



RAPPORT FINAL

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE –
CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE
COUR DE SÉGRÉGATION

ÉTABLISSEMENT ARCHAMBAULT AU
242-244 MONTÉE GAGNON À SAINTE-
ANNE-DES-PLAINES, QC

Code client : **CIMA101**
N/D : **GC-16-0186**

2 mai 2016

Préparé par
VIVIANE LAVOIE, ing.
Chargée de projets
OIQ #5026104

Approuvé par
ÉRIC POIRIER, ing.
Chargé de projets
OIQ #127480

Rapport final présenté à :
M. Ian Olechnowicz, ing., P. Eng
Structure, bâtiment
CIMA+

740, rue Notre-Dame Ouest, bureau 900
Montréal, Québec, H3C 3X6

CIMA+

TABLE DES MATIÈRES

Page

1.0	INTRODUCTION	1
2.0	CONTEXTE GÉOLOGIQUE	1
3.0	MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL	1
3.1	TRAVAUX D'ARPENTAGE.....	1
3.2	TRAVAUX DE CHANTIER	2
3.3	TRAVAUX EN LABORATOIRE.....	2
4.0	STRATIGRAPHIE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS	2
4.1	REMBLAI GRANULAIRE	3
4.2	SOL NATUREL – DÉPÔT ARGILEUX	3
4.3	DÉPÔT DE TILL GLACIAIRE (ESTIMÉ).....	4
5.0	EAU SOUTERRAINE	4
6.0	RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES.....	5
6.1	REMARQUES GÉNÉRALES.....	5
6.2	PROTECTION CONTRE LE GEL	5
6.3	RÉSISTANCE GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS ET TYPE DE FONDATION.....	6
6.4	DALLE SUR SOL.....	8
6.5	CATÉGORIE D'EMPLACEMENT	9
6.6	POTENTIEL DE LIQUÉFACTION	9
6.7	EXCAVATIONS TEMPORAIRES.....	9
6.8	DRAINAGE TEMPORAIRE DES EXCAVATIONS.....	10
6.9	REMBLAYAGE DES EXCAVATIONS.....	10
7.0	RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES.....	10
7.1	SENSIBILITÉ DU SOL AU REMANIEMENT.....	10
7.2	CONDITIONS PAR TEMPS DE GEL.....	11
7.3	INSPECTION DE CHANTIER.....	11
8.0	LIMITE DE L'ÉTUDE.....	11

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN DE LOCALISATION DES FORAGES

DESSIN N° GC160186-GEO-01

LOCALISATION DES FORAGES

ANNEXE 2 : RÉSULTATS DES FORAGES

RAPPORTS DE FORAGES

NOTE EXPLICATIVE SUR LES RAPPORTS DE SONDAGE

ANNEXE 3 : ESSAIS DE LABORATOIRE EN GÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

1.0 INTRODUCTION

Les services professionnels de Groupe ABS ont été retenus par Cima+ afin d'effectuer une étude géotechnique dans le cadre du projet de construction d'une nouvelle cour de ségrégation à l'établissement Archambault. Le site à l'étude est situé au 242-244 Montée Gagnon à Sainte-Anne-des-Plaines.

Selon les informations fournies, la cour de ségrégation projetée aura une superficie au sol de l'ordre de 300 m². Un rehaussement de l'ordre de 0,6 m par rapport au niveau actuel pour la mise en place de la dalle sur sol est prévu. Il est à noter que la cour de ségrégation existante est fondée sur des pieux. Il est requis, dans le cadre de cette étude, d'évaluer la possibilité d'utiliser des fondations conventionnelles, ou sinon d'émettre des recommandations relatives à des fondations profondes de type pieux vissés ou pieux battus.

Cette étude géotechnique a été réalisée selon les termes de notre proposition de services professionnels datée du 26 janvier 2016 (N/D : 160186).

Les travaux de reconnaissance avaient pour but de déterminer la nature des matériaux du sous-sol, certaines de leurs propriétés, leur séquence stratigraphique et la profondeur du roc, si rencontré. Les informations recueillies lors des travaux en chantier et en laboratoire nous ont permis de formuler les recommandations géotechniques pour la réalisation du projet.

2.0 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Selon les cartes géologiques consultées, les dépôts meubles du secteur à l'étude sont constitués d'un dépôt de sable et d'argile de 9 à 30 m d'épaisseur.

3.0 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

3.1 Travaux d'arpentage

La localisation et l'implantation des forages sur le site à l'étude ont été réalisées par le personnel de notre firme en collaboration avec le client, et ce, en fonction des besoins du projet et des particularités de l'endroit étudié.

Un relevé de nivellement des points de forage, incluant leur localisation en coordonnées géodésiques NAD83 (SCOPQ) x, y, z, a été réalisé avec un appareil GPS de marque Trimble R8GNSS/R6/5800, carnet TSC2. Une précision de plus ou moins 10 mm a été obtenue pour les coordonnées x et y et une précision de plus ou moins 20 mm a été obtenue pour les élévations, soit les coordonnées z.

Les coordonnées et élévations des forages sont présentées sur les rapports de forages en annexe 2.

3.2 Travaux de chantier

Les travaux de chantier ont été réalisés les 30 et 31 mars 2016 et ont consisté en la réalisation de deux (2) forages géotechniques identifiés 16TF-01 et 16TF-02.

Les forages ont été réalisés avec une foreuse conventionnelle montée sur chenilles. De manière générale, une cuillère fendue de 51 mm de diamètre extérieur a été utilisée pour le prélèvement des échantillons remaniés et pour la détermination de l'indice « N » de l'essai de pénétration standard (SPT), conformément à la norme ASTM D-1586. Un profil de résistance au cisaillement non drainé des dépôts argileux a été réalisé dans les forages 16TF-01 et 16TF-02. Le forage 16TF-02 a été poursuivi à l'essai de pénétration dynamique à la pointe conique jusqu'au refus sur sol très dense ou sur roc.

Afin de permettre des mesures du niveau de l'eau souterraine, un tube d'observation a été installé dans les forages 16TF-01 et 16TF-02.

La localisation des forages est montrée sur le plan n° GC160186-GEO-01 inclus à l'annexe 1, et les rapports individuels de forage sont présentés à l'annexe 2.

3.3 Travaux en laboratoire

Les échantillons prélevés lors des travaux de chantier ont été transportés à notre laboratoire à des fins d'analyses, d'identification et de classification. Ils ont tous fait l'objet d'un examen visuel attentif de la part d'un ingénieur en géotechnique.

Deux (2) déterminations des limites d'Atterbergs, une (1) analyse granulométrique par tamisage ainsi qu'une (1) détermination de la teneur en eau ont été réalisées sur des échantillons représentatifs prélevés lors des travaux de forage.

Tous les échantillons prélevés dans les forages, qui n'ont pas servi à la réalisation des essais de laboratoire, seront conservés pour une période de trois (3) mois à compter de la date d'émission du rapport final. Par la suite, ils seront détruits à moins qu'un avis écrit relatif à leur destination nous soit transmis entre-temps.

4.0 STRATIGRAPHIE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

La stratigraphie des sols échantillonnés à l'emplacement des forages réalisés est résumée au tableau 1 et décrite de façon détaillée dans les rapports individuels de forage présentés à l'annexe 2. Les profondeurs et les élévations sont exprimées en mètres.

Tableau 1 : Stratigraphie des sols au droit des forages réalisés

FORAGE	REMBLAI GRANULAIRE PROFONDEUR – m (ÉLEVATION – m)	DÉPÔT ARGILEUX NATUREL PROFONDEUR – m (ÉLEVATION – m)	TILL GLACIAIRE (ESTIMÉ) PROFONDEUR – m (ÉLEVATION – m)
16TF-01	0,00-0,61 (61,73-60,97)	0,61->7,92 (60,97-<53,81)	-
16TF-02	0,00-0,30 (61,61-61,31)	0,30-18,30 (61,31-43,31)	18,30-≥23,14 (*) (43,31-≤38,47)

(*) Fin du forage suite à un refus à l'essai de pénétration dynamique à la pointe conique sur sol très dense ou sur roc

4.1 Remblai granulaire

Directement à la surface des forages 16TF-01 et 16TF-02, un remblai granulaire a été intercepté jusqu'à des profondeurs respectives de 0,61 et 0,30 m. Au droit du forage 16TF-01, le remblai granulaire est constitué en surface de pierre concassée de calibre apparent 0-31,5 mm, puis de sable silteux avec traces à un peu de gravier. Dans le forage 16TF-02, le remblai est constitué de pierre concassée de calibre apparent 0-31,5 mm.

Une analyse granulométrique par tamisage a été réalisée sur un échantillon représentatif provenant du remblai granulaire. Les résultats sont présentés au tableau 2.

Tableau 2 : Résultats des essais granulométriques – Remblai granulaire

FORAGE	ÉCHANTILLON PROFONDEUR (m)	FRACTION FINE (< 80 µm) (%)	SABLE (80 µm - 5 mm) (%)	GRAVIER (5 – 80 mm) (%)	TENEUR EN EAU (%)	CALIBRE APPARENT
16TF-02	CF-1A (0,00-0,30)	23,1	29,9	47	8,9	0-31,5 mm

4.2 Sol naturel – Dépôt argileux

Sous le remblai granulaire au droit des deux (2) forages, un dépôt argileux naturel a été rencontré jusqu'à la fin de la profondeur échantillonnée (profondeur de l'ordre de 8 m). Ce dépôt a par la suite été extrapolé au droit du forage 16TF-02 à l'essai de pénétration dynamique à la pointe conique jusqu'à une profondeur de l'ordre de 18,30 m.

Un profil de résistance au cisaillement non drainé à l'état intact (C_u) a été réalisé dans les forages 16TF-01 et 16TF-02. Les valeurs mesurées varient globalement entre 26 et 38 kPa (moyenne de 33 kPa) sous la croûte de surface. La consistance du dépôt peut donc être qualifiée de « ferme ».

Deux (2) échantillons représentatifs provenant du dépôt argileux ont été soumis à la détermination des limites de consistance. Les résultats sont présentés au tableau 3 ainsi qu'à l'annexe 3.

Tableau 3 : Résultats limites de consistance et teneur en eau

ÉCHANTILLON	PROFONDEUR (m)	LIMITES D'ATTERBERG ⁽¹⁾					CLASSIFICATION USCS ⁽²⁾
		W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _L	
16TF-02 (CF-2)	0,76-1,37	39,0	66	24	43	0,4	CH
16TF-02 (CF-5)	3,05-3,66	78,1	67	25	43	1,3	CH

⁽¹⁾ : W_n – Teneur en eau naturelle; W_L – Limite de liquidité; W_p – Limite de plasticité; I_p – Indice de plasticité; I_L – Indice de liquidité.

⁽²⁾ : *Système unifié de classification des sols (USCS).*

Selon le Système unifié de classification des sols (USCS), il s'agit d'un sol de type CH, soit une argile silteuse inorganique de plasticité élevée.

4.3 Dépôt de till glaciaire (estimé)

Sous le dépôt argileux naturel au droit du forage 16TF-02, un dépôt de till glaciaire a été estimé jusqu'à la fin de l'essai de pénétration dynamique à la pointe conique (refus à une profondeur de 23,14 m).

Il est important de noter que de par son origine glaciaire, le till est susceptible de contenir des cailloux et des blocs de grandes dimensions.

5.0 EAU SOUTERRAINE

Un tube d'observation a été installé avant le retrait des tarières au droit des forages 16TF-01 et 16TF-02 afin de permettre des mesures ultérieures du niveau de l'eau souterraine. Le niveau de l'eau souterraine n'a pas pu être mesuré dans le forage 16TF-02 en raison d'un tube obstrué. Dans le forage 16TF-01, le niveau d'eau était à une profondeur de 6,71 m en date du 30 mars 2016 (élévation de 55,02 m).

Ces informations doivent être interprétées avec beaucoup de prudence puisque ces conditions se rapportent uniquement à celles observées à très court terme aux endroits et aux dates indiqués dans ce rapport.

Il est important de noter que le niveau de l'eau dans les sols peut être influencé par plusieurs facteurs tels que les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique. Ainsi, le niveau de l'eau souterraine peut être amené à varier avec les saisons et les années.

6.0 RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES

6.1 Remarques générales

Le projet prévoit la construction d'une nouvelle cour de ségrégation à l'établissement Archambault, situé au 242-244 Montée Gagnon à Sainte-Anne-des-Plaines. Un rehaussement de l'ordre de 0,6 m est prévu pour la mise en place de la dalle sur sol projetée. Les forages réalisés sur le site à l'étude ont intercepté :

- La présence d'un remblai granulaire jusqu'à une profondeur maximale de 0,61 m au droit des forages;
- Un dépôt argileux naturel de consistance « ferme » à par la suite a été rencontré au droit de tous les forages et ce, jusqu'à une profondeur de l'ordre de 18,30 m au droit du forage 16TF-02 ;
- Un dépôt de till glaciaire a été estimé sous le dépôt argileux au droit du forage 16TF-02 jusqu'à une profondeur de l'ordre de 23,1 m. Le forage a pris fin suite à un refus à l'essai de pénétration dynamique à la pointe conique sur sol très dense ou sur roc;
- Le niveau d'eau a été mesuré en date du 30 mars 2016 dans le forage 16TF-01 à une profondeur de 6,71 m (élévation de 55,02 m).

Basées sur les données géotechniques obtenues à l'emplacement des forages et en fonction des informations transmises par le client, les recommandations géotechniques sont présentées dans les sections suivantes.

6.2 Protection contre le gel

Selon la base de données d'Environnement Canada, l'indice de gel moyen est donné pour plusieurs villes au Canada. L'indice de gel de la ville de Sainte-Anne-des-Plaines est de 1142°C-jour (station météorologique de Saint-Jérôme). La profondeur anticipée pour la pénétration du gel dans les sols est donc évaluée à 1,8 m dans cette région. Par conséquent, les fondations exposées à l'action du gel doivent être recouvertes de sol sur une épaisseur minimale de 1,8 m afin de les protéger contre les effets néfastes du gel.

Si toutefois les fondations doivent être implantées à une profondeur inférieure à 1,8 m, elles devront être protégées contre les effets du gel par des isolants thermiques, selon les spécifications du fabricant. Dans de tels cas, afin de dimensionner l'isolant, il est recommandé d'utiliser une valeur de l'indice de gel de 1142 °C-jour.

6.3 Résistance géotechnique des fondations et type de fondation

Compte tenu de la consistance « ferme » du dépôt argileux rencontré dans les forages, l'utilisation de fondations conventionnelles de type semelles filantes ou carrées n'est pas recommandée dans le cadre de ce projet.

Des pieux battus peuvent être utilisés pour reprendre les charges transmises par les murs projetés. Les pieux devront traverser les remblais, le dépôt argileux naturel et le dépôt de till glaciaire (estimé) et devront prendre appui sur un dépôt de compacité « très dense » ou sur le roc, selon la résistance requise.

Généralité pour les pieux battus

Divers types de pieux peuvent être envisagés (pieux tubulaires en acier ou pieux d'acier profilés en H). Afin de mobiliser une résistance géotechnique axiale suffisante, les pieux doivent être battus jusqu'à l'obtention d'une capacité de support suffisante. Les critères de battage au refus doivent être établis en utilisant l'analyse par l'équation des ondes (Wave Equation Analysis).

Il est important de souligner que l'énergie de battage nécessaire à l'exécution d'un essai de pénétration dynamique ou standard n'est que de 0,5 kN·m, alors que celle utilisée lors du fonçage des pieux est beaucoup plus importante. Par conséquent, la compacité des matériaux, établie par ces données (indice N de pénétration standard), ou les refus obtenus lors de ces essais ne sont nullement comparables au refus mesuré lors du fonçage d'un pieu. Ainsi, les pieux peuvent trouver leur refus à une profondeur plus grande que celle obtenue lors des essais de pénétration statique et dynamique.

Les pieux doivent être fabriqués à l'aide d'un acier conforme aux exigences de la norme CSA-G40.21 et possédant une qualité structurale ainsi qu'une épaisseur minimale permettant de transmettre des forces assez grandes pour pénétrer les sols contenant des cailloux et des blocs. Ceci permettra également de tenir compte des contraintes additionnelles et non envisagées lors de la conception, imposées par le fléchissement du pieu, l'excentricité des coups de marteau lors du battage des pieux et surtout les forces réfléchies à la pointe du pieu et surimposées à la force d'impact requise pour enfoncer les pieux.

Il est fortement recommandé que la pointe des pieux soit munie d'un sabot de battage qui permettra d'éviter d'endommager le pieu dans le cas où la présence de cailloux et de blocs est rencontrée au droit de celui-ci.

La rigidité des pieux tubulaires peut être augmentée en les remplissant de béton après le battage.

À la suite de l'obtention de la capacité de support désirée, il est recommandé de procéder à un rebattage de tous les pieux afin de s'assurer que ceux-ci n'ont pas subi un phénomène de relaxation par lequel les pieux s'enfoncent de nouveau quelques jours après l'obtention de la capacité de support recherchée. Le rebattage nécessaire à l'enfoncement des pieux battus jusqu'au refus peut nécessiter une séquence de 2 à 3 rebattages. Une période d'attente de 48 heures entre chaque rebattage est recommandée.

Résistance géotechnique axiale des pieux battus au refus

La méthode décrite dans le *Manuel canadien d'ingénierie des fondations* (4^e édition, 2006), section 18.2.1, est recommandée pour déterminer la résistance géotechnique axiale ultime.

La résistance géotechnique axiale ultime R_u d'un pieu isolé peut être estimée en faisant la somme des résistances en friction le long du fût (q_s) et en y ajoutant la résistance en pointe (q_p), où C représente la circonférence du pieu, A_t la section de pointe et W_p le poids du pieu.

$$R_u = \underbrace{\left(\sum_{z=0}^L C \times q_s \times \Delta z \right)}_{\text{résistance en friction}} + A_t \times q_p - W_p \quad \text{où} \quad \begin{cases} q_s = \alpha \times C u & \text{Sol cohérent} \\ q_s = \beta \times \sigma'_v & \text{Sol pulvérulent} \\ q_p = N_t \times \sigma'_{\text{pointe}} \end{cases}$$

α , β et N_t sont des paramètres sans dimension dont la valeur dépend du type de sol considéré, C_u correspond à la résistance au cisaillement non drainé dans les dépôts argileux et σ'_v et σ'_{pointe} sont les contraintes effectives des sols à la profondeur de la section de pieux considérée et en pointe, respectivement.

Le tableau 4 résume les paramètres à considérer dans le calcul de la résistance géotechnique axiale ultime d'un pieu.

Tableau 4 : Résistance géotechnique axiale ultime d'un pieu isolé – Paramètres

PARAMÈTRES	VALEURS RECOMMANDÉES POUR LES PIEUX BATTUS
Paramètre α	
Dépôt argileux naturel	1,0
Paramètre β	
Dépôt de till glaciaire (estimé)	0,8
Paramètres N_t	
Dépôt de till glaciaire (estimé)	150
Paramètres généraux	
Poids volumique humide du dépôt argileux naturel	γ : 16,0 kN/m ³
Poids volumique déjaugé du dépôt argileux naturel	γ' : 6,0 kN/m ³
Poids volumique humide du dépôt de till glaciaire (estimé)	γ : 19,0 kN/m ³
Poids volumique déjaugé du dépôt de till glaciaire (estimé)	γ' : 9,0 kN/m ³

Lors de la conception des pieux, un facteur de résistance de 0,6 peut être appliqué si des essais de chargement sont effectués au chantier. Dans le cas contraire (analyse statique), il est recommandé que le facteur de résistance utilisé soit d'au plus 0,4. En conséquence, il est fortement recommandé de prévoir l'exécution d'essais de chargement sur pieux afin de vérifier la capacité portante en relation avec le critère de refus utilisé (ASTM D-1143 : *Piles Under Static Axial Compressive Load*). Alternativement, l'utilisation d'un analyseur de battage de pieux pourrait être envisagée pour un minimum de 10 % des pieux. Dans ce cas, un facteur de résistance de 0,5 peut être appliqué.

Aussi, il est fortement recommandé de prévoir l'exécution d'essais de chargement au début du chantier, afin d'établir le critère de refus en fonction de la capacité portante demandée, et de procéder à d'autres essais durant et à la fin du chantier.

6.4 Dalle sur sol

Il est recommandé que les débris, remblais, tourbes ou terres végétales qui seraient présents au niveau d'implantation de la dalle sur sol soient excavés complètement sur l'empreinte de la dalle sur sol projetée.

La différence d'élévation entre la surface exposée jusqu'à 300 mm sous le niveau d'implantation de la dalle au sol doit être comblée par un matériau d'emprunt non gonflant contenant moins de 15 % de particules fines ($< 80 \mu\text{m}$), exempt de particules supérieures à 100 mm et de matériaux impropres à la construction et présentant une granulométrie et une teneur en eau facilitant son compactage au moment des travaux. Ce matériau doit être placé en couches de moins de 300 mm d'épaisseur avant compactage et densifié à 95 % de la masse volumique sèche optimale déterminée par un essai à énergie de compactage modifiée (anciennement essai Proctor modifié). Le degré de compactage de la première couche doit être limité à 92 % et la méthode de compactage doit être adaptée lorsqu'il y a risque de remaniement des sols naturels.

Sous la dalle sur sol, il faut prévoir la mise en place d'un géotextile suivi d'un coussin d'au moins 300 mm de pierre concassée de type MG 20 compacté à au moins 95 % de la masse volumique sèche du matériau telle que déterminée lors d'un essai à l'énergie de compactage modifié (anciennement essai Proctor modifié).

Tous les nouveaux matériaux granulaires qui seront utilisés ne doivent pas contenir de matériaux argileux potentiellement gonflants, tels que du shale ou du calcaire argileux. Pour ce faire, lesdits matériaux devront être certifiés - matériaux DB - selon la norme 2560-510.

6.5 Catégorie d'emplacement

Généralement, les catégories d'emplacements sismiques sont fonction du type de sol et de la vitesse moyenne des ondes de cisaillement. Cependant, si cette vitesse est inconnue, il faut déterminer la catégorie de l'emplacement à l'aide de la résistance moyenne à la pénétration standard dont la valeur fait l'objet d'une correction énergétique, conformément aux dispositions du tableau 4.1.8.4.A du *Code national du bâtiment – Canada 2010 (CNB)*.

Selon la stratigraphie des sols rencontrés dans les forages, la catégorie d'emplacement du site est définie de catégorie D.

6.6 Potentiel de liquéfaction

Compte tenu de la nature des matériaux interceptés, ceux-ci sont jugés comme étant non susceptibles à la liquéfaction lorsque soumis à un événement sismique.

6.7 Excavations temporaires

Si l'espace disponible le permet, les excavations requises pour rejoindre le niveau d'implantation des fondations peuvent se faire en tranchées ouvertes. Comme il s'agit de pentes temporaires, l'entrepreneur est responsable de leur stabilité ainsi que de la sécurité des travailleurs, de l'ouvrage à construire et des structures avoisinantes quand cette sécurité dépend de la stabilité des pentes temporaires.

Les excavations doivent être réalisées en respectant les exigences de la CSST en la matière. Si des excavations sans soutènement des terres restent ouvertes pour des périodes prolongées, il est recommandé que des inspections quotidiennes soient effectuées par un personnel spécialisé en géotechnique, afin de déceler les risques de glissement et de déterminer les mesures à prendre pour corriger toutes les anomalies.

Il est recommandé de ne pas stationner les véhicules lourds en crête du talus à une distance inférieure à la profondeur des excavations. Il est également recommandé d'éviter la circulation des véhicules en crête des excavations, et ce, à l'intérieur d'une distance inférieure à la profondeur des excavations afin de minimiser les vibrations.

Il sera aussi important de s'assurer de garder une distance au moins égale à la profondeur de l'excavation entre le sommet du talus et la base des tas de matériaux entreposés au chantier.

Cette condition doit être respectée en tout temps à moins que des études particulières ne soient effectuées pour chaque cas spécifique.

6.8 Drainage temporaire des excavations

Des venues d'eau pouvant être significatives pourraient survenir lors des travaux d'excavation en fonction de la période de l'année où les travaux sont réalisés et de la profondeur des excavations.

Il sera important de prévoir la mise en place d'un système de pompage approprié aux conditions de l'eau souterraine et aux sols en place afin de rabattre le niveau de l'eau souterraine jusqu'à 300 mm sous la profondeur des assises.

6.9 Remblayage des excavations

La réutilisation des matériaux provenant du remblai granulaire et du dépôt argileux naturel n'est pas recommandée compte tenu de leur pourcentage élevé de particules fines.

Nous recommandons d'utiliser un matériau d'emprunt de type MG 112, ayant une granulométrie et une teneur en eau facilitant son compactage au moment des travaux, pour le remblayage extérieur des murs de fondation. Ce matériau doit être placé en couches de 300 mm d'épaisseur maximale simultanément des deux (2) côtés du mur avant compactage et densifié à 92 % de la masse volumique sèche optimale déterminée par un essai à énergie de compactage modifiée (anciennement essai Proctor modifié) s'il n'y a pas de structures (voies d'accès et/ou circulation, trottoirs, dalles, etc.) prévues en surface du terrain ou à 95 % à partir de 300 mm sous la ligne d'infrastructure s'il y a de telles structures.

De plus, lors du remblayage extérieur des fondations, au contact des excavations avec les sols en place, des transitions de 2,0 horizontales pour 1,0 verticale doivent être effectuées jusqu'à 1,70 m sous le niveau du terrain fini, si des structures telles que décrites au paragraphe précédent sont prévues le long du des murs projetés, et ce, pour limiter les effets du gel.

7.0 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

7.1 Sensibilité du sol au remaniement

Compte tenu de la teneur élevée en particules fines du dépôt argileux, le fond de l'excavation sera extrêmement sensible au remaniement causé par les intempéries (pluie, gel, fonte des neiges) ou par la circulation des ouvriers. Un remaniement excessif des surfaces d'assise pourrait entraîner une perte de résistance des sols en place. Toute venue d'eau non contrôlée peut également conduire au remaniement de l'argile, d'où l'importance de drainer les eaux de surface ou l'eau souterraine.

Afin de ne pas remanier les sols au niveau du fond d'excavation, il est recommandé d'utiliser un équipement d'excavation muni d'un godet lisse.

7.2 Conditions par temps de gel

Le gel du sol peut causer des problèmes de soulèvements différentiels aux structures sur des fondations non protégées. Pour éviter ces problèmes, nous formulons les recommandations suivantes :

- Protéger convenablement contre le gel les sols de fondation exposés au moyen de matériaux isolants (paille, chauffage ou tout autre moyen adéquat) pendant les travaux de construction;
- Prendre des précautions à long terme afin que les trottoirs ou les pavages n'interfèrent pas avec l'ouverture des portes durant l'hiver lorsque les sols sont sujets à des soulèvements dus au gel;
- Apporter une attention particulière au phénomène de congélation-adhérence pour éviter le soulèvement des structures légères (aires pavées ou un aménagement structural) causé par le gel du sol. Veiller à ce que le remblai mis en place en périphérie des murs de fondation soit non gélif et drainant.

7.3 Inspection de chantier

Pendant les travaux de construction, le fond des excavations devra être débarrassé de tout sol remanié ainsi que de tous matériaux rapportés, sols organiques et compressibles avant la mise en place des fondations et de la dalle sur sol.

Les opérations de remblayage et de compactage doivent également faire l'objet d'un suivi approprié de façon à s'assurer que des matériaux conformes sont employés et que le degré de compactage demandé est effectivement atteint.

Une surveillance appropriée devra être exercée par un technicien qualifié lors de la mise en place des fondations de la future construction.

Toutes les excavations devront être effectuées selon les exigences du code de sécurité en vigueur pour les travaux de construction.

8.0 LIMITE DE L'ÉTUDE

Les caractéristiques des sols et du roc décrites dans ce rapport proviennent de sondages réalisés à une période donnée et décrivent la nature du site à l'endroit précis où ces sondages ont été effectués. Ainsi, les caractéristiques entre les points d'échantillonnage peuvent varier de façon importante des conditions rencontrées à l'endroit même où ont été prélevés les échantillons.

De plus, il est à noter que les formations de sol et de roc peuvent différer sur un même site et que les limites entre les différentes formations présentées dans ce rapport ne doivent pas être considérées comme fixes. ABS ne peut garantir l'exactitude de ces limites qui dépendent de facteurs tels que le nombre de sondages ou la méthode d'échantillonnage.

Par ailleurs, les propriétés des sols et du roc peuvent être modifiées de façon significative suite à des activités de construction effectuées sur le site ou sur les sites adjacents. Elles peuvent aussi indirectement changer par l'exposition des sols ou du roc au gel ou aux intempéries.

Les conditions de l'eau souterraine présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site à l'étude. Les niveaux d'eau souterraine indiqués correspondent uniquement aux niveaux observés lors des travaux effectués, à la date et à l'emplacement spécifiés. Il est à noter que ces conditions peuvent varier selon les précipitations, la fonte des neiges ou encore selon les saisons. En outre, des activités de construction ou des modifications aux conditions physiques du site à l'étude ou des sites adjacents peuvent également changer les conditions de l'eau souterraine.

Dans le présent rapport, les descriptions des échantillons prélevés ont été faites selon des méthodes d'identification et de classification communément reconnues et utilisées en géotechnique. Ces méthodes peuvent faire appel au jugement et à l'interprétation. Dans la pratique, ces descriptions peuvent être présumées justes et correctes.

Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour les échantillons décrits dans le présent rapport. L'interprétation des résultats de chantier et de laboratoire ainsi que les recommandations qui y sont présentées s'appliquent uniquement au site à l'étude et aux informations disponibles sur le projet au moment de la rédaction du présent rapport. Elles ne s'appliquent aucunement à un autre projet ou site.

Les recommandations données dans ce rapport s'adressent principalement à l'équipe de conception du projet. Le nombre de sondages nécessaires pour déterminer toutes les conditions souterraines devrait être supérieur au nombre de sondages effectués pour les besoins de la conception. Si la conception du projet venait à être modifiée, Groupe ABS inc. devra être consulté afin de vérifier que les recommandations présentées dans ce rapport sont toujours valides. Le cas échéant, des travaux complémentaires de terrain ou de laboratoire pourraient être nécessaires.

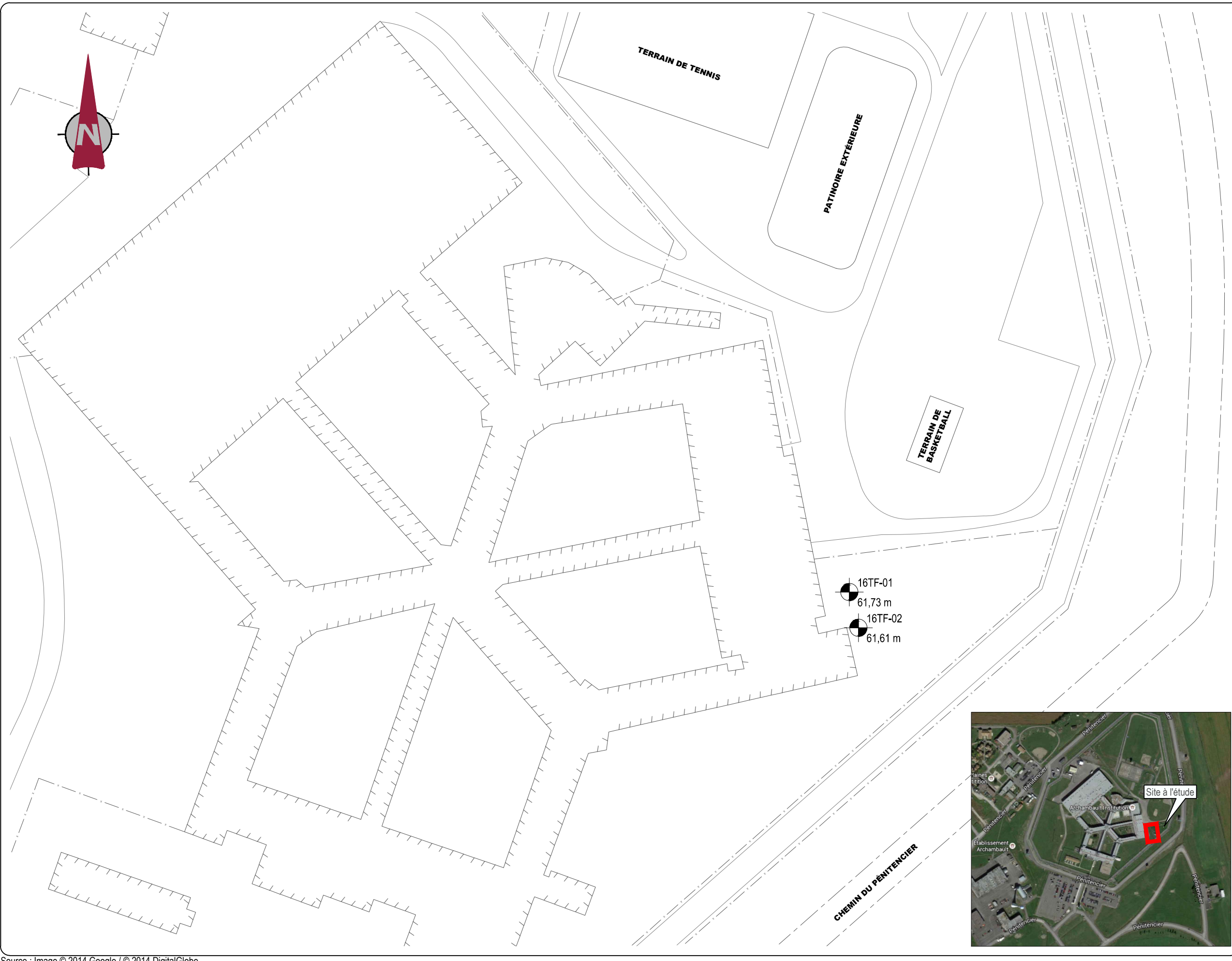
Il est recommandé que des visites de chantier soient effectuées par Groupe ABS inc. au fur et à mesure de l'avancement des travaux pour confirmer, et au besoin modifier, les interprétations ou recommandations émises lors du présent rapport. Si de telles vérifications sont impossibles, Groupe ABS inc. n'assumera aucune responsabilité concernant l'interprétation géotechnique que des tiers pourraient faire de ce rapport, particulièrement si la conception est modifiée ou que les conditions de terrain diffèrent de celles décrites dans ce rapport.

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon entier, sans l'autorisation de Groupe ABS inc.

ANNEXE 1

**PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES
DESSIN N^o GC160186-GEO-01
LOCALISATION DES FORAGES (1 PAGE)**

Dernière sauvegarde: 4/29/2016 8:30 | Format : ANSI full bleed B (11.00 x 17.00 Inches)
Chemin: \\mirabel01\Public\Clients\2016\CIMA101 - Cima+160186 Établissement Archambault\GC-16-0186 - 242-244, Montée Gagnon Ste-Anne des Plaines\3.0 Dessins & Info-Exe\GC160186-GEO-01.dwg



LÉGENDE :

16TF-XX NUMÉRO DU FORAGE (Groupe ABS Inc.)
 0,00 m ÉLÉVATION

BÂTIMENT (APPROX.)
 AIRE DE CIRCULATION (APPROX.)
 ROUTE (APPROX.)
 AIRE DE JEU (APPROX.)
 CLÔTURE (APPROX.)

Coordonnées géodésiques NAD83 (SCOPQ SCRS)		
Point	X (Est)	Y (Nord)
16TF-01	277421,7	5067847,7
16TF-02	277424,2	5067837,9

Date d'émission : avril 2016

Client :

CIMA +

Groupe ABS
20, rue Émilien-Marcoux,
Bureau 110 à Blainville, Québec, J7C 0B5
450-435-9900 | courriel : mirabel@groupeabs.com
Télec. : 450-435-5548

Dessiné par : S. Veillette, tech.
Vérifié par : V. Laviole, ing.
Approuvé par : É. Poirier, ing.

Titre :

LOCALISATION DES FORAGES

Projet :

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
Construction d'une nouvelle cour de ségrégation

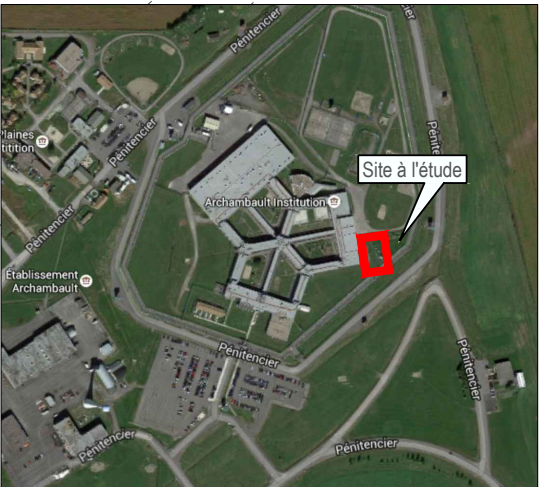
Emplacement :

Établissement Archambault, situé au 242-244,
mtée Gagnon à Sainte-Anne-des-Plaines, Québec

Échelle : 1:1000	No. Client : CIMA101
No Projet : GC-16-0186	No Figure : GÉO-01
No projet du client :	

1

1



ANNEXE 2

RÉSULTATS DES SONDAGES

RAPPORTS DE FORAGE (3 PAGES)

NOTE EXPLICATIVE SUR LES RAPPORTS DE SONDAGE (1 PAGE)

Forage N°
16TF-01

Nom du projet : **ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**
Construction d'une nouvelle cour de ségrégation

Client : **CIMA +**

Localisation : **Établissement Archambault, situé au 242-244, montée Gagnon à Sainte-Anne-des-Plaines, Québec**

Entrepreneur : **Explora-Sol Inc.**

Type de forage : **Tarière évidée**

Diamètre du forage : **203 mm**

Technicien de chantier : **R. Guerib, tech.**



Client : **CIMA101** N/D : **GC-16-0186**

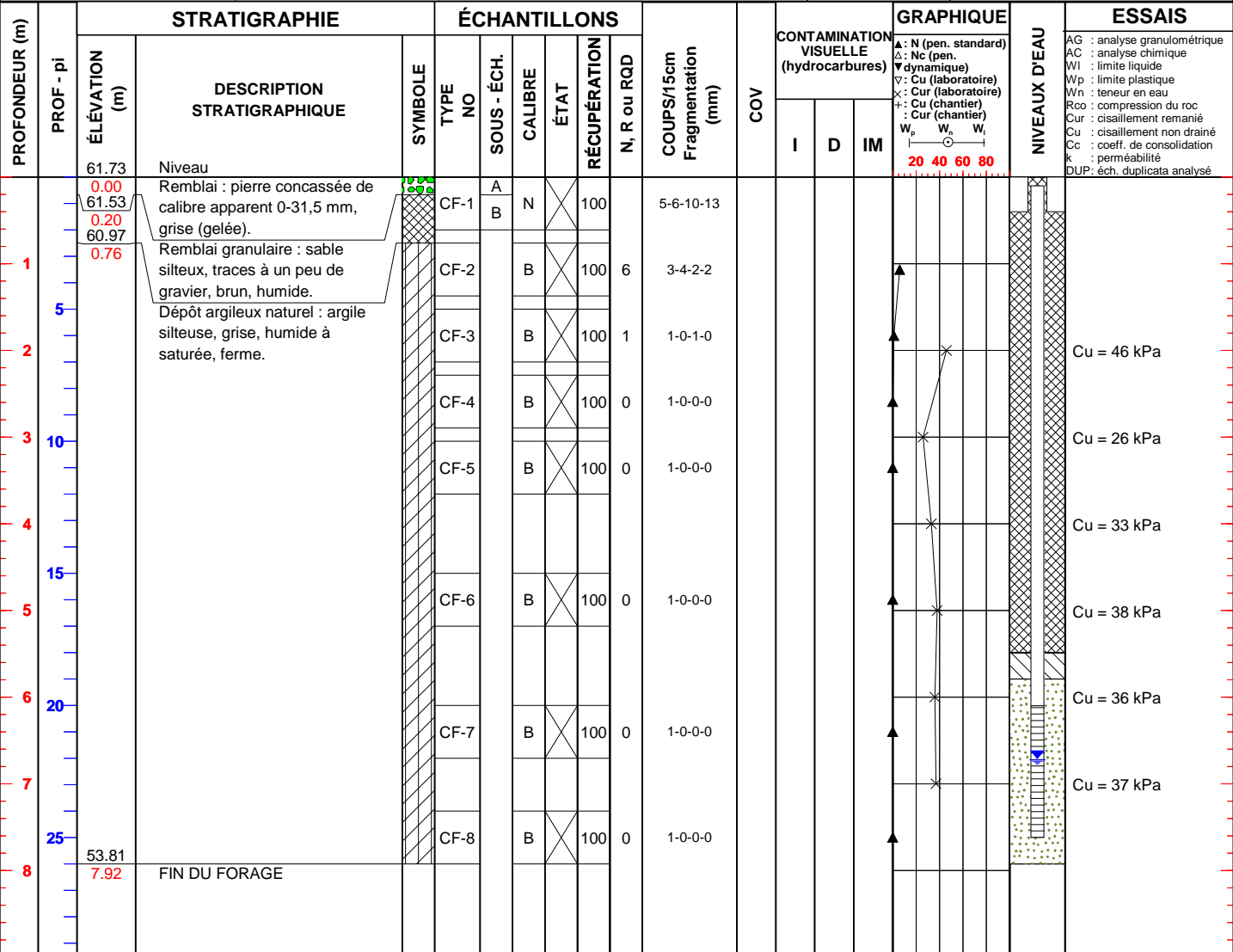
Coordonnées géodésiques X : **277421.75**
(NAD83 SCOPQ SCRS) Y : **5067847.69**
Zone : 8 Z : **61.73**

Plan de localisation : **GÉO-01**

Date du forage : **2016-03-30**

Profondeur du forage (m) : **7.92**

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE	COMPACTITÉ INDICE "N"	CONSISTANCE "Cu" (kPa)	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)
<div> <div>Remanié</div> <div>Intact (tube à paroi mince)</div> <div>Perdu</div> <div>Forage au diamant</div> </div>	<div> "traces" 1-10 % "un peu" 10-20 % adjectif (...eux) 20-35 % "et" 35-50 % </div> <div> CLASSIFICATION Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,08 mm Sable 0,08 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm </div>	Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	QUALIFICATIF % RQD Très mauvaise <25 Mauvaise 25-50 Moyenne 50-75 Bonne 75-90 Excellente 90-100	I : Inexistante D : Disséminée IM : Imbibée
		DEGRÉ DE PLASTICITÉ "W _L "	S _t = Cu/Cu _c	CALIBRE	NIVEAU D'EAU
		Faible < 30 % Moyen 30 - 50 Élevé ou forte % Très forte > 50 % Sensible > 16	< 2 2 - 4 4 - 8 8 - 16 > 16	P : 148 mm N : 64 mm B : 51 mm	TUBE CRÉPINÉ Date : 2016-04-08 Prof.(m) : 6.71  Venue d'eau  Niveau stabilisé de la nappe phréatique



Remarque (s) :

Forage N°
16TF-02

Nom du projet : **ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**
Construction d'une nouvelle cour de ségrégation

Client : **CIMA +**

Localisation : **Établissement Archambault, situé au 242-244, montée Gagnon à Sainte-Anne-des-Plaines, Québec**

Entrepreneur : **Explora-Sol Inc.**

Type de forage : **Tarière évidée**

Diamètre du forage : **203 mm**

Technicien de chantier : **R. Guerib, tech.**


Cient : **CIMA101** N/D : **GC-16-0186**

Coordonnées géodésiques X : **277424.23**
(NAD83 SCOPQ SCRS) Y : **5067837.91**
Zone : 8 Z : **61.61**

Plan de localisation : **GÉO-01**

Date du forage : **2016-03-30**

Profondeur du forage (m) : **23.14**

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE	COMPACTITÉ INDICE "N"	CONSISTANCE "Cu" (kPa)	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)
<div> <div></div> Remanié <div></div> Intact (tube à paroi mince) <div></div> Perdu <div></div> Forage au diamant </div>	"traces" 1-10 % "un peu" 10-20 % adjectif (...eux) 20-35 % "et" 35-50 %	Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	QUALIFICATIF % RQD Très mauvaise <25 Mauvaise 25-50 Moyenne 50-75 Bonne 75-90 Excellente 90-100	I : Inexistante D : Disséminée IM : Imbibée
	CLASSIFICATION Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,08 mm Sable 0,08 à 5 mm Gravier 5 à 80 mm Cailloux 80 à 300 mm Blocs > 300 mm	DEGRÉ DE PLASTICITÉ "W_L" Faible < 30 % Moyen 30 - 50 Élevé ou forte % Très forte > 50 % Sensible	"W_L" S_t = Cu/Cu_c < 2 2 - 4 4 - 8 8 - 16 > 16	CALIBRE P : 148 mm N : 64 mm B : 51 mm	NIVEAU D'EAU TUBE CRÉPINÉ MESURE INFRUC.  Venue d'eau Date : 2016-04-08 Niveau stabilisé de la nappe phréatique Prof.(m) :

PROFONDEUR (m)		PROF. - pi	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm Fragmentation (mm)	COV	CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)			GRAPHIQUE	NIVEAUX D'EAU	ESSAIS
ÉLÉVATION (m)		DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE			SYMBOLE	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	CALIBRE	ÉTAT	RÉCUPÉRATION			N, R ou RQD	I	D	IM		
61.61			Niveau															
0.00			Remblai : pierre concassée de calibre apparent 0-31,5 mm, grise (gelé).		CF-1	A	N			75		7-7-9-8						AG
61.31					B													Wn = 8,9 %
0.30			Dépôt argileux naturel : argile silteuse, brune à grise, humide à saturée, ferme.		CF-2		B			100	7	4-4-3-2						WI = 66,4 % Wp = 23,6 % Wn = 39,0 % Cu = 32 kPa
					CF-3		B			100	1	1-1-0-1						Cu = 30 kPa
					CF-4		B			100	0	1-0-0-0						WI = 67,4 % Wp = 24,7 % Wn = 78,1 % Cu = 29 kPa
					CF-5		B			100	0	1-0-0-0						Cu = 32 kPa Cu = 33 kPa
					CF-6		B			100	0	1-0-0-0						Cu = 37 kPa
					CF-7		B			100	0	1-0-0-0						Cu = 36 kPa
					CF-8		B			100	0	1-0-0-0						
53.69			Fin de l'échantillonnage. Début de l'essai de pénétration dynamique (Pen-Test).								6							
7.92												5						
												3						

Remarque (s) :

PROFONDEUR (m)		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm Fragmentation (mm)	COV	CONTAMINATION VISUELLE (hydrocarbures)			GRAPHIQUE		NIVEAUX D'EAU	ESSAIS	
PROF - pi	ÉLÉVATION (m)	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLE	TYPE NO	SOUS - ÉCH. CALIBRE	ÉTAT	RÉCUPÉRATION			N, R ou RQD	I	D	IM	N			
														W _p			W _n
10	35																
11																	
12	40																
13																	
14	45																
15																	
16	50																
17	55																
18	60	43.31 18.30	Dépôt de till glaciaire probable.														
19																	
20	65																
21	70																
22																	
23	75	38.47 23.14	FIN DU FORAGE (Refus)														
24	80																
25																	

PROFONDEURS - ÉLÉVATIONS

La profondeur des différentes unités stratigraphiques est déterminée par rapport à la surface du terrain à l'endroit des sondages au moment de leur exécution. Les élévations peuvent être arbitraires ou géodésiques, le niveau de référence étant toujours indiqué. De façon générale les unités sont exprimées dans le système métrique (SI).

DESCRIPTION DES SOLS

Les sols sont décrits selon leur nature et leur propriétés géotechniques. La proportion des divers éléments de sol est définie selon la dimension des particules. La compacité des sols granulaires est définie par la valeur de l'indice de pénétration standard "N". La consistance des sols cohérents est évaluée à partir de la résistance au cisaillement à l'état non-remanié (C_u exprimé en kPa). Le roc est décrit en fonction de sa nature géologique, de ses caractéristiques structurales et de ses propriétés mécaniques (RQD).

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile		< 0,002 mm
Silt		0,002 - 0,08 mm
Sable	fin	0,08 - 0,4 mm
	moyen	0,4 - 1,0 mm
	gros	1,0 - 5,0 mm
Gravier	fin	5,0 - 10,0 mm
	gros	10,0 - 80,0 mm
Cailloux		80,0 - 300,0 mm
Blocs		> 300,0 mm

TERMINOLOGIE ET PROPORTION

" traces "	1 - 10%
" un peu "	10 - 20%
Suffixe en " eux "	20 - 35%
" et "	35 - 50%

SOLS PULVÉRULENTS

Compacité	Indice de pénétration standard " N " (coups / 300 mm)
Très lâche	< 4
Lâche	4 - 10
Compacte ou moyenn	10 - 30
Dense	30 - 50
Très dense	> 50

SOLS COHÉRENTS

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

Degré de plasticité	Limite de liquidité " w_L " (%)	Sensibilité $S_t = C_u/C_{uR}$
Faible	< 30%	< 2
Moyen	30 - 50%	2 - 4
Élevé ou forte	> 50%	4 - 8
Très forte		8 - 16
Sensible		> 16

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUE

Argile		Roc	
Silt		Sol organique	
Sable		Béton	
Gravier		Pierre concassée	
Remblai		Béton bitumineux	

SYMBOLES DE L'ÉTAT D'ÉCHANTILLON

Remanié		Intact	
Perdu		Carottage	

SYMBOLES DE L'EAU SOUTERRAINE

Venues d'eau		Piézométrique (niveau stabilisé)	
--------------	--	----------------------------------	--

TYPES D'ÉCHANTILLON (abréviations)

Cuillère fendue	CF	Tarière	TA
Tube parois mince	TM	Carottage au diamant	CD
Refus	R	Manuel	MA

ESSAIS AU CHANTIER ET/OU EN LABORATOIRE

Teneur en eau	W_n	Granulométrie	AG
Limites d'Atterberg	A	Analyse chimique	AC
Limite liquide	W_L	Résistance au cisaillement non drainé	C_u
Limite plastique	W_P	Résistance au cisaillement non-drainé remaniée	C_{uR}
Indice de plasticité	I_P	Consolidation	C
Indice de liquidité	I_L		
Cône Suédois	CS		
Coefficient perméabilité	k		

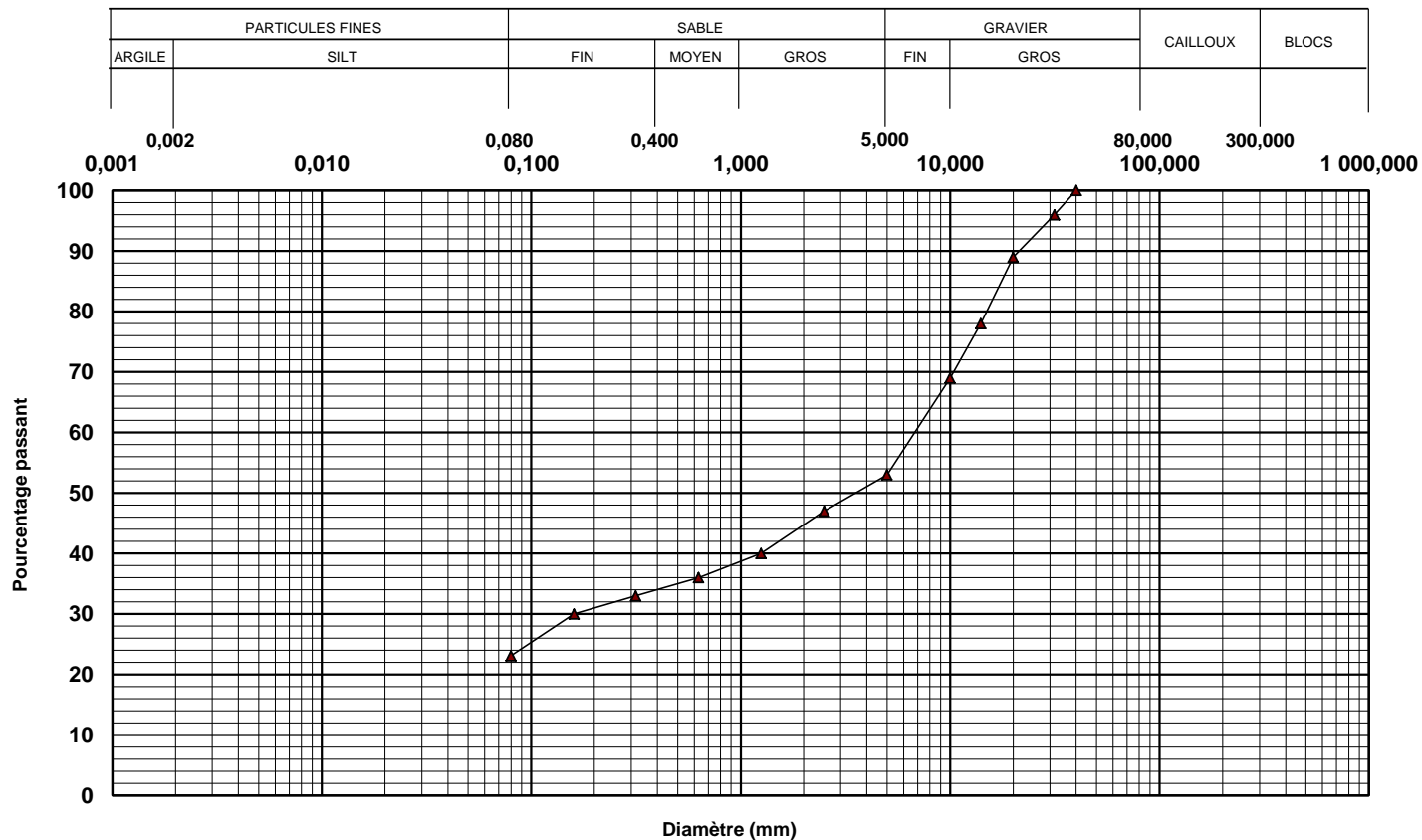
INDICE DE QUALITÉ DU ROC (RQD)

Très mauvais	< 25%
Mauvais	25 - 50%
Moyen	50 - 75%
Bon	75 - 90%
Excellent	90 - 100%

ANNEXE 3

ESSAI DE LABORATOIRE EN GÉOTECHNIQUE RAPPORT D'ESSAI (2 PAGES)

CLIENT CIMA+ **N° Dossier :** GC-16-0186
PROJET Construction d'une cour de ségrégation **N° Client :** CIMA101
LOCALISATION Établissement Archambault au 242-244 Montée Gagnon à Ste-Anne-des-Plaines **N° LAB.:** 75080



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
N/A	23,1	29,9	47	0	0

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,16	7,19	N/A	N/A	8,9

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	47		
56,00	100	1,250	40		
40,00	100	0,630	36		
31,50	96	0,315	33		
20,00	89	0,160	30		
14,00	78	0,080	23,1		
10,00	69				
5,00	53				

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	16F-02 (CF-1A)
Profondeur	0,00-0,30 m
Nomenclature	
Gravier sableux et silteux	

Préparé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux

Approuvé par : Viviane Lavoie, ing.

Date 2016-04-07

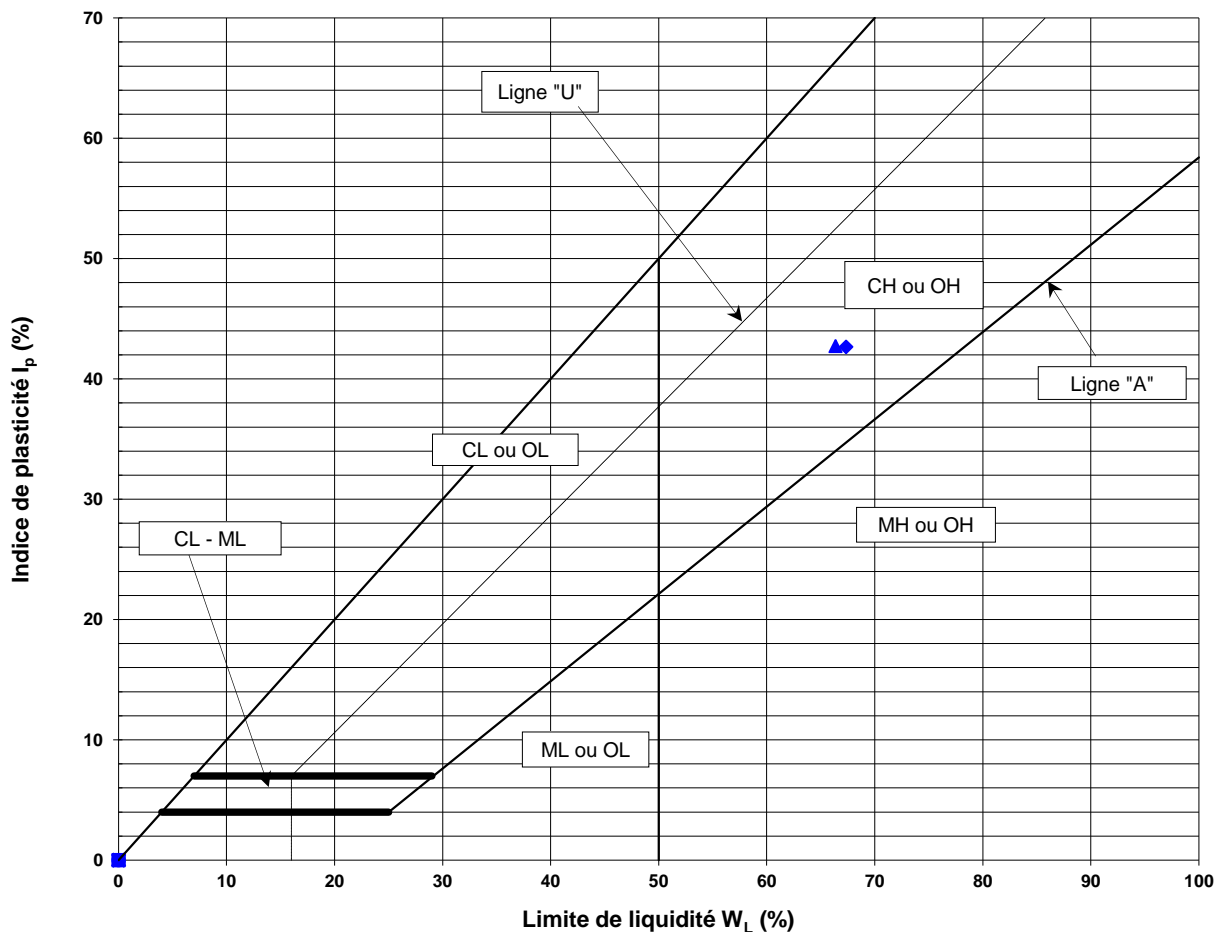
CLIENT : CIMA+

N/D : GC-16-0186

PROJET : Étude géotechnique et caractérisation environnementale des sols -
Construction d'une nouvelle cour de ségrégation

N° CLIENT : CIMA101

ENDROIT : Établissement Archambault au 242-244 Montée Gagnon à Saint-Anne-des-Plaines, Qc.



Selon ASTM D-2487

RÉSULTATS

Légende	Sondage	Éch. n°	Profondeur (m)	W_n	W_L	W_p	I_p	I_L	Classification
▲	16F-02	CF-2	0,76-1,37	39,0%	66%	24%	43%	0,4	CH
◆	16F-02	CF-5	3,05-3,66	78,1%	67%	25%	43%	1,3	CH
●									
■									
*									

Préparé par : E. Prud'Homme, tech.

Approuvé par : Viviane Lavoie, ing.

Date : 05-04-2016