de l'eau souterraine mesuré dans un tube d'observation, un piézomètre, un puits d'observation ou directement dans un sondage. Le croquis ci-contre illustre les différents symboles utilisés.



ABRÉVIATIONS

A	Absorption, L/min-m (essai d'eau sous pression)
AC	Analyses chimiques
C	Essai de consolidation
C_c	Coefficient de courbure
C_u	Coefficient d'uniformité
c_u	Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre de chantier, kPa
c_r	Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre de chantier, kPa
c_{us}	Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au cône suédois, kPa
c_{rs}	Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au cône suédois, kPa
c_{up}	Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre portatif, kPa
c_{rp}	Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre portatif, kPa
D_r	Densité relative des particules solides
E_M	Module pressiométrique, kPa ou MPa
G	Analyse granulométrique par tamisage et lavage
I_L	Indice de liquidité
I_p	Indice de plasticité, %
k_c	Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en chantier, m/s
k_L	Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en laboratoire, m/s
N_{dc}	Indice de pénétration (essai de pénétration dynamique au cône, DCPT)
N	Indice de pénétration (essai de pénétration standard, SPT)
P_{80}	Analyse granulométrique par lavage au tamis 80 μ m
P_L	Pression limite de l'essai pressiométrique, kPa
P_r	Essai Proctor
PV	Poids volumique, kN/m^3
PV'	Poids volumique déjaugé, kN/m^3
q_c	Résistance de pointe, kPa (essai de pénétration statique portatif au cône, CPT)
q_u	Résistance à la compression simple de la roche, MPa
S	Analyse granulométrique par sédimentométrie
S_t	Sensibilité (c_u/c_r)
w	Teneur en eau, %
w_L	Limite de liquidité, %
w_p	Limite de plasticité, %

ÉCHANTILLONS

1. TYPE ET NUMÉRO

La colonne « Type et numéro » correspond à la numérotation de l'échantillon. Il comprend deux lettres identifiant le type d'échantillonnage, suivi d'un chiffre séquentiel. Les types d'échantillonnage sont les suivants :

CF : Carottier fendu	EL : Lavage
CG : Carottier grand diamètre	ET : Tarière
TM : Tube à paroi mince	VR : Vrac (puits)
CR : Carottier diamanté	

2. ÉTAT

La profondeur, la longueur et l'état de chaque échantillon sont indiqués dans cette colonne. Les symboles suivants illustrent l'état de l'échantillon :



3. RÉCUPÉRATION

La récupération de l'échantillon correspond à la longueur récupérée de l'échantillon par rapport à la longueur de l'enfoncement de l'échantillonneur, exprimée en pourcentage.

ESSAIS IN SITU ET EN LABORATOIRE

Les résultats des essais effectués en chantier et en laboratoire sont indiqués dans les colonnes « Essais in situ et en laboratoire » à la profondeur correspondante.

La liste d'abréviations suivante sert à identifier ces essais.

PROFONDEUR (PIED)		PROFONDEUR (M)		ELEVATION (m)		STRATIGRAPHIE		DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC		ÉCHANTILLON				RÉSULTATS DES ESSAIS		
								Mesure niveau d'eau: 25 septembre 2020 : Sec		ÉTAT	TYPE ET NUMERO	RÉCUP. (%)	AUTRES ESSAIS	COUPS 6po/15cm OU RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	(CU) CISAILLEMENT AU CÔNE SUÉDOIS (C _{uv}) SCISSOMÈTRE TENEUR EN EAU (%) LIMITES D'ATTENBERG (%) INDICE "N" (Coups/12 po-30 cm)
0		0		99.18				SURFACE DU SOL							0	10 20 30 40 50 60 70 80 90
0		0		99.13		[X]		Béton bitumineux (5 cm).		[X]	CF-1	25		2-10-7-12	17	17
2		2				[X]		Remblai : Sable silteux et gravier.		[X]	CF-2	50		25-15-16-14	31	31
4		4				[X]		Pierre concassée et sable.		[X]	CF-3	40		20-5-4-10	9	9
6		6				[X]		Sable brun avec des traces de gravier.		[X]	CF-4	25		20-7-7-8	14	14
8		8		96.74		[X]		Sable brun, présence de débris de béton.		[X]	CF-4	25		20-7-7-8	14	14
10		10				[X]		Sol naturel : Sable un peu grossier, brun .		[X]	CF-5	50		6-5-6-5	11	11
12		12				[X]		Sable un peu grossier compact, brun .		[X]	CF-6	45		5-6-7-7	13	13
14		14				[X]		Idem .		[X]	CF-7	50		5-6-5-5	11	11
16		16				[X]		Sable lâche, un peu grossier .		[X]	CF-8	40		5-5-4-4	9	9
18		18				[X]		Idem .		[X]	CF-9	60		3-3-2-2	5	5
20		20				[X]		Sable lâche humide , un peu grossier, brun.		[X]	CF-10	50		2-2-2-2	4	4
22		22				[X]		Sable lâche saturé en eau , un peu grossier, brun.		[X]	CF-11	20		0-1-2-2	3	3
24		24				[X]		Sable lâche saturé en eau , grossier, brun.		[X]	CF-12	40		12-13-12-12	25	25
26		26				[X]		Sable graveleux avec un peu de silt.		[X]	CF-13	70	▲	28-20-17-6	37	37
28		28				[X]		Cuillère vide. Refus à la cuillère fendue .		[X]	CF-14			10-12-50/2"		
30		30		90.19		[X]		Forage destructif. Refus à la tarière à 8,99 mètre .		[X]	CR-1					
						[X]		Roc :		[X]						



FORAGE No. F-01
ÉLEVATION 99.18

RAPPORT DE SONDAGE
FEUILLE 01 de 05

LEGENDE:

- [X] CF CUILLÈRE FENDUE
- [TM] TM TUBE À PAROI MINCE
- [CR] CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- [N] NIVEAU D'EAU

- [G] GRAVIER
- [S] SABLE
- [IL] SILT
- [A] ARGILE

W: TENEUR EN EAU
Od: CONSOLIDATION OEUDOMÉTRIQUE
AG: ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
AC: ANALYSE CHIMIQUE

PROJET: Étude Géotechnique

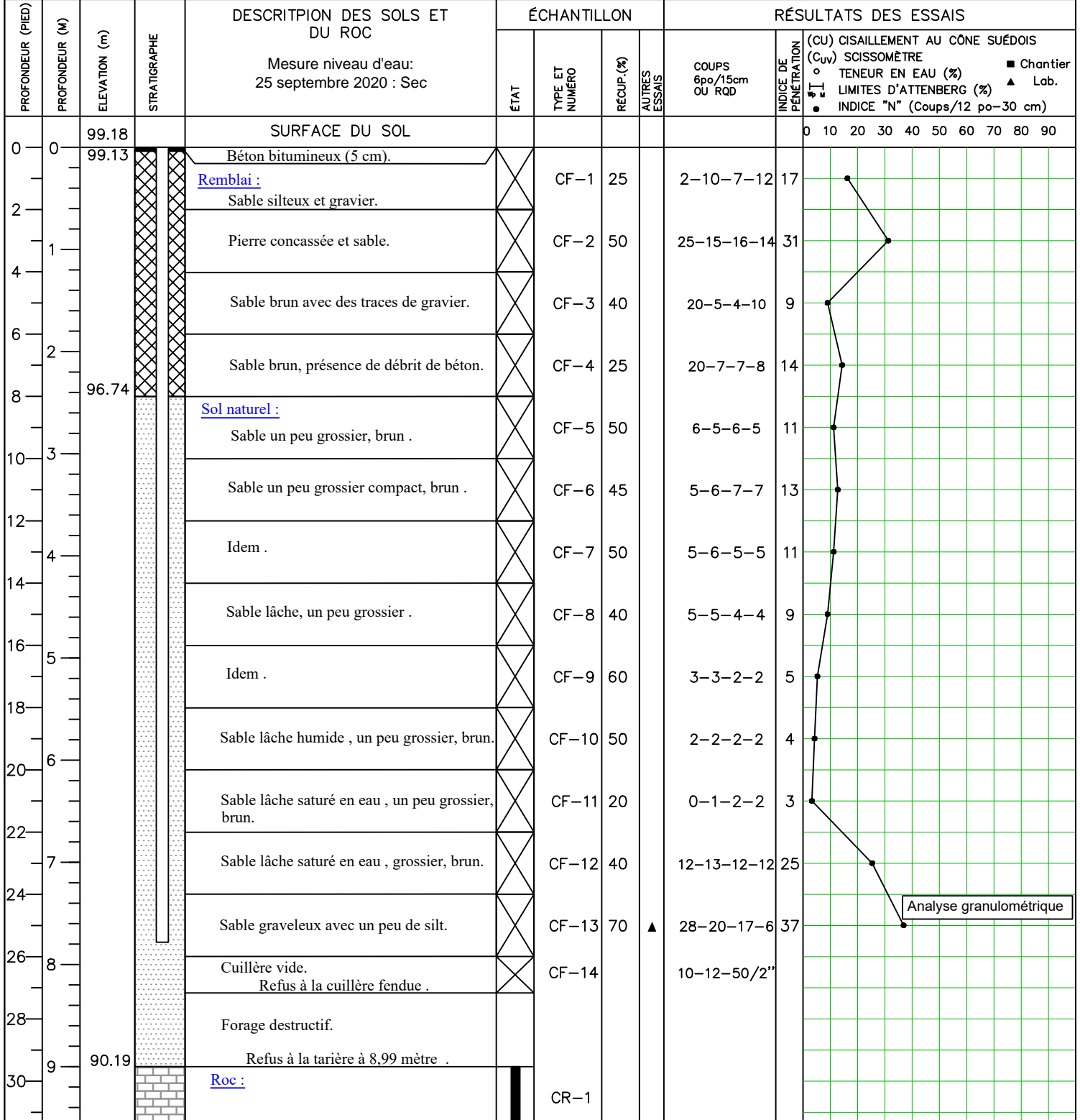
N/PROJET: E-2020 - 3260

CLIENT : M. Max Mahi

ADRESSE : 630 Chemin de montréal, Ottawa, Ontario, Canada.

DÉCRIT PAR: F.A. VÉRIFIÉE PAR: H.A.

DATE (Début): 25 Septembre 2020 DATE (fin): 25 Septembre 2020



PROFONDEUR (PIED)		PROFONDEUR (M)		ELEVATION (m)	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉCHANTILLON				RÉSULTATS DES ESSAIS		
						Mesure niveau d'eau: 25 septembre 2020 : Sec	ÉTAT	TYPE ET NUMÉRO	RÉCUP. (%)	AUTRES ESSAIS	COUPS 6po/15cm OU RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	(CU) CISAILEMENT AU CÔNE SUÉDOIS (C _{uv}) SCISSOMÈTRE ○ TENEUR EN EAU (%) ■ Chantier ● LIMITES D'ATTENBERG (%) ▲ Lab. ● INDICE "N" (Coups/12 po-30 cm)
0		0		99.86		SURFACE DU SOL						0	10 20 30 40 50 60 70 80 90
0		0		99.81	☒	Béton bitumineux (5 cm). <u>Remblai :</u>	☒	CF-1	25		3-5-5-7	10	
2		2			☒	Gravier et sable brun.	☒	CF-2	50		5-5-3-2	8	
4		4		98.66	☒	Pierre concassée suivie de sable brun avec des traces de la matière organique.	☒	CF-3	30		6-4-3-2	7	
6		6			☒	<u>Sol naturel :</u> Sable lâche, brun.	☒	CF-4	50	▲	6-5-6-5	11	Analyse granulométrique
8		8			☒	Sable et gravier compact avec un peu de silt.	☒	CF-5	50		4-5-3-3	8	
10		10			☒	Sable lâche un peu grossier, brun .	☒	CF-6	45		5-5-4-4	9	
12		12			☒	Sable lâche un peu grossier avec un peu de gravier .	☒	CF-7	25	▲	5-8-10-12	18	Analyse granulométrique Analyse sédimentométrique
14		14			☒	Sable silteux avec des traces d'argiles .	☒	CF-8	40		12-16-15-18	31	
16		16			☒	Sable graveleux compact .	☒	CF-9	60		6-9-10-10	19	
18		18			☒	Idem .	☒	CF-10	50	▲	12-9-9-17	18	Analyse granulométrique
20		20			☒	Sable compact avec peu de gravier et traces de silt, saturé en eau.	☒	CF-11			25-50/4"		
22		22		93.31		Sable compact avec des fragments de roche . Refus à la cuillère fendue et à la tarière.							
24		24				Fin du forage à 6.55 mètre.							
26		26											
28		28											
30		30											



FORAGE No. F-02
ÉLEVATION 99.86

RAPPORT DE SONDAGE
FEUILLE 03 de 05

LEGENDE:

- ☒ CF CUILLÈRE FENDUE
- ☒ TM TUBE À PAROI MINCE
- ☒ CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- ▼ NIVEAU D'EAU

- ☒ GRAVIER
- ☒ SABLE
- ☒ SILT
- ☒ ARGILE

W: TENEUR EN EAU
Od: CONSOLIDATION OEUDOMÉTRIQUE
AG: ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
AC: ANALYSE CHIMIQUE

PROJET: Étude Géotechnique

N/PROJET: E-2020 - 3260

CLIENT : M. Max Mahi

ADRESSE : 630 Chemin de montréal, Ottawa, Ontario, Canada.

DÉCRIT PAR: F.A. VÉRIFIÉE PAR: H.A.

DATE (Début): 25 Septembre 2020 DATE (fin): 25 Septembre 2020

PROFONDEUR (PIED)		PROFONDEUR (M)		ELEVATION (m)		STRATIGRAPHIE		DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC		ÉCHANTILLON		RÉSULTATS DES ESSAIS	
								Mesure niveau d'eau: 25 septembre 2020 : Sec		ÉTAT		COUPS 6po/15cm OU RQD	
										TYPE ET NUMERO		INDICE DE PÉNÉTRATION	
										RÉCUP. (%)		AUTRES ESSAIS	
												(CU) CISAILEMENT AU CÔNE SUÉDOIS (C _{uv}) SCISSOMÈTRE ° TENEUR EN EAU (%) ■ Chantier ° LIMITES D'ATTENBERG (%) ▲ Lab. ● INDICE "N" (Coups/12 po-30 cm)	
0		0		98.75		SURFACE DU SOL						0 10 20 30 40 50 60 70 80 90	
2		1		98.70		Béton bitumineux (5 cm).		Remblai :		CF-1 10		13-7-6-6 13	
4		3		97.46		Sable avec des traces de silt de gravier.				CF-2 8		7-6-6-5 12	
6		4				Pierre concassée et sable.				CF-3 50		6-7-5-5 12	
8		5				Sol naturel :				CF-4 50		5-6-6-5 12	
10		6				Sable compact, brun.				CF-5 60		4-4-3-4 7	
12		7				Sable compact, brun.				CF-6 60		6-12-13-13 25	
14		8				Sable lâche, brun .				CF-7 65		14-16-15-16 31	
16		9				Sable fin compact .				CF-8 50		7-8-9-20 17	
18		10		93.57		Sable fin compact, un peu humide.				CF-9		50/2"	
20		11				Sable grossier compact, saturé en eau.							
22		12		92.04		Refus à la cuillère fendue et à la tarière.		Roc :		CR-3		RQD = 27%	
24		13				Roc de mauvaise qualité.							
26		14				Fin du forage à 6.71 mètre.							
28		15											
30		16											

ELEVATION (M)		PROFONDEUR (PIED)	PROFONDEUR (M)	98.32 98.27 96.92 96.49	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DU SOL	ÉTAT	ÉCHANTILLON					OBSERVATIONS OLEACTIVES				NIVEAU DE CONTAMINATION SUIVANT LES CRITÈRES DU MELCC					
								NUMÉRO	TYPE	RECUP.	N-INDEX	TEST	N	F	M	E	<A	A-B	B-C	>C		
1					[Cross-hatched pattern]	Remblai de pierre concassée avec un peu de sable.	X	F1-T1	Sol	50%			•									
2							Remblai de sable brun un peu oxydé.	X	F1-T2	Sol	65%			•								
3		1					Sable brun un peu grossier.	X	F1-T2	Sol				•								
4						Arrêt du forage à 1.83 m																
5																						
6																						
7		2																				
8																						
9																						
10		3																				
11																						
12																						
13		4																				
14																						
15																						
16																						

Approuvé par: R. Saad



2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe D : Essais de laboratoire géotechnique



2064, Cure-Labelle Suite 20.03
Laval, Québec, H7T 1V6
Tel.: 514 290 9616,
Fax: 514 744 6664
info@enviro-experts.com

Annexe D : Essais de laboratoire géotechnique

Client : Enviro-Experts
Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (Enviro-Experts)
Endroit : .

Dossier : P-0022322-0-01
Réf. client :
Rapport n° : 83 **Projet no.** 3260
Rév. 0
Page 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE

Provenance : Matériau en place;
N° d'échantillon : 83 **N° d'échantillon client :** Échantillonné par : le client
Sondage n° : F-2, CF-7 **Date d'échantillonnage :** 2020-09-25
Profondeur : 3,66 - 4,27 m **Date de réception :** 2020-09-28
Localisation : 630 Montréal Ro, Ontario **Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm		70,7 µm	17,6
56 mm		50,6 µm	14,0
40 mm		36,3 µm	9,4
31,5 mm		23,1 µm	7,6
20 mm		13,3 µm	7,4
14 mm		9,5 µm	6,5
10 mm		6,6 µm	5,4
5 mm	100	4,7 µm	4,5
2 mm	100	3,4 µm	3,6
1,25 mm	100	2,4 µm	2,9
0,630 mm	100	1,4 µm	2,0
0,315 mm	97		
0,160 mm	71		
0,080 mm	32,8		

AUTRES ESSAIS

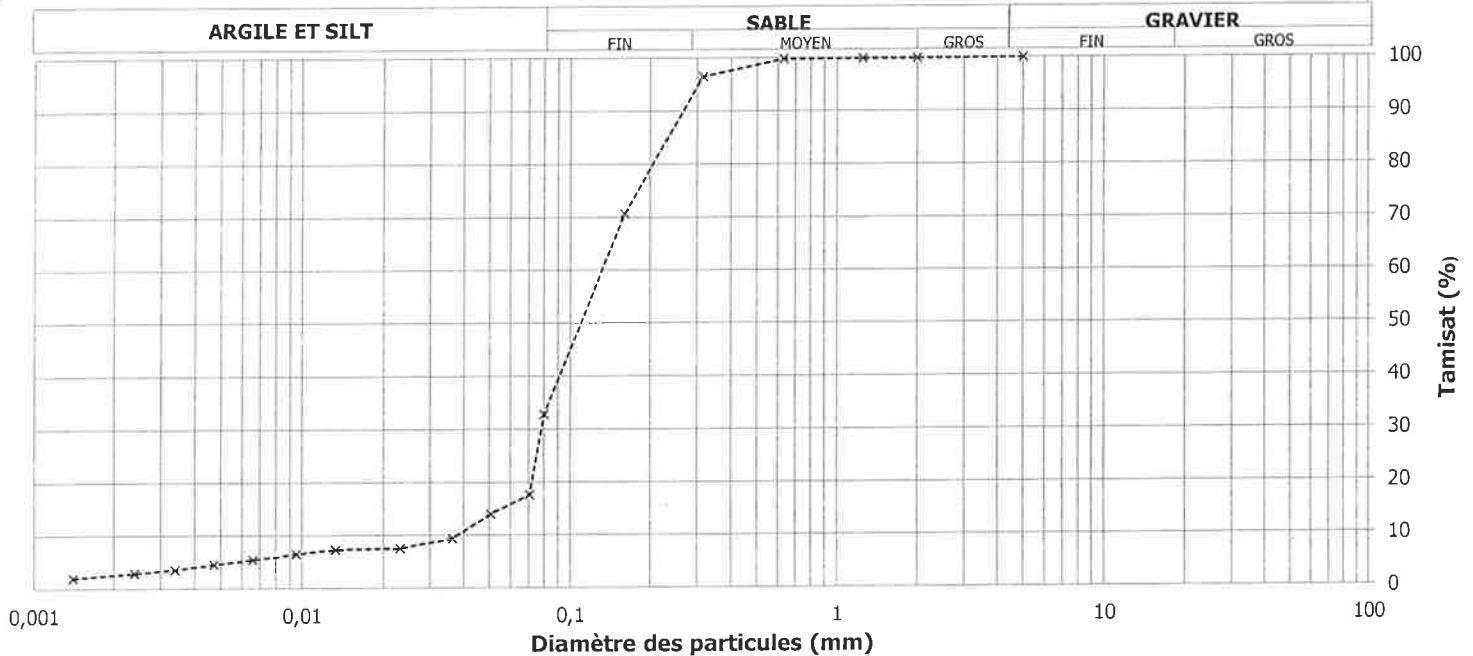
MESURÉ

REMARQUES

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)

Sable :	67,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	30,3
Argile :	2,5



D₁₀ : 0,038

D₃₀ : 0,078

D₆₀ : 0,132

Préparé par :

Date :

Claire Pelletier, Chef d'équipe

2020-10-07

Approuvé par :

Date :

C. Pelletier
Claire Pelletier, Chef d'équipe

2020-10-07

Client : Enviro-Experts
Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (Enviro-Experts)
Endroit : .

Dossier : P-0022322-0-01
Réf. client : .
Projet no. 3260
Rapport n° : 84 **Rév.** 0
Page 1 de 1

Échantillonnage

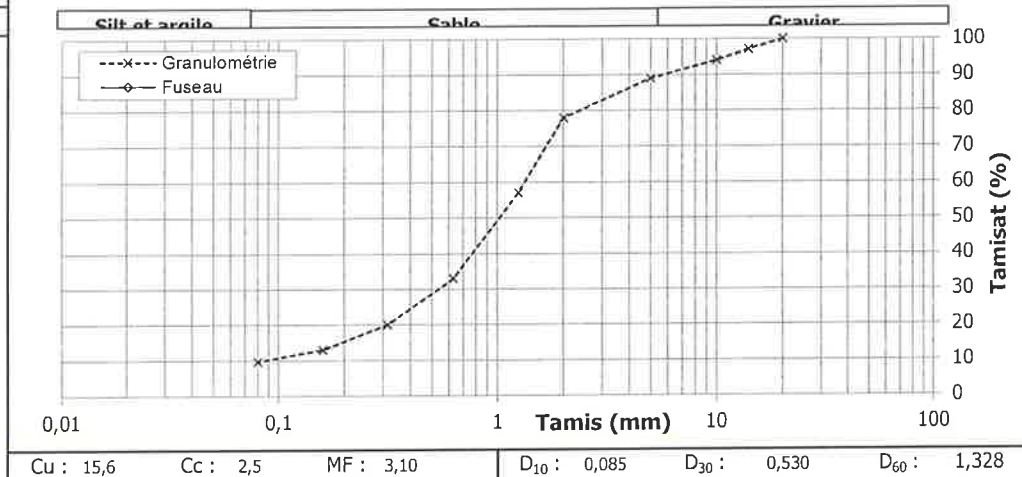
N° d'échantillon : 84
N° d'échantillon client :
Type de matériau :
Source première; ville : Matériau en place;
Endroit échantillonné : 630 Montréal Ro, Ontario; F-2, CF-10; 5,49 - 6,10

Spécification n° 2

Référence :
Usage :
Calibre :
Classe :
Prélevé le : 2020-09-25
Par : le client
Reçu le : 2020-09-28

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%)	
	EXIGENCES	MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		100
14		97
10		94
5		89
2		78
1,25		57
0,630		33
0,315		20
0,160		13
0,080		9,7



Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux : 0,0 Sabla : 79,3
Gravier : 11,0 Silt et argile : 9,7

Masse vol. sèche maximale : Humidité optimale : Retenu 5 mm :
kg/m³ % %

Autres essais

Exigé

Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME A L'EXIGENCE SPECIFIEE.

Préparé par : Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Approuvé par : *C. Pelletier*
Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Essai en compression sur carotte de roc (ASTM D7012)

1200, boul. Saint-Martin Ouest, bureau 400
Laval (Québec) H7S 2E4
T 514 281.5151 / F 450 668.9998
laval@englobecorp.com

Client :	Enviro-Experts	Réf. Client :	Projet 3260
Projet :	630 Montréal Ro	N/Réf. :	P-0022322-0-01
Endroit :	Ontario	Rapport n° :	86
			Éch.: 86
			Page 1 de 1

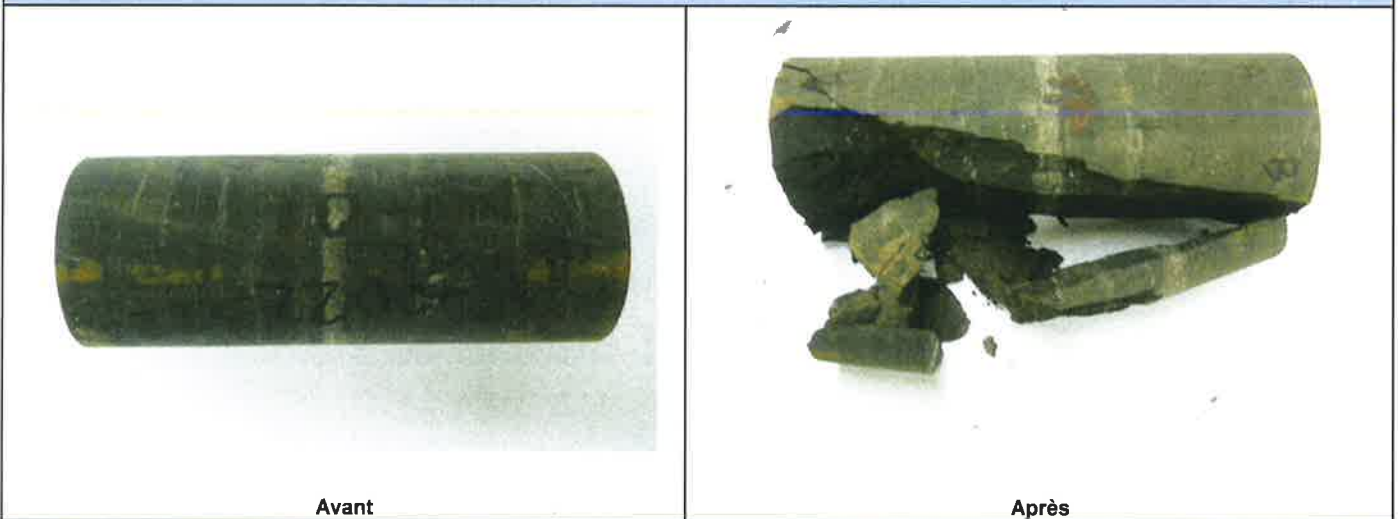
Description de l'échantillon

Forage: F-1	Profondeur: 10,67 à 10,82 m
N° échantillon: CR-2	

Résultats


Diamètre (mm) : 47,30	Hauteur (mm) : 114,92	Rapport hauteur / diamètre : (entre 2 et 2,5)	2,43
Charge (N) : 85 494	Surface (mm²): 1757,17	Temps (min : sec) : (entre 2 et 15 minutes)	02:00
Résistance à la compression : (MPa)	48,7		

Photographies



Remarques:

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Préparé par	Date	Approuvé par	Date
Claire Pelletier, chef de laboratoire	30 septembre 2020	 Claire Pelletier, chef de laboratoire	2020-10-07

Client : Enviro-Experts
Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (Enviro-Experts)
Endroit : .

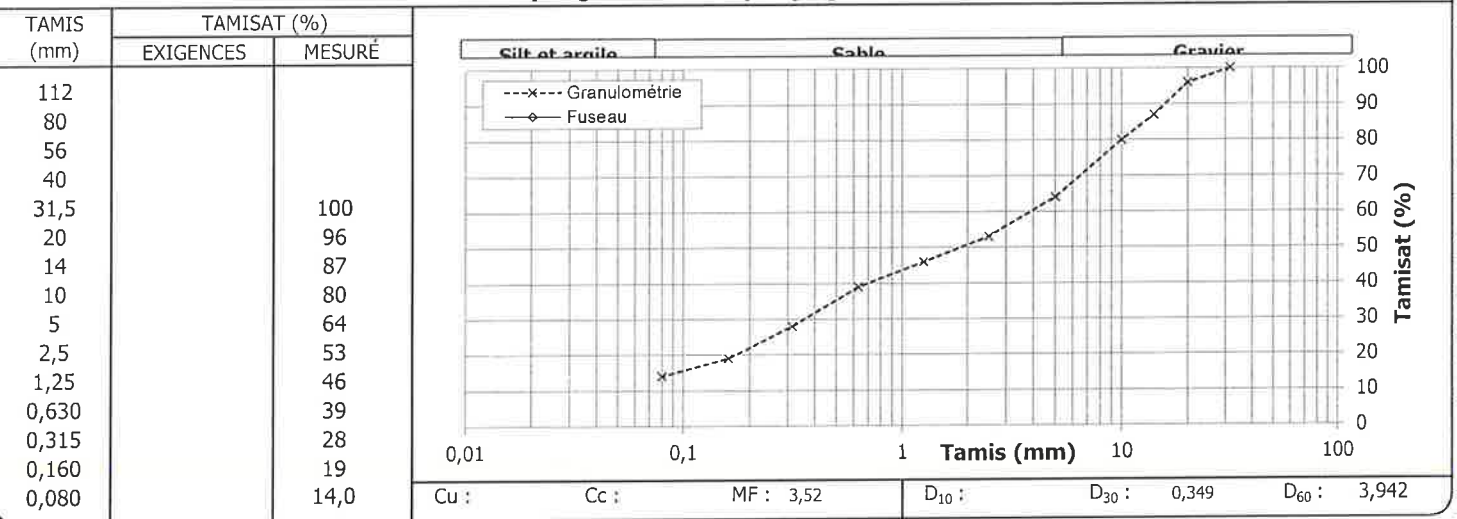
Dossier : P-0022322-0-01
Réf. client : **Projet no. 3260**
Rapport n° : 87 **Rév. 0**
Page 1 de 1
Échantillonnage

 N° d'échantillon : 87
 N° d'échantillon client :
 Type de matériau :
 Source première; ville : matériau en place
 Endroit échantillonné : 630 rue Montréal-Ottawa; F2, CF-4; 1,83 - 2,44 m

Spécification n° 1

 Référence : Divers
 Usage :
 Calibre :
 Classe :

 Prélevé le :
 Par : le client
 Reçu le : 2020-09-30

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)

Proportions selon analyse granulométrique (%)

 Cailloux : 0,0 Sable : 49,5
 Gravier : 36,5 Silt et argile : 14,0

Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Autres essais
Exigé
Mesuré
Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME A L'EXIGENCE SPECIFIEE.

Préparé par : Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Approuvé par : *C. Pelletier*
 Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Client : Enviro-Experts
Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (Enviro-Experts)
Endroit : .

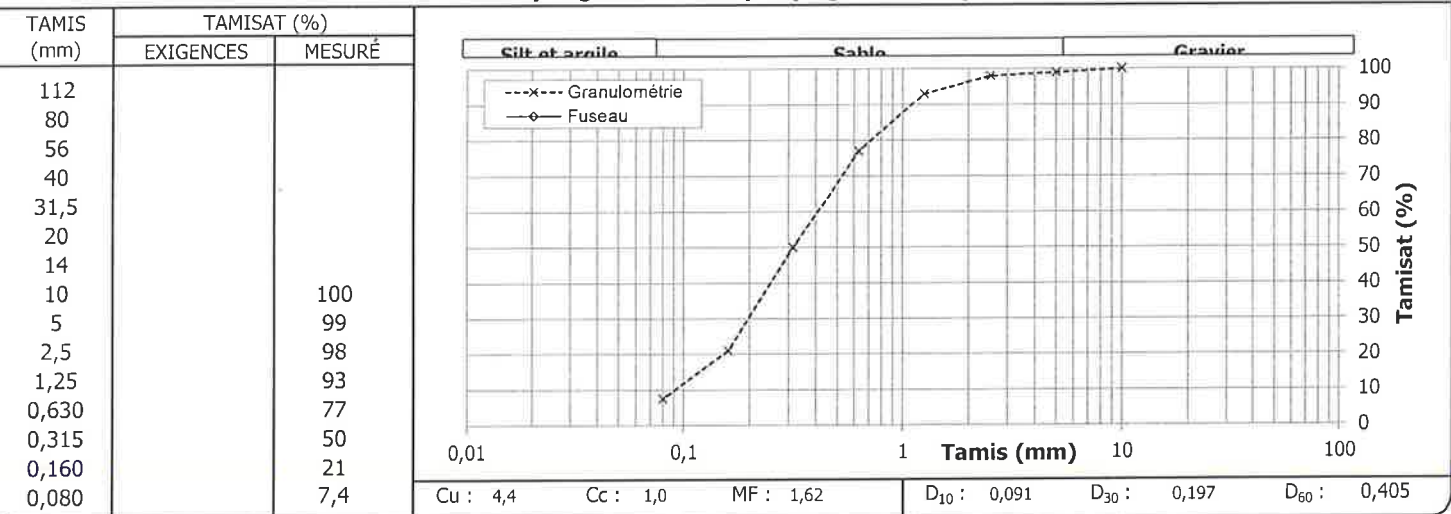
Dossier : P-0022322-0-01
Réf. client : .
Projet no. 3260
Rapport n° : 88 **Rév. 0**
Page 1 de 1
Échantillonnage

 N° d'échantillon : 88
 N° d'échantillon client :
 Type de matériau :
 Source première; ville : matériau en place
 Endroit échantillonné : 630 rue Montréal-Ottawa; F3, CF-1; 0,00 - 0,61 m

Spécification n° 1

 Référence : Divers
 Usage :
 Calibre :
 Classe :

 Prélevé le :
 Par : le client
 Reçu le : 2020-09-30

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)


Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux : 0,0	Sable : 91,3
Gravier : 1,3	Silt et argile : 7,4

Autres essais
Exigé
Mesuré
Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME A L'EXIGENCE SPECIFIEE.

Préparé par : Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Approuvé par : *C. Pelletier*
 Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Client : Enviro-Experts
Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (Enviro-Experts)
Endroit : .

Dossier : P-0022322-0-01
Réf. client : .
Projet no. 3260
Rapport n° : 85 **Rév. 0**
Page 1 de 1

Échantillonnage

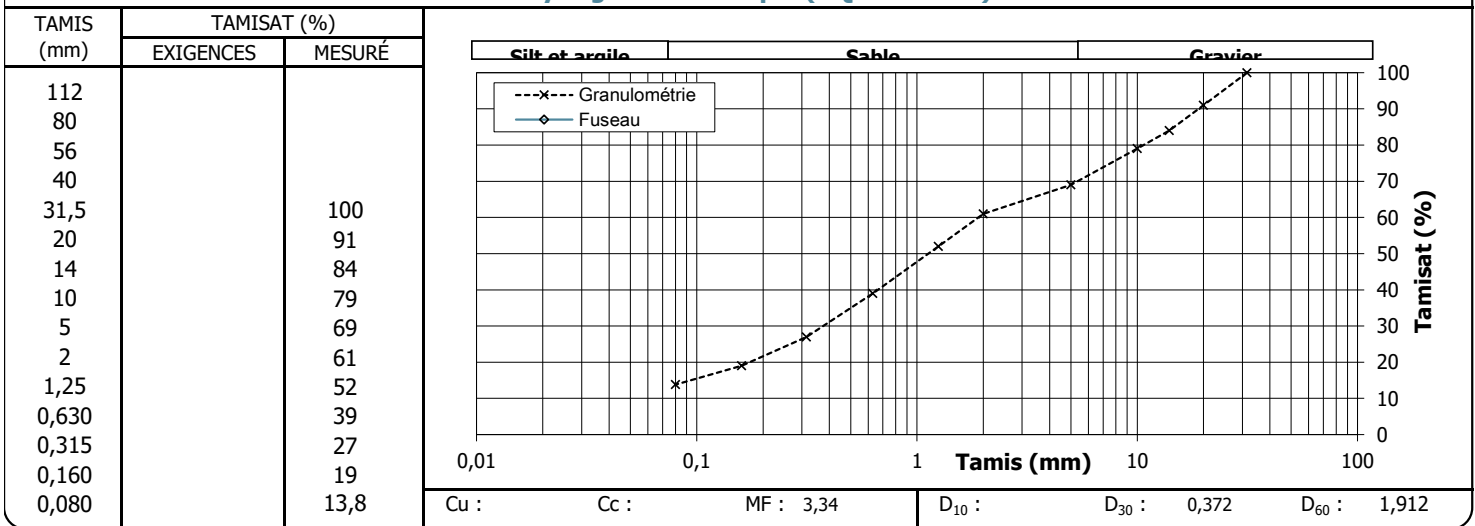
N° d'échantillon : 85
N° d'échantillon client :
Type de matériau :
Source première; ville : Matériau en place;
Endroit échantillonné : 630 Montréal Ro, Ontario; F-1, CF-13; 7,32 - 7,92 m

Spécification n° 2

Référence :
Usage :
Calibre :
Classe :

Prélevé le : 2020-09-25
Par : le client
Reçu le : 2020-09-28

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux : 0,0	Sable : 55,5
Gravier : 30,7	Silt et argile : 13,8

Autres essais

Exigé

Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME A L'EXIGENCE SPECIFIEE.

Préparé par : Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-07

Approuvé par : *Claire Pelletier*
Claire Pelletier, Chef d'équipe
Date : 2020-10-08