



**SNC • LAVALIN**

**SNC-Lavalin GEM Québec inc.**

2271, boulevard Fernand-Lafontaine  
Longueuil (Québec) Canada J4G 2R7

☎ 514.393.6913 🌐 450.674.3370

Le 12 juin 2019

Monsieur Mathieu Drapeau  
**S.E.C 500 Claremont**  
4120, rue Sainte-Catherine Ouest, 5<sup>e</sup> étage  
Westmount (Québec) H3Z 1P4

N/Dossier n° : 624930  
N/Document n° : 624930-EG-L01-00

Objet : Avis technique professionnel  
500 Claremont, Westmount

---

Monsieur,

Pour faire suite à votre demande, il nous fait plaisir d'émettre l'avis technique professionnel suivant.

L'examen des dessins A-202 et A-203 du projet 18-001 « 500 Claremont » datés du 27 mars 2019, préparés par Jean-Pierre Bart architecte révèle que la dalle du sous-sol se trouvera au niveau 87'-6 3/8'', soit un peu moins de 13 pieds sous le plancher du niveau 1 qui se trouve au 100'-0''. Considérant ce qui précède, l'excavation requise pour la construction des fondations devrait atteindre une profondeur d'au plus 16 pieds sous le niveau 1.

Le rapport d'étude géotechnique 624930 daté du 24 février 2015, préparé par Groupe Qualitas inc., maintenant SNC-Lavalin GEM Québec inc., a inclut, entre autres, la réalisation de 6 forages géotechniques qui ont été avancés jusqu'à des profondeurs variant de 26 à 39 pi (8 à 12 m) environ sous le niveau 1 du projet au sein d'un dépôt de silt sableux à silt et sable, traces de gravier à graveleux, traces d'argile. Ce type de sol peut facilement être excavé de façon conventionnelle au moyen d'une pelle hydraulique. En conséquence, aucun travail de dynamitage n'est requis pour la réalisation de ce projet.

Nous demeurons à votre disposition pour tout autre renseignement additionnel. Veuillez agréer, Monsieur Drapeau, l'expression de nos sentiments distingués.

**François Dugas, ing.**  
Directeur de département - Géotechnique  
N° de membre de l'OIQ : 39333  
*Environnement et géosciences*  
**Infrastructures**

FD/ma

c.c : Madame Christine Lalonde, M.A. Econ.





**GROUPE QUALITAS INC.**  
591, rue Le Breton  
Longueuil (Québec)  
Canada J4G 1R9  
www.qualitas.qc.ca

Tél. : 514-331-6910  
Télec. : 450-674-3370

Le 24 février 2015

Monsieur Fabien Dessureault  
Directeur construction  
**Développements Brookline**  
4120, rue Sainte-Catherine Ouest, 5<sup>e</sup> étage  
Westmount (Québec) H3Z 1P4

Dossier n° : 624930

Objet : **Étude géotechnique et échantillonnage environnemental des sols**  
Stationnement souterrain  
500, rue Claremont  
Westmount (Québec)

---

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous transmettre les résultats de l'étude géotechnique et de l'échantillonnage environnemental des sols que vous nous avez confiés.

Tous les travaux sur le terrain et en laboratoire ont été effectués sous la supervision de Monsieur Hugo Morand, ingénieur. Le présent rapport a été préparé par Monsieur Fabian Valencia, ingénieur, et vérifié par le soussigné.

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

**GROUPE QUALITAS INC.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "JT", written over a horizontal line.

Jean Tardif, ingénieur, M.Sc.  
Directeur de projets – Géotechnique  
Sud du Québec  
N° de membre de l'OIQ : 45767

FV/ma

## **1.0 INTRODUCTION**

### **1.1 Mandat et objectif**

Les services professionnels de Groupe Qualitas inc. (Qualitas) ont été retenus par Développements Brookline pour effectuer une étude géotechnique et un échantillonnage environnemental des sols dans le cadre d'un projet de construction d'un stationnement souterrain adjacent au bâtiment de cinq étages, situé au 500, rue Claremont, à Westmount. Dans le cadre de la présente étude, la rue Claremont sera considérée comme étant alignée selon une orientation nord-sud.

Le but de l'étude géotechnique est d'établir la nature et certaines propriétés physiques des sols en place, renseignements nécessaires à la conception des ouvrages de génie projetés (fondations du bâtiment) et à la formulation d'autres recommandations d'ordre géotechnique pertinentes au projet. Elle a également pour but de déterminer la géométrie de même que le niveau de l'assise des fondations du bâtiment existant.

## **2.0 TRAVAUX RÉALISÉS**

### **2.1 Travaux sur le site**

Les travaux sur le site ont été réalisés sur la base de notre offre de services n° 14-03035 datée du 2 décembre 2014. Ils ont consisté en la réalisation de six forages (identifiés F-01 à F-06) et de deux puits d'exploration (identifiés PE-07 et PE-08) pour établir la géométrie des fondations du bâtiment existant. On doit toutefois souligner que la profondeur des forages a été modifiée parce que le niveau du roc était plus profond que prévu.

Les travaux de terrain ont été réalisés les 5, 8 et 9 décembre 2014 sous la supervision d'un technicien de Qualitas, qui a également implanté les huit sondages sur le site. L'implantation des sondages a été effectuée à partir d'une copie du plan « Plan accompagnant un certificat de localisation M 27437 - Arpenteurs-géomètres Arsenault Lemay inc. – 4 novembre 2014 » qui nous a été transmise.

Tous les travaux de terrain ont été réalisés après s'être assuré, auprès des intervenants concernés, qu'aucun service souterrain n'était présent à l'emplacement des sondages.

Qualitas a déterminé l'élévation du terrain au droit des sondages. Toutes les élévations indiquées dans le présent rapport se réfèrent à un système de référence arbitraire. Le repère de nivellement utilisé correspond au dessus de la borne fontaine située sur l'avenue Windsor en face du site à l'étude. Une élévation arbitraire de 100,00 mètres a été assignée au repère de nivellement.

Le dessin 624930-1, inclus à l'annexe G, montre la position des sondages réalisés dans le cadre du présent mandat, l'élévation de la surface du sol à ces endroits et la localisation approximative du repère de nivellement utilisé.

### **Forages**

Les forages F-01 à F-06 ont été réalisés à l'aide d'une foreuse à tarière évidée de marque « CME-55 » montée sur camion. Dans ces forages, à l'exception du premier échantillon prélevé à partir de la surface et pour lequel un carottier fendu de calibre « N » (63 millimètres de diamètre) a été utilisé, un carottier fendu standard (51 millimètres de diamètre) a servi au prélèvement d'échantillons de sols remaniés et à la détermination de l'indice « N » de pénétration standard. Cet indice permet l'estimation de la compacité des matériaux granulaires traversés. L'avancée des forages dans les sols en place a été effectuée par rotation et lavage d'un tubage de calibre « NW », à partir d'environ 1,50 mètre de profondeur.

L'échantillonnage des sols aux forages F-01 à F-06 a été poursuivi jusqu'à des profondeurs variant entre 7,80 et 11,14 mètres.

Un tube d'observation en plastique a été installé dans le trou des forages F-01 et F-06 pour mesurer ultérieurement le niveau de la nappe d'eau souterraine. L'espace annulaire autour du tube d'observation a été comblé avec du sable, de la bentonite et les rebuts de forage.

Les rapports de forage fournis sur les planches A-1 à A-7 de l'annexe A présentent tous les renseignements recueillis sur le terrain dans le cadre du présent mandat.

### **Puits d'exploration**

Les puits d'exploration PE-07 et PE-08 ont été réalisés le 5 décembre 2014. Ces puits d'exploration ont été effectués à l'aide d'une mini pelle de type « Kubota 121 ». Ils ont atteint des profondeurs respectives de 1,40 et 1,05 mètre sous la surface actuelle du terrain. Des échantillons remaniés des sols observés ont été prélevés manuellement au cours de l'exécution des puits d'exploration pour fins d'identification.

Les dessins 624930-2 et 624930-3 présentés à l'annexe G montrent une vue en coupe des puits d'exploration PE-07 et PE-08 avec la géométrie de la fondation existante observée au droit des puits d'exploration. On y retrouve également la stratigraphie des matériaux en place. Des photographies de ces puits d'exploration sont montrées à l'annexe F (planches F-1 à F-3).

Lors de la réalisation des sondages, des échantillons de sols pouvant être soumis à des analyses chimiques ont été prélevés et conservés en utilisant les procédures standard d'échantillonnage environnemental définies dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*<sup>1</sup>. Les méthodes de lavage des instruments, d'identification, d'enregistrement et de conservation des échantillons sont résumées à l'annexe B.

---

<sup>1</sup> Cahier 1 (2008), Généralités; Cahier 5 (2010), Échantillonnage des sols : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

### **3.0 NATURE ET DESCRIPTION DES SOLS**

Une description résumée des différents matériaux rencontrés dans les forages réalisés dans le cadre du présent mandat est présentée dans les prochains paragraphes. Tous les détails sont présentés sur les rapports de forage de l'annexe A. Les dessins 624930-2 et 624930-3 présentés à l'annexe G montrent une vue en coupe des puits d'exploration PE-07 et PE-08 avec la stratigraphie des matériaux en place.

#### **3.1 Enrobé bitumineux**

Au droit des forages F-01 à F-04 et du forage F-06, une couche d'enrobé bitumineux d'une épaisseur de 40 à 100 millimètres recouvre le site.

### 3.2 Remblai, matières résiduelles et sols contenant des matières organiques

Sous l'enrobé bitumineux mentionné ci-dessus ou directement en surface de terrain au forage F-05, on observe une couche de matériaux de remblai lâches à compacts jusqu'à des profondeurs variant entre 0,33 et 0,96 mètre. Les matériaux de remblai sont généralement constitués de silt et de sable avec des proportions variables de gravier.

La présence de débris (mâchefer, verre, mortier, bois, brique) a été observée dans les sols de remblai des forages F-01 à F-06. Il est aussi important de noter que des couches constituées majoritairement de matières résiduelles (notamment de mâchefers) ont été observées au sein des matériaux de remblai des forages F-02, F-03 et F-06.

Par ailleurs, des sols contenant des matières organiques ont été observés sous les matériaux de remblai des forages F-01, F-02 et F-04 jusqu'à des profondeurs variant entre 0,57 et 1,49 mètre. La couleur de cette couche varie de brun-noir à noire.

Le tableau 1 présente l'épaisseur totale des matériaux de remblai, de matières résiduelles et de sols organiques ainsi que l'élévation de la base de la couche de remblai ou de sols organiques rencontrée au droit des sondages.

**Tableau 1 – Épaisseur totale de remblai, de matières résiduelles et de sols organiques et élévation de la base de la couche de remblai et de sols organiques**

Sondage	Élévation de la surface du terrain (mètres)	Épaisseur totale de remblai, de matières résiduelles et de sols organiques (mètres)	Élévation de la base de la couche de remblai ou de sols organiques (mètres)
F-01	97,60	0,90 <sup>(2)</sup>	96,70
F-02	97,48	0,57 <sup>(1)(2)</sup>	96,91
F-03	97,69	1,37 <sup>(1)</sup>	96,32
F-04	97,26	1,49 <sup>(2)</sup>	95,77
F-05	97,20	0,90	96,30
F-06	97,23	1,49 <sup>(1)</sup>	95,74

<sup>(1)</sup> Indique la présence de matières résiduelles dans le forage.

<sup>(2)</sup> Indique la présence de sols organiques dans le forage.

Nous vous référons aux rapports de forage pour la description plus détaillée des matériaux de remblai.

### **3.3 Silt**

Sous les matériaux de remblai ou de sols contenant des matières organiques, aux forages F-01 à F-06, se trouve le terrain naturel composé d'une couche de silt, un peu de sable à sableux, traces à un peu d'argile et de gravier. La couleur du silt varie de brun à brun oxydé. Cette couche de compacité lâche à moyenne (indices « N » de pénétration standard variant de 5 à 19) a été observée jusqu'à des profondeurs variant entre 1,37 et 2,14 mètres (élevations comprises entre 96,32 et 95,06 mètres).

### **3.4 Till**

Sous la couche de silt, tous les forages ont rencontré un dépôt de till composé de silt et sable, un peu de gravier à graveleux, traces d'argile. La couleur du till est brune en surface devenant grise vers 3,0 et 3,70 mètres de profondeur. La présence probable de blocs ou de cailloux a été notée dans les forages. Ce dépôt est retrouvé dans un état peu humide à humide devenant très humide à partir d'environ 3,0 et 3,70 mètres de profondeur.

Les indices « N » de l'essai de pénétration standard mesurés dans les forages suggèrent une compacité moyenne à très dense, avec des valeurs variant de 14 à 82. Les valeurs plus élevées d'indice « N » de pénétration standard ont vraisemblablement été affectées par la présence de cailloux ou de blocs.

L'épaisseur totale de ce dépôt n'a pas été déterminée, les forages F-01 à F-06 ayant été interrompus à des profondeurs variant entre 7,80 et 11,14 mètres (élevations comprises entre 89,81 et 86,06 mètres), au sein du dépôt de till.

## **4.0 EAU SOUTERRAINE**

En date du 9 décembre 2014, le niveau d'eau souterraine a été mesuré à une profondeur de 2,0 mètres (élévation 95,60 mètres) dans le tube d'observation placé dans le forage F-01 et à une profondeur de 1,54 mètre (élévation 95,69 mètres) dans le tube d'observation placé dans le forage F-06. Compte tenu du court intervalle de temps entre la réalisation des forages et les mesures dans les tubes d'observation, les niveaux d'eau mesurés ne correspondent pas nécessairement au niveau stabilisé de la nappe phréatique.

Lors de l'excavation des puits d'exploration PE-07 et PE-08, aucune infiltration d'eau n'a été observée.

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



## 5.0 GÉOMÉTRIE DES FONDATIONS DU BÂTIMENT EXISTANT

La géométrie des fondations a été établie aux puits d'exploration PE-07 et PE-08.

Au droit du puits d'exploration PE-07, situé le long du mur du côté sud du bâtiment existant, le mur de fondation en moellon et la semelle ont été observés jusqu'à une profondeur de 0,93 mètre (élévation 96,74 mètres) sous la surface actuelle du terrain. La semelle en béton de ciment a une épaisseur de 170 millimètres et sa projection latérale à partir de la face extérieure du mur de fondation est de 180 millimètres (voir coupe A-A au dessin 624930-2). La semelle repose sur le terrain naturel (silt et sable très dense).

Au droit du puits d'exploration PE-08, situé le long du mur du côté est du bâtiment existant, le mur de fondation en moellon a été observé jusqu'à une profondeur de 1,20 mètre (élévation 97,07 mètres). Le mur repose sur le terrain naturel et il n'y a pas de semelle du côté extérieur (voir coupe B-B au dessin 624930-3).

Des photographies des fondations existantes et des sols adjacents sont montrées à l'annexe F.

## **7.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS**

Selon l'information reçue, le projet prévoit la construction d'un stationnement souterrain adjacent au bâtiment existant de cinq étages, soit dans l'emprise du stationnement extérieur existant du côté sud.

Selon l'information transmise, le niveau du dessus de la future dalle du sous-sol serait à une élévation de l'ordre de 94,0 mètres, soit environ 3,0 mètres plus bas que le niveau actuel du stationnement extérieur. Aucun autre détail concernant la conception du projet n'était connu au moment de la rédaction du présent rapport.

Selon l'information connue sur le projet et les renseignements obtenus dans les sondages effectués au cours du présent mandat, nos conclusions et recommandations sont émises dans les paragraphes qui suivent.

### **7.1 Capacité portante aux états limites de tenue en service (ÉLTS) et aux états limites ultimes (ÉLU)**

En considérant un bâtiment chauffé, un niveau du dessus de la future dalle du sous-sol à l'élévation 94,00 mètres et une profondeur d'enfouissement des fondations de 0,70 mètre sous le niveau de la dalle, le niveau d'appui des fondations périphériques et intérieures se situera en théorie à l'élévation 93,30 mètres.

D'après la stratigraphie des sols observée dans les forages et dans les puits d'exploration effectués dans le cadre du présent mandat, les fondations intérieures et les fondations périphériques reposeront sur le dépôt de till compact à très dense.

Pour le dimensionnement des fondations, nous recommandons d'utiliser une capacité portante aux états limites de tenue en service (ÉLTS) de 300 kPa pour les semelles périphériques de 0,80 à 3,50 mètres de largeur et pour les semelles isolées intérieures de 0,80 à 5,00 mètres de largeur. Ces valeurs de capacité portante ont été calculées en considérant un tassement maximal de 25 millimètres. Si des modifications sont apportées à la conception du futur bâtiment, la capacité portante à l'ÉLTS devra être réévaluée.

En supposant que les charges sont verticales et centrées sur la semelle, la capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU) est estimée à 900 kPa pour des fondations périphériques et intérieures de 0,80 à 2,50 mètres de largeur et à 1 700 kPa pour des fondations périphériques et intérieures de 2,60 à 5,50 mètres de largeur. Un coefficient de tenue de 0,5 doit être appliqué à la capacité portante à l'ÉLU.

Il est important de mentionner que les travaux de préparation du site (excavation) devront être réalisés suite au rabaissement de la nappe phréatique à au moins 500 millimètres sous la surface excavée jusqu'au terrain naturel.

### **7.2 Catégorie d'emplacement du site en fonction de la réponse sismique**

Sur la seule base des forages effectués, une catégorie d'emplacement « D » pourra être utilisée pour le calcul des surcharges dues aux séismes, d'après le tableau 4.1.8.4.A du *Code national du bâtiment – Canada 2005*, Volume 1.

### 7.3 Protection contre le gel

En considérant un bâtiment chauffé, tous les empattements soumis aux effets du gel devront être enfouis à une profondeur minimale de 1,50 mètre sous la surface finale du terrain pour obtenir une protection efficace contre les méfaits du gel. Cette profondeur minimale devra être portée à 1,80 mètre si le bâtiment ne devait pas être chauffé. Toutefois, si la fondation est assise à une profondeur inférieure, une protection équivalente devra être assurée au moyen d'un isolant rigide.

Une protection équivalente à 1,50 mètre de sol devra également être apportée aux fondations des structures existantes qui pourraient temporairement ou définitivement se retrouver exposées au gel pendant ou suite à la réalisation du projet. Une protection adéquate contre le gel de l'ensemble du sol de fondation doit aussi être apportée lorsque les travaux sont réalisés en période hivernale.

### 7.4 Dalle sur sol

L'utilisation d'une dalle sur sol pourra être envisagée à la condition que le sol naturel ne soit pas remanié pour prévenir tout tassement inacceptable de la dalle.

Tout sol remanié, mou ou gelé rencontré au fond de l'excavation devra être enlevé et remplacé par un matériau d'emprunt granulaire non gélif et non gonflant, densifié à une masse volumique sèche minimale de 95 % de la valeur maximale obtenue à l'essai Proctor modifié.

Enfin, nous recommandons la mise en place immédiatement sous la future dalle sur sol d'une fondation granulaire d'au moins 300 millimètres d'épaisseur, composée de pierre concassée nette de calibre « 20-5 mm » tassée et confinée et reposant sur une membrane géotextile.

Les matériaux d'emprunt et de fondation mis en place sous la dalle sur sol devront être exempts de shale ou de tout autre matériau potentiellement gonflant afin d'éviter un éventuel soulèvement de la dalle sur sol après la construction du bâtiment proposé.

Des joints de construction devront être prévus afin que les charges de la structure soient transmises uniquement aux fondations, la dalle sur sol devant être indépendante de la charpente du bâtiment.

Pour la conception de la dalle sur sol, nous recommandons d'utiliser un module de réaction de sol ( $K_s$ ) de l'ordre de 80 MPa/m (300 livres/po.cu.). Cette valeur a été calculée en considérant une fondation granulaire de 300 millimètres d'épaisseur sous la dalle et composée de pierre concassée nette de calibre « 20-5 mm ».

## 7.5 Excavation et soutènement temporaire

Les pentes d'excavation temporaires requises pour fins de construction sont de la responsabilité de l'entrepreneur. Les pentes devront donc respecter les normes de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) afin de réaliser les travaux de façon sécuritaire. Pour fins d'évaluation technique et économique, nous recommandons de considérer des pentes temporaires de 1 verticale pour 2,5 horizontale (1V:2,5H) dans les sols de remblai et dans le terrain naturel lâche à compact et de 1 verticale pour 1 horizontale (1V:1H) dans le till. Cette recommandation est valable pour des excavations de 4 mètres et moins.

Ces recommandations sont cependant soumises aux restrictions suivantes :

- aucune surcharge ou mise en tas au sommet de l'excavation à une distance de la crête du talus inférieure à la profondeur de l'excavation dans le mort-terrain;
- les sols présents à la surface de la pente seront protégés contre l'assèchement et l'érosion par les eaux de pluie et de ruissellement;
- niveau de l'eau souterraine maintenu à 0,5 mètre de profondeur sous le fond des excavations.

Partout où il ne sera pas possible d'excaver les sols en place en respectant les pentes recommandées ci-dessus, un système de retenue des terres devra être mis en place au périmètre des excavations.

Le système de soutènement temporaire devra être conforme aux codes du bâtiment et de sécurité en application. Il devra être conçu de façon à ne pas permettre de mouvements des sols pouvant engendrer des mouvements des structures existantes voisines (infrastructures souterraines, etc.). La conception du système de soutènement temporaire sera de la responsabilité de l'entrepreneur qui sera chargé des travaux.

Dans le cas où un mur berlinois serait utilisé, il est recommandé que l'espace résiduel entre le mur berlinois et les parois d'excavation dans le sol meuble soit comblé avec de la criblure de pierre. Une membrane géotextile devra être prévue sur toute la hauteur du mur berlinois sur sa face extérieure. Le géotextile contribuera à empêcher la migration de particules fines de l'extérieur du boisage vers l'intérieur de l'excavation.

Les valeurs suivantes sont recommandées pour la conception des ouvrages de retenue des terres. Ces valeurs s'appliquent à un mur vertical, à une surface du sol horizontale à l'arrière du mur et en l'absence de charge à l'arrière du mur.

**Tableau 2 – Propriétés géotechniques des sols – Soutènement temporaire**

Propriétés	Types de sol	
	Remblai granulaire et silt	Till
Poids volumique total (kN/m <sup>3</sup> )	19	21
Poids volumique déjaugé (kN/m <sup>3</sup> )	9,2	11,2
Angle de frottement interne (degrés)	30	35
Cohésion effective (kPa)	0	0
Coefficient de poussée (K <sub>a</sub> )	0,33	0,27
Coefficient de butée (K <sub>p</sub> )	3,00	3,68
Coefficient de pression des terres (K <sub>o</sub> )	0,50	0,43

Il est à noter que dans le cas de murs permanents, on devra calculer la poussée des terres sur ceux-ci en utilisant le coefficient K<sub>o</sub>.