



**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE  
CONSTRUCTION D'UN COMPLEXE DE PRODUCTION DE GAZ  
NATUREL RENOUVELABLE**

Terrain vacant, route 169  
Hébertville, Québec  
Partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec

Préparée pour : Le Groupe Génétique Inc. et Ausime Énergie

Juillet 2024

Réf. : S22123-GT1-GT2-GT3



Drummondville – Lévis - Montréal  
Québec – Saguenay  
groupegeos.ca / 1-844-979-GÉOS (4367)

D-03-04\_2020-03



**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE  
CONSTRUCTION D'UN COMPLEXE DE PRODUCTION  
DE GAZ NATUREL RENOUVELABLE**

**Terrain vacant, route 169  
Hébertville, Qc  
Partie du lot 4 684 302 du Cadastre du Québec**

**Rapport final préparé pour :  
Le Groupe Génitique inc. et Ausime Énergie**

**No Réf: S22123-GT1-GT2-GT3  
Juillet 2024**

**Préparé par :**

**Jonathan Petit, ing.  
Directeur régional  
Saguenay–Lac-Saint-Jean  
OIQ : 5069525**

**Révisé par:**

**Cédrick Fillon-Tremblay, ing.  
Directeur régional  
Saguenay–Lac-Saint-Jean  
OIQ : 5066315**

---

## TABLE DES MATIÈRES

1	PortÉE et objectifs du mandat .....	1
1.1	Cadre de l'étude.....	1
1.2	Objectif des travaux .....	1
1.3	Portée et limitations de l'étude .....	1
2	Description du site et sommaire des travaux .....	2
2.1	Sommaire du projet.....	2
3	Sommaire des travaux .....	3
3.1	Travaux de terrain .....	3
3.1.1	Complexe de gaz renouvelable.....	3
3.1.1.1	Travaux supplémentaires 2024 : .....	3
3.1.2	Prolongement de la conduite d'Énergir .....	3
3.1.3	Autres éléments généraux .....	3
3.2	Vérification et supervision .....	4
3.2.1	Sondages géotechniques et échantillonnage des sols.....	4
3.2.2	Sondages au piézocône .....	4
3.2.3	Tubes d'observation et niveaux d'eau.....	5
3.2.4	Localisation et nivellement des forages .....	6
3.3	Travaux de laboratoire .....	6
4	RÉSultats des travaux de terrain.....	7
4.1	Stratigraphie des sols.....	7
4.2	Conditions géologiques .....	8
4.2.1	Sol organique .....	8
4.2.2	Remblai .....	9
4.2.3	Sol naturel .....	9
4.2.3.1	Silt et argile .....	9
4.2.4	Profil DCPT.....	14
4.2.5	Socle rocheux.....	14
4.3	Eau souterraine.....	14
4.4	Résistivité électrique des sols .....	16
4.5	Agressivité des sols .....	18
5	Commentaires et recommandations.....	19

5.1	Description du projet .....	19
5.2	Conditions générales.....	20
5.3	Fondation du bâtiment de service .....	20
5.3.1	Niveau d'assise des fondations.....	20
5.3.2	Inspection des fonds d'excavation .....	21
5.3.3	Protection contre le gel .....	21
5.3.4	Remblai contrôlé et coussin de propreté .....	21
5.3.5	Capacité portante à l'état limite de tenue en service (ÉLS) .....	22
5.3.6	Capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU).....	23
5.3.7	Module de réaction du sol.....	24
5.3.8	Dalle sur sol.....	25
5.4	Fondations profondes pour les réservoirs.....	25
5.4.1	Caractéristiques du site pour l'aménagement des pieux .....	25
5.4.2	Préparation du site.....	26
5.4.3	Généralité .....	26
5.4.4	Capacité portante .....	27
5.4.5	Paramètre géotechnique des sols.....	27
5.4.6	Contrôle de construction .....	28
5.5	Remblais extérieurs et transitions.....	28
5.6	Potentiel de liquéfaction des sols sous les assises.....	29
5.7	Emplacement sismique .....	29
5.8	Installation de conduites.....	30
5.8.1	Profondeur d'implantation des conduites .....	30
5.8.2	Préparation des fonds d'excavation .....	30
5.8.3	Coussin et enrobage des conduites par tranchées ouvertes .....	30
5.9	Structure de chaussée .....	30
6	Recommandations gÉNÉrales .....	33
6.1	Excavations temporaires .....	33
6.2	Condition d'excavation .....	33
6.3	Drainage permanent .....	34
6.4	Réutilisation des matériaux d'excavation.....	34
6.5	Conditions hivernales .....	35

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Sites à l'étude .....	2
Figure 2	Résistance au cisaillement non drainé <i>In situ</i> .....	12
Figure 3	Résistance au cisaillement non drainé <i>In situ réalisé en surface</i> .....	13
Figure 4	Paramètres électriques des sols en place.....	17
Figure 5	Plan d'implantation site de gaz renouvelable .....	19
Figure 6	Critères de susceptibilité à la liquéfaction (Youd, 1998).....	29

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Essais en laboratoire .....	6
Tableau 2	Sommaire des stratigraphies rencontrées.....	7
Tableau 3	Résumé des essais de laboratoire – Silt et argile.....	10
Tableau 4	Résumé des essais de laboratoire – Silt et argile (1) .....	11
Tableau 5	Relevé du niveau d'eau .....	15
Tableau 6	Résultats des essais de dissipation .....	16
Tableau 7	Résultats d'analyse du T.A.S. ....	18
Tableau 8	Capacité portante à l'ÉLS .....	22
Tableau 9	Résumé des paramètres pour le calcul de l'ÉLU.....	23
Tableau 10	Module de réaction vertical des sols .....	24
Tableau 11	Module de réaction horizontal des sols .....	24
Tableau 12	Résumé des paramètres géotechniques des sols.....	27
Tableau 13	Paramètres et intrants considérés pour le dimensionnement .....	31
Tableau 14	Structure de chaussée standard route collectrice et protection partielle au gel .....	32

## **LISTE DES ANNEXES**

---

ANNEXE A PLANS DE LOCALISATION

ANNEXE B RAPPORTS DE SONDAGE

ANNEXE C CERTIFICATS DE LABORATOIRE

ANNEXE D RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE

ANNEXE E PORTÉE ET LIMITATIONS

REGISTRE DES ÉMISSIONS ET RÉVISIONS DU RAPPORT	
DATE	VERSION
Décembre 2022	GT1-GT2
Juillet 2024	GT1-GT2-GT3

## ÉQUIPE DE PROJET

### Gestion

Professionnelle  
Chargé et directeur de projet

Mysterlande Christophe  
Jonathan Petit

### Réalisation

Technicien  
Dessin  
Révision de rapport

Samuel Guay  
Michael Tremblay  
Cédrick Fillon-Tremblay

### Sous-traitants

Foreur  
Analyse corrosivité  
Piézocône

Forage SL  
Corpro  
VDH GEO-Services

## 1 PORTÉE ET OBJECTIFS DU MANDAT

---

### 1.1 Cadre de l'étude

Dans le cadre de la construction d'un complexe de production de gaz naturel renouvelable à Hébertville, M. François Guay, représentant de la firme d'ingénierie Génétique, a retenu les services professionnels de Groupe GÉOS afin de réaliser une étude géotechnique sur une section du lot 4 684 302, tel que décrit dans notre offre de services datée du 3 août 2022. En cours de mandat, M. Pierre-Yves Aubut, représentant d'Ausime Énergie, a accordé un second mandat à Groupe GÉOS afin de déterminer les caractéristiques géotechniques pour le prolongement de la conduite de distribution, d'alimentation et de transmission d'Énergir en bordure de la route 169.

Le présent rapport explique l'ensemble des travaux réalisés sur le terrain et en laboratoire, et fait état des résultats obtenus, des commentaires et recommandations se rapportant au projet. Le rapport comprend cinq (5) annexes où l'on retrouve des plans de localisation (Annexe A), les rapports de forages (Annexe B), les résultats de laboratoire (Annexe C), un répertoire de photos du site lors des travaux de chantier (Annexe D) et, pour finir, la portée et limitation du présent rapport géotechnique (Annexe E).

### 1.2 Objectif des travaux

L'objectif des travaux consistait à déterminer la stratigraphie des sols et leurs caractéristiques géotechniques aux emplacements envisagés pour la construction d'un bâtiment de service, de plusieurs réservoirs hors sols ainsi que le prolongement d'une conduite de gaz naturel. Cette étude a pour but d'émettre les recommandations pertinentes relatives à la capacité portante ainsi que tout autre élément important d'ordre géotechnique pour les constructions anticipées.

Le bâtiment de service aura une superficie d'environ 800 m<sup>2</sup> et comprendra seulement un étage. En ce qui concerne les réservoirs sous forme de silo, ceux-ci seront de diamètre variant entre 10 et 20 m avec des hauteurs variables. Finalement, le prolongement de la conduite d'Énergir sera réalisé sur une distance d'environ 670 m.

Le mandat de GÉOS incluait les éléments suivants :

- Validation et approbation du programme de travail soumis par Génétique;
- La supervision des travaux en chantier;
- L'interprétation des données et la réalisation d'un rapport géotechnique.

### 1.3 Portée et limitations de l'étude

Dans le cadre de notre mandat, la vérification de la qualité environnementale des sols était incluse et les conclusions seront transmises dans le rapport de caractérisation environnementale phase 1 intitulé, S22123-PH1. De plus, les travaux relatifs à la présente étude géotechnique sont, par ailleurs, soumis à la portée et aux limitations décrites à l'Annexe E.

## 2 DESCRIPTION DU SITE ET SOMMAIRE DES TRAVAUX

### 2.1 Sommaire du projet

L'ensemble du site à l'étude se trouve dans la municipalité d'Hébertville au Lac-Saint-Jean. Plus précisément, les travaux seront réalisés au nord du centre-ville d'Hébertville, sur une terre agricole localisée en bordure de la route 169. Le complexe de production de gaz renouvelable sera construit complètement au nord du lot agricole, où le site en général est recouvert d'un très faible couvert végétal. Aucune production agricole n'est réalisée sur ce site en ce moment, mais des travaux anthropiques (agriculture, remblayage, etc.) ont déjà été réalisés dans le passé. En général, le site qui accueillera ce complexe possède une topographie assez plane et aucun affleurement rocheux n'a été aperçu aux horizons.

Concernant le prolongement de la conduite de gaz naturel, celle-ci sera aménagée au sud du futur complexe de gaz renouvelable et parallèlement à la route 169. La majeure partie du réseau souterrain sera construit dans un champ agricole exploité à l'écriture de ces lignes. Afin d'aller se raccorder aux conduites existantes, un faible cours d'eau devra être traversé juste avant la conduite existante. En général, le site de la future conduite a également une topographie plane, excepté dans le secteur du ruisseau où un abaissement de terrain d'environ 5 m est perceptible.

La Figure 1 suivante montre une vue satellitaire des sites à l'étude.



Figure 1 Sites à l'étude

### 3 SOMMAIRE DES TRAVAUX

---

#### 3.1 Travaux de terrain

Les travaux de chantier initiaux, soit les travaux de forages réalisés sur le futur complexe, se sont déroulés du 20 au 22 septembre 2022. Par la suite, des tranchées exploratoires pour le prolongement de la conduite ont été effectuées le 31 octobre 2022 et finalement, deux forages au piézocône ont été réalisés le 15 novembre 2022. Toutefois, la firme Génétique a demandé une campagne complémentaire au printemps 2024. Ainsi, des forages géotechniques et au piézocône supplémentaire ont été réalisés du 21 au 27 mai 2024. Tous les travaux de terrain ont été supervisés par le personnel professionnel de Groupe GÉOS, lesquels ont compris :

##### 3.1.1 Complexe de gaz renouvelable

- Sept (7) forages géotechniques variant entre 6,10 m et 23,85 m de profondeur avec carottage du roc dans un des forages;
- Deux (2) essais de pénétration dynamique au cône (DCPT);
- Réalisation de quatre (4) profils sociométriques dans le dépôt cohérent;
- Installation de deux (2) tubes d'observation dans les forages stratégiques.

###### 3.1.1.1 *Travaux supplémentaires 2024 :*

- Forage géotechnique de 28,68 m de profondeur avec carottage du roc;
- Réalisation de trois (3) profils scissométriques dans le remblai et la partie supérieure du dépôt cohérent;
- Réalisation de deux (2) forages convertis en puits d'observation de 50 mm;
- Réalisation de deux (2) piézocône sismiques jusqu'au refus;
- Réalisation d'une (1) excavation pour valider la profondeur des drains présents sur le site.

##### 3.1.2 Prolongement de la conduite d'Énergir

- Réalisation de deux (2) sondages au piézocône d'une profondeur de 15,0 m;
- Réalisation de trois (3) tranchées géotechniques de 3,05 m de profondeur.

##### 3.1.3 Autres éléments généraux

- Localisation des services souterrains via info-excavation;
- Validation avec la municipalité des réseaux privés;
- Le nivellement des points de forages de manière géodésique.

La localisation des forages est présentée dans les plans de localisation en Annexe A.

### **3.2 Vérification et supervision**

Au début du mandat, une vérification des infrastructures souterraines publiques et privées (gaz naturel, téléphone, réseau électrique, aqueduc, égouts, etc.) a été effectuée préalablement aux travaux de sondages. Pour les réseaux souterrains privés, le client nous a confirmé qu'aucun élément n'était problématique et que nous n'avions pas besoin de faire appel à un service de localisateur privé.

La supervision des travaux de forages et de tranchées a été réalisée par Samuel Guay, technicien de chantier, tandis que pour les sondages au piézocône, ceux-ci ont été supervisés par Jonathan Petit, ingénieur chez Groupe GÉOS. Ils ont assuré la qualité des travaux en tout temps, réalisé les essais in situ spécialisés, récupéré convenablement les échantillons ainsi que rédigé les rapports de sondages sur le terrain.

#### **3.2.1 Sondages géotechniques et échantillonnage des sols**

Les forages ont été exécutés par l'entreprise *Forages S.L. Inc.* à l'aide d'une foreuse hydraulique de marque « CME 55 » montée sur chenilles et munie de tubage de calibre « NW ». Quant aux tranchées, celles-ci ont été réalisées par un sous-traitant du client, à l'aide d'une pelle mécanique de marque Komatsu 200 LC.

Les échantillons de sols ont été prélevés au moyen de cuillères fendues normalisées de 51 mm de diamètre enfoncées à l'aide d'un marteau à chutes automatique. Conformément à l'essai de pénétration standard de la norme ASTM D1586-18, le nombre de coups nécessaires à l'enfoncement des cuillères a été relevé lors des forages.

Pour leur part, les échantillons de roc ont été recueillis par le biais d'un carottier à double paroi de calibre « NQ » de 48 mm de diamètre intérieur.

Les caractéristiques propres à chaque échantillon, telles que les profondeurs de prélèvement, les caractéristiques pédologiques, géologiques et géotechniques ont été relevées. Celles-ci sont inscrites dans le rapport de forage inséré à l'Annexe B.

Une description sommaire des horizons de sols rencontrés est présentée à la section 4.1 du présent document.

À noter que tous les échantillons seront conservés dans l'entrepôt de Groupe GÉOS pendant une période de trois (3) mois suivant l'émission du rapport final. Ils seront ensuite détruits, à moins de l'obtention d'un avis contraire écrit du client.

#### **3.2.2 Sondages au piézocône**

Les sondages au piézocône ont été exécutés par l'entreprise *VDH GEO-Services Ltée* à l'aide d'une foreuse hydraulique de marque « GOUDA GEO-EQUIPMENT » montée sur chenilles d'une capacité de 15 tonnes et ayant une sonde de type « DP15-CFPTxy.71308 » de 10 cm<sup>2</sup> de surface.

Le piézocône a été poussé dans le sol avec un bâti hydraulique à une vitesse d'enfoncement de 120 cm/min. L'ensemble des paramètres initiaux et des constantes d'étalonnage a été validé en

chantier et les valeurs ont été mesurées avec un système d'acquisition de données à tous les 10 mm/lecture.

Dans le cadre du mandat, une sonde diélectrique a été utilisée afin de mesurer la conductivité électrique des sols en place. Pour la première partie des travaux, aucune mesure de la vitesse de propagation de l'onde de cisaillement ( $V_s$ ) n'avait été effectuée.

Par ailleurs, la seconde campagne exploratoire a réalisé des sondages au piézocône équipé de deux géophones permettant de mesurer la vitesse de propagation de l'onde de cisaillement ( $V_s$ ). Les ondes sont produites à l'aide de l'impact d'une masse contre une poutre d'acier qui est contrainte sur la surface du sol sous le poids de la foreuse. Les mesures ont été prélevées à tous les 0,5 m de profondeur à partir d'impacts appliqués à l'extrémité de la poutre.

Prendre en considération que l'identification SCPTU indique les essais où des mesures de ( $V_s$ ) ont été réalisés tandis qu'un sondage identifié seulement comme étant CPT, celui-ci ne possède aucune mesure de  $V_s$ .

### **3.2.3 Tubes d'observation et niveaux d'eau**

Préalablement au remblayage des forages 22F5 et 22F8, des tubes d'observation de 20 mm de diamètre et crépiné à leur base ont été installés dans les trous afin de déterminer ultérieurement la profondeur de l'eau souterraine.

Puisque les tubes installés en 2022 ont été détruits, deux nouveaux tubes d'observation de 50 mm de diamètre et crépiné à leur base ont été installés lors des travaux supplémentaires et sont nommés 24P01 et 24P02.

### 3.2.4 Localisation et nivellement des forages

Lors de la campagne de 2022, l'implantation et la localisation des forages ont été réalisées par la firme Génétique à l'aide d'un récepteur GNSS de marque Trimble de modèle R10 avec une précision horizontale de 1 cm et de 4 cm pour l'altitude.

Pour la campagne complémentaire de 2024, l'implantation des forages ont été positionnés par James Duchesne, chargé de projet chez Groupe GÉOS, selon la meilleure configuration sur le terrain en question. La localisation des forages a été réalisée par Groupe GÉOS à l'aide d'un récepteur GNSS de marque Trimble de modèle Catalyst DA2 avec une précision horizontale de 3 cm et de 4 cm pour l'altitude.

Il est d'ailleurs important de préciser qu'en raison que les deux phases des travaux ont été arpentées par deux compagnies différentes, une importante différence entre les élévations géodésiques des sondages a été observée. Plus précisément, un différentiel d'environ 2 m en altitude a été noté et l'erreur semble provenir du côté de GÉOS. Par conséquent, en raison que le terrain est relativement plane et de niveau, les élévations ont été ajustées pour correspondre à celles de la firme Génétique.

Les coordonnées géodésiques sont indiquées sur le plan en Annexe A et également sur les rapports de sondage présentés à l'Annexe B.

### 3.3 Travaux de laboratoire

Les essais de laboratoire effectués dans le cadre du présent mandat sont présentés au Tableau 1 ci-dessous.

Les résultats sont quant à eux présentés dans les rapports des essais réalisés insérés à l'Annexe C.

**Tableau 1 Essais en laboratoire**

Essais	Nombre	Norme
Analyse granulométrique	11	BNQ 2501-025
Détermination de la teneur en eau	18	BNQ 2501-170
Limite d'Atterberg	7	BNQ 2501-090/2019
Taux d'agressivité des sols	5	AWWA C-105

## 4 RÉSULTATS DES TRAVAUX DE TERRAIN

### 4.1 Stratigraphie des sols

Les horizons suivants ont été rencontrés sur le site lors des travaux. Une description des échantillons prélevés est également présentée dans les rapports de sondages qui sont joints à ce rapport à l'Annexe B.

Le Tableau 2 ci-dessous présente une description sommaire ainsi que les épaisseurs des horizons d'intérêts de la stratigraphie rencontrée sur le site.

**Tableau 2 Sommaire des stratigraphies rencontrées**

Sondage	Sol organique	Remblai	Sol naturel	Essai scissométrique	Profil DCPT	Solce rocheux	Fin du sondage
			Silt et argile				
Élévation géodésique (m)	Profondeur / Épaisseur / Élévation (m)						
22F1	0,00 - 0,80 0,80	0,80 - 3,05 2,25	3,05 - 8,23 5,18	-	-	-	8,23 -
156,69	<b>156,69</b>	<b>155,89</b>	<b>153,64</b>				<b>148,46</b>
22F2	0,00 - 1,22 1,22	1,22 - 2,44 1,22	2,44 - 8,23 5,79 <sup>(1)</sup>	-	-	-	8,23 -
156,83	<b>156,83</b>	<b>155,61</b>	<b>154,39</b>				<b>148,60</b>
22F3	0,00 - 1,22 1,22	1,22 - 2,44 1,22	2,44 - 8,23 5,79	-	-	-	8,23 -
156,77	<b>156,77</b>	<b>155,55</b>	<b>154,33</b>				<b>148,54</b>
22F4	0,00 - 0,80 0,80	0,80 - 1,83 1,03	1,83 - 21,67 19,84	-	-	21,67 - 23,92 2,25	23,92 -
156,71	<b>156,71</b>	<b>155,91</b>	<b>154,88</b>			<b>135,04</b>	<b>132,79</b>
22F5	0,00 - 1,22 1,22	1,22 - 2,44 1,22	2,44 - 6,01 3,57	-	-	-	6,01 -
156,75	<b>156,75</b>	<b>155,53</b>	<b>154,31</b>				<b>150,74</b>
22F6	-	-	-	-	0,00 - 24,65 24,65	-	24,65 -
156,84					<b>156,84</b>		<b>132,19</b>
22F7	0,00 - 0,95 0,95	0,95 - 2,44 1,49	2,44 - 6,10 3,66	-	-	-	6,10 -
156,68	<b>156,68</b>	<b>155,73</b>	<b>154,24</b>				<b>150,58</b>
22F8	0,00 - 1,22 1,22	1,22 - 2,44 1,22	2,44 - 8,23 5,79	2,44 - 22,70 20,26	8,23 - 22,70 14,47	-	22,70 -
156,58	<b>156,58</b>	<b>155,36</b>	<b>154,14</b>	<b>154,14</b>	<b>148,35</b>		<b>133,88</b>
24F09	0,00 - 0,61 0,61	0,61 - 1,22 0,61	1,22 - 26,68 25,46	-	-	26,68 - 28,68 2,00	28,68 -
156,67	<b>156,67</b>	<b>156,06</b>	<b>155,45</b>			<b>129,99</b>	<b>127,99</b>

**Note:** les unités sont en mètres (m)

<sup>(1)</sup> Poursuite des essais scissométriques en profondeur.

Sondage	Sol organique	Remblai	Sol naturel	Essai scissométrique	Profil DCPT	Solce rocheux	Fin du sondage
			Silt et argile				
Élévation géodésique (m)	Profondeur / Épaisseur / Élévation (m)						
24F10 156,70	-	-	-	0,00 - 5,95 5,95 <b>156,70</b>	-	-	5,95 - <b>150,75</b>
24F11 156,60	-	-	-	0,00 - 6,00 6,00 <b>156,60</b>	-	-	6,00 - <b>150,60</b>
24F12 156,69	-	-	-	0,00 - 5,97 5,97 <b>156,69</b>	-	-	5,97 - <b>150,72</b>
24P01 156,56	0,00 - 0,61 0,61 <b>156,56</b>	0,61 - 1,22 0,61 <b>155,95</b>	1,22 - 6,10 4,88 <b>155,34</b>	-	-	-	6,10 - <b>150,46</b>
24P02 156,75	0,00 - 0,61 0,61 <b>156,75</b>	0,61 - 1,22 0,61 <b>156,14</b>	1,22 - 6,10 4,88 <b>155,53</b>	-	-	-	6,10 - <b>150,65</b>
22TR1 156,02	0,00 - 0,05 0,05 <b>156,02</b>	0,05 - 1,60 1,55 <sup>(2)</sup> <b>155,97</b>	1,60 - 3,05 1,45 <b>154,42</b>	-	-	-	3,05 - <b>152,97</b>
22TR2 156,27	0,00 - 0,30 0,30 <b>156,27</b>	0,30 - 1,60 1,30 <b>155,97</b>	1,60 - 3,94 2,34 <b>154,67</b>	-	-	-	3,94 - <b>152,33</b>
22TR3 156,92	0,00 - 0,90 0,90 <b>156,92</b>	0,90 - 2,08 1,18 <b>156,02</b>	2,08 - 3,10 1,02 <b>154,84</b>	-	-	-	3,10 - <b>153,82</b>
24TR04 156,95	0,00 - 1,20 1,20 <b>156,95</b>	-	1,20 - 1,90 0,70 <b>0,00</b>	-	-	-	1,90 - <b>155,05</b>

**Note:** les unités sont en mètres (m)

<sup>(2)</sup> Présence d'un drain agricole entre 1,40 et 1,60 m.

## 4.2 Conditions géologiques

De manière générale, les sols rencontrés consistent principalement à une couche de sol organique en surface suivi par une couche de remblai correspondant majoritairement au sol naturel remanié. Par la suite, un dépôt cohérent assez constant a été traversé sur plus de 20 m avant d'atteindre le sol rocheux.

Nous reprenons ci-après la description stratigraphique détaillée de chaque couche.

### 4.2.1 Sol organique

Dans l'ensemble des sondages réalisés partout sur le site, un sol organique était présent en surface. Plus précisément, celui-ci était composé par un faible couvert végétal en surface suivi majoritairement par de la terre noire et parfois brune avec des racines. On pouvait également dénoter la faible présence de silt et d'argile dans cette couche de matières organiques.

L'épaisseur de cette couche d'organique variait entre 0,05 m à 1,22 m pour une compacité très lâche.

#### **4.2.2 Remblai**

Sous-jacents au sol organique, les sondages ont traversé un remblai principalement cohérent qui représente sous toute vraisemblance, le sol naturel qui a été fort probablement remanié et utilisé comme remblayage lors des activités agricoles. Le sol rencontré s'apparentait à un silt et argile avec des traces de sable de couleur brun-gris.

De plus, tout dépendamment du sondage, on a dénoté la présence de matières organiques variant de sporadiques à moyennes, qui étaient composées soit de terre végétale noire ou brune, de racines ou de morceaux de bois. La consistance apparente de ce remblai était majoritairement ferme et l'épaisseur variait entre 1,03 m et 2,55 m. Finalement, un drain agricole a été rencontré au droit de la tranchée 22TR1 à 1,40 m de profondeur. De plus, lors d'une réunion avec les concepteurs, il a été mis au courant que plusieurs drains étaient présents sur le site de façon perpendiculaire à la route et espacé à environ 10 m entre chaque.

Aucun essai granulométrique n'a été réalisé sur le remblai en raison que le matériel ne présentait visuellement aucun potentiel de réutilisation.

#### **4.2.3 Sol naturel**

##### *4.2.3.1 Silt et argile*

Sous-jacent à la couche de remblai, un dépôt de sol naturel cohérent très constant a été rencontré pour l'ensemble des sondages. Le matériel traversé a été caractérisé par une argile et silt avec des traces de sable dans les portions les plus fines à un silt et argile avec des traces de sable dans les portions les plus grossières. Afin d'alléger la lecture de ce texte, cette unité de sol sera seulement appelée comme un silt et argile.

Sa consistance a été évaluée comme étant majoritairement raide selon les résultats de mesures de cisaillements non drainés « *in-situ* » effectués dans le dépôt ainsi que nos observations en laboratoire. Son épaisseur a été évaluée à 19,84 m au droit du forage 22F4 tandis que pour les autres sondages, son épaisseur demeure indéterminée puisque l'échantillonnage s'est interrompu dans cette couche.

Onze (11) échantillons représentatifs du silt et argile ont été soumis à un essai granulométrique par tamisage et de sédimentation et les résultats sont présentés au Tableau 3.

Tableau 3 Résumé des essais de laboratoire – Silt et argile

Identification				Analyses granulométriques				Description
Forage	Échantillon	Profondeur (m)		Proportions (%)				
		De	À	Gravier	Sable	Silt	Argile	
22F1	CF6	3,05	3,66	0,0	0,0	52,2	47,8	Silt et argile
22F1	CF12	6,86	7,47	0,0	0,0	54,9	45,1	Silt et argile
22F2	CF11	6,10	6,71	0,0	0,0	57,9	42,1	Silt et argile
22F3	CF8	4,27	4,88	0,0	0,0	43,4	56,6	Argile et silt
22F4	CF4	1,83	2,44	0,0	0,6	48,7	50,7	Argile et silt, traces de sable
22F4	CF13	7,62	8,23	0,0	0,0	59,6	40,4	Silt et argile
22F4	CF16	12,20	12,80	0,0	0,0	54,8	45,2	Silt et argile
22F4	CF19	16,77	17,38	0,0	0,0	58,5	41,5	Silt et argile
22F5	CF5	2,44	3,05	0,0	0,2	44,7	55,1	Argile et silt, traces de sable
22F7	CF5	2,44	3,05	0,0	0,0	52,7	47,3	Silt et argile
22F8	CF5	2,44	3,05	0,0	0,4	50,9	48,7	Silt et argile, traces de sable

De plus, sept (7) essais de limite de consistance ont été réalisés sur les échantillons et les résultats sont présentés au Tableau 4.

**Tableau 4 Résumé des essais de laboratoire – Silt et argile (1)**

Identification				Limites de consistance					Classe Abaque de Casagrande
Forage	Échantillon	Profondeur		W <sub>n</sub> (%)	W <sub>l</sub> (%)	W <sub>p</sub> (%)	I <sub>p</sub> (%)	I <sub>l</sub>	
		De	À						
22F1	CF6	3,05	3,66	35,4	35	23	13	1,0	CL
22F4	CF4	1,83	2,44	38,1	45	24	21	0,7	CL
22F4	CF13	7,62	8,23	38,9	37	22	15	1,1	CL
22F4	CF16	12,20	12,80	44,6	41	23	17	1,2	CL
22F4	CF19	16,77	17,38	47,3	45	24	22	1,1	CL
22F5	CF5	2,44	3,05	39,6	39	24	15	1,1	CL
22F8	CF5	2,44	3,05	32,5	40	20	19	0,6	CL

Les résultats indiquent que ce dépôt possède une plasticité moyenne (W<sub>L</sub> entre 30 % et 50 %) et on peut considérer que le dépôt est majoritairement de faible sensibilité (I<sub>L</sub> < 1,2) selon les critères des indices de liquidité.

Tous les résultats des essais de laboratoire réalisés ainsi que les graphiques correspondants sont présentés à l'annexe C du présent rapport.

De plus, la Figure 2 ci-dessous affiche les résultats de la résistance au cisaillement du sol à l'étude en fonction de l'élévation géodésique. Pour résumé, celle-ci varie généralement entre 49,9 et 101,7 kPa, ce qui correspond à une consistance raide à très raide.

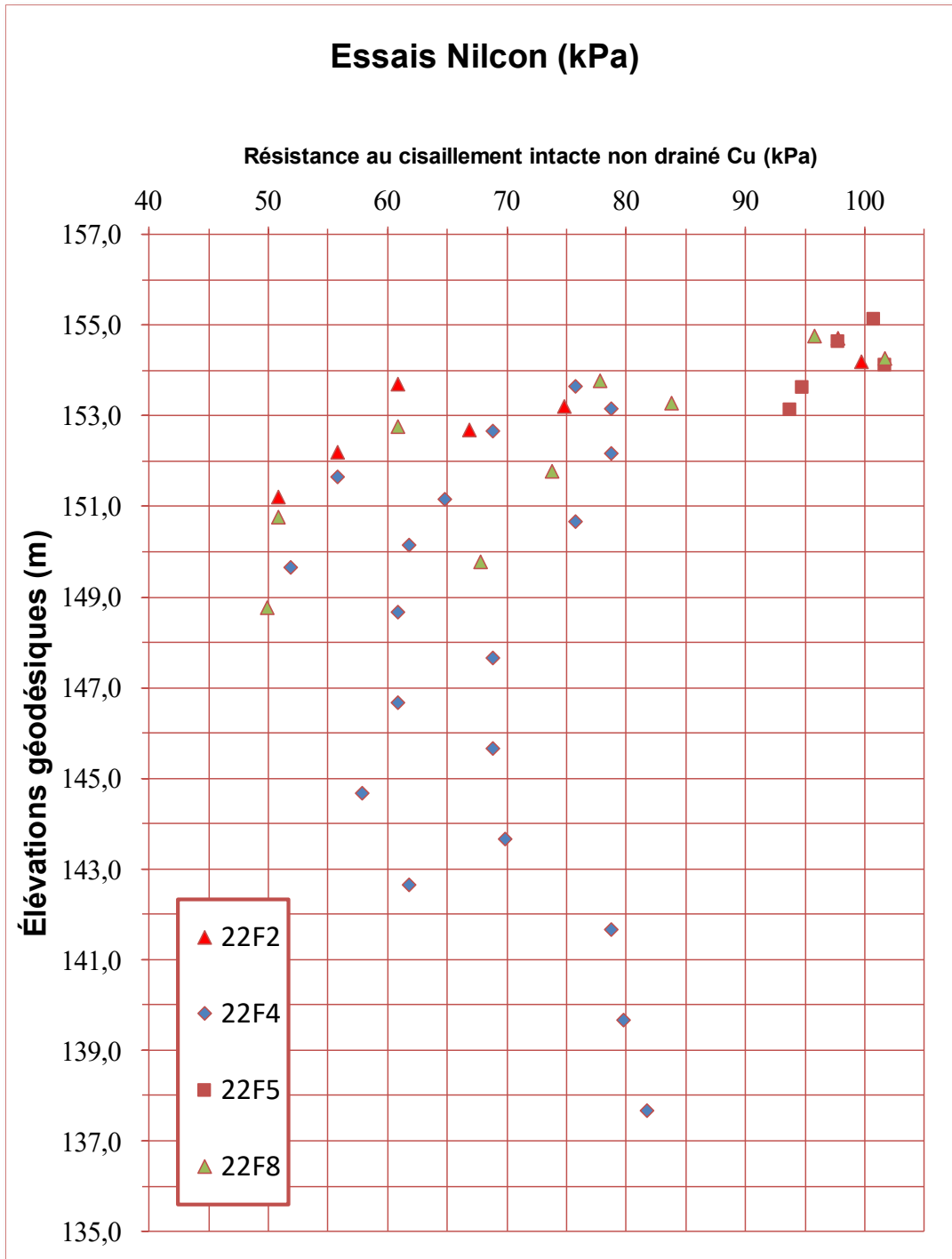
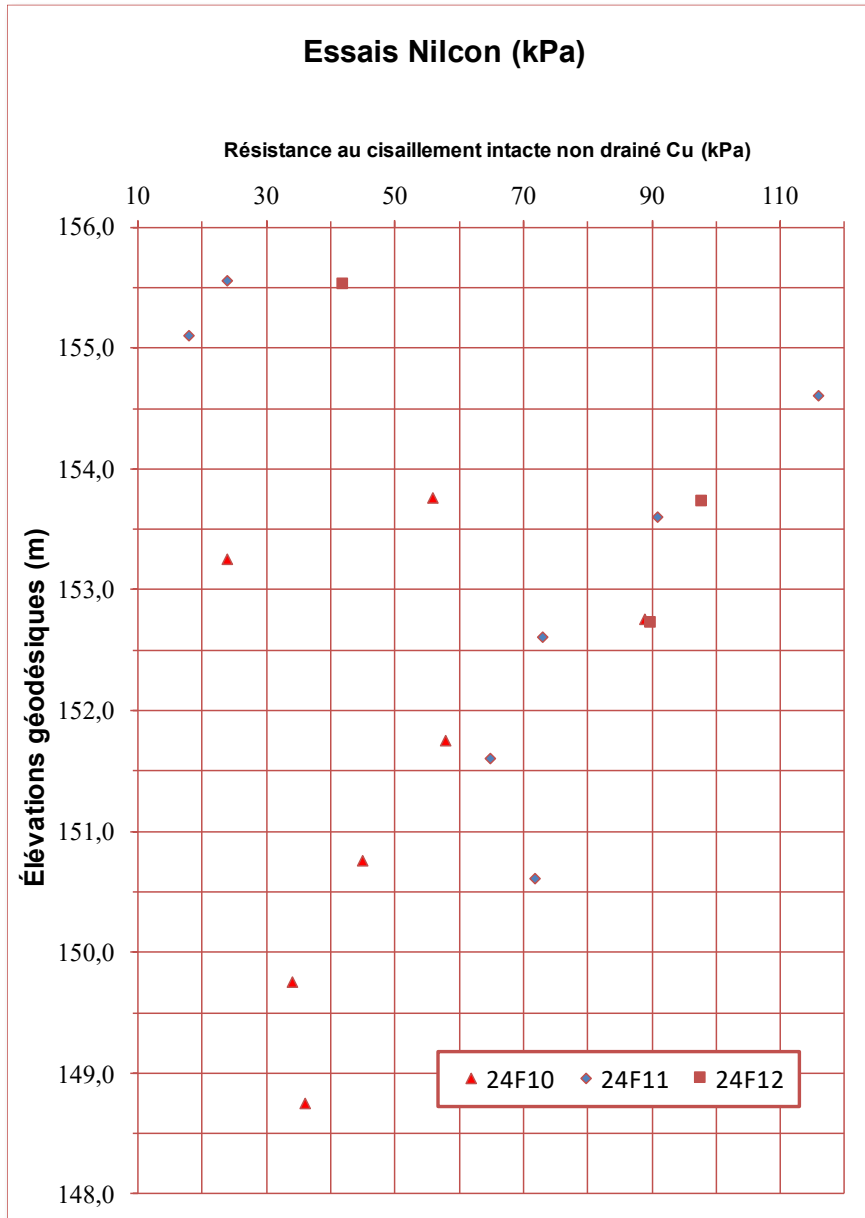


Figure 2 Résistance au cisaillement non drainé *In situ*

De plus, pour la campagne complémentaire réalisée en 2024, la firme Génétique a demandé que la résistance en cisaillement soit réalisée dans le remblai de surface ainsi que dans la partie supérieure. Par conséquent, trois (3) forages avec un profil scissométrique seulement a été réalisé, se résumant en une consistance ferme à raide en surface. La Figure 3 ci-dessous affiche les résultats de la résistance au cisaillement réalisé dans la partie supérieure du site en fonction de l'élévation géodésique ajustée.



**Figure 3**      **Résistance au cisaillement non drainé *In situ* réalisé en surface**

#### **4.2.4 Profil DCPT**

Deux profils d'essai de pénétration dynamique au cône ont été réalisés au courant de cette campagne géotechnique afin de déterminer la profondeur d'un refus aux extrémités est et ouest du site à l'étude. Tout d'abord, au droit du forage 22F6, soit celui le plus à l'est, l'essai a débuté directement à la surface et s'est terminé à 24,65 m sur un refus franc. Puis, au droit du forage 22F8 situé complètement à l'ouest du site, l'essai a débuté à 8,23 m et s'est terminé à une profondeur de 22,70 m, également sur un refus franc. Nous estimons que les deux refus représentent un bloc ou un roc probable, en fonction des informations qui découlent du forage 22F4.

#### **4.2.5 Socle rocheux**

Le roc a été atteint et carotté au droit du forage 22F4 à une profondeur de 21,67 m. De plus, lors de la campagne de 2024, nous avons également carotté le roc au droit du forage 24F09 à une profondeur de 26,68 m. Ceux-ci ont été carottés en calibre « NQ » permettant d'obtenir des carottes de 48 mm de diamètre sur une course maximale de 1,52 m. Le roc rencontré a des apparences d'une roche de type Monzodiorite, foliée et grise-verdâtre. La roche échantillonnée possède en généralement un indice de qualité moyen pour le premier échantillon et devenant excellent par la suite. Quant à sa récupération, celle-ci a été jugée comme étant bonne à excellente.

Il est important de noter que l'indice de qualité du roc est une mesure indirecte du nombre de fractures et de l'ampleur de l'altération dans un massif rocheux et n'est pas nécessairement représentatif de la résistance du socle rocheux. De plus, sa valeur ne peut être interprétée comme étant un indicatif sur la possibilité ou non, d'être excavée au moyen d'un équipement hydraulique.

Les détails des courses de carottage sont montrés sur les rapports de forages à l'Annexe B et une photographie des carottes est montrée dans le reportage photographique présenté à l'Annexe D.

### **4.3 Eau souterraine**

Tel que mentionné précédemment, un tube d'observation crépiné, en PVC de 20 mm de diamètre, a été installé dans les forages 22F5 et 22F8. En raison de leur mauvais état, deux nouveaux tubes de 50 mm ont été installés en 2024. Les mesures de niveau d'eau relevées au cours du mandat sont présentées dans le Tableau 5 suivant.

**Tableau 5 Relevé du niveau d'eau**

Forage / Date	Élévation de surface (m)	Profondeur niveau d'eau (m)	Profondeur Fond du puits (m)	Élévation niveau d'eau (m)
22F8 / 2022-10-07	156,58	0,97	7,50	155,61
22F8 / 2022-10-31	156,58	0,90	7,50	155,68
22F5 / 2022-10-31	156,75	1,00	5,95	155,75
24PO1 / 2024-06-03	156,56*	0,56	7,50	156,00
24PO2 / 2024-06-03	156,75*	0,74	5,95	156,01

**Note:** les unités sont en mètres (m)

\* : Relevé GPS fait par GÉOS, prévoir un certain différentiel d'élévation possible

Selon les mesures prélevées dans les tubes d'observation, le niveau moyen de la nappe souterraine observé sur le site dans la période des investigations se trouvait à environ 1,0 m par rapport au terrain actuel.

Il est important de noter que la différence de perméabilité entre le sol organique, le remblai cohérent fissuré ainsi que et le dépôt argileux sous-jacent, fait en sorte que les conditions de sols sont propices à une variation importante du niveau d'eau en cas d'apport d'eau significatif (pluie, fonte des neiges, etc.). Cette possible accumulation d'eau à l'interface des deux couches est soumise à un délai d'infiltration avant d'atteindre la stabilisation du niveau de la nappe phréatique mentionné dans ce présent rapport.

Par ailleurs, dans la zone des travaux, plusieurs essais de dissipation ont été effectués afin d'estimer la charge hydraulique à la profondeur d'arrêt. Certains sondages correspondent respectivement au chainage 0+045 et 0+135 de l'enlignement de la future conduite. Finalement, les données concernant l'essai de dissipation ont été répertoriées dans le Tableau 6 suivant.

**Tableau 6 Résultats des essais de dissipation**

Forage / Date	Élévation de surface (m)	Élévation de l'essai (m)	Charge hydraulique (kPa)	Charge hydraulique ajustée (m)	Eau souterraine	
					Élévation (m)	Profondeur (m)
CPTu-Ec-01-22	154,77	139,51	286,0	28,6	Non stabilisé	
CPTu-Ec-02-22	154,40	139,07	353,0	35,3	Non stabilisé	
SCPTu-01-24	156,71	132,42	317,0	31,7	Non stabilisé	
SCPTu-02-24	156,59	133,74	236,0	23,6	Non stabilisé	

Les essais de dissipation n'ont pu être stabilisés et ainsi, il est difficile de statuer clairement sur la profondeur de la nappe d'eau dans le secteur des tranchées et principalement au droit des essais au piézocône. Cependant, selon l'expérience de notre sous-traitant qui a réalisé le piézocône ainsi que ces observations en chantier, le niveau moyen de la nappe souterraine estimée lors des investigations serait à environ 2,0 m par rapport au terrain actuel. Au niveau des tranchées, des veines d'eau étaient perceptibles dans le fond d'excavation dépassé les 3,0 m de profondeur.

Il est également pertinent de noter que lors de la réalisation des forages, aucune remontée ou perte d'eau significative n'ont été notées. De plus, le niveau des eaux souterraines peut être influencé par plusieurs facteurs, dont, entre autres, les précipitations et la fonte des neiges et qu'ainsi, il peut varier avec les saisons.

#### 4.4 Résistivité électrique des sols

Comme décrit au point 3.2.2 de ce présent rapport, deux forages au piézocône ont été réalisés en utilisant une sonde afin de mesurer la conductivité électrique des sols en place. Ainsi les résultats sont affichés dans le graphique, où la conductivité est présentée en Siemens/m en fonction de la profondeur.

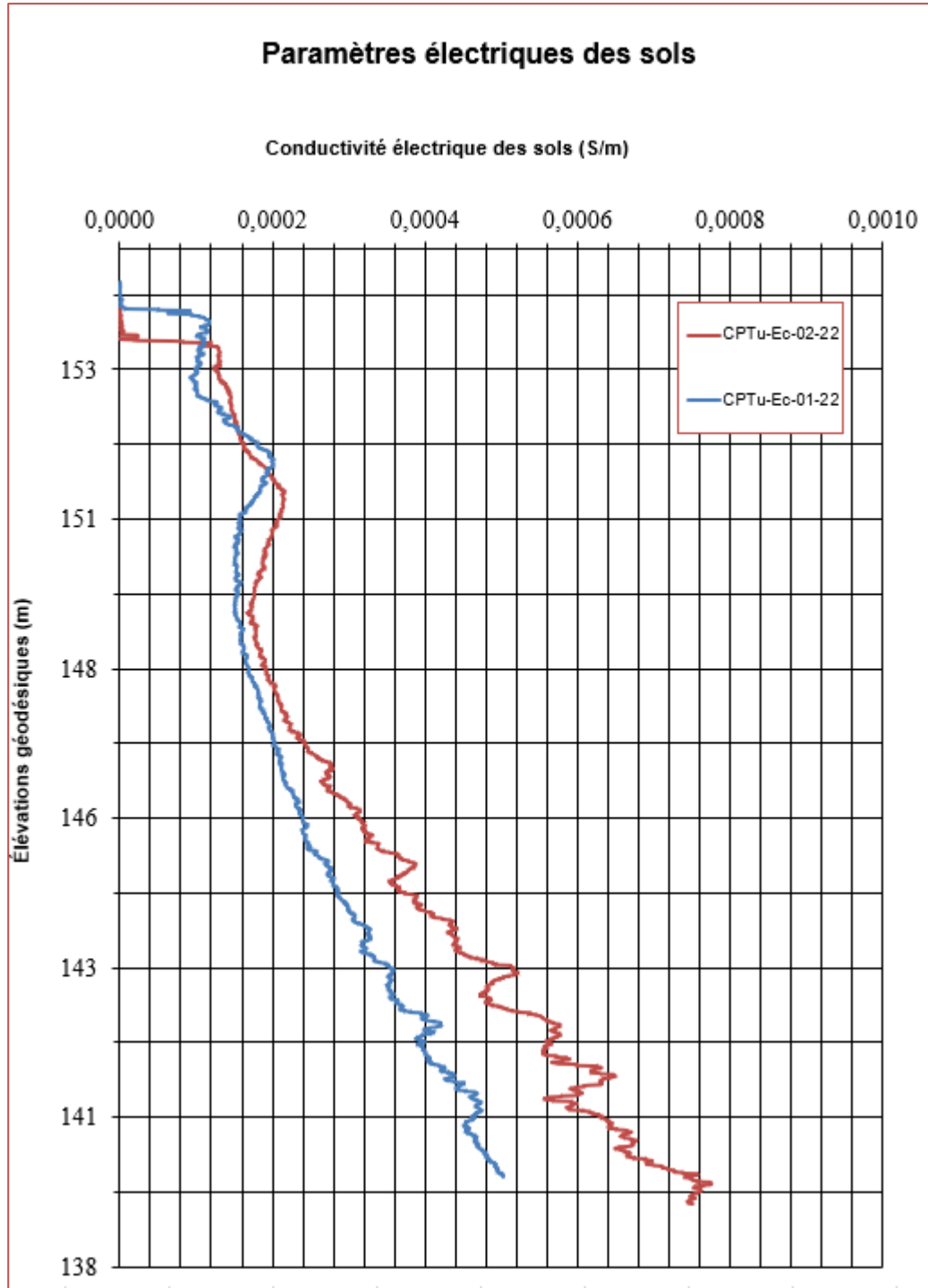


Figure 4 Paramètres électriques des sols en place

#### 4.5 Agressivité des sols

Tout d'abord, il est important de préciser que les essais d'agressivité des sols ont été réalisés dans le dépôt cohérent à environ tous les 5 m de profondeur. Ainsi, selon la norme AWWA C-105, l'interprétation des résultats d'analyse du taux d'agressivité des sols (T.A.S) varie entre 7,5, et 18,5 points. Étant donné que le T.A.S est majoritairement supérieur de 10 points, le dépôt cohérent sur le site est classifié comme étant corrosif pour la fonte. Un système de contrôle de la corrosion est recommandé pour une conduite en fonte enfouie dans ce sol ainsi que pour les pieux.

Les certificats d'analyse sont présentés en Annexe C et les résultats sont résumés dans le Tableau 7 suivant.

**Tableau 7 Résultats d'analyse du T.A.S.**

Échantillon	Résultats d'analyses					Résultat pointage
	Résistivité	pH	Sulfures	Humidité	Redox	
<b>24F09-CF3 :</b> 1,22 – 1,83 m	2,140	7,30	Positifs	Saturé	221	7,5
<i>Pointage</i>	2,0	0,0	3,5	2,0	0,0	
<b>24F09-CF11 :</b> 6,10 – 6,71 m	489	8,04	Positifs	Saturé	191	15,5
<i>Pointage</i>	10,0	0,0	3,5	2,0	0,0	
<b>24F09-CF16 :</b> 9,91 – 10,52 m	400	8,54	Positifs	Saturé	217	18,5
<i>Pointage</i>	10,0	3,0	3,5	2,0	0,0	
<b>24F09-CF19 :</b> 14,48 – 15,09 m	299	8,36	Positifs	Saturé	187	15,5
<i>Pointage</i>	10,0	0,0	3,5	2,0	0,0	
<b>24F09-CF22 :</b> 23,63 – 24,24 m	221	8,00	Positifs	Saturé	170	15,5
<i>Pointage</i>	10,0	0,0	3,5	2,0	0,0	

## 5 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

### 5.1 Description du projet

La présente étude géotechnique a été réalisée en vue de l'aménagement d'un complexe de production de gaz naturel renouvelable capable de traiter 120 000 tonnes par année de matières organiques. Le projet comprendra en outre, l'aménagement d'un bâtiment de service d'environ 800 m<sup>2</sup>, possédant un seul étage. De plus, le client prévoit l'aménagement de cinq (5) réservoirs de diamètre variant entre 10 et 20 m sur le site à l'étude. Ces bassins seront construits pour la plupart en surface et auront une capacité allant de 400 m<sup>3</sup> à 2500 m<sup>3</sup>. Puis, comme discuté en cours de mandat, Ausime Énergie désire effectuer le prolongement d'une conduite de gaz naturel sur une distance de 670 m en bordure de la route 169.

La Figure 4 suivante montre un plan préliminaire de l'implantation du site de gaz renouvelable.

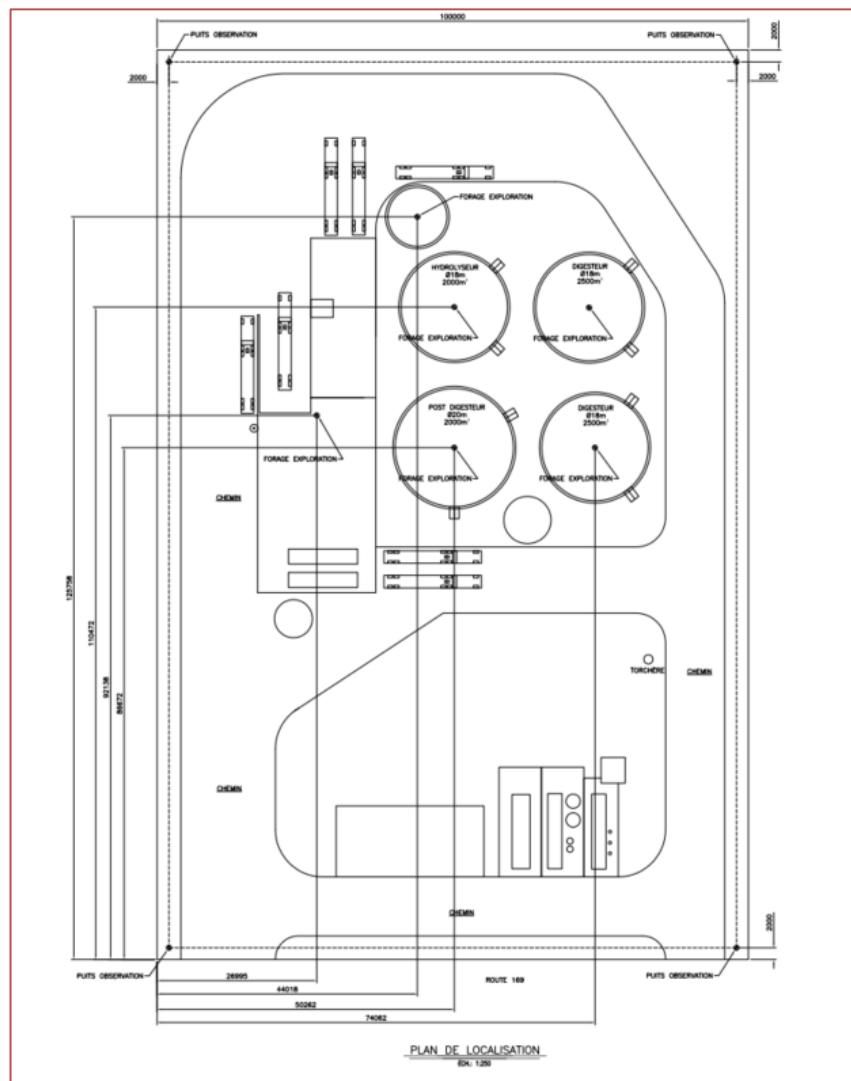


Figure 5 Plan d'implantation site de gaz renouvelable

## **5.2 Conditions générales**

Aucune information d'ordre structural concernant les ouvrages projetés et les profondeurs finales de fondations n'a été fournie compte tenu de l'état préliminaire de l'avancement de la conception. Les commentaires et les recommandations suivants sont généraux et devront être revus au besoin à la suite du développement de la conception du projet.

L'ensemble des recommandations de la présente étude géotechnique est basé sur les limitations suivantes :

- L'élévation du terrain actuel a été fixée selon une élévation géodésique de 156,5 m;
- L'absence de remblai non contrôlé ou de sol organique sous les fondations projetées;
- Aucun rehaussement de terrain n'est projeté par rapport à la configuration actuelle du site;
- On recommande une profondeur de 2,05 m pour une protection adéquate contre le gel;
- Après discussion avec la firme conceptrice ainsi du manque de résistance du dépôt cohérent en profondeur, les réservoirs seront aménagés sur pieux ancrés au roc;
- La contrainte appliquée par l'aménagement du nouveau bâtiment doit tenir compte de la géométrie des semelles ainsi que toute autre charge à proximité (rehaussement de terrain, semelle voisine, etc.).

De plus, pour les travaux d'installation de la conduite d'Énergir, la conception et la mise en œuvre des travaux projetés par le client, relativement à la présente étude, devront être réalisées conformément à la version la plus récente des ouvrages de référence, présentés ci-dessous, ainsi qu'à leurs addendas et modifications respectifs :

- Norme CSA B149.1 (Code d'installation du gaz naturel et du propane)
- Normes pour les services publics (Tome IV – Abords de route);
- Norme BNQ 2560-114;
- Devis techniques de la municipalité d'Hébertville et/ou devis normalisés techniques BNQ1809-300/2018.

Advenant que ces assomptions s'avèrent inexactes et/ou que des modifications devaient être apportées au projet, GÉOS devra en être avisé afin de modifier et/ou de confirmer les recommandations présentées ci-dessous.

## **5.3 Fondation du bâtiment de service**

### **5.3.1 Niveau d'assise des fondations**

Les fondations périphériques pourront être construites à une profondeur de 2,05 m en considérant un remblai contrôlé. À cette profondeur, les sols sont constitués soit d'un remblai argileux ou du sol naturel de silt et argile. Les sols constitués de remblai devront être excavés et remblayés jusqu'à l'élévation requise en remblai contrôlé. Une attention particulière devra être effectuée lors

des travaux d'excavation, en raison qu'il est très difficile de statuer sur des remblais argileux (sol naturel remanié) dans des cuillères fendues de 51 mm de diamètre.

De plus, les sols d'assises devront être stables, non remaniés, secs et exempts de matières organiques ou de débris. Il sera d'autant plus important d'éviter le remaniement des sols argileux lors de la mise en place du remblai contrôlé.

Pour ce qui est des semelles isolées intérieures, elles pourront être aménagées à l'élévation désirée pourvu qu'aucun remblai non contrôlé ne demeure dans l'emprise du bâtiment projeté. Par conséquent, tous les matériaux de remblais devront également être excavés et remblayés à l'aide d'un remblai contrôlé.

### **5.3.2 Inspection des fonds d'excavation**

Une fois le fond d'excavation exposé, ce dernier doit être vérifié par un ingénieur géotechnicien, ou son représentant, afin de valider l'absence de sols impropres à la construction (zone molle, sol remanié, remblai non contrôlé, sol organique, etc.) et, au besoin, fournir ses recommandations quant aux mesures correctives qui devront être appliquées.

Cet aspect du projet est d'autant plus important étant donné la ressemblance entre les remblais et le sol naturel argileux sans oublier la présence possible de drain agricole. Dans toute éventualité, des transitions 3H :1V devront être bâties en situation de sur-excavation afin d'uniformiser les tassements différentiels sous la structure projetée. Ces zones de dépressions devront être drainées correctement pour éviter toute accumulation d'eau indésirable sous les fondations.

### **5.3.3 Protection contre le gel**

On recommande une profondeur de 2,05 m pour une protection adéquate contre le gel. Advenant le cas où des fondations seraient implantées à une profondeur inférieure, on recommande fortement de pallier le manque de protection par l'ajout d'isolant.

### **5.3.4 Remblai contrôlé et coussin de propreté**

Tel que spécifié précédemment, un remblai contrôlé pourrait être nécessaire afin de rehausser le fond d'excavation jusqu'au niveau requis. Le matériel utilisé devra être un remblai granulaire de type MG-112 mis en place par couches, au maximum de 300 mm d'épaisseur et compactés à une masse volumique sèche minimale de 95% de l'E.E.C.M. De plus, advenant le cas où le fond d'excavation ait été remanié pour différentes raisons, les sols remaniés devront être excavés et remplacés par un remblai contrôlé en MG-112 d'au moins 300 mm d'épaisseur tout en assurant une transition adéquate (3H :1V) entre les zones non remaniées, en procédant à des excavations supplémentaires si nécessaire.

Puis, faire reposer les semelles sur une dernière couche constituée d'un coussin de 300 mm de gravier MG-20 compacté à 95% de l'E.E.C.M. Ce coussin n'affectera pas les capacités portantes fournies dans le présent rapport, il n'a pour but que de protéger le fond d'excavation contre le remaniement des sols cohérents et d'uniformiser la surface sous les fondations.

Lorsqu'un remblai est aménagé directement sur un sol de nature cohérent, tel que dans le cas présent, il est important d'ajuster l'énergie de compactage afin d'éviter de remanier les sols naturels sous-jacents. Un pourcentage de compaction moindre peut parfois être nécessaire. Le jugement d'une personne compétente dans le domaine est conseillé dans ce genre de situation.

### 5.3.5 Capacité portante à l'état limite de tenue en service (ÉLS)

Les capacités portantes présentées au Tableau 8 ci-dessous pourront être employées par le concepteur pour le dimensionnement des semelles de fondations. Naturellement, ces capacités portantes s'appliquent pour des tassements totaux et différentiels  $\leq 25$  mm et 19 mm respectivement.

**Tableau 8 Capacité portante à l'ÉLS**

Type de semelle	Largeur de fondations (m)	Élévation géodésique (m)	Capacité portante (ÉLS) (kPa)
Semelle filante	1,0	154,45	125
Semelle carrée	1,0	154,45 à 155,74	150
	2,0	154,45 à 155,74	125
	3,0	154,45 à 155,74	100

Advenant que le rehaussement du terrain soit nécessaire aux abords du bâtiment et que ce dernier excède 300 mm, le concepteur devra tenir compte de la surcharge additionnelle transmise aux sols de fondation, par le nouveau remblai, lors de sa conception.

**À titre indicatif, le poids volumique d'un remblai granulaire atteint approximativement 20 kN/m<sup>3</sup>. Ce faisant, l'ajout de 1 m de remblai provoquera une augmentation de 20 kPa sur les sols de fondations.**

### 5.3.6 Capacité portante aux états limites ultimes (ÉLU)

La capacité portante aux états limites ultimes (rupture) peut être calculée à partir de l'équation donnée dans le manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF) :

$$q_u = c N_c S_c + q_s N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Avec :

- $q_u$  Capacité portante aux états limites ultime [kPa]
- $q_s$  Contrainte verticale appliquée au niveau de la fondation [kPa]
- $\Phi$  Angle de frottement interne en degré
- $\Phi'$  Angle de frottement effectif en degré
- $\gamma$  Poids volumique du sol [kN/m<sup>3</sup>]
- $B$  Largeur ou dimension minimal en plan de la semelle
- $c$  Cohésion du sol [kPa]
- $c'$  Cohésion effective du sol [kPa]
- $N_c, N_q, N_\gamma$  Coefficients de capacité portante en fonction de  $\Phi$
- $S_c, S_q, S_\gamma$  Coefficients pour la forme et la profondeur de la fondation, la pente de la surface d'appui et la pente de la surface du terrain pour tenir compte de la géométrie

Le Tableau 9 ci-dessous présente les valeurs de différents paramètres établis à la suite des différentes investigations et essais de laboratoire.

**Tableau 9 Résumé des paramètres pour le calcul de l'ÉLU**

Paramètres pour le calcul ÉLU		Remblai granulaire (contrôlé)	Silt et argile	Unité(s)
$\gamma$	Poids volumique humide	18,0	17,5	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma'$	Poids volumique déjaugé	8,2	7,7	kN/m <sup>3</sup>
$\phi$	Angle de frottement interne	30	n/a	degrés
$\phi'$	Angle de frottement effectif (long terme)	n/a	35,0	degrés
$C_u$	Résistance au cisaillement non drainé	n/a	70,0	kPa
$c'$	Cohésion effective (long terme)	n/a	7,7	kPa
$N_q$	Coefficient de portance pour la surcharge des terres	18	1	n/a
$N_\gamma$	Coefficient de portance pour la profondeur	15	0	n/a
$N_c$	Coefficient de portance pour la cohésion	30	5,14	n/a
	Coefficient de résistance géotechnique	0,50	0,50	

### 5.3.7 Module de réaction du sol

La détermination du module de réaction des sols supports est basée sur plusieurs paramètres complexes entre les sols d'infrastructures et les fondations (interaction sol-structure). Le Tableau 10 suivant affiche le module de réaction verticale des sols estimés sous la dalle anticipée en fonction de certaines hypothèses de calculs.

**Tableau 10 Module de réaction vertical des sols**

Type de plaque	Dimensions (m)	Hypothèses de calculs			K (MPa/m)
		Pressions (kPa)	Épaisseur MG-20 (m)	Sol support naturel	
Dalle	10,0 x 10,0	21,0	200	Dépôt argileux	2,0
	25,0 x 25,0				1,5
	50,0 x 50,0				1,0

Par ailleurs, le Tableau 11 suivant affiche le module de réaction horizontale des sols estimés le long du fut des pieux anticipés dans la cadre du projet.

**Tableau 11 Module de réaction horizontal des sols**

Type de plaque	Dimensions (m)	Hypothèses de calculs		K (MPa/m)
		Pressions (kPa)	Sol support naturel	
Pieu	20,0 x 0,30	15,0	Dépôt argileux	10,0

Il se peut que la réaction en déformation d'une plaque de dimension plus petite ne soit pas représentative de la réponse d'une fondation beaucoup plus grande, en raison de l'étendue de la zone d'influence de cette même fondation sur une plus grande profondeur. En somme, il faut faire preuve de jugement et de prudence dans l'utilisation des valeurs fournies du présent rapport.

Dans la pratique courante, on utilise des essais de chargement de plaque sur le terrain pour déterminer adéquatement les valeurs numériques du module de réaction du sol. La section 7.7.1 du MCIF 2013 devrait être consultée pour plus de détails et pour déterminer le module de réaction verticale ajusté en fonction des dimensions réelles des chargements des fondations anticipées (radier, dalles, etc.). Dans l'éventualité que le concepteur exige une meilleure précision, nous devons procéder à des calculs supplémentaires ou à un essai à la plaque sur le matériel en question.

### **5.3.8 Dalle sur sol**

Au moment de la rédaction de ce rapport, aucune information sur l'élévation de la dalle sur sol ne nous a été fournie. Il est important de noter que la dalle sur sol doit être structurellement séparée des fondations.

Nous recommandons de préparer les assises de la dalle de la façon suivante :

- Excaver les sols organiques et les remblais cohérents jusqu'au sol naturel argileux partout sous l'emprise de la dalle;
- Faire approuver le fond d'excavation par un personnel qualifié en géotechnique;
- Toutes les zones de sols mous ou instables qui seront détectées dans le fond d'excavation naturel seront excavées et remplacées par des matériaux granulaires (sable);
- Si requis, mettre en place une membrane géotextile de renforcement;
- Rehausser le fond d'excavation jusqu'au niveau requis avec un remblai contrôlé granulaire (MG-112 - sable) mis en place par couches, au maximum de 300 mm d'épaisseur et compactées à une masse volumique sèche minimale de 95 % de la valeur maximale de l'E.E.C.M.;
- Faire reposer la dalle sur sol, sur une dernière couche constituée d'un coussin de pierres concassées MG-20 certifiées DB (exempt de pyrite), d'une épaisseur minimale de 300 mm et compactée à 95 % de l'optimum de l'E.E.C.M.

## **5.4 Fondations profondes pour les réservoirs**

### **5.4.1 Caractéristiques du site pour l'aménagement des pieux**

Le site présente une couche de sol organique suivie d'un remblai avant l'atteinte du sol naturel cohérent. Le remblai ne comportait aucun débris ou signe de présence de blocs pouvant nuire au battage des pieux. Toutefois, puisqu'il s'agit d'anciennes activités anthropiques, rien n'est jamais certain et des imprévus pourraient survenir. En ce qui concerne le dépôt naturel cohérent, aucun bloc n'a été intercepté jusqu'à l'atteinte du socle rocheux.

Le roc a été intercepté à une profondeur variante entre 21,67 m et 26,85 m. Prendre en considération que lors des travaux de forage, le roc n'a pas été confirmé sur l'ensemble du site en raison des besoins initiaux qui ont grandement changé à la suite des nouveaux intrants du projet. Advenant qu'un enjeu soit soulevé par le concepteur des pieux en ce qui concerne le niveau du socle rocheux, des forages supplémentaires pourraient être réalisés à la demande du client.

### 5.4.2 Préparation du site

La préparation du terrain pour la construction des réservoirs et l'aménagement de pieux devra inclure les étapes suivantes :

- Décaper la couche de végétation et le remblai argileux pour ne pas créer de vite sous le réservoir avec le temps;
- Rehausser le fond d'excavation jusqu'au niveau requis avec un remblai contrôlé granulaire (MG-112 - sable) mis en place par couches, au maximum de 300 mm d'épaisseur et compactées à une masse volumique sèche minimale de 95 % de la valeur maximale de l'E.E.C.M.;
- Faire reposer les réservoirs, sur une dernière couche constituée d'un coussin de pierres concassées MG-20 certifiées DB (exempt de pyrite), d'une épaisseur minimale de 300 mm et compactée à 95 % de l'optimum de l'E.E.C.M.;
- Toutes les têtes de pieux devront être placées à l'abri des effets du gel. Pour éviter une implantation trop profonde, on recommande donc la mise en place d'isolant rigide afin d'éviter tous soulèvements due au gel pour les têtes de pieux.

### 5.4.3 Généralité

Différents types de pieux sont offerts en fonction des conditions de sites et des pieux battus au roc pourraient être envisagés. Cependant, le choix de type de pieux demeure la responsabilité du concepteur.

La conception des pieux devra être réalisée par une firme spécialisée, les plans et devis signés par un ingénieur qualifié et membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec. À titre indicatif, le concepteur peut se référer à la section 18.42 du « *Manuel canadien d'ingénierie des fondations* » (MCIF, 4e édition, 2013) pour évaluer la capacité portante à l'état limite. Cependant, il faut tenir compte des recommandations d'ordre géotechnique générales, formulées ci-après pour que la mise en place des pieux soit réalisée selon les règles de l'art.

Nous recommandons de prévoir des essais de chargement au début du chantier afin d'établir le critère de refus en fonction de la capacité portante requise selon les normes en vigueur.

Conformément au CNBC 2015, les essais de chargement des pieux pourront être réalisés *selon la norme ASTM D 1143, « Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load »*. Les capacités pourront également être confirmées à l'aide d'essais dynamiques.

- Prévoir des essais de chargement pendant ou vers la fin des travaux de la mise en place des pieux, afin de valider la capacité portante des pieux en rapport avec le critère de refus déterminé avant les travaux de pieutage. Ces essais permettront de confirmer la charge admissible des pieux qui a été établie lors de la conception;
- Si des pieux tubulaires en acier sont retenus, nous recommandons de remplir de béton après le pieutage, afin d'augmenter leur rigidité ainsi que leur capacité structurale;

- Nous recommandons de rebattre les pieux au moins deux (2) jours après la fin du pieutage initial, afin de vérifier le comportement dans le temps (phénomène de relaxation). De plus, le comportement et la capacité portante des pieux devront être vérifiés à l'aide de l'analyseur de battage des pieux ;
- Le tassement anticipé pour une structure sur pieux est habituellement négligeable et devrait résulter de la compression élastique des pieux eux-mêmes. La valeur de tassement des pieux sous les charges maximales mortes et vives de la structure devra être confirmée par les essais de chargement. ;
- Nous recommandons que la mise en place des pieux fasse l'objet d'une surveillance à temps plein par un personnel qualifié dans le domaine afin de s'assurer qu'ils ne soient pas endommagés pendant les travaux de pieutage et que les règles de l'art soient respectées.

#### 5.4.4 Capacité portante

Dépendamment du type de pieux utilisé par le concepteur, la capacité portante des pieux devra faire l'objet de vérification par essais dynamiques.

Il est important de noter que, durant les travaux d'investigation, la profondeur du socle rocheux a été validée seulement dans deux forages, dont un, par un essai de pénétration au cône dynamique. Par conséquent, il se pourrait que la profondeur du roc varie sur l'étendue du site.

#### 5.4.5 Paramètre géotechnique des sols

Le Tableau 12 ci-dessous présente les valeurs de différents paramètres établis à la suite des différentes investigations et essais de laboratoire.

**Tableau 12 Résumé des paramètres géotechniques des sols**

Paramètres pour le calcul des pieux		Remblai contrôlé	Remblai cohérent existant	Sol naturel silt et argile	Unité(s)
$\gamma$	Poids volumique humide	18,0	18,5	17,5	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma'$	Poids volumique déjaugé	8,2	8,7	7,7	kN/m <sup>3</sup>
$\phi$	Angle de frottement interne	30	n/a	n/a	degrés
$\phi'$	Angle de frottement effectif (long terme)	n/a	32,0	35,0	degrés
c	Cohésion	n/a	50,0	70,0	kPa
c'	Cohésion effective (long terme)	n/a	2,0	7,7	kPa
K <sub>o</sub>	Coefficient des terres au repos	0,50	0,47	0,43	n/a
K <sub>a</sub>	Coefficient de poussée active	0,33	0,31	0,27	n/a
K <sub>p</sub>	Coefficient de poussée passive	3,00	3,26	3,69	n/a

#### **5.4.6 Contrôle de construction**

Tout au long du fonçage des pieux, Groupe GÉOS recommande d'effectuer le contrôle des éléments suivants :

- État des pieux : S'assurer qu'aucun pieu ne soit endommagé et/ou courbé ;
- Positionnement des pieux : Les écarts tolérables sont généralement limités à 100 mm ;
- Alignement des pieux : La déviation tolérable est généralement limitée à 2 % de la longueur du pieu;
- Équipement de battage : Toutes les caractéristiques des équipements de battage devront être relevées;
- Procédure de battage : Le nombre de coups, le critère de refus, l'élévation du pieu, le soulèvement des pieux adjacents et tout autre comportement inhabituel.

#### **5.5 Remblais extérieurs et transitions**

La pratique courante en géotechnique stipule que les remblais extérieurs aux murs de fondations doivent normalement être aménagés au moyen de sable MG-112 compacté à 92 % de l'E.E.C.M. Les aménagements finis (trottoirs, bordures, etc.) ou des aires pavées (stationnements), qui sont directement adjacents ou à forte proximité des nouvelles constructions devront être aménagés avec des transitions au niveau de l'infrastructure afin d'atténuer son comportement différentiel sous les cycles de gel-dégel.

Normalement, une transition (sols gélifs/sols non gélifs) d'inclinaison maximale 3H :1V est suffisante pour atténuer ce comportement indésirable à un niveau acceptable dans le front de pénétration du gel (2,0 mètres prof. min.) aux emplacements des chaussées souples.

Par contre, pour ce qui est des revêtements rigides (trottoirs, bordures), nous recommandons le profilage de l'infrastructure à niveau (pente 0 %).

Ces aménagements finaux doivent faire l'objet d'une surveillance appropriée.

## 5.6 Potentiel de liquéfaction des sols sous les assises

Étant donné que les sols d'assises des fondations pour le bâtiment de service sont composés d'un dépôt de silt et argile, les critères de liquéfaction de *Youd* (1998) basé sur les limites d'Atterberg sont applicables. La Figure 5 suivante résume ces critères.

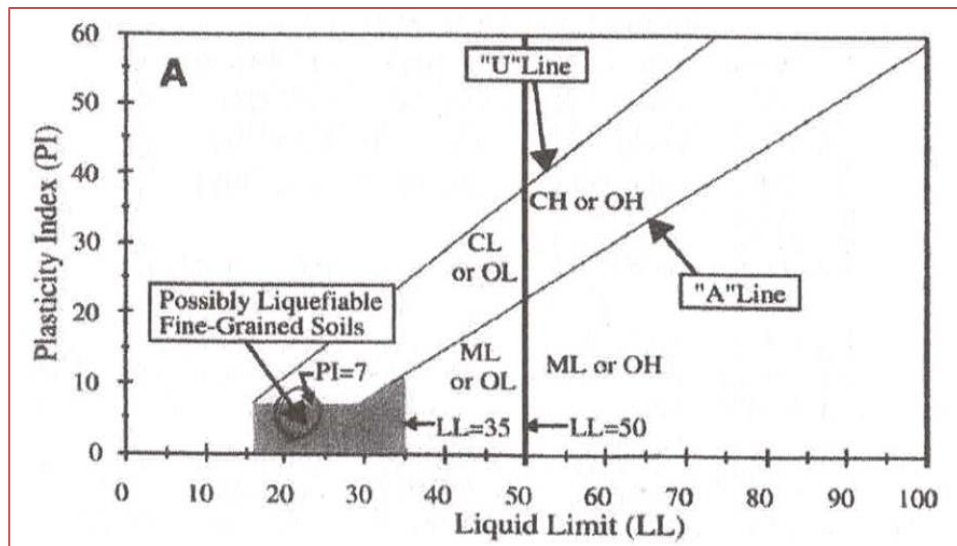


Figure 6 Critères de susceptibilité à la liquéfaction (Youd, 1998)

En tenant compte des critères empiriques de liquéfaction pour des sols silto-argileux et des résultats de laboratoire, tels que, la limite de liquidité et l'indice de plasticité, le dépôt de silt argileux présente un potentiel de risque de liquéfaction négligeable pour les sols d'assises en dessous des fondations construites sur ce dépôt.

## 5.7 Emplacement sismique

En nous basant seulement sur la stratigraphie rencontrée ainsi que sur la profondeur des fondations projetées, nous recommandons la catégorie « **D** », selon le tableau 4.1.8.4.A De classification sismique de site du Code national du bâtiment du Canada 2015.

De plus, lors de la campagne de 2024, deux sondages au piézocône sismiques ont été réalisés afin d'optimiser la classe sismique du site. Ainsi, le résultat des forages au piézocône ont donné la valeur moyenne de ( $\bar{V}_s30$ ) de 250 m/s, la catégorie d'emplacement sismique du site est donc confirmée à « **D** » selon le tableau 4.1.8.4.A de classification sismique des sites du *Code national du bâtiment du Canada 2015*.

## **5.8 Installation de conduites**

### **5.8.1 Profondeur d'implantation des conduites**

Pour l'implantation de la profondeur de la conduite, se référer à norme CS CSA B149.1 (Code d'installation du gaz naturel et du propane), plus précisément au point 6,15 intitulé Underground piping and tubing.

### **5.8.2 Préparation des fonds d'excavation**

Lors d'installation de conduites ou de regards par tranchées ouvertes, le fond d'excavation devra être vérifié par un ingénieur géotechnicien, ou son représentant, afin de valider l'absence de sols impropres à la construction et, au besoin, fournir ses recommandations quant aux mesures correctives qui devront être appliquées.

Advenant la présence de sols remaniés et instables en fond d'excavation, des transitions 3H :1V devront être aménagées en situation de sur-excavation afin d'uniformiser les tassements différentiels sous la conduite projetée.

### **5.8.3 Coussin et enrobage des conduites par tranchées ouvertes**

Une fois le fond d'excavation exposé, l'assise et l'enrobage devra être effectués avec un matériau de calibre CG-14), par couches successives d'au plus 300 mm, lesquelles devront être densifiées à au moins 90 % de l'E.E.C.M. ou d'une planche de référence.

Les recommandations pour les remblayages (coussin et enrobage des conduites) sont présentées ci-dessous :

#### Coussin d'assise :

On recommande de placer les conduites sur un coussin d'une épaisseur variant en fonction des diamètres des conduites. Le coussin en question devra être constitué de matériaux granulaires de type CG 14 compacté à au moins 95 % de l'E.E.C.M. À titre indicatif, une épaisseur minimale de 150 mm.

## **5.9 Structure de chaussée**

Les sols impropres à la construction (terre arable, terre végétale, remblai, sols remaniés, gelés ou instables, etc.), situés sous le niveau projeté du stationnement, devront d'abord être excavés pour la mise en place de la structure de chaussée.

Considérant les niveaux variables de remblais, GÉOS recommande le suivi de l'excavation par un personnel qualifié en géotechnique et contrôle qualité des matériaux.

La différence entre la ligne d'infrastructure de la chaussée et l'enrobage des conduites devra être comblée à l'aide d'un matériau granulaire compactable, lequel devra être densifié à au moins 90 % de l'E.E.C.M par couches d'au plus 300 mm d'épaisseur. Les derniers 300 millimètres sous la ligne d'infrastructure devront être compactés à au moins 95 % de l'E.E.C.M.

Le respect des transitions établies selon les normes du ministère des Transports jusqu'à une profondeur « P » établie à 1,8 mètre en cas de présence de sols de gélivité différente afin de limiter les déformations différentielles du au gel aux jonctions de sols de gélivité différente, aux joints de structure de chaussées ainsi qu'aux emplacements tranchés pour les conduites.

Les matériaux de sous-fondation, de fondation et le béton bitumineux devront être conformes aux exigences du Cahier des Charges et Devis Généraux (CCDG) du ministère des Transports et de la dernière édition de la norme BNQ 2560-114.

Nous recommandons l'utilisation d'un grade de bitume répondant aux exigences **PG 58V-34** du ministère des Transports du Québec pour la fabrication des enrobés bitumineux.

Pour l'établissement de la structure de chaussée proposée, il a été considéré les intrants apparaissant au Tableau 13 suivant établissant les conditions structurales ainsi que les paramètres de gel issus du secteur à l'étude et des sols/matériaux observés en place.

**Tableau 13 Paramètres et intrants considérés pour le dimensionnement**

Intrant	Donnée considérée
Soulèvement maximal anticipé (mm)	70
Durée de vie anticipée (année)	25
Type de route	Local
Débit Journalier Moyen Annuel (DJMA)	250
% Véhicules lourds	10%
Indice de gel élevé (°C*jours)	1200 à 1700
Classification USCS des sols d'infrastructure	CL

Considérant les données du Tableau 13 précédent, le Tableau 14 ci-après présente une structure de chaussée proposée avec une protection partielle contre les effets du gel.

Il est à noter que selon ce dimensionnement préliminaire réalisé à l'aide du logiciel Chaussée2 afin d'analyser le comportement structural selon la méthode de l'AASHTO, leur comportement face au critère de gel ainsi que les soulèvements à anticiper sur cette structure de chaussée n'offriront qu'une protection partielle au gel.

**Tableau 14 Structure de chaussée standard route collectrice et protection partielle au gel**

Type de structure	Revêtement bitumineux	Fondation supérieure	Sous-fondation	Épaisseur recommandée fondation (mm)	Compaction
Structure de chaussée	ESG-10			60	93% - 98% DR2 <sup>(1)</sup>
	ESG-14			70	93% - 98% DR2 <sup>(1)</sup>
		MG-20		300 <sup>(3)</sup>	98% E.E.C.M <sup>(2)</sup>
			MG-112	1225 <sup>(3)</sup>	95% E.E.C.M <sup>(2)(3)</sup>

(1) : Méthode d'essai applicable selon la norme du MTQ (4202), tome VII

(2) : Essai avec énergie de compactage modifié (E.E.C.M.) ou masse volumique maximale obtenue à l'aide d'une planche de référence selon le matériau utilisé

(3) : Compactée par couches successives d'au plus 300 mm d'épaisseur

Aussi, s'il est prévu que la quantité de véhicules par jour (DJMA) soit plus grande ou que la quantité de véhicules lourds soit plus importante que ce qui est indiqué dans les hypothèses du Tableau 13, la structure de chaussée proposée ci-haut devra être révisée.

Il est recommandé que la structure de chaussée proposée soit évaluée par l'ingénieur concepteur afin de confirmer les intrants du Tableau 13 ainsi que les paramètres d'utilisation et les besoins réels du client.

Finalement, la structure de chaussée présentée ci-dessus n'est pas conçue pour être utilisée sans pavage. On devra donc protéger les matériaux d'infrastructure, de même que la sous-fondation et la fondation, contre le remaniement pendant la construction de la route.

## 6 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

---

### 6.1 Excavations temporaires

En raison du caractère important et temporaire des excavations, il incombera à l'Entrepreneur de s'assurer que celles-ci soient réalisées dans le respect des exigences présentées dans la version la plus récente du *Code de sécurité pour les travaux de construction* et celles de la *CNESST*.

À titre indicatif, les ouvrages de référence susmentionnés prévoient l'application des mesures suivantes :

- Évacuation des eaux souterraines et/ou de surfaces présentes en fonds d'excavation et assèchement des pentes. Le tout en s'assurant qu'aucun dommage ne soit occasionné aux structures et ouvrages avoisinants lors du processus ;
- Entreposage de matériaux de construction (sols en piles, etc.) à une distance d'au moins 2,0 m par rapport à la crête des excavations ;
- Circulation des véhicules et machineries à une distance d'au moins 3 m par rapport à la crête des excavations ;
- Inspection régulière des pentes d'excavation et adoucissement de celles-ci, advenant l'observation de signes d'instabilité.

À noter que des pentes d'excavation plus prononcées pourront également être envisagées, à condition toutefois qu'un ingénieur géotechnicien fasse un suivi régulier de celles-ci durant les travaux.

Considérant qu'il s'agit d'excavations temporaires aux fins de construction, l'Entrepreneur reste entièrement responsable du choix des pentes et des mesures pour en assurer la stabilité.

### 6.2 Condition d'excavation

Les observations de chantier révèlent que les travaux d'excavation projetés devront être réalisés dans des remblais et des sols naturels silto-argileux. Lors des travaux d'excavation dans les sols cohérents pour la préparation des fondations, il est fortement recommandé d'utiliser un godet lisse afin de limiter le remaniement des sols fins.

Comme présenté à la section 4.4, la nappe souterraine a été évaluée à environ 1,0 m de profondeur. Ainsi, la profondeur des excavations projetées va intercepter le niveau de la nappe souterraine dans la majorité des travaux. De plus, tel que mentionné, l'étude a été réalisée en condition de nappe basse et les propriétés des sols (sol organique et croûte argileuse fissurée) risquent de laisser place à d'importants apports d'eau dans le cas de forte pluie, de fonte des neiges ou encore en condition de nappe haute dont le niveau d'eau est inconnu.

Dans toute éventualité, le drainage temporaire des eaux devra être évacué selon une méthode adaptée au projet et aux conditions particulières des matériaux en place pour assurer la stabilité des parois d'excavation, de façon que le fond de l'excavation soit maintenu stable et à sec pour permettre la construction. Tous les travaux d'assèchement sont de la responsabilité de l'Entrepreneur.

### **6.3 Drainage permanent**

En fonction des profondeurs des fondations, nous recommandons d'incorporer un drain français en périphérie des fondations à au moins 200 mm sous le niveau du plancher le plus bas et de canaliser l'eau gravitairement vers un point bas du terrain ou un puisard.

Ceci permettra d'éviter la variation de la teneur en eau des sols d'assises des fondations constitués de silt argileux et de protéger le bâtiment contre les venues d'eau qui pourraient survenir durant sa vie utile.

Par ailleurs, on recommande d'aménager un système de drainage qui devra permettre l'évacuation des eaux vers les périphéries du développement projeté. Cette recommandation est motivée pour rabaisser la nappe en tout temps, 300 mm sous le niveau du dernier plancher.

Il est également recommandé de profiler la surface finale du terrain de sorte d'éloigner les eaux de surface des bâtiments ainsi que d'imperméabiliser les murs de fondation périphériques avec une membrane appropriée.

### **6.4 Réutilisation des matériaux d'excavation**

Les déblais devraient normalement être constitués de matières organiques, de remblais et de sols cohérents de consistance ferme. En fonction des faibles profondeurs d'excavations ainsi que de la nature des sols en place, aucune réutilisable des matériaux excavés n'est envisageable sous l'emprise des constructions anticipées. La gestion des matériaux d'excavation sur le site des travaux et/ou leurs dispositions en dehors du site devront être effectués conformément aux lois et règlements environnementaux en vigueur.

Cependant, les sols argileux naturels pourraient être réutilisés à l'extérieur de l'emprise des bâtiments, **sous la ligne d'infrastructure** d'une structure de chaussée, à condition que ceux-ci soient jugés comme étant compactables au chantier (non saturés et se comportant convenablement sous l'effet du compactage) et exempts de matières organiques.

Des transitions adéquates devront cependant être mises en place en fonction des différents types de remblais utilisés. Nous recommandons également d'utiliser ces sols le plus loin possible de la surface finie afin de minimiser les effets du gel et d'opter également pour une couche uniforme la plus étendue possible sur le site afin d'éviter les transitions et ainsi uniformiser le comportement de l'infrastructure.

## 6.5 Conditions hivernales

La pénétration du gel dans le sol peut causer des problèmes aux structures. Les commentaires suivants sont présentés afin de les minimiser :

- **Protection contre le gel** : pendant les travaux de construction, les sols de fondation et d'infrastructure exposés doivent faire l'objet d'une protection contre les effets du gel, au moyen de matériaux isolants tels que de la paille, de l'isolant rigide ou des abris chauffés. Aucun remblayage ne doit être effectué à l'aide de matériaux gelés et/ou sur des matériaux gelés. Les aménagements finis devront être également aménagés de sorte à assurer la protection des sols de fondation, des remblais contrôlés et du béton contre les effets du gel;
- **Transitions dans le fond de pénétration du gel** : si requises, des transitions appropriées devront être aménagées dans l'infrastructure de chaussée, dans la zone correspondante au front de pénétration du gel, en cas de matériaux d'infrastructure de gélivité différente.

**Fin du rapport**

**ANNEXE A**  
**PLANS DE LOCALISATION**

---



Projet: Étude géotechnique  
 Numéro de projet: S22123-GT1

Client: Génitique inc. et Ausisme Énergie

Localisation: Terrain vacant  
 Rang St-Léandre, Hébertville (Qc)  
 Lot 4 684 302

Professionnels:



1909 rue Brisay  
 Chicoutimi (Québec)  
 G7J 5A8  
 418-903-7313  
 www.groupegeos.ca

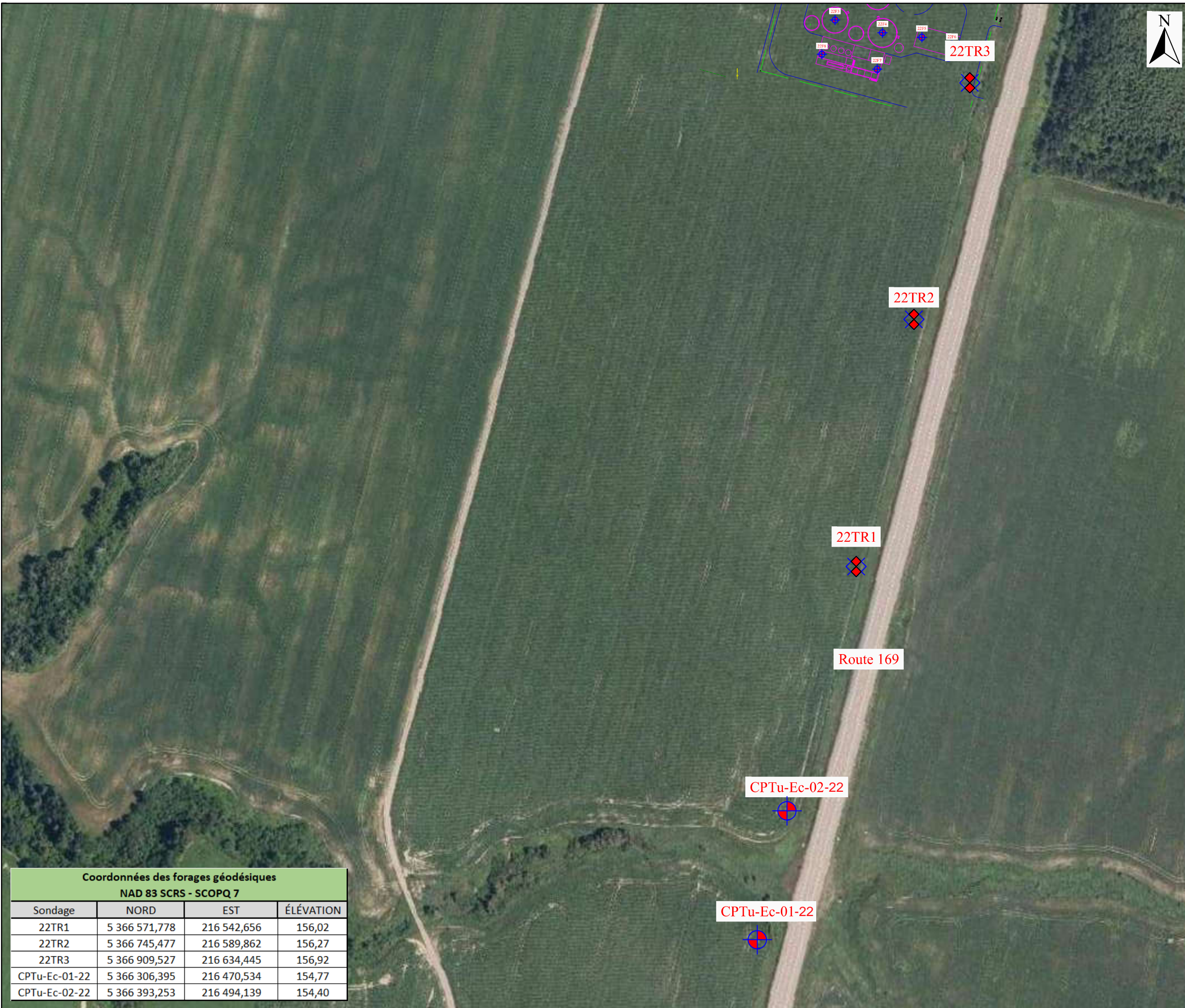
Notes:  
 Il est tenu de vérifier toutes les cotes et de signaler toutes erreurs ou omissions. Aucune dimension ne doit être mesurée à l'échelle sur ce plan. En particulier lorsque la source est un format numérique.

Légende:  
 Forage 

Coordonnées des forages géodésiques NAD 83 SCRS - SCOPQ 7			
FORAGE	NORD	EST	ÉLÉVATION
22F1	5 366 971,785	216 552,612	156,69
22F2	5 366 966,279	216 576,830	156,83
22F3	5 366 949,809	216 546,591	156,77
22F4	5 366 940,766	216 580,063	156,71
22F5	5 366 937,609	216 607,829	156,75
22F6	5 366 931,854	216 629,062	156,84
22F7	5 366 915,074	216 576,307	156,68
22F8	5 366 925,698	216 537,023	156,58

Titre du dessin:  
 Plan de localisation des forages

Date: 2022-12-06	Dessiné par: Jonathan Petit, ing.	Figure: <b>1/1</b>
Échelle: 1:750	Conçu par: Jonathan Petit, ing.	
	Vérifié par: Cédric Fillon Tremblay, ing.	



Projet: Étude géotechnique  
 Numéro de projet: S22123-GT2

Client: Génitique inc. et Ausisme Énergie

Localisation: Terrain vacant  
 Hébertville (Qc)  
 Lot 4 684 302

Professionnels:



1909 rue Brisay  
 Chicoutimi (Québec)  
 G7J 5A8  
 418-903-7313  
 www.groupegeos.ca

Notes:  
 Il est tenu de vérifier toutes les cotes et de signaler toutes erreurs ou omissions. Aucune dimension ne doit être mesurée à l'échelle sur ce plan. En particulier lorsque la source est un format numérique.

Légende:

Forage 

Tranchée d'exploration 

Titre du dessin:  
 Plan de localisation des forages

Date: 2022-12-06	Dessiné par: Jonathan Petit, ing.	Figure: 
Échelle: 1:750	Conçu par: Jonathan Petit, ing.	
	Vérifié par: Cédric Fillon Tremblay, ing.	

Coordonnées des forages géodésiques NAD 83 SCRS - SCOPQ 7			
Sondage	NORD	EST	ÉLÉVATION
22TR1	5 366 571,778	216 542,656	156,02
22TR2	5 366 745,477	216 589,862	156,27
22TR3	5 366 909,527	216 634,445	156,92
CPTu-Ec-01-22	5 366 306,395	216 470,534	154,77
CPTu-Ec-02-22	5 366 393,253	216 494,139	154,40



Projet:  
 Étude géotechnique  
 Numéro de projet: S22123-GT3

Client:  
 Génitique inc. et Ausisme Énergie

Localisation:  
 Terrain vacant  
 Rang Saint-Léandre  
 Hébertville (Qc)  
 Lot 4 684 302 du cadastre du Québec

Professionnel:  

 1912, rue Brisay  
 Saguenay (Qc)  
 G7K 0A7  
 418-688-8282  
 www.groupegeos.ca

Note: Les éléments de la légende ne sont pas à l'échelle et leur position sur la carte est approximative.

Légende:

- Forage 
- Puits 
- Piézocône 
- Tranchée 
- Drains 
- Présence de bois 
- Excavation exploratoire 
- Site 

ÉCHELLE GRAPHIQUE  
 0 10 20 30 40 50 m

Titre du dessin:  
 Plan de localisation des sondages

Date: 2024-07-24	Dessiné par: James Duchesne, géog.	Figure: <b>1/1</b>
Échelle: 1:750	Conçu par: Jonathan Petit, ing.	
	Véifié par: Jonathan Petit, ing.	

Coordonnées géodésique des sondages NAD 83 CSRS - UTM zone 19N			
FORAGE	NORD	EST	ÉLÉVATION
SCPTu-01-24	5 368 159,11	300 842,07	156,71
SCPTu-02-24	5 368 126,96	300 837,63	156,59
24PO1	5 368 170,76	300 810,13	156,56
24PO2	5 368 163,88	300 897,69	156,75
24F09	5 368 174,34	300 831,07	156,67
24F10	5 368 151,35	300 853,20	156,70
24F11	5 368 152,87	300 839,12	156,60
24F12	5 368 153,09	300 824,88	156,69
Excavation exploratoire	5 368 146,49	300 801,86	156,75
24TR04	5 368 112,98	300 886,72	156,95

**ANNEXE B**  
**RAPPORTS DE SONDAGE**

---

## Note explicative sur les rapports de sondage

Stratigraphie		Échantillons																																																																																																							
Description stratigraphique		Description																																																																																																							
<p align="center"><u>Sols</u></p> <table border="0"> <tr> <td><u>Terminologie qualitative</u></td> <td><u>Dimension des particules (mm)</u></td> </tr> <tr> <td>Blocs</td> <td>&gt; 300</td> </tr> <tr> <td>Cailloux</td> <td>80 - 300</td> </tr> <tr> <td>Gravier</td> <td>5 - 80</td> </tr> <tr> <td>Sable</td> <td>0,08 - 5</td> </tr> <tr> <td>Silt</td> <td>0,002 - 0,08</td> </tr> <tr> <td>Argile</td> <td>&lt; 0,002</td> </tr> <tr> <td><u>Terminologie quantitative</u></td> <td><u>Proportion des particules (%)</u></td> </tr> <tr> <td>Traces</td> <td>1 - 10</td> </tr> <tr> <td>Un peu</td> <td>10 - 20</td> </tr> <tr> <td>Adjectif (ex: sableux)</td> <td>20 - 35</td> </tr> <tr> <td>Nom (ex: sable et silt)</td> <td>&gt; 35</td> </tr> <tr> <td><u>Compacité des sols pulvérulents</u></td> <td><u>Indice « N »</u></td> </tr> <tr> <td>Très lâche</td> <td>0 - 4</td> </tr> <tr> <td>Lâche</td> <td>4 - 10</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>10 - 30</td> </tr> <tr> <td>Dense</td> <td>30 - 50</td> </tr> <tr> <td>Très dense</td> <td>&gt; 50</td> </tr> <tr> <td><u>Consistance des sols cohérents</u></td> <td><u>C<sub>u</sub> (kPa)</u></td> </tr> <tr> <td>Très molle</td> <td>&lt; 12</td> </tr> <tr> <td>Molle</td> <td>12 - 25</td> </tr> <tr> <td>Ferme</td> <td>25 - 50</td> </tr> <tr> <td>Raide</td> <td>50 - 100</td> </tr> <tr> <td>Très raide</td> <td>100 - 200</td> </tr> <tr> <td>Dure</td> <td>&gt; 200</td> </tr> <tr> <td><u>Plasticité des sols cohérents</u></td> <td><u>Limite de liquidité W<sub>L</sub> (%)</u></td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>&lt; 30</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>30 - 50</td> </tr> <tr> <td>Élevée</td> <td>&gt; 50</td> </tr> <tr> <td><u>Sensibilité des sols cohérents</u></td> <td><u>St</u></td> </tr> <tr> <td>Insensible</td> <td>&lt; 2</td> </tr> <tr> <td>Moyennement sensible</td> <td>2 - 4</td> </tr> <tr> <td>Sensible</td> <td>4 - 8</td> </tr> <tr> <td>Très sensible</td> <td>8 - 16</td> </tr> <tr> <td>Extrêmement sensible</td> <td>&gt; 16</td> </tr> </table>		<u>Terminologie qualitative</u>	<u>Dimension des particules (mm)</u>	Blocs	> 300	Cailloux	80 - 300	Gravier	5 - 80	Sable	0,08 - 5	Silt	0,002 - 0,08	Argile	< 0,002	<u>Terminologie quantitative</u>	<u>Proportion des particules (%)</u>	Traces	1 - 10	Un peu	10 - 20	Adjectif (ex: sableux)	20 - 35	Nom (ex: sable et silt)	> 35	<u>Compacité des sols pulvérulents</u>	<u>Indice « N »</u>	Très lâche	0 - 4	Lâche	4 - 10	Moyenne	10 - 30	Dense	30 - 50	Très dense	> 50	<u>Consistance des sols cohérents</u>	<u>C<sub>u</sub> (kPa)</u>	Très molle	< 12	Molle	12 - 25	Ferme	25 - 50	Raide	50 - 100	Très raide	100 - 200	Dure	> 200	<u>Plasticité des sols cohérents</u>	<u>Limite de liquidité W<sub>L</sub> (%)</u>	Faible	< 30	Moyenne	30 - 50	Élevée	> 50	<u>Sensibilité des sols cohérents</u>	<u>St</u>	Insensible	< 2	Moyennement sensible	2 - 4	Sensible	4 - 8	Très sensible	8 - 16	Extrêmement sensible	> 16	<p align="center"><u>Symboles</u></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Enrobé bitumineux</td> <td></td> <td>Sable</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Béton</td> <td></td> <td>Gravier</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Couvert végétal</td> <td></td> <td>Cailloux</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Remblai</td> <td></td> <td>Blocs</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Argile</td> <td></td> <td>Till</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Silt</td> <td></td> <td>Roc</td> </tr> </table> <p align="center"><u>Détails d'installation</u></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bentonite</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Crépine</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pierre nette</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sable de silice</td> </tr> </table>			Enrobé bitumineux		Sable		Béton		Gravier		Couvert végétal		Cailloux		Remblai		Blocs		Argile		Till		Silt		Roc		Bentonite		Crépine		Pierre nette		Sable de silice
<u>Terminologie qualitative</u>	<u>Dimension des particules (mm)</u>																																																																																																								
Blocs	> 300																																																																																																								
Cailloux	80 - 300																																																																																																								
Gravier	5 - 80																																																																																																								
Sable	0,08 - 5																																																																																																								
Silt	0,002 - 0,08																																																																																																								
Argile	< 0,002																																																																																																								
<u>Terminologie quantitative</u>	<u>Proportion des particules (%)</u>																																																																																																								
Traces	1 - 10																																																																																																								
Un peu	10 - 20																																																																																																								
Adjectif (ex: sableux)	20 - 35																																																																																																								
Nom (ex: sable et silt)	> 35																																																																																																								
<u>Compacité des sols pulvérulents</u>	<u>Indice « N »</u>																																																																																																								
Très lâche	0 - 4																																																																																																								
Lâche	4 - 10																																																																																																								
Moyenne	10 - 30																																																																																																								
Dense	30 - 50																																																																																																								
Très dense	> 50																																																																																																								
<u>Consistance des sols cohérents</u>	<u>C<sub>u</sub> (kPa)</u>																																																																																																								
Très molle	< 12																																																																																																								
Molle	12 - 25																																																																																																								
Ferme	25 - 50																																																																																																								
Raide	50 - 100																																																																																																								
Très raide	100 - 200																																																																																																								
Dure	> 200																																																																																																								
<u>Plasticité des sols cohérents</u>	<u>Limite de liquidité W<sub>L</sub> (%)</u>																																																																																																								
Faible	< 30																																																																																																								
Moyenne	30 - 50																																																																																																								
Élevée	> 50																																																																																																								
<u>Sensibilité des sols cohérents</u>	<u>St</u>																																																																																																								
Insensible	< 2																																																																																																								
Moyennement sensible	2 - 4																																																																																																								
Sensible	4 - 8																																																																																																								
Très sensible	8 - 16																																																																																																								
Extrêmement sensible	> 16																																																																																																								
	Enrobé bitumineux		Sable																																																																																																						
	Béton		Gravier																																																																																																						
	Couvert végétal		Cailloux																																																																																																						
	Remblai		Blocs																																																																																																						
	Argile		Till																																																																																																						
	Silt		Roc																																																																																																						
	Bentonite																																																																																																								
	Crépine																																																																																																								
	Pierre nette																																																																																																								
	Sable de silice																																																																																																								
<p align="center"><u>Roc</u></p> <table border="0"> <tr> <td><u>Qualité du roc</u></td> <td><u>Indice RQD (%)</u></td> </tr> <tr> <td>Très mauvaise</td> <td>0 - 25</td> </tr> <tr> <td>Mauvaise</td> <td>25 - 50</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>50 - 75</td> </tr> <tr> <td>Bonne</td> <td>75 - 90</td> </tr> <tr> <td>Excellente</td> <td>90 - 100</td> </tr> </table>		<u>Qualité du roc</u>	<u>Indice RQD (%)</u>	Très mauvaise	0 - 25	Mauvaise	25 - 50	Moyenne	50 - 75	Bonne	75 - 90	Excellente	90 - 100	<p align="center"><u>Échantillons</u></p> <p><b>Type et numéro:</b> Chaque échantillon est étiqueté conformément au numéro de cette colonne et la notation donnée réfère au type d'échantillon décrit à l'en-tête du rapport de sondage.</p> <p><b>Sous-échantillon:</b> Lorsqu'un échantillon inclut un changement de nature de sols ou de matériau, il est parfois requis de le séparer et de créer des sous-échantillons. Cette colonne permet l'identification de ces derniers et permet l'association des mesures in situ et en laboratoire à ces sous-échantillons.</p> <p><b>État:</b> La position, la longueur et l'état de chaque échantillon sont montrés dans cette colonne. Le symbole illustre l'état de l'échantillon suivant la légende donnée à l'en-tête du rapport de sondage.</p> <p><b>Calibre:</b> Dans cette colonne est indiqué le calibre de l'échantillonneur.</p> <p><b>N et coups/150 mm:</b> L'indice de pénétration standard « N » donné dans cette section est montré dans la colonne correspondante. Cet indice est obtenu de l'essai de pénétration standard et correspond au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kg tombant en chute libre d'une hauteur de 760 mm nécessaire pour enfoncer de 150mm une cuillère fendue normalisée dans le sol (ASTM D-1586 et BNQ 2501-140). Pour une cuillère fendue de 610 mm de longueur, l'indice N est obtenu en additionnant le nombre de coups nécessaire pour enfoncer les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> courses de 150 mm d'enfoncement.</p> <p><b>Nc:</b> Essai de pénétration dynamique au cône (DCPT) qui consiste à enfoncer un train de tige muni d'un cône de 45° et de noter le nombre de coups pour chaque pénétration de 300 mm. Cet essai est généralement réalisé en fin de forage pour définir la profondeur du refus d'avancement des tiges.</p> <p><b>RQD:</b> L'indice de qualité de la roche (RQD - Rock Quality Designation) est défini comme étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carotte de 100 mm ou plus à la longueur totale de la course. L'indice RQD est présenté en pourcentage.</p> <p align="center"><u>Essais</u></p> <p><b>Résultats:</b> Dans cette section, les résultats d'essais effectués sur le chantier et au laboratoire sont indiqués à la profondeur correspondantes. La définition des symboles rattachés à chaque essai est présentée à l'en-tête du rapport de sondage.</p>																																																																																											
<u>Qualité du roc</u>	<u>Indice RQD (%)</u>																																																																																																								
Très mauvaise	0 - 25																																																																																																								
Mauvaise	25 - 50																																																																																																								
Moyenne	50 - 75																																																																																																								
Bonne	75 - 90																																																																																																								
Excellente	90 - 100																																																																																																								

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366971.8 (Y)  
 Géodésiques Est 216552.6 (X)  
 Élévation 156.69 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m

<b>Type d'échantillon</b> CF Cuillère fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TT Tube transparent	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>p</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement PDT Poids des tiges PDM Poids de la masse M.O. Matière organique (%) M.R. Matières résiduelles (%)	<b>PV</b> Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> ) <b>U</b> Compression uniaxiale (MPa) <b>RQD</b> Indice de qualité du roc (%) P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) N Niveau d'eau N <sub>c</sub> Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>d</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) P <sub>c</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols *** Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement	<b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) C <sub>UR</sub> Remanié (kPa)	Chantier ▾ Labo ■ ▽ □	<b>Analyses Chimiques</b> HP Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques COV Composés Organiques Volatils HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes MÉT Métaux PHÉ Phénols	<b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Nulle (N) Aspect visuel: Nul (N) Légère (L) Traces (T) Moyenne (M) Disséminé (D) Persistante (P) Imbibé (IM)
---	---	---	---	-----------------------------	---	---

**État des échantillons**

	Intact		Perdu
	Remanié		Carotté

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL					
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %			COUPS / 150 mm	N ou RQD	ODEUR	VISUEL	VAPEUR (PPM)
	156.69	0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et d'argile, très humide. Compacité: Très lâche.														
1				<b>Remblai:</b> Silt et argile. traces de sable gris. Très humide et devenant saturé rapidement. Moyenne présence de M.O. (terre noire, morceaux de bois et racines).  Consistance apparente: Ferme														
2																		
3	155.89	0.80																
4																		
5																		
6				<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, gris.  Consistance apparente : Raide														
7																		
8																		
9																		
10	153.64	3.05																
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27	148.46	8.23		Fin du forage.														

Remarques:



Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366949.8 (Y)  
Géodésiques Est 216545.6 (X)  
Élévation 156.77 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 8.23 m

**Type d'échantillon**

CF Cuillère fendu  
TM Tube à paroi mince  
PS Tube à piston fixe  
CR Tube carottier  
TA À la tarière  
MA À la main  
TT Tube transparent

**Abréviations**

L Limites de consistance  
W<sub>L</sub> Limite de liquidité (%)  
W<sub>p</sub> Limite de plasticité (%)  
I<sub>p</sub> Indice de plasticité (%)  
I<sub>L</sub> Indice de liquidité  
W Teneur en eau (%)  
AG Analyse granulométrique  
S Sédimentométrie  
R Refus à l'enfoncement  
PDT Poids des tiges  
PDM Poids de la masse  
M.O. Matière organique (%)  
M.R. Matières résiduelles (%)

PV Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
U Compression uniaxiale (MPa)  
RQD Indice de qualité du roc (%)  
P<sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
E<sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa)  
E<sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa)  
N Niveau d'eau  
N<sub>c</sub> Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
N<sub>d</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)  
σ<sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa)  
TAS Taux d'agressivité des sols  
\*\*\* Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

C<sub>U</sub> Intact (kPa)  
C<sub>UR</sub> Remanié (kPa)

Chantier ▾  
Labo ■

**Analyses Chimiques**

HP Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>  
HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
COV Composés Organiques Volatils  
HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques  
BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes  
MÉT Métaux  
PHÉ Phénols

**Examens Organoleptiques**

Odeur: Nulle (N)  
Aspect visuel: Nul (N)  
Légère (L) Traces (T)  
Moyenne (M) Disséminé (D)  
Persistante (P) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

Intact ■  
Remanié ▨  
Perdu ■  
Carotté ▨

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL						
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %			COUPS / 150 mm	N ou RQD	ODEUR	VISUEL	VAPEUR (PPM)	
	156.77	0.00		<p><b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et d'argile. Très humide. Présence d'un morceau de bois. Compacité: Très lâche.</p> <p><b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris, saturé. Faible présence de M.O. (Terre noire, morceaux de bois et racines). Consistance apparente: Ferme.</p> <p><b>Sol naturel:</b> Argile et silt, gris. Consistance apparente: Raide.</p>															
1	156.16	0.61			CF-1	N	34	1-1-1-1	2										
2	155.55	1.22			CF-2	B	44	1-2-1-1	3										
3					CF-3	B	100	1-1-1-1	2										
4	154.33	2.44			CF-4	B	100	2-1-2-2	3										
5					CF-5	B	100	4-3-4-4	7										
6					CF-6	B	100	2-1-1-1	2										
7					CF-7	B	100	0-0-0-0	PDM										
8					CF-8	B	100	0-0-0-0	PDM										
9					CF-9	B	100	0-0-0-0	PDM										
10					CF-10	B	100	0-0-0-0	PDM										
11					CF-11	B	100	0-0-0-0	PDM										
12					CF-12	B	100	0-0-0-0	PDM										
13				CF-13	B	100	0-0-0-0	PDM											
14	148.54	8.23																	
15																			

Gravier: 0,0%  
Sable: 0,0%  
Silt: 43,4%  
Argile: 56,6%

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366940.8 (Y)  
 Géodésiques Est 216580.1 (X)  
 Élévation 156.71 (Z)  
 Prof. du roc: 21.67 m Prof. de fin: 23.92 m

<b>Type d'échantillon</b> CF Cuillère fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TT Tube transparent	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>p</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement PDT Poids des tiges PDM Poids de la masse M.O. Matière organique (%) M.R. Matières résiduelles (%)	PV Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> ) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) N Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols ... Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement	<b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) C <sub>UR</sub> Remanié (kPa)	Chantier ▾ Labo ■ ▽ □	<b>Analyses Chimiques</b> HP Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques COV Composés Organiques Volatils HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes MÉT Métaux PHÉ Phénols	<b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Nulle (N) Aspect visuel: Nul (N) Légère (L) Traces (T) Moyenne (M) Disséminé (D) Persistante (P) Imbibé (IM)
---	---	---	---	-----------------------------	---	---

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE		SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS						RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE	
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m			DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %				COUPS / 150 mm
	156.71	0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et argile. Très humide. Compacité: Très lâche.											
-1						CF-1		N	16	0-2-2-2	3				
-2							A								
-3		155.80	0.91	<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris, saturé. Présence sporadique de M.O. (Terre noire et racine).		CF-2		B	51	0-0-2-2	2				
-4							B								
-5						CF-3		B	100	0-2-2-2	4				
-6		154.88	1.83	<b>Sol naturel:</b> Argile et silt, gris.		CF-4		B	100	0-0-1-1	1				
-7				Consistance: Raide.		CF-5		B	61	0-0-0-0	PDM				
-8						CF-6		B	100	0-0-0-0	PDM				
-9						CF-7		B	100	0-0-0-0	PDM				
-10						CF-8		B	100	0-0-0-0	PDM				
-11						CF-9		B	100	0-0-0-0	PDM				
-12						CF-10		B	100	0-0-0-0	PDM				
-13						CF-11		B	100	0-0-0-0	PDM				
-14						CF-12		B	100	0-0-0-0	PDM				
-15															
-16															
-17															
-18															
-19															
-20															
-21															
-22															
-23															

Remarques: La description du roc a été réalisée par Véronique Lafrance, M. Sc., Gé

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre de Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366940.8 (Y)  
 Géodésiques Est 216580.1 (X)  
 Élévation 156.71 (Z)  
 Prof. du roc: 21.67 m Prof. de fin: 23.92 m

PROFONDEUR - pi	STRATIGRAPHIE			SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL 10 20 30 40 50 60 70 80 90	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE 25 50 75 100 125 150 175
	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE			TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RGD			
5	149.09		Devenant un silt et argile.												
6	7.62			CF-13		X	B	100	0-0-0-0	PDM			Gravier: 0,0% Sable: 0,0% Silt: 59,6% Argile: 40,4% I <sub>p</sub> =15,0; I <sub>L</sub> =1,13	X	51.9
7				CF-14		X	B	41	0-0-0-0	PDM				X	60.8
8															66.8
9															68.8
10				CF-15		X	B	100	0-0-0-0	PDM				X	60.8
11															68.8
12				CF-16		X	B	100	0-0-0-0	PDM			Gravier: 0,0% Sable: 0,0% Silt: 54,8% Argile: 45,2% I <sub>p</sub> =17,0; I <sub>L</sub> =1,21	X	57.8
13															69.8
14				CF-17		X	B	100	0-0-0-0	PDM				X	61.8
15															78.8
16				CF-18		X	B	100	0-0-0-0	PDM				X	79.8
17															81.8
18				CF-19		X	B	100	0-0-0-0	PDM			Gravier: 0,0% Sable: 0,0% Silt: 58,5% Argile: 41,5% I <sub>p</sub> =22,0; I <sub>L</sub> =1,10	X	79.8
19															
20				CF-20		X	B	100	0-0-0-0	PDM				X	81.8
21															
22	135.04	21.67		Roc: Monzodiorite, foliée, gris verdâtre. La récupération est bonne à excellente et l'indice de qualité est moyen à excellent.											
23															
24	132.79	23.92		Fin du forage											

Remarques: La description du roc a été réalisée par Véronique Lafrance, M. Sc., Gé

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366937.6 (Y)  
Géodésiques Est 216607.8 (X)  
Élévation 156.75 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 6.10 m

**Type d'échantillon**

CF Cuillère fendu  
TM Tube à paroi mince  
PS Tube à piston fixe  
CR Tube carottier  
TA À la tarière  
MA À la main  
TT Tube transparent

**Abréviations**

L Limites de consistance  
W<sub>L</sub> Limite de liquidité (%)  
W<sub>p</sub> Limite de plasticité (%)  
I<sub>p</sub> Indice de plasticité (%)  
I<sub>L</sub> Indice de liquidité  
W Teneur en eau (%)  
AG Analyse granulométrique  
S Sédimentométrie  
R Refus à l'enfoncement  
PDT Poids des tiges  
PDM Poids de la masse  
M.O. Matière organique (%)  
M.R. Matières résiduelles (%)

PV Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
U Compression uniaxiale (MPa)  
RQD Indice de qualité du roc (%)  
P<sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
E<sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa)  
N Niveau d'eau  
Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
N<sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)  
N<sub>C</sub> Pression de préconsolidation (kPa)  
TAS Taux d'agressivité des sols  
\*\*\* Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

C<sub>U</sub> Intact (kPa)  
C<sub>UR</sub> Remanié (kPa)

Chantier ▽  
Labo ■

**Analyses Chimiques**

HP Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>  
HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
COV Composés Organiques Volatils  
HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques  
BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes  
MÉT Métaux  
PHÉ Phénols

**Examens Organoleptiques**

Odeur: Nulle (N)  
Aspect visuel: Nul (N)  
Légère (L) Traces (T)  
Moyenne (M) Disséminé (D)  
Persistante (P) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

Intact (diagonal lines)  
Remanié (cross-hatch)  
Perdu (solid black)  
Carotté (vertical lines)

**STRATIGRAPHIE**

**ÉCHANTILLONS**

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RQD	Examens organo.			RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE
														ODEUR	VISUEL	VAPEUR (PPM)			
	156.75	0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et d'argile, très humide à saturé.  Compacité: Très lâche à lâche.			CF-1		N	36	2-2-2-4	3							
1							CF-2		B	51	1-2-2-2	4							
2							CF-3		B	100	0-0-0-2	PDM							
3							CF-4		B	100	0-0-2-2	2							
4	155.53	1.22		<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris, saturé. Faible présence de M.O. (terre noire et racines).  Consistance apparente: Ferme			CF-5		B	100	1-1-1-1	2							
5							CF-6		B	100	0-0-0-0	PDM							
6							CF-7		B	100	0-0-0-0	PDM							
7							CF-8		B	100	0-0-0-0	PDM							
8	154.31	2.44		<b>Sol naturel:</b> Argile et silt, gris.  Consistance: Raide.			CF-9		B	100	0-0-0-0	PDM							
9							CF-10		B	100	0-0-0-0	PDM							
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20	150.65	6.10		Fin du forage.															
21																			

Remarques:



Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366915.1 (Y)  
Géodésiques Est 216576.3 (X)  
Élévation 156.68 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 9.75 m

**Type d'échantillon**

CF Cuillère fendu  
TM Tube à paroi mince  
PS Tube à piston fixe  
CR Tube carottier  
TA À la tarière  
MA À la main  
TT Tube transparent

**Abréviations**

L Limites de consistance  
W<sub>L</sub> Limite de liquidité (%)  
W<sub>P</sub> Limite de plasticité (%)  
I<sub>p</sub> Indice de plasticité (%)  
I<sub>L</sub> Indice de liquidité  
W Teneur en eau (%)  
AG Analyse granulométrique  
S Sédimentométrie  
R Refus à l'enfoncement  
PDT Poids des tiges  
PDM Poids de la masse  
M.O. Matière organique (%)  
M.R. Matières résiduelles (%)

PV Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
U Compression uniaxiale (MPa)  
RQD Indice de qualité du roc (%)  
P<sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
E<sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa)  
E<sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa)  
N Niveau d'eau  
N Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
N<sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)  
σ<sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa)  
TAS Taux d'agressivité des sols  
\*\*\* Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

C<sub>U</sub> Intact (kPa)  
C<sub>UR</sub> Remanié (kPa)

Chantier ▾  
Labo ■

**Analyses Chimiques**

HP Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>  
HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
COV Composés Organiques Volatils  
HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques  
BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes  
MÉT Métaux  
PHÉ Phénols

**Examens Organoleptiques**

Odeur: Nulle (N) Légère (L) Moyenne (M) Persistante (P)  
Aspect visuel: Nul (N) Traces (T) Disséminé (D) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

Intact (diagonal lines) Perdu (black square)  
Remanié (cross-hatch) Carotté (white square)

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE		SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE		
		ÉLÉVATION - m	PROF. - m			DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm				N ou RQD	Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)
	156.68	0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et argile. Très humide à saturé. Compacité: Très lâche à lâche.		CF-1		N	36	4-5-3-3	6						
1						CF-2	A	B	57	2-2-1-1	3						
2							B										
3	155.73	0.95		<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris, saturé. Faible présence de M.O. (terre noire et racines). Consistance apparente: Ferme.		CF-3		B	100	0-0-0-0	PDM						
4						CF-4		B	100	0-0-0-0	PDM						
5																	
6						CF-5		B	100	0-0-0-0	PDM						
7																	
8	154.24	2.44		<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, gris. Consistance: Raide.		CF-6		B	100	0-0-2-2	2						
9						CF-7		B	100	0-1-2-2	3						
10																	
11						CF-8		B	101	0-0-0-0	PDM						
12																	
13						CF-9		B	100	0-0-0-0	PDM						
14																	
15						CF-10		B	100	0-0-0-0	PDM						
16																	
17																	
18																	
19																	
20	150.58	6.10		Fin du forage.													
21																	

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366925.7 (Y)  
Géodésiques Est 216537.0 (X)  
Élévation 156.58 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 22.70 m

**Type d'échantillon**

CF Cuillère fendu  
TM Tube à paroi mince  
PS Tube à piston fixe  
CR Tube carottier  
TA À la tarière  
MA À la main  
TT Tube transparent

**Abréviations**

L Limites de consistance  
W<sub>L</sub> Limite de liquidité (%)  
W<sub>p</sub> Limite de plasticité (%)  
I<sub>p</sub> Indice de plasticité (%)  
I<sub>L</sub> Indice de liquidité  
W Teneur en eau (%)  
AG Analyse granulométrique  
S Sédimentométrie  
R Refus à l'enfoncement  
PDT Poids des tiges  
PDM Poids de la masse  
M.O. Matière organique (%)  
M.R. Matières résiduelles (%)

PV Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
U Compression uniaxiale (MPa)  
RQD Indice de qualité du roc (%)  
P<sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
E<sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa)  
E<sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa)  
N Niveau d'eau  
N<sub>c</sub> Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
N<sub>d</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)  
q<sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa)  
TAS Taux d'agressivité des sols  
\*\*\* Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

C<sub>U</sub> Intact (kPa)  
C<sub>UR</sub> Remanié (kPa)

Chantier ▾  
Labo ■

**Analyses Chimiques**

HP Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>  
HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
COV Composés Organiques Volatils  
HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques  
BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes  
MÉT Métaux  
PHÉ Phénols

**Examens Organoleptiques**

Odeur: Nulle (N)  
Aspect visuel: Nul (N)  
Légère (L) Traces (T)  
Moyenne (M) Disséminé (D)  
Persistante (P) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

Intact Perdu   
Remanié Carotté

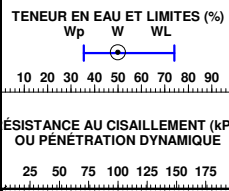
PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE		SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL			
		ÉLEVATION - m	PROF. - m			DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm			N ou RQD	Examens organo.	ODEUR
	156.58	0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire, racines, morceaux de bois. Faible présence de silt et argile, très humide.													
-1						CF-1	N	41	1-3-3-2	5							
-2						CF-2	B	25	3-2-1-2	3							
-3				Compacité: Lâche à très lâche.		CF-3	N	36	0-0-0-0	PDM							
-4	155.36	1.22		<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris, saturé. Faible présence de M.O. (terre noire, racines et morceaux de bois).		CF-4	B	100	0-0-0-0	PDM							
-5						CF-5	B	100	0-0-0-0	PDM							
-6				Consistance apparente: Ferme.		CF-6	B	100	0-0-0-0	PDM							
-7	154.14	2.44		<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, gris.		CF-7	B	100	0-0-0-0	PDM							
-8						CF-8	B	100	0-0-0-0	PDM							
-9				Consistance: Raide.		CF-9	B	100	0-0-0-0	PDM							
-10						CF-10	B	100	0-0-0-0	PDM							
-11						CF-11	B	100	0-0-0-0	PDM							
-12						CF-12	B	100	0-0-0-0	PDM							
-13						CF-13	B	100	0-0-0-0	PDM							
-14																	
-15																	
-16																	
-17																	
-18																	
-19																	
-20																	
-21																	
-22																	
-23																	
-24																	
-25																	

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5366925.7 (Y)  
 Géodésiques Est 216537.0 (X)  
 Élévation 156.58 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 22.70 m

PROFONDEUR - pi	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS								RÉSULTATS
	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI. ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RGD	Examens organo.	
27	148.35	Fin de l'échantillonnage.			CF-13		B	100	0-0-0-0	PDM			
28	8.23	Début de l'essai DCPT											
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74	133.88	Refus sur bloc ou roc probable.											
75	22.70	Fin du forage.											
76													
77													
78													
79													
80													
81													
82													
83													
84													
85													
86													
87													



Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368174.3 (Y)  
 Est 300831.1 (X)  
 Géodésique Élévation 156.67 (Z)  
 Prof. de fin: 28.68 m

**Type d'échantillon**

- CF Cuillère fendu
- TM Tube à paroi mince
- PS Tube à piston fixe
- CR Tube carottier
- TA À la tarière
- MA À la main
- TT Tube transparent

**Abréviations**

- L Limites de consistance
- W<sub>L</sub> Limite de liquidité (%)
- W<sub>p</sub> Limite de plasticité (%)
- I<sub>p</sub> Indice de plasticité (%)
- I<sub>L</sub> Indice de liquidité
- W Teneur en eau (%)
- AG Analyse granulométrique
- S Sédimentométrie
- R Refus à l'enfoncement
- PDT Poids des tiges
- PDM Poids de la masse
- M.O. Matière organique (%)
- M.R. Matières résiduelles (%)

- PV Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)
- U Compression uniaxiale (MPa)
- RQD Indice de qualité du roc (%)
- P<sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa)
- E<sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa)
- E<sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa)
- N Niveau d'eau
- N Pénétration standard (Nb coups/300mm)
- N<sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)
- σ<sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa)
- TAS Taux d'agressivité des sols
- \*\*\* Les cuillères de calibre N ont été multipliée par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

- C<sub>U</sub> Intact (kPa)
- C<sub>UR</sub> Remanié (kPa)
- HP Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>
- HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques
- COV Composés Organiques Volatils
- HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques
- BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes
- MÉT Métaux
- PHÉ Phénols

- Chantier Labo
- Examens Organoleptiques**
- Odeur: Aspect visuel:  
 Nulle (N) Nul (N)  
 Légère (L) Traces (T)  
 Moyenne (M) Disséminé (D)  
 Persistante (P) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

- Intact
- Remanié
- Perdu
- Carotté

PROFONDEUR - pi	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS		
	PROFONDEUR - m	ÉLEVATION - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RQD		Examens organo.	
	PROF. - m	NIVEAU D'EAU (m) / DATE											ODEUR	VISUEL
	156.67	0.00	<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines.		CF-1		N	34	1-2-3-3	4				
1	156.06	0.61	<b>Remblai:</b> Silt argileux, traces de sable, gris-brun, très humide à saturé. Importante présence de M.O. (terre noire, racines).		CF-2		B	62	2-2-2-2	4				
2	155.45	1.22		<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, traces de sable, brun-gris, saturé. Faible intrusion de M.O. (racines) en surface.		CF-3		N	100	2-3-4-6	5			
3	154.23	2.44	Devenant gris.		CF-4		B	100	3-4-3-3	7				
4					CF-5		N	100	3-3-4-4	5				
5					CF-6		B	100	0-1-1-2	2				
6					CF-7		B	100	0-0-0-1	PDM				
7					CF-8		B	100	0-0-1-1	1				
8					CF-9		B	100	0-0-1-1	1				
9					CF-10		N	100	1-1-1-1	2				
10					CF-11		B	100	0-0-1-1	1				
11					CF-12		B	100	0-0-0-0	PDM				
12					CF-13		B	100	0-0-0-0	PDM				
13					CF-14		B	100	0-0-0-0	PDM				

Remarques:

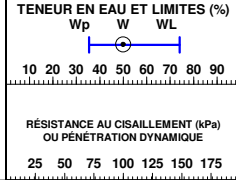
Équipement de forage: **CME 55**  
 Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
 Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
 Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
 Vérifié par: **Cédric Fillon-Tremblay, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368174.3 (Y)  
Est 300831.1 (X)  
Géodésique Élévation 156.67 (Z)  
Prof. de fin: 28.68 m

STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS								RÉSULTATS		
PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI. ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RGD		Examens organo.	VAPEUR (PPM)
-30						CF-15	X	B	100	0-0-0-0	PDM			
-31						CF-16	X	B	100	0-0-0-0	PDM			
-32														
-33														
-34														
-35														
-36														
-37														
-38						CF-17	X	B	44	0-0-0-0	PDM			
-39														
-40														
-41														
-42														
-43						CF-18	X	B	100	0-0-0-0	PDM			
-44														
-45														
-46														
-47														
-48														
-49						CF-19	X	B	100	0-0-0-0	PDM			
-50														
-51														
-52														
-53														
-54														
-55														
-56														
-57														
-58						CF-20	X	B	100	0-0-0-0	PDM			
-59														
-60														
-61														
-62														
-63														
-64														
-65														
-66														
-67														
-68														
-69						CF-21	X	B	100	0-0-0-0	PDM			



Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
Vérfié par: **Cédric Fillon-Tremblay, ing.**



Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368151.3 (Y)  
 Est 300853.2 (X)  
 Élévation 156.70 (Z)  
 Prof. de fin: 5.95 m

<b>Type d'échantillon</b> CF Cuillère fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TT Tube transparent	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>p</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement PDT Poids des tiges PDM Poids de la masse M.O. Matière organique (%) M.R. Matières résiduelles (%)	PV Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> ) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) N Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) σ <sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols ... Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement	<b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) C <sub>UR</sub> Remanié (kPa)	Chantier ▼ Labo ■ ▼ □	<b>Analyses Chimiques</b> HP Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques COV Composés Organiques Volatils HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes MÉT Métaux PHÉ Phénols	<b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Aspect visuel: Nulle (N) Nul (N) Légère (L) Traces (T) Moyenne (M) Disséminé (D) Persistante (P) Imbibé (IM)
---	---	---	---	--------------------------------	---	---

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL				
		ÉLEVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm			N ou RQD	ODEUR	VISUEL	VAPEUR (PPM)
	156.70	0.00	Réalisation d'un profil scissométrique seulement.														
1																	55.9
2																	24.0
3																	88.9
4																	57.9
5																	44.9
6																	34.0
7																	36.0
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20		150.75	5.95	Fin du forage.													
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	

Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
 Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
 Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
 Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
 Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368152.9 (Y)  
 Est 300839.1 (X)  
 Élévation 156.60 (Z)  
 Prof. de fin: 6.00 m

**Type d'échantillon**

**CF** Cuillère fendu  
**TM** Tube à paroi mince  
**PS** Tube à piston fixe  
**CR** Tube carottier  
**TA** À la tarière  
**MA** À la main  
**TT** Tube transparent

**Abréviations**

**L** Limites de consistance  
**W<sub>L</sub>** Limite de liquidité (%)  
**W<sub>p</sub>** Limite de plasticité (%)  
**I<sub>p</sub>** Indice de plasticité (%)  
**I<sub>L</sub>** Indice de liquidité  
**W** Teneur en eau (%)  
**AG** Analyse granulométrique  
**S** Sédimentométrie  
**R** Refus à l'enfoncement  
**PDT** Poids des tiges  
**PDM** Poids de la masse  
**M.O.** Matière organique (%)  
**M.R.** Matières résiduelles (%)

**PV** Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)  
**U** Compression uniaxiale (MPa)  
**RQD** Indice de qualité du roc (%)  
**P<sub>L</sub>** Pression limite, essai pressiométrique (kPa)  
**E<sub>M</sub>** Module pressiométrique (MPa)  
**E<sub>r</sub>** Module de réaction du roc (MPa)  
**N** Niveau d'eau  
**N** Pénétration standard (Nb coups/300mm)  
**N<sub>C</sub>** Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)  
**σ<sub>p</sub>** Pression de préconsolidation (kPa)  
**TAS** Taux d'agressivité des sols  
**\*\*\*** Les cuillères de calibre N ont été multipliée par un coefficient d'ajustement

**Résistance au cisaillement**

**C<sub>u</sub>** Intact (kPa)  
**C<sub>UR</sub>** Remanié (kPa)

Chantier **▼**  
 Labo **■**  
**▽**  
**□**

**Analyses Chimiques**

**HP** Hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>  
**HAP** Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
**COV** Composés Organiques Volatils  
**HAM** Hydrocarbures aromatiques monocycliques  
**BTEX** Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes  
**MÉT** Métaux  
**PHÉ** Phénols

**Examens Organoleptiques**

Odeur: Aspect visuel:  
 Nulle (N) Nul (N)  
 Légère (L) Traces (T)  
 Moyenne (M) Disséminé (D)  
 Persistante (P) Imbibé (IM)

**État des échantillons**

Intact Perdu  
 Remanié Carotté

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL				
		ÉLEVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm			N ou RQD	Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)		
	156.60	0.00	Réalisation d'un profil scissométrique seulement.														
1																	24.0
2																	18.0
3																	115.8
4																	90.9
5																	72.9
6																	64.9
7																	71.9
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20	150.60	6.00	Fin du forage.														
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	

Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
 Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
 Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
 Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
 Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**



Client:  
**Le Groupe Génitique inc. et  
Ausime Énergie**

# RAPPORT DE FORAGE

N° de projet: **S22123-GT3**  
Forage: **24F12**  
Date: **2024-05-22**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel  
Renouvelable (GNR)**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du  
Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368153.1 (Y)  
Est 300824.9 (X)  
Élévation 156.69 (Z)  
Prof. de fin: 5.97 m

Type d'échantillon		Abréviations		Résistance au cisaillement	
CF	Cuillère fendu	L	Limites de consistance	PV	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )
TM	Tube à paroi mince	W <sub>L</sub>	Limite de liquidité (%)	U	Compression uniaxiale (MPa)
PS	Tube à piston fixe	W <sub>p</sub>	Limite de plasticité (%)	RQD	Indice de qualité du roc (%)
CR	Tube carottier	I <sub>p</sub>	Indice de plasticité (%)	P <sub>L</sub>	Pression limite, essai pressiométrique (kPa)
TA	À la tarière	I <sub>L</sub>	Indice de liquidité	E <sub>M</sub>	Module pressiométrique (MPa)
MA	À la main	W	Teneur en eau (%)	E <sub>r</sub>	Module de réaction du roc (MPa)
TT	Tube transparent	AG	Analyse granulométrique	N	Niveau d'eau
		S	Sédimentométrie	N <sub>C</sub>	Pénétration standard (Nb coups/300mm)
		R	Refus à l'enfoncement	N <sub>C</sub>	Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)
		PDT	Poids des tiges	σ <sub>p</sub>	Pression de préconsolidation (kPa)
		PDM	Poids de la masse	TAS	Taux d'agressivité des sols
		M.O.	Matière organique (%)	***	Les cuillères de calibre N ont été multipliées par un coefficient d'ajustement
		M.R.	Matières résiduelles (%)		

État des échantillons	
	Intact
	Perdu
	Remanié
	Carotté

Analyses Chimiques		Examens Organoleptiques	
HP	Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	Odeur:	Aspect visuel:
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Nulle (N)	Nul (N)
COV	Composés Organiques Volatils	Légère (L)	Traces (T)
HAM	Hydrocarbures aromatiques monocycliques	Moyenne (M)	Disséminé (D)
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes	Persistante (P)	Imbibé (IM)
MÉT	Métaux		
PHÉ	Phénols		

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL				
		ÉLEVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm			N ou RQD	ODEUR VISUEL	VAPEUR (PPM)	
	156.69	0.00	Réalisation d'un profil scissométrique seulement.														
1																	41.9
2																	127.8
3																	173.
4																	97.9
5																	89.9
6																	84.9
7																	68.9
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	

Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
 Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368170.8 (Y)  
 Est 300810.1 (X)  
 Élévation 156.56 (Z)  
 Prof. de fin: 6.10 m

<b>Type d'échantillon</b> CF Cuillère fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TT Tube transparent	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>p</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement PDT Poids des tiges PDM Poids de la masse M.O. Matière organique (%) M.R. Matières résiduelles (%)	<b>PV</b> Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> ) <b>U</b> Compression uniaxiale (MPa) <b>RQD</b> Indice de qualité du roc (%) P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) N Niveau d'eau N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) σ <sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols ... Les cuillères de calibre N ont été multipliée par un coefficient d'ajustement	<b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>U</sub> Intact (kPa) C <sub>UR</sub> Remanié (kPa)	Chantier Labo <b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Nulle (N) / Légère (L) / Moyenne (M) / Persistante (P) Aspect visuel: Nul (N) / Traces (T) / Disséminé (D) / Imbibé (IM)
<b>État des échantillons</b> Intact Remanié Perdu Carotté	<b>Analyses Chimiques</b> HP Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques COV Composés Organiques Volatils HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes MÉT Métaux PHÉ Phénols			

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS						
		ÉLEVATION - m	PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %		COUPS / 150 mm	N ou RQD	Examens organo.	ODEUR	VISUEL	VAPEUR (PPM)
	156.56	0.00		Sol organique: Terre noire et racines.			CF-1		N	25	1-1-1-1	2						
	155.95	0.61		Remblai: Silt argileux, traces de sable, gris-brun, très humide à saturé.			CF-2		B	77	1-2-2-1	4						
	155.34	1.22		Sol naturel: Silt et argile, traces de sable, brun-gris, saturé. Faible intrusion de M.O. (racines) en surface.			CF-3		N	100	3-4-4-4	6						
	154.12	2.44		Devenant gris.			CF-4		B	100	2-2-2-3	4						
							CF-5		N	100	1-1-1-1	2						
							CF-6		B	100	1-1-1-1	2						
							CF-7		B									
	150.46	6.10		Fin du forage.														

Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
 Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
 Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
 Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
 Vérifié par:

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR)**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368163.9 (Y)  
Est 300897.7 (X)  
Élévation 156.75 (Z)  
Prof. de fin: 6.10 m

<b>Type d'échantillon</b>		<b>Abréviations</b>		<b>Résistance au cisaillement</b>	
CF	Cuillère fendu	L	Limites de consistance	C <sub>U</sub>	Intact (kPa)
TM	Tube à paroi mince	W <sub>L</sub>	Limite de liquidité (%)	C <sub>UR</sub>	Remanié (kPa)
PS	Tube à piston fixe	W <sub>P</sub>	Limite de plasticité (%)	HP	Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>
CR	Tube carottier	I <sub>P</sub>	Indice de plasticité (%)	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
TA	À la tarière	I <sub>L</sub>	Indice de liquidité	COV	Composés Organiques Volatils
MA	À la main	W	Teneur en eau (%)	HAM	Hydrocarbures aromatiques monocycliques
TT	Tube transparent	AG	Analyse granulométrique	BTEX	Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes
		S	Sédimentométrie	MÉT	Métaux
		R	Refus à l'enfoncement	PHÉ	Phénols
		PDT	Poids des tiges		
		PDM	Poids de la masse		
		M.O.	Matière organique (%)		
		M.R.	Matières résiduelles (%)		
		PV	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )		
		U	Compression uniaxiale (MPa)		
		RQD	Indice de qualité du roc (%)		
		P <sub>L</sub>	Pression limite, essai pressiométrique (kPa)		
		E <sub>M</sub>	Module pressiométrique (MPa)		
		E <sub>r</sub>	Module de réaction du roc (MPa)		
		N	Niveau d'eau		
		N <sub>C</sub>	Pénétration standard (Nb coups/300mm)		
		σ <sub>p</sub>	Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)		
		TAS	Pression de préconsolidation (kPa)		
		***	Taux d'agressivité des sols		
			Les cuillères de calibre N ont été multipliée par un coefficient d'ajustement		

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL	
		ÉLEVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RQD			ODEUR VISUEL
	156.75	0.00	<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines.		CF-1		H	33	2-2-2-4	3				
1	156.14	0.61	<b>Remblai:</b> Silt argileux, traces de sable, gris-brun, très humide à saturé.		CF-2		N	51	0-2-2-3	3				
2	155.53	1.22	<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, traces de sable, brun-gris, saturé. Faible intrusion de M.O. (racines) en surface.		CF-3		B	100	2-2-2-2	4				
3														
4														
5														
6	150.65	6.10	Fin du forage.											

Remarques:

Équipement de forage: **CME 55**  
Méthode de forage: **Tarière et tubage HW**  
Entrepreneur: **Forage SL**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.

Coordonnées (m) : Nord 5366571.8 (Y)  
Est 216542.7 (X)  
Géodésiques Élévation 156.02 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 3.05 m

Prof.		STRATIGRAPHIE			Échantillons			Odeur			Essais		
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strate	Eau	État	Type - No	Faible	Moyenne	Forte	Vapeur (ppm)	Analyses chimiques	Essais
		156.02	Niveau actuel du sol										
		0.00	Couvert végétal: 5 cm.										
		155.97	Remblai: Silt et argile, traces de sable, gris-brun, humide.				VR-1						
		0.05	Traces de M.O. (racines et terre brune).										
1													
		154.62	Présence d'un drain agricole.										
5		1.40											
		154.42	Sol naturel: Silt et argile, gris, très humide à saturé.										
		1.60	Consistance apparente: Raide.										
2													
		153.02	Présence de veines d'eau.										
3		3.00											
10		152.97	Fin de la tranchée.										
		3.05											


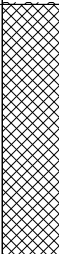
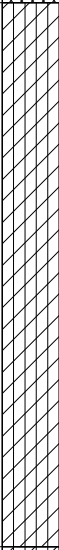

Remarques:

Type de sondage: **Tranchée d'exploration**  
Équipement d'excavation: **Komatsu PC 200 LC**  
Entrepreneur:

Compilé par: **Michael Tremblay**  
Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
Vérfié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.

Coordonnées (m) : Nord 5366745.5 (Y)  
Est 216589.9 (X)  
Géodésiques Élévation 156.27 (Z)  
Prof. du roc: m Prof. de fin: 3.15 m

Prof.		STRATIGRAPHIE			Échantillons			Odeur		Essais			
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strate	Eau	État	Type - No	Faible	Moyenne	Forte	Vapeur (ppm)	Analyses chimiques	Essais
		156.27 <b>0.00</b>	Niveau actuel du sol <b>Sol organique:</b> Terre noire, racines. Faible présence de silt et d'argile.				VR-1						
		155.97 <b>0.30</b>	<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris-brun, humide. Traces de M.O. (racines et terre brune).				VR-2						
	1												
	5												
		154.67 <b>1.60</b>	<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, gris, très humide à saturé. Consistance apparente: Raide.				VR-3						
	2												
	10												
		153.27 <b>3.00</b>	Présence de veines d'eau.										
		153.12 <b>3.15</b>	Fin du forage.										



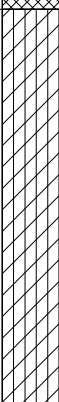
Remarques:

Type de sondage: **Tranchée d'exploration**  
Équipement d'excavation: **Komatsu PC 200 LC**  
Entrepreneur:

Compilé par: **Michael Tremblay**  
Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
Vérfié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel Renouvelable (GNR).**  
**Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du Québec, Hébertville.**

 Coordonnées (m) : Nord 5366909.5 (Y)  
 Est 216634.4 (X)  
 Géodésiques Élévation 156.92 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 3.10 m

Prof.		STRATIGRAPHIE			Échantillons			Odeur		Essais			
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strate	Eau	État	Type - No	Faible	Moyenne	Forte	Vapeur (ppm)	Analyses chimiques	Essais
		156.92 <b>0.00</b>	Niveau actuel du sol <b>Sol organique:</b> Terre noire et racines. Faible présence de silt et d'argile, très humide.				VR-1						
1		156.02 <b>0.90</b>	<b>Remblai:</b> Silt et argile, traces de sable, gris-brun, très humide à saturé. Traces de M.O. (racines et terre noire).				VR-2						
2		154.84 <b>2.08</b>	<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, gris, saturé. Consistance apparente: Raide.				VR-3						
3	10	153.82 <b>3.10</b>	Fin de la tranchée et présence de veines d'eau.										

Remarques:

 Type de sondage: **Tranchée d'exploration**  
 Équipement d'excavation: **Komatsu PC 200 LC**  
 Entrepreneur:

 Compilé par: **Michael Tremblay**  
 Effectué par: **Samuel Guay, tech.**  
 Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**

Projet: **Étude géotechnique - Construction d'un complexe de production de Gaz Naturel  
Renouvelable (GNR)**  
Endroit: **Terrain vacant en bordure de la route 169, partie du lot 4 684 302 du cadastre du  
Québec, Hébertville.**

Coordonnées (m): Nord 5368113.0 (Y)  
Est 300886.7 (X)  
Géodésique Élévation 156.95 (Z)  
Prof. de fin: 1.90 m

<b>Type d'échantillon</b> CF Cuillère fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TT Tube transparent	<b>Abréviations</b> L Limites de consistance W <sub>L</sub> Limite de liquidité (%) W <sub>p</sub> Limite de plasticité (%) I <sub>p</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement PDT Poids des tiges PDM Poids de la masse M.O. Matière organique (%) M.R. Matières résiduelles (%)	PV Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> ) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) P <sub>L</sub> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E <sub>M</sub> Module pressiométrique (MPa) E <sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa) N Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N <sub>C</sub> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) σ <sub>p</sub> Pression de préconsolidation (kPa) T <sub>AS</sub> Taux d'agressivité des sols ... Les cuillères de calibre N ont été multipliée par un coefficient d'ajustement	<b>Résistance au cisaillement</b> C <sub>u</sub> Intact (kPa) C <sub>ur</sub> Remanié (kPa) HP Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques COV Composés Organiques Volatils HAM Hydrocarbures aromatiques monocycliques BTEX Benzène, Toluène, Éthylb., Xylènes MÉT Métaux PHÉ Phénols	Chantier ▾ Labo ■ <b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Aspect visuel: Nulle (N) Nul (N) Légère (L) Traces (T) Moyenne (M) Disséminé (D) Persistante (P) Imbibé (IM)
<b>État des échantillons</b> Intact  Remanié Perdu  Carotté				

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL				
		ÉLÉVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCHANTI.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm			N ou RQD	ODEUR VISUEL	EXAMENS organo. VAPEUR (PPM)	
	156.95 0.00		<b>Sol organique:</b> Terre noire et racines.														
-1																	
-2																	
-3																	
-4	155.75 1.20		<b>Sol naturel:</b> Silt et argile, traces de sable, brun-gris, humide.  Compacité apparente: Raide.														
-5																	
-6																	
-7	155.05 1.90		Fin du sondage.														
-8																	
-9																	

Remarques:

Équipement de forage: **Komatsu PC 200**  
Méthode de forage: **Tranchée d'exploration**  
Entrepreneur: **Client**

Compilé par: **Raphaël Gagnon, tech.**  
Effectué par: **Mysterlande Christophe,**  
Vérifié par: **Jonathan Petit, ing.**

# ESSAI PIÉZOCÔNE

Site:	Hébertville, Qc.	Date:	21 novembre 2022
No. projet:	22.055	Chargé de projet:	Cédric Fillon-Tremblay
No. projet client:	S22123-GT2	Opérateur:	I. van der Hulst
Dispositif de fonçage:	VDH-101	No. de l'essai:	CPTu-Ec-01-22

## CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL ET DE L'ESSAI

Sonde:	DP15-CFPTxy.71308	Capacité:	50 kN
Pierre poreuse:	oui	Liquide de saturation:	silicone 1.000cSt
Longueur de la sonde:	25 cm	Réducteur de friction (D en mm):	42 mm
Aire de la pointe:	10 cm <sup>2</sup>	Pointe utilisée:	u2
Diamètre des tiges:	36 mm	Cone area ratio:	0.71
Vitesse de fonçage:	120 cm/min	Longueur du câble:	90 m
Incrément:	10 mm/lecture	Dispositif de mesure de prof:	Encodeur optique

## CONSTANTES D'ÉTALONNAGE ET CAPACITÉ DE LA SONDÉ

Date de l'étalonnage	Coefficient de forme	qc	fs + qc substr. cone	u2	T	Inclination
Voir certificat de calibration						
Dispositif d'acquisition: Gouda Geo-Equipment	Capacité des capteurs:	100 kN	100 kN	40 bar	Celcius	Degrée

### AVANT-TROU

### CONDITIONS DE LA NAPPE

Profondeur et stratigraphie:	0.30m	Profondeur:	
------------------------------	-------	-------------	--

## TABLE DES VALEURS DE ZÉRO (KPA)

	qc	fs	u2	i	T	Heure	Remarque
Initial (eau)	48.5	4.4	-7.1		8.6		
direct après teste (vide)	48.5	5.0	-5.5		7.6		
Final (eau)	48.5	4.4	-7.1		8.3		

## PARAMÈTRES DE L'ESSAI

Étape du sondage	Début			Fin			u finale	
	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Valeur	Stabilisée
Fonçage	0.00m	0.00m		15.26m	15.26m			
Dissipation 1					15.26m	30min	286KPa	non
Dissipation 2								
Dissipation 3								
Dissipation 4								
Dissipation 5								
Dissipation 6								
Dissipation 7								
Dissipation 8								
Dissipation 9								
Dissipation 10								

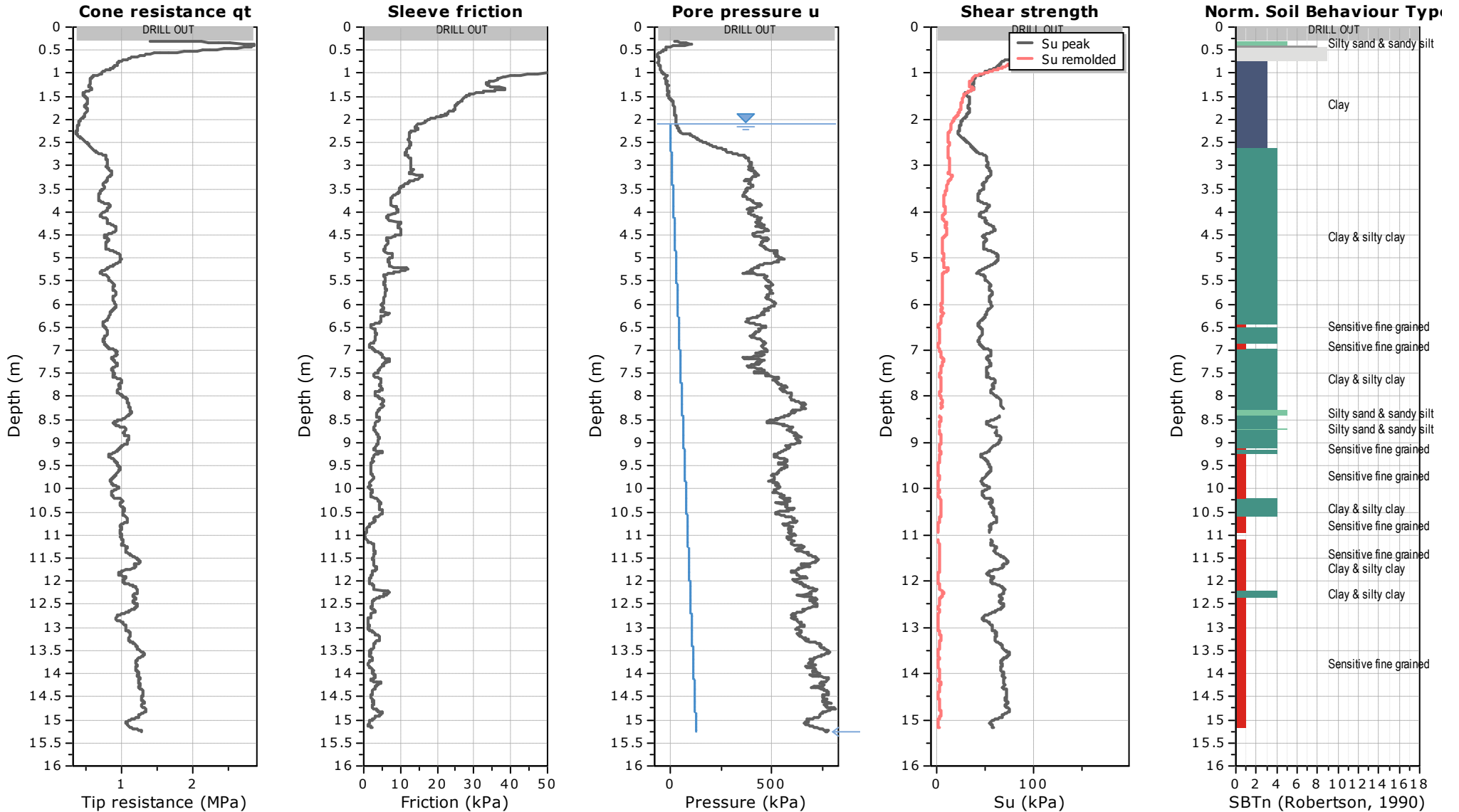
## REMARQUES (température du sol, arrêts, description du refus, problèmes, etc.)

Arreter au profondeur tel que demander.

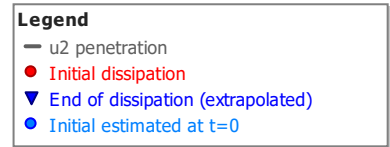
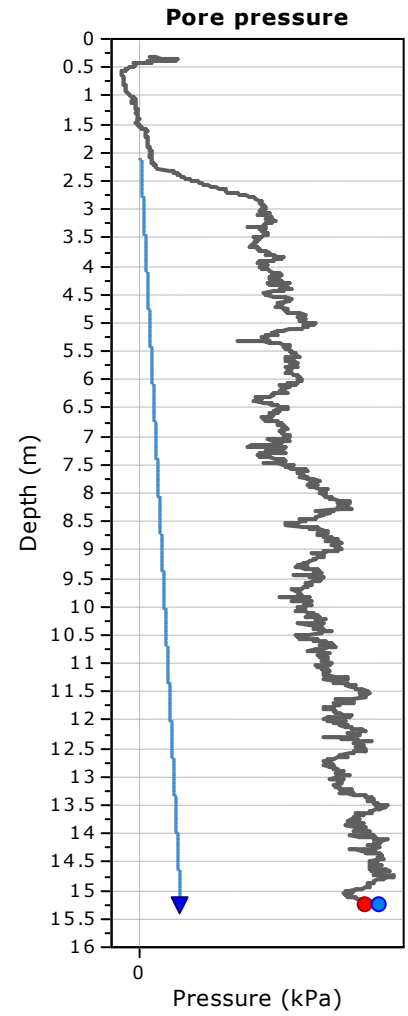
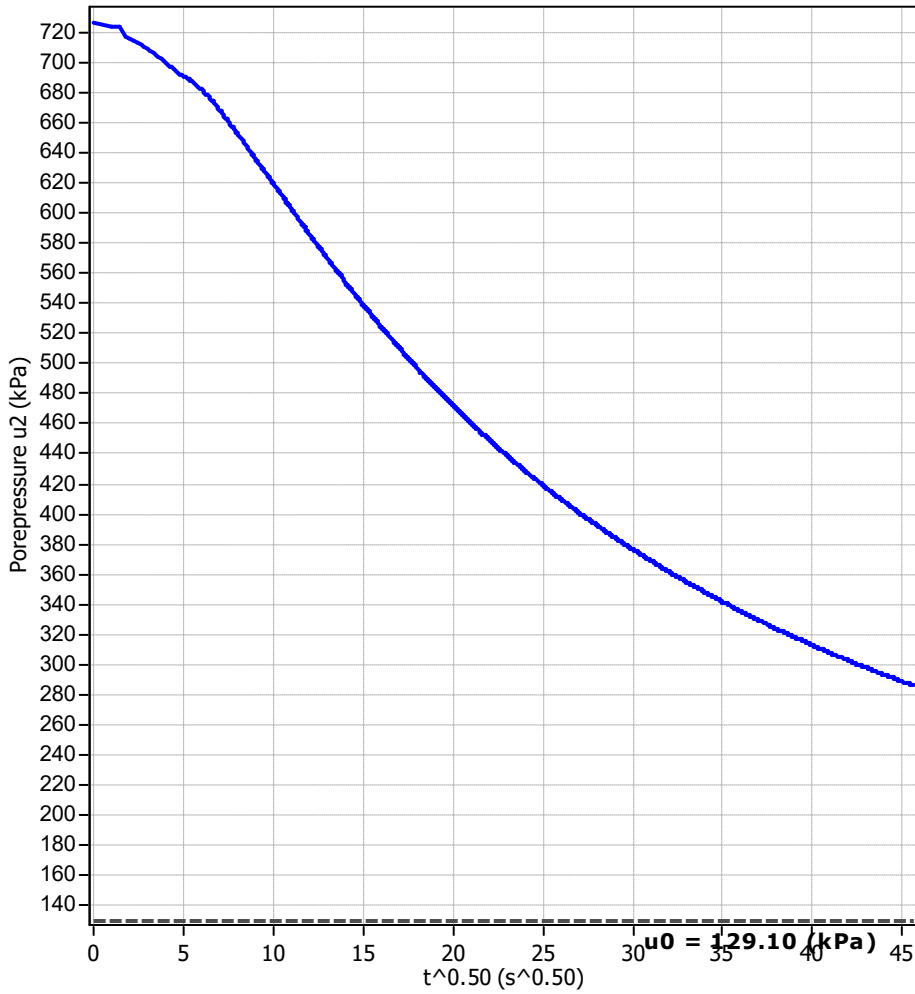


**Project: Usine de transformation**

**Location: Hébertville, Qc.**



**Piezocone Dissipation Test: CPTu-Ec-01-22**  
**Depth: 15.26 (m)**



# ESSAI PIÉZOCÔNE

Site:	Hébertville, Qc.	Date:	21 novembre 2022
No. projet:	22.055	Chargé de projet:	Cédric Fillon-Tremblay
No. projet client:	S22123-GT2	Opérateur:	I. van der Hulst
Dispositif de fonçage:	VDH-101	No. de l'essai:	CPTu-Ec-02-22

## CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL ET DE L'ESSAI

Sonde:	DP15-CFPTxy.71308	Capacité:	50 kN
Pierre poreuse:	oui	Liquide de saturation:	silicone 1.000cSt
Longueur de la sonde:	25 cm	Réducteur de friction (D en mm):	42 mm
Aire de la pointe:	10 cm <sup>2</sup>	Pointe utilisée:	u2
Diamètre des tiges:	36 mm	Cone area ratio:	0.71
Vitesse de fonçage:	120 cm/min	Longueur du câble:	90 m
Incrément:	10 mm/lecture	Dispositif de mesure de prof:	Encodeur optique

## CONSTANTES D'ÉTALONNAGE ET CAPACITÉ DE LA SONDE

Date de l'étalonnage	Coefficient de forme	qc	fs + qc substr. cone	u2	T	Inclination
Voir certificat de calibration						
Dispositif d'acquisition: Gouda Geo-Equipment	Capacité des capteurs:	100 kN	100 kN	40 bar	Celcius	Degrée

### AVANT-TROU

### CONDITIONS DE LA NAPPE

Profondeur et stratigraphie:	0.35m	Profondeur:	
------------------------------	-------	-------------	--

## TABLE DES VALEURS DE ZÉRO (KPA)

	qc	fs	u2	i	T	Heure	Remarque
Initial (eau)	48.5	3.8	-7.8		7.8		
direct après teste (vide)	40.0	3.0	-8.5		8.8		
Final (eau)	48.5	3.8	-7.8		8.0		

## PARAMÈTRES DE L'ESSAI

Étape du sondage	Début			Fin			u finale	
	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Valeur	Stabilisée
Fonçage	0.00m	0.00m		15.33m	15.33m			
Dissipation 1					15.33m	20min	353KPa	non
Dissipation 2								
Dissipation 3								
Dissipation 4								
Dissipation 5								
Dissipation 6								
Dissipation 7								
Dissipation 8								
Dissipation 9								
Dissipation 10								

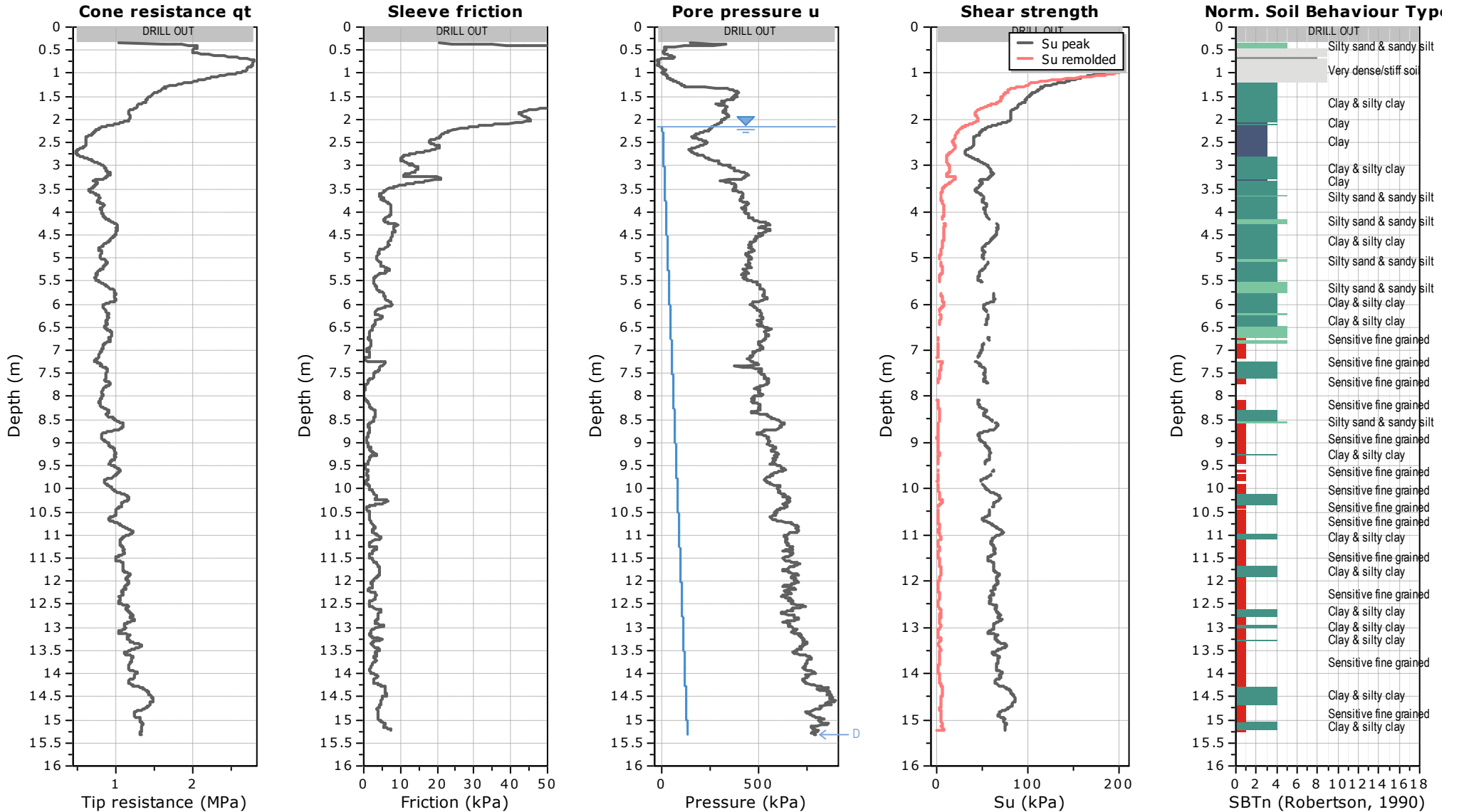
## REMARQUES (température du sol, arrêts, description du refus, problèmes, etc.)

Arreter au profondeur tel que demander.

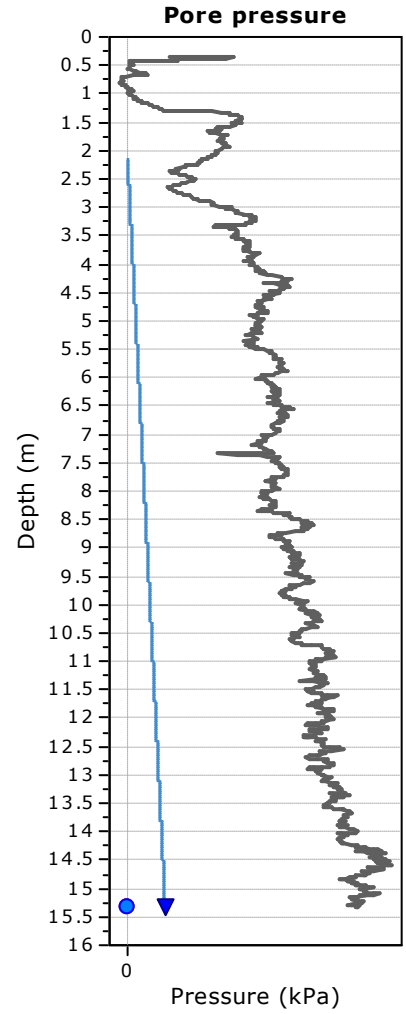
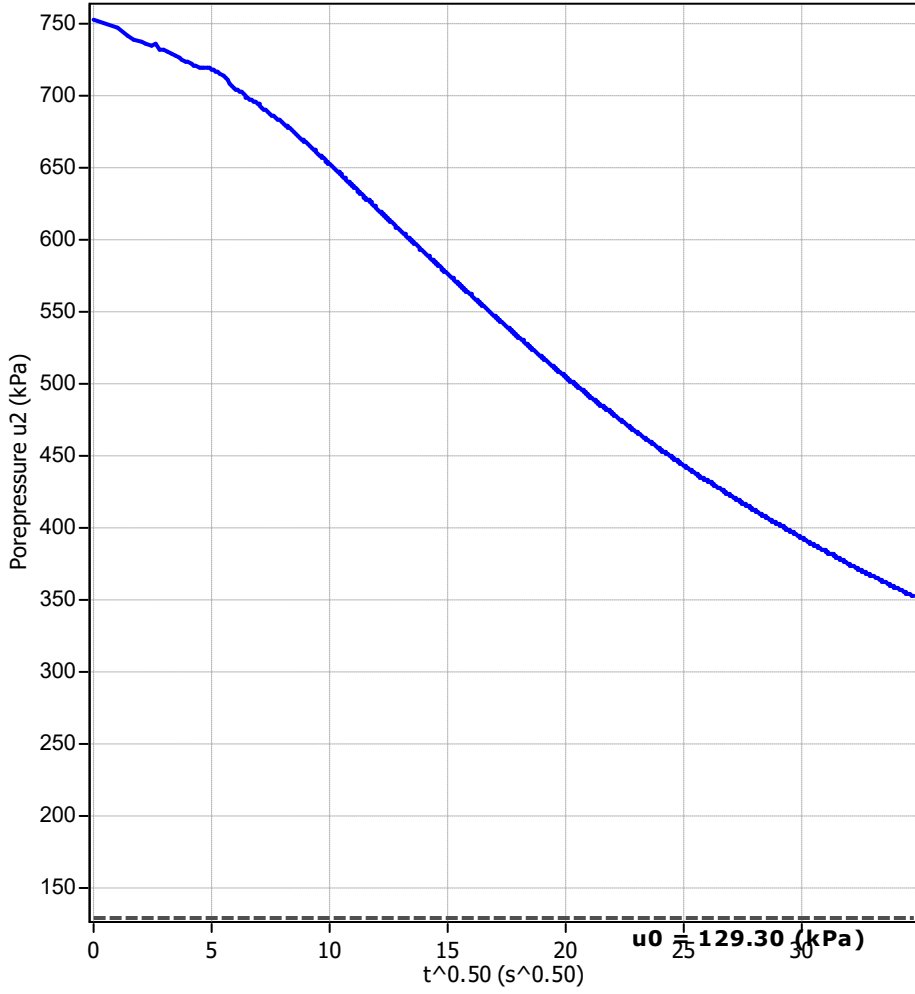


**Project: Usine de transformation**

**Location: Hébertville, Qc.**



**Piezocone Dissipation Test: CPTu-Ec-02-22**  
**Depth: 15.33 (m)**



**Legend**

- $u_2$  penetration
- Initial dissipation
- ▼ End of dissipation (extrapolated)
- Initial estimated at t=0

# ESSAI PIÉZOCÔNE

Site: Ausime Énergie, Hébertville, Qc.	Date: 21 mai 2024
No. projet: 24.035	Chargé de projet: Jonathan Petit, ing.
No. projet client: S23123-GT3	Opérateur: I. van der Hulst
Dispositif de fonçage: VDH-102	No. de l'essai: SCPTu-01-24

## CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL ET DE L'ESSAI

Sonde:	DP10-CFPTxy.60600	Capacité:	100 kN
Pierre poreuse:	oui	Liquide de saturation:	silicone 1.000cSt
Longueur de la sonde:	25 cm	Réducteur de friction (D en mm):	42 mm
Aire de la pointe:	10 cm <sup>2</sup>	Pointe utilisée:	u2
Diamètre des tiges:	36 mm	Cone area ratio:	0.71
Vitesse de fonçage:	120 cm/min	Longueur du câble:	90 m
Incrément:	10 mm/lecture	Dispositif de mesure de prof:	Encodeur optique

## CONSTANTES D'ÉTALONNAGE ET CAPACITÉ DE LA SONDE

Date de l'étalonnage	Coefficient de forme	qc	fs + qc substr. cone	u2	T	Inclination
Voir certificat de calibration						
Dispositif d'acquisition: Gouda Geo-Equipment	Capacité des capteurs:	100 kN	100 kN	40 bar	Celcius	Degrée

AVANT-TROU	CONDITIONS DE LA NAPPE
------------	------------------------

Profondeur et stratigraphie:	Pré-trou 0.50m	Profondeur:	
------------------------------	----------------	-------------	--

## TABLE DES VALEURS DE ZÉRO (KPA)

	qc	fs	u2	i	T	Heure	Remarque
Initial (eau)	244.8	18.7	-8.6		10.5		
direct après teste (vide)	270.0	21.0	-10.5		8.0		
Final (eau)	267.7	21.5	-9.1		10.5		

## PARAMÈTRES DE L'ESSAI

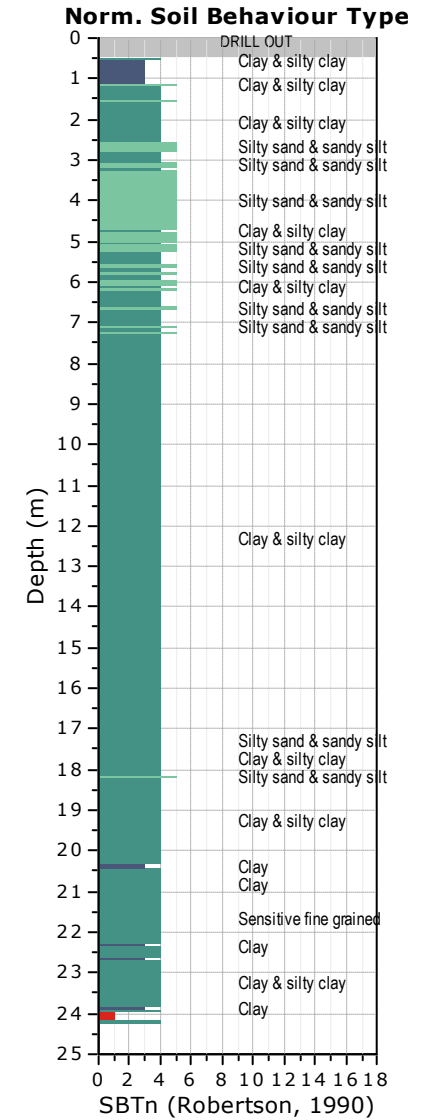
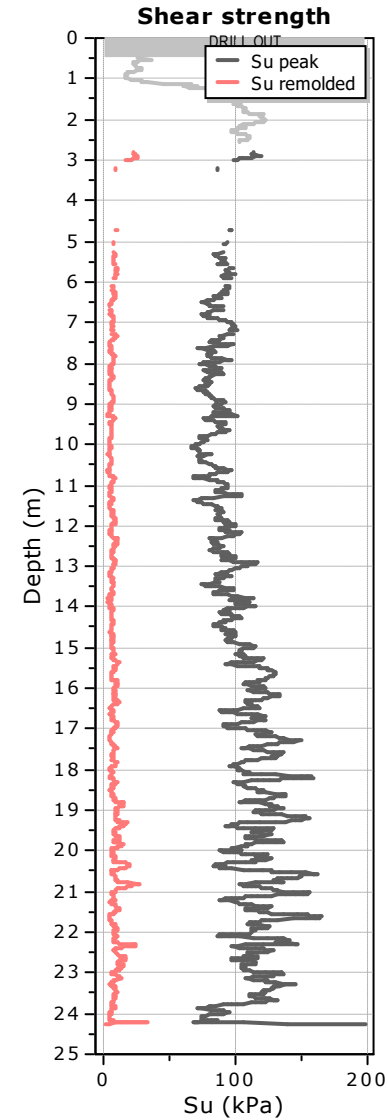
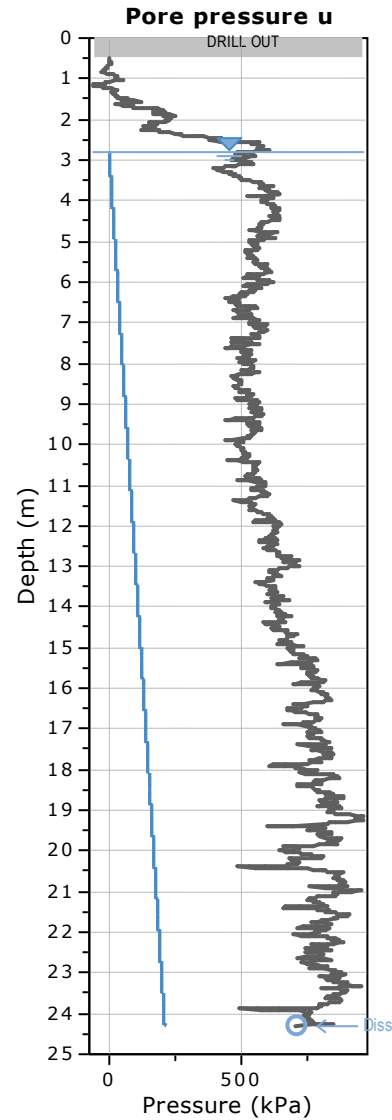
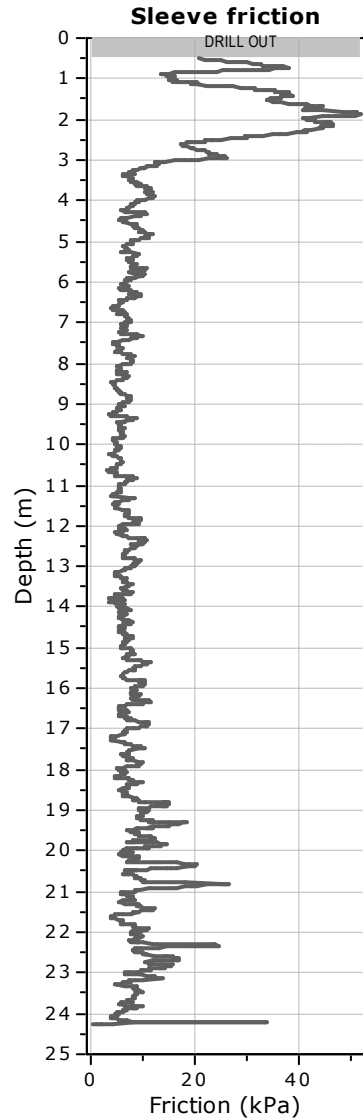
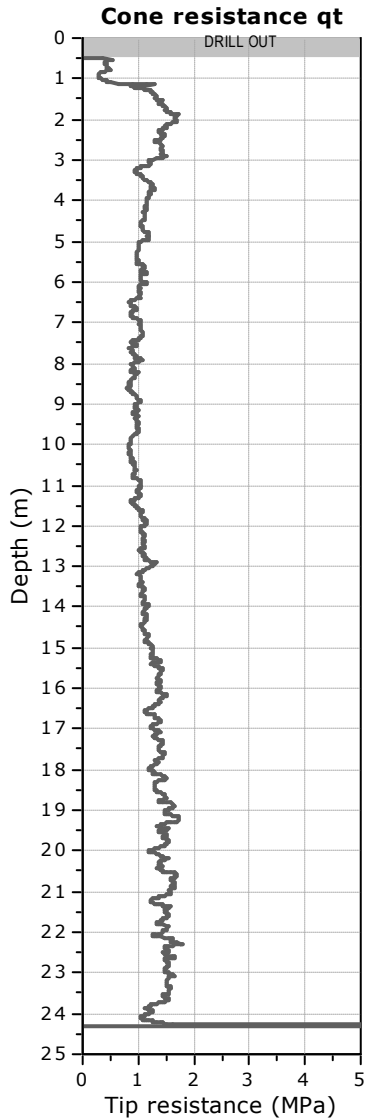
Étape du sondage	Début			Fin			u finale	
	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Valeur	Stabilisée
Fonçage	0.00m	0.00m		24.29m	24.29m			
Dissipation 1					24.29m	20min	317kPa	non
Dissipation 2								
Dissipation 3								
Dissipation 4								
Dissipation 5								
Dissipation 6								
Dissipation 7								
Dissipation 8								
Dissipation 9								
Dissipation 10								

## REMARQUES (température du sol, arrêts, description du refus, problèmes, etc.)

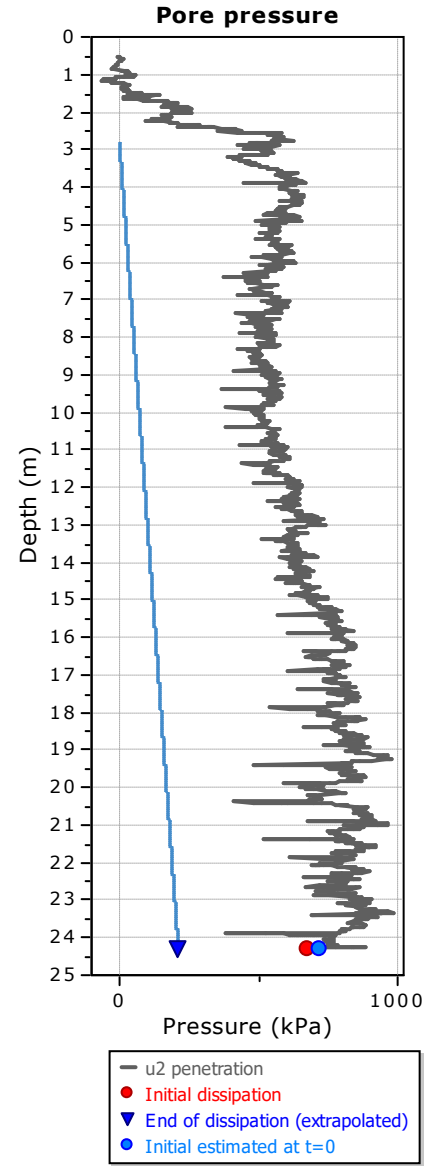
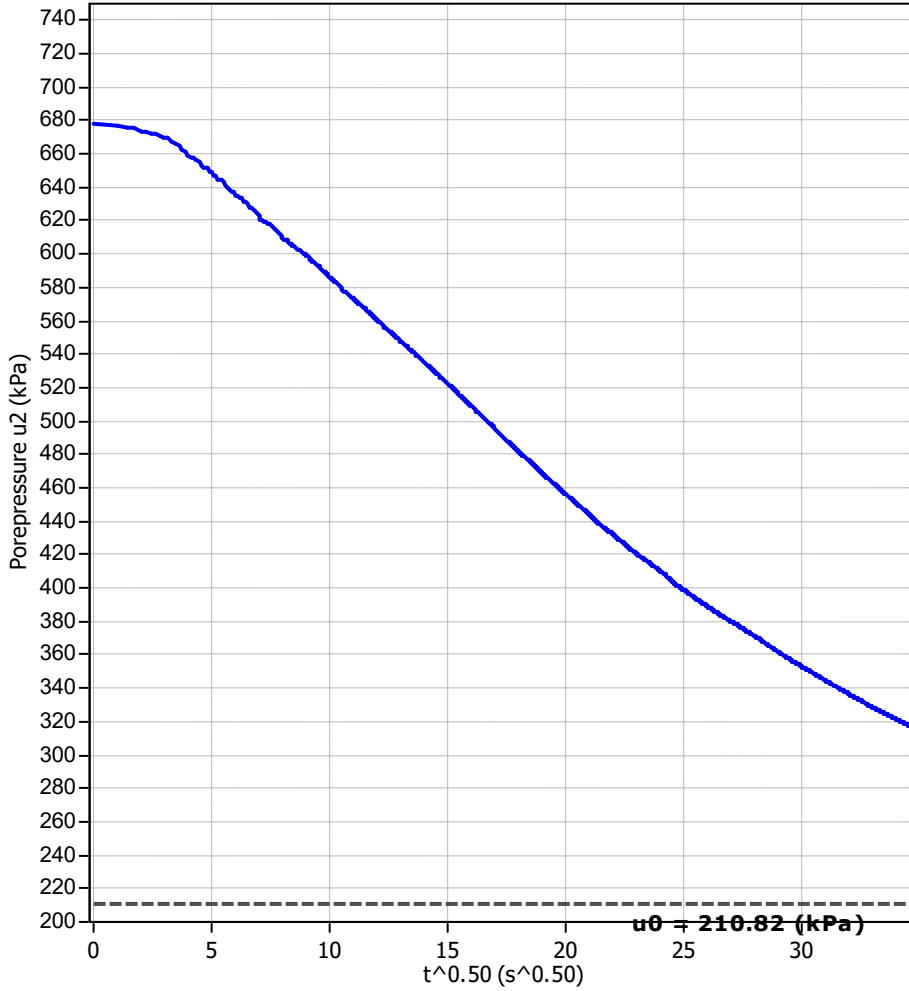
Refus dans till/roc.



**Project: Ausime Énergie**  
**Location: Hébertville, Qc.**



### Piezocone Dissipation Test: SCPTu-01-24 Depth: 24.29 (m)



# ESSAI PIÉZOCÔNE

Site:	Ausime Énergie, Hébertville, Qc.	Date:	21 mai 2024
No. projet:	24.035	Chargé de projet:	Jonathan Petit, ing.
No. projet client:	S23123-GT3	Opérateur:	I. van der Hulst
Dispositif de fonçage:	VDH-102	No. de l'essai:	SCPTu-02-24

## CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL ET DE L'ESSAI

Sonde:	DP10-CFPTxy.60278	Capacité:	100 kN
Pierre poreuse:	oui	Liquide de saturation:	silicone 1.000cSt
Longueur de la sonde:	25 cm	Réducteur de friction (D en mm):	42 mm
Aire de la pointe:	10 cm <sup>2</sup>	Pointe utilisée:	u2
Diamètre des tiges:	36 mm	Cone area ratio:	0.71
Vitesse de fonçage:	120 cm/min	Longueur du câble:	90 m
Incrément:	10 mm/lecture	Dispositif de mesure de prof:	Encodeur optique

## CONSTANTES D'ÉTALONNAGE ET CAPACITÉ DE LA SONDE

Date de l'étalonnage	Coefficient de forme	qc	fs + qc substr. cone	u2	T	Inclination
Voir certificat de calibration						
Dispositif d'acquisition: Gouda Geo-Equipment	Capacité des capteurs:	100 kN	100 kN	40 bar	Celcius	Degrée

### AVANT-TROU

### CONDITIONS DE LA NAPPE

Profondeur et stratigraphie:	Pré-trou 0.50m	Profondeur:	
------------------------------	----------------	-------------	--

## TABLE DES VALEURS DE ZÉRO (KPA)

	qc	fs	u2	i	T	Heure	Remarque
Initial (eau)	1.0	-2.0	-3.0		10.1		
direct après teste (vide)	20.0	-2.0	-8.0		8.0		
Final (eau)	10.2	-1.2	-3.5		10.0		

## PARAMÈTRES DE L'ESSAI

Étape du sondage	Début			Fin			u finale	
	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Prof. micr.	Prof. tiges	Heure	Valeur	Stabilisée
Fonçage	0.00m	0.00m		22.85m	22.85m			
Dissipation 1					22.85m	25min	236kPa	non
Dissipation 2								
Dissipation 3								
Dissipation 4								
Dissipation 5								
Dissipation 6								
Dissipation 7								
Dissipation 8								
Dissipation 9								
Dissipation 10								

## REMARQUES (température du sol, arrêts, description du refus, problèmes, etc.)

Refus dans till/roc.



**VDH GEO-Services Lté.**  
 CP 6096 Rock Forest, Sherbrooke (Qc.)  
 CP 20002 BP 1324 Boul. Talbot, Chicoutimi (Qc.)  
 vhd-geo.ca

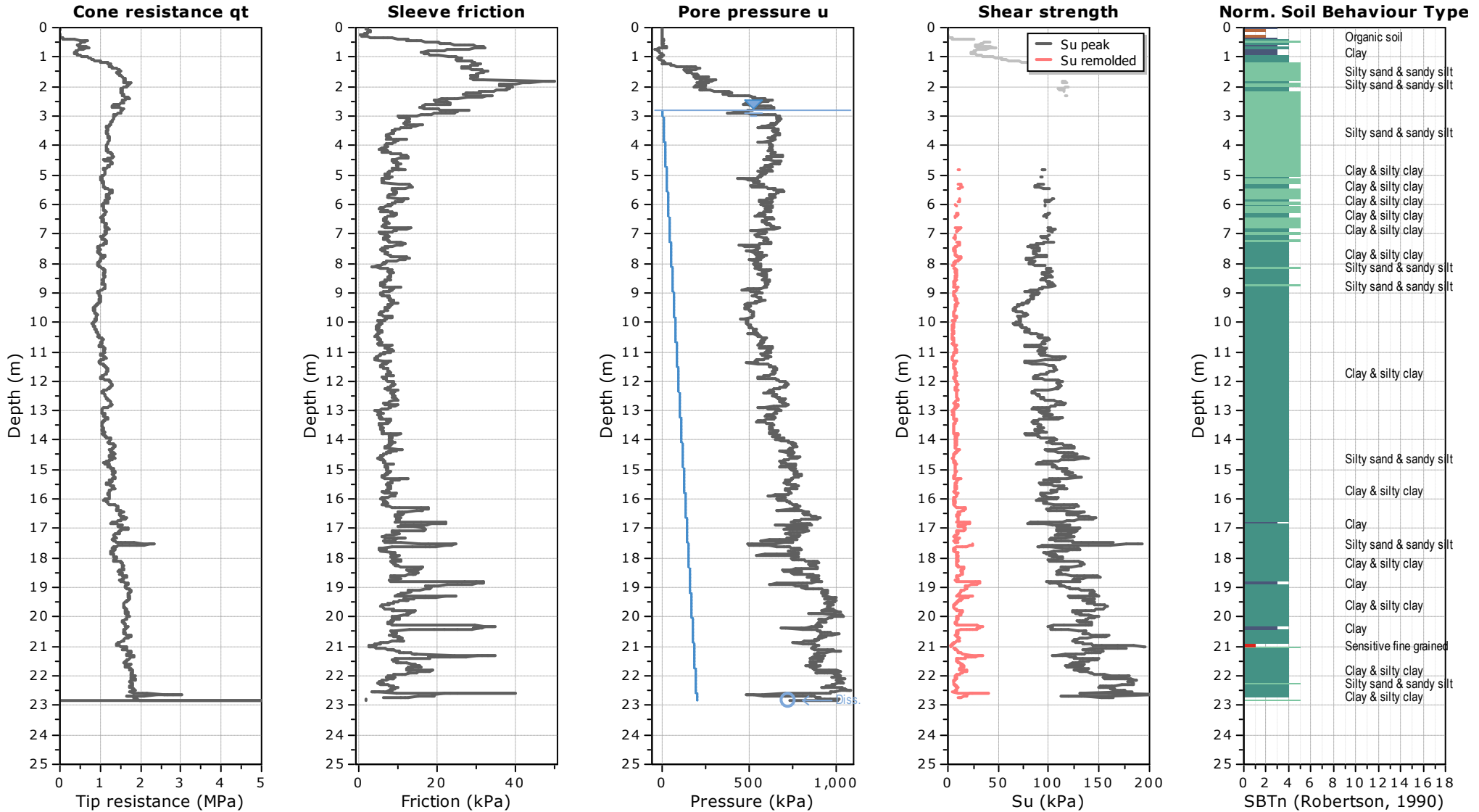
**SCPTu-02-24**

Total depth: 22.85 m, Date: 2024-05-21

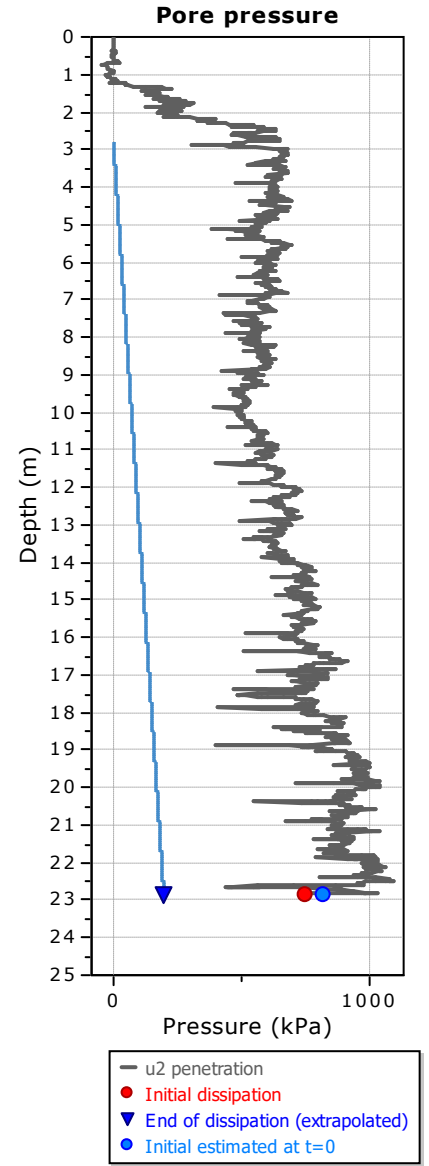
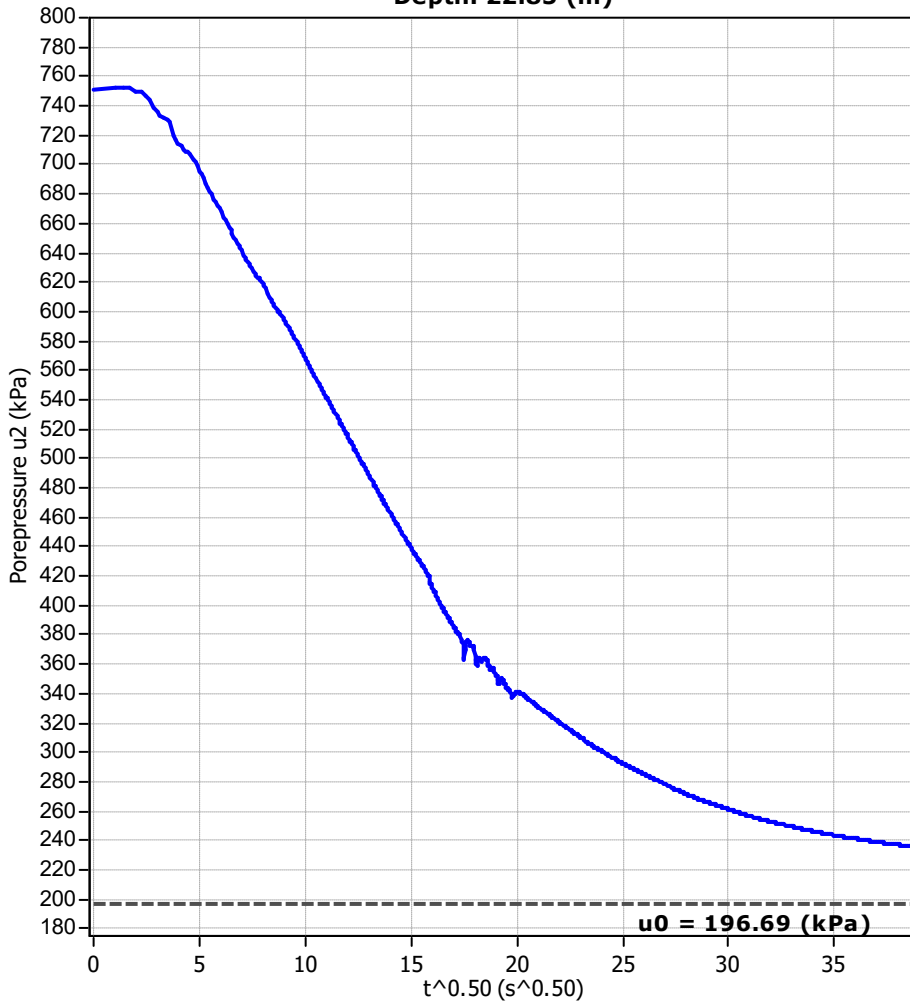
Cone Type: Gouda Geo - 10cm2 - 10T

Cone Operator: IvdH

**Project: Ausime Énergie**  
**Location: Hébertville, Qc.**



### Piezocone Dissipation Test: SCPTu-02-24 Depth: 22.85 (m)



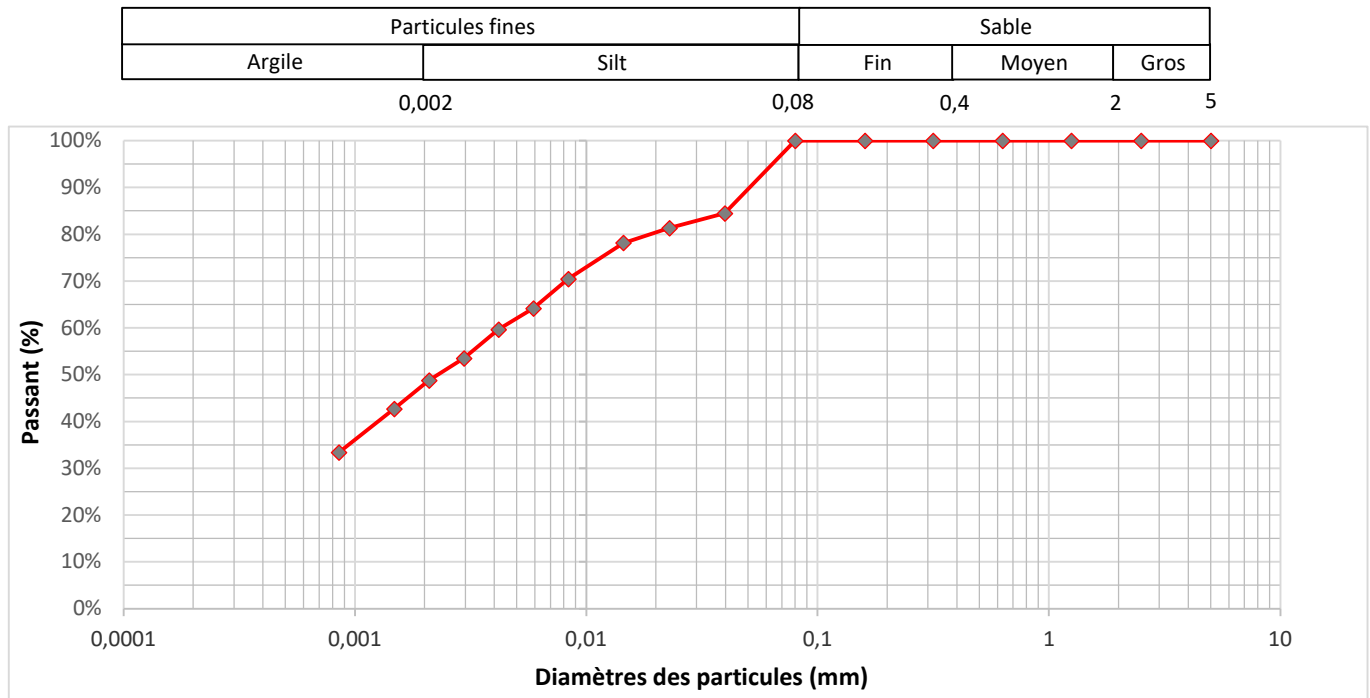
**ANNEXE C**  
**CERTIFICATS DE LABORATOIRE**

---

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F1-CF6
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	3,05 m - 3,66 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,014	78,2	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0084	70,5	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0059	64,2	Silt	52,2%	D <sub>50</sub>	0,0023
0,630	100,0	0,0042	59,6	Argile	47,8%	D <sub>60</sub>	0,0043
0,315	100,0	0,0030	53,5	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0021	48,8			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0015	42,7				
0,040	84,5	0,0009	33,4				
0,023	81,3			Teneur en eau	35,4%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,81
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

  
Émilie Walker, M.Sc.

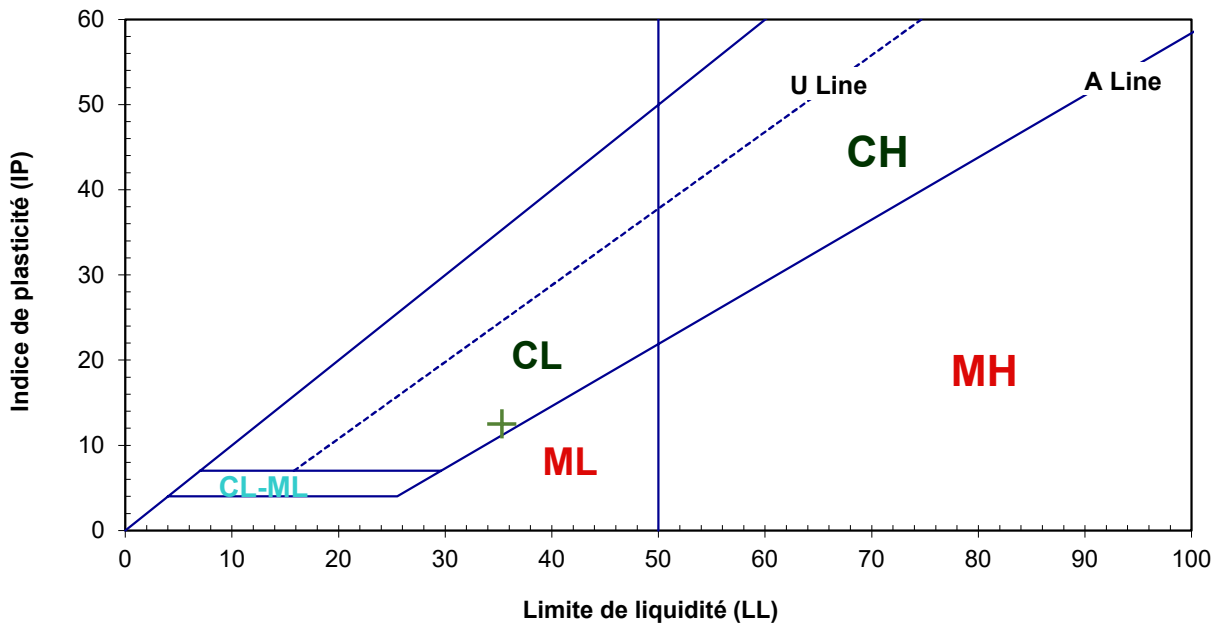
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F1-CF6
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	3,05 m - 3,66 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	35%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	23%
		Indice de plasticité	13%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,0
Teneur en eau	35,4%	Description du sol selon (USCS)	(CL)

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

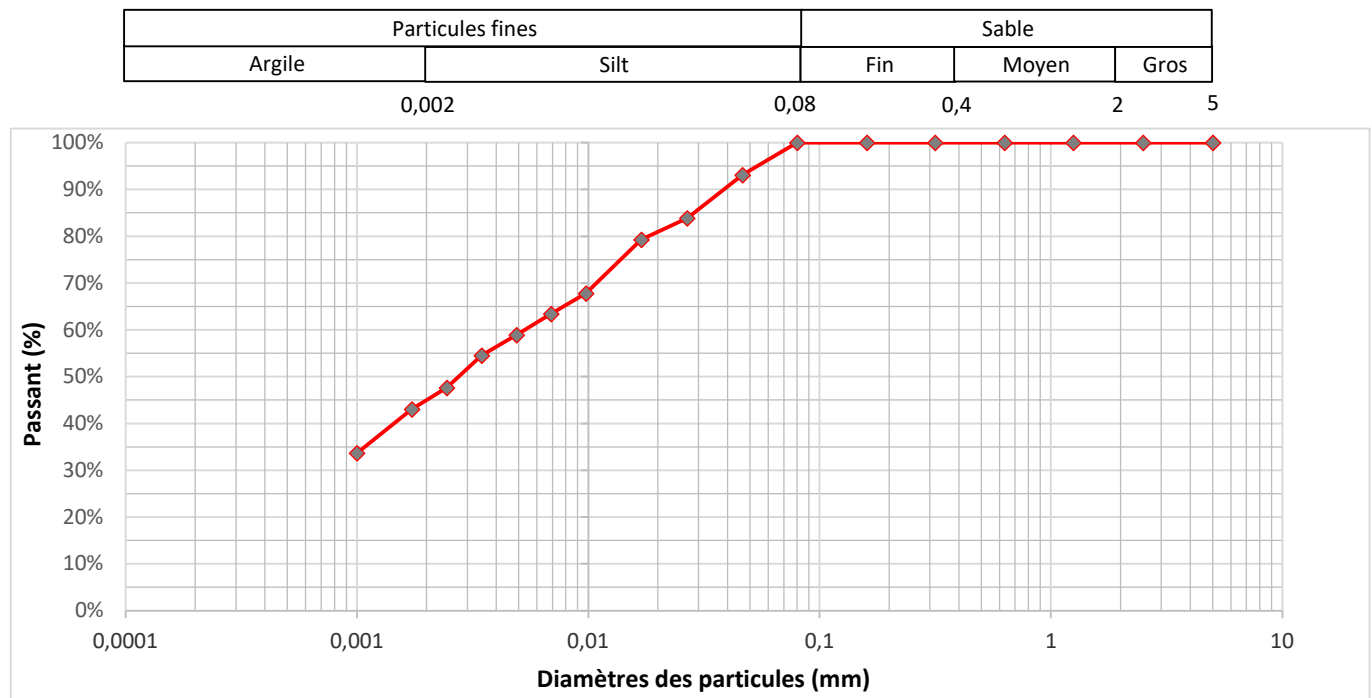
  
Emilie Waiker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire




Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F1-CF12
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	6,86 m - 7,47 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description	Diamètre des grains
5	100,0	0,017	79,3	Gravier	D <sub>10</sub> -
2,5	100,0	0,0098	67,8	Sable	D <sub>30</sub> -
1,25	100,0	0,0069	63,4	Silt	D <sub>50</sub> 0,0028
0,630	100,0	0,0049	58,9	Argile	D <sub>60</sub> 0,0053
0,315	100,0	0,0035	54,5	Silt et argile	C <sub>u</sub> -
0,160	100,0	0,0024	47,6		C <sub>c</sub> -
0,080	100,0	0,0017	43,0		
0,046	93,1	0,0010	33,6		
0,027	83,9			Teneur en eau	44,5%
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013				Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,80

Préparé par: Martine Larivée

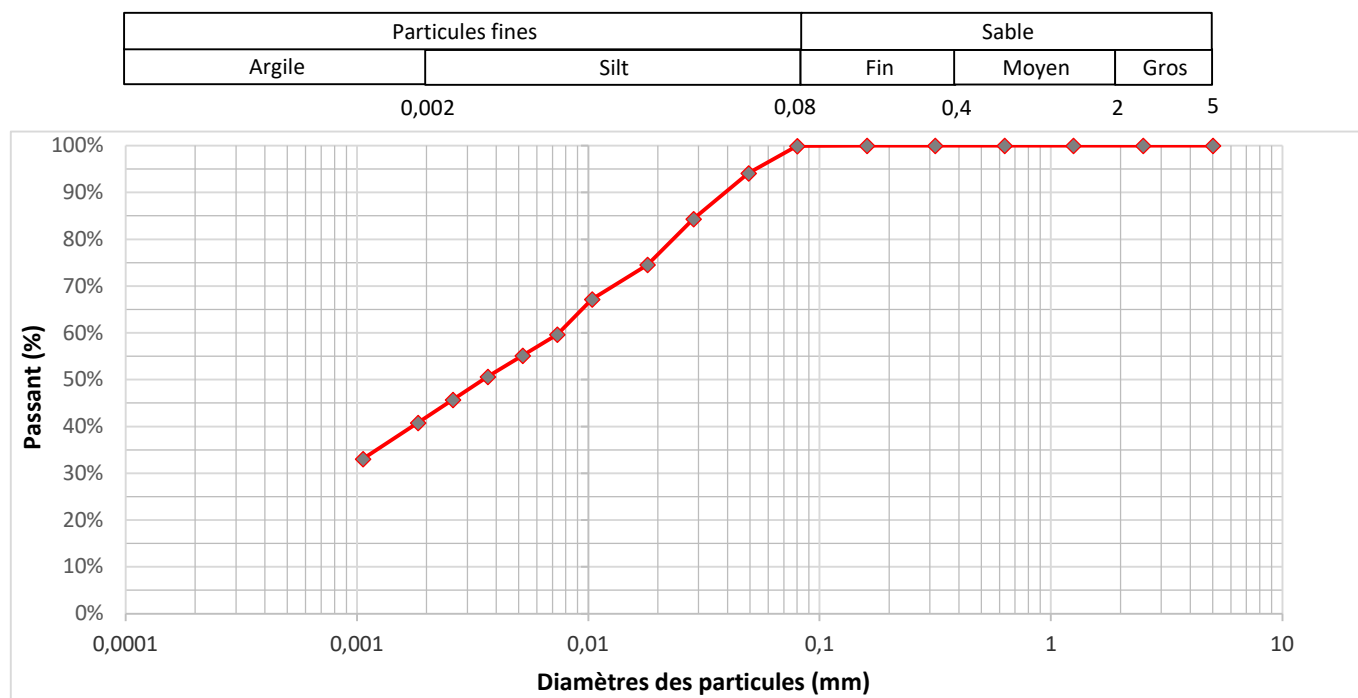
Vérfié par:   
Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F2-CF11
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	6,10 m - 6,71 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-20
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,018	74,5	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0104	67,2	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0073	59,6	Silt	57,9%	D <sub>50</sub>	0,0036
0,630	100,0	0,0052	55,1	Argile	42,1%	D <sub>60</sub>	0,0074
0,315	100,0	0,0037	50,6	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0026	45,7			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0018	40,8				
0,049	94,1	0,0011	33,1				
0,028	84,3			Teneur en eau	44,2%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,66
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

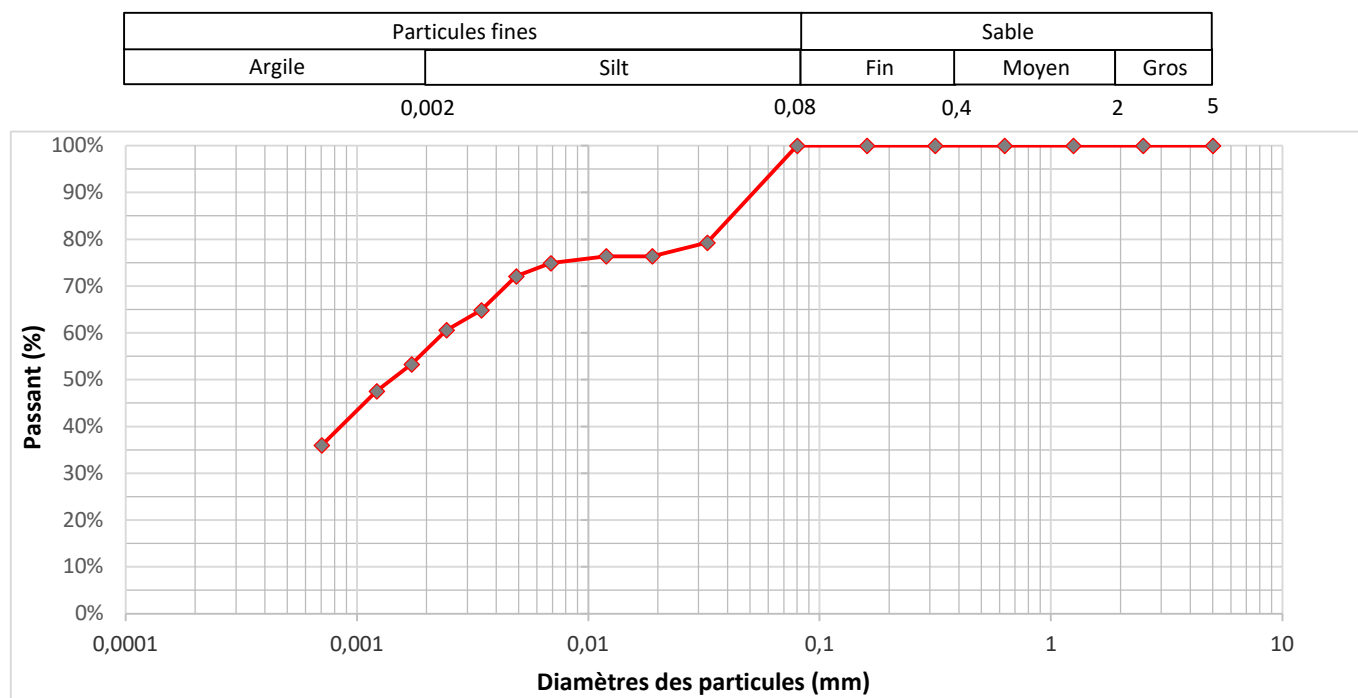
  
Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire




Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F3-CF8
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	4,27 m - 4,88 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,012	76,4	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0069	74,9	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0049	72,1	Silt	43,4%	D <sub>50</sub>	0,0014
0,630	100,0	0,0034	64,9	Argile	56,6%	D <sub>60</sub>	0,0023
0,315	100,0	0,0024	60,6	<b>Argile et silt</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0017	53,3			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0012	47,5				
0,033	79,3	0,0007	36,0				
0,019	76,4			Teneur en eau	48,7%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	3,67
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

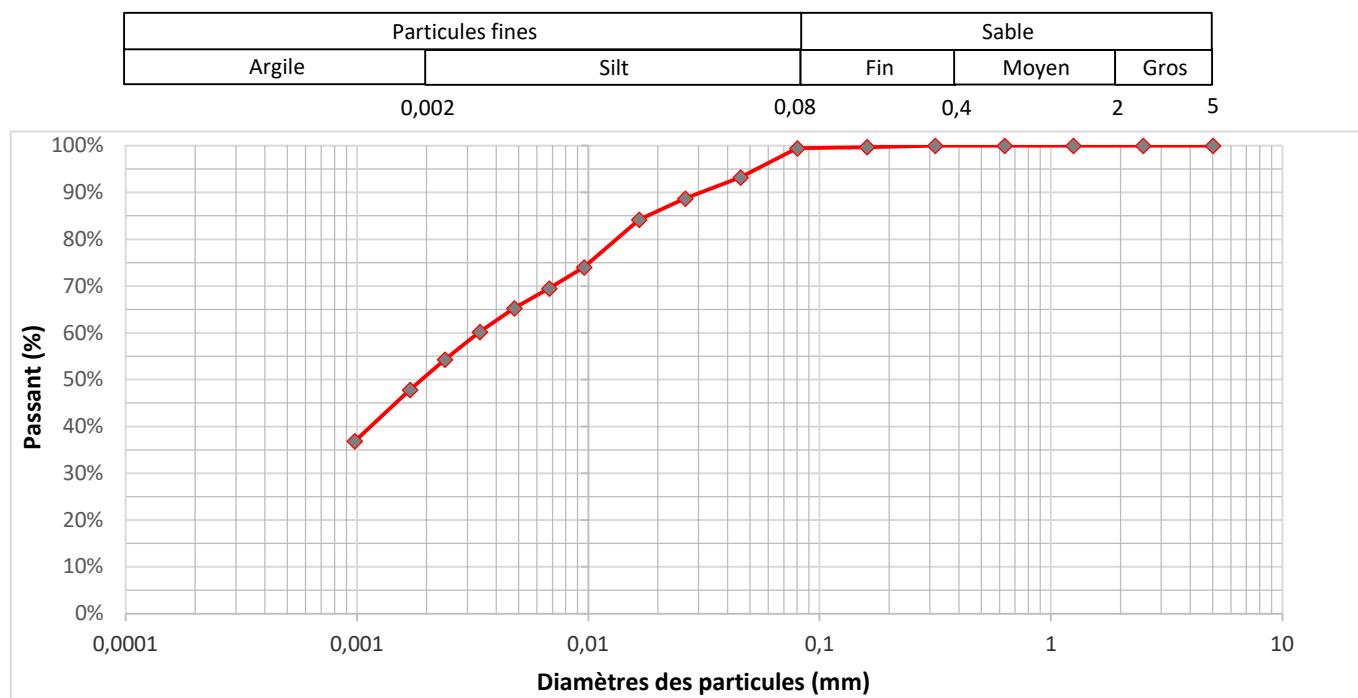
  
Émilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire




Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF4
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	84,2	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0096	74,0	Sable	0,6%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0068	69,5	Silt	48,7%	D <sub>50</sub>	0,0019
0,630	100,0	0,0048	65,3	Argile	50,7%	D <sub>60</sub>	0,0034
0,315	100,0	0,0034	60,2	Argile et silt, traces de sable		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,7	0,0024	54,3			C <sub>c</sub>	-
0,080	99,4	0,0017	47,8				
0,045	93,2	0,0010	36,9				
0,026	88,7			Teneur en eau	38,1%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,78
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:   
Émilie Walker, M.Sc.

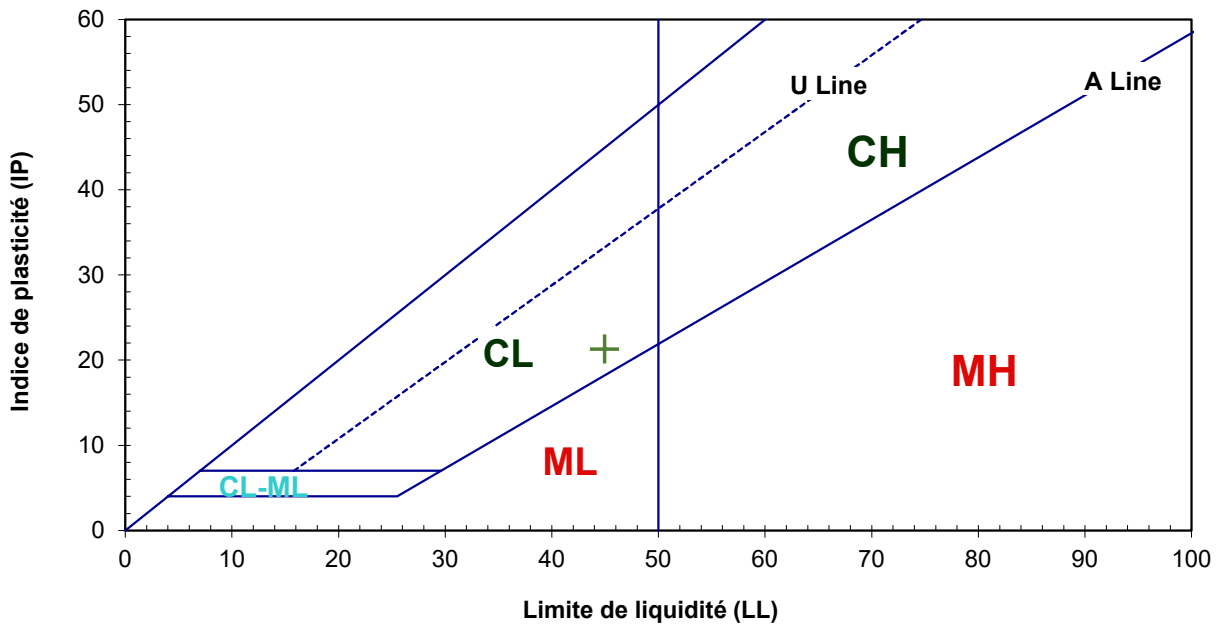
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF4
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	45%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	24%
		Indice de plasticité	21%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par addition d'eau	Indice de liquidité	0,7
		Description du sol selon (USCS)	(CL)
Teneur en eau	38,1%		

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

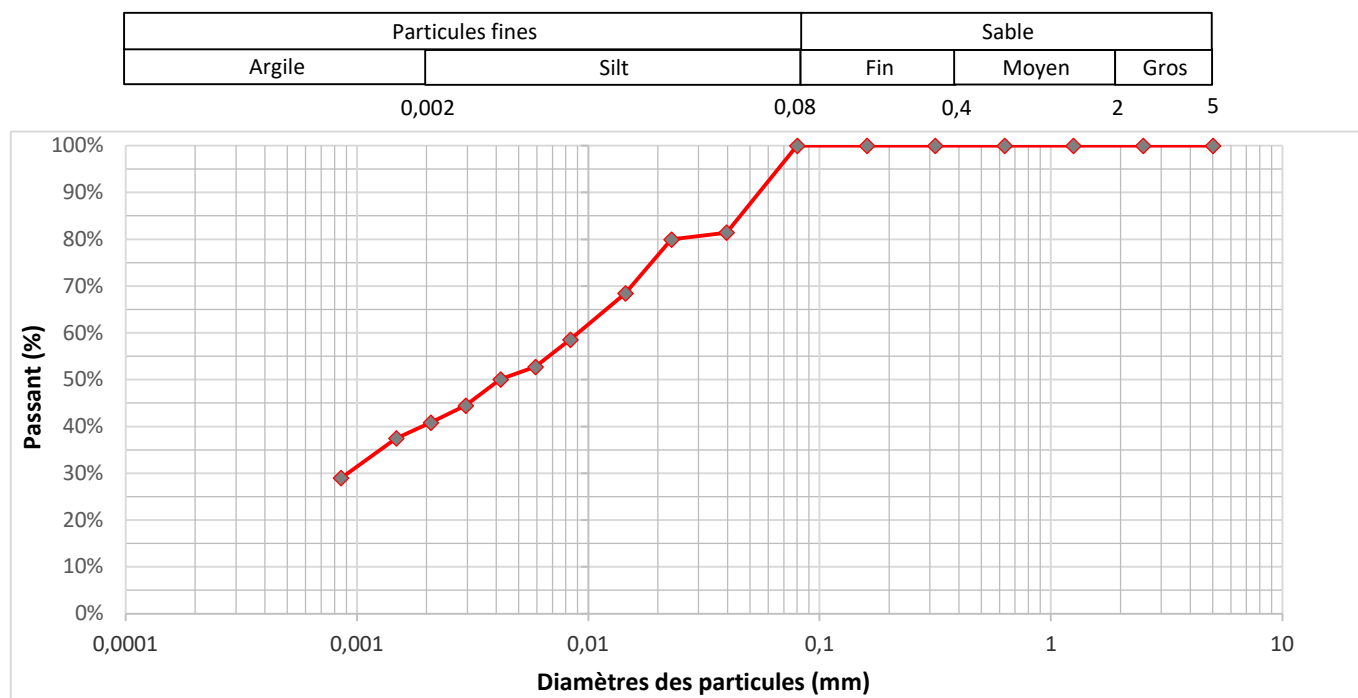
  
Emilie Waiker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF13
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	7,62 m - 8,23 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,014	68,4	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0083	58,5	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	0,00091
1,25	100,0	0,0059	52,8	Silt	59,6%	D <sub>50</sub>	0,0042
0,630	100,0	0,0042	50,1	Argile	40,4%	D <sub>60</sub>	0,0091
0,315	100,0	0,0030	44,5	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0021	40,9			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0015	37,5				
0,040	81,4	0,0009	29,0				
0,023	80,0			Teneur en eau	38,9%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,82
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:   
Émilie Walker, M.Sc.

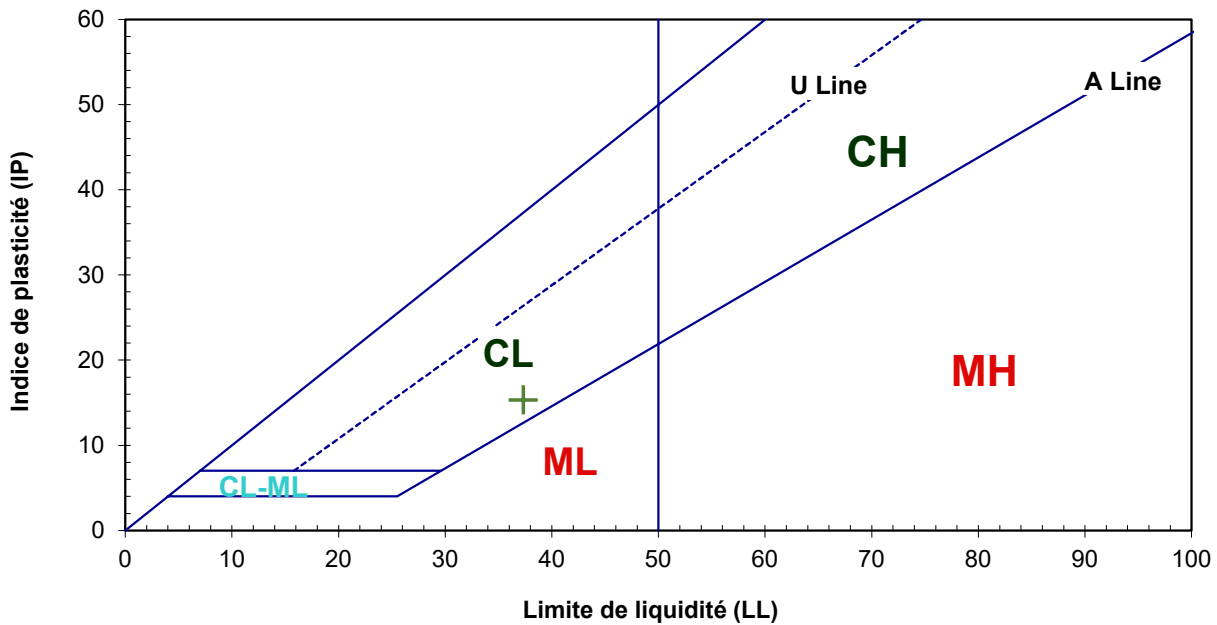
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF13
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	7,62 m - 8,23 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	37%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	22%
		Indice de plasticité	15%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,1
Teneur en eau	38,9%	Description du sol selon (USCS)	(CL)

Préparé par: Martine Larivée

Vérifié par:

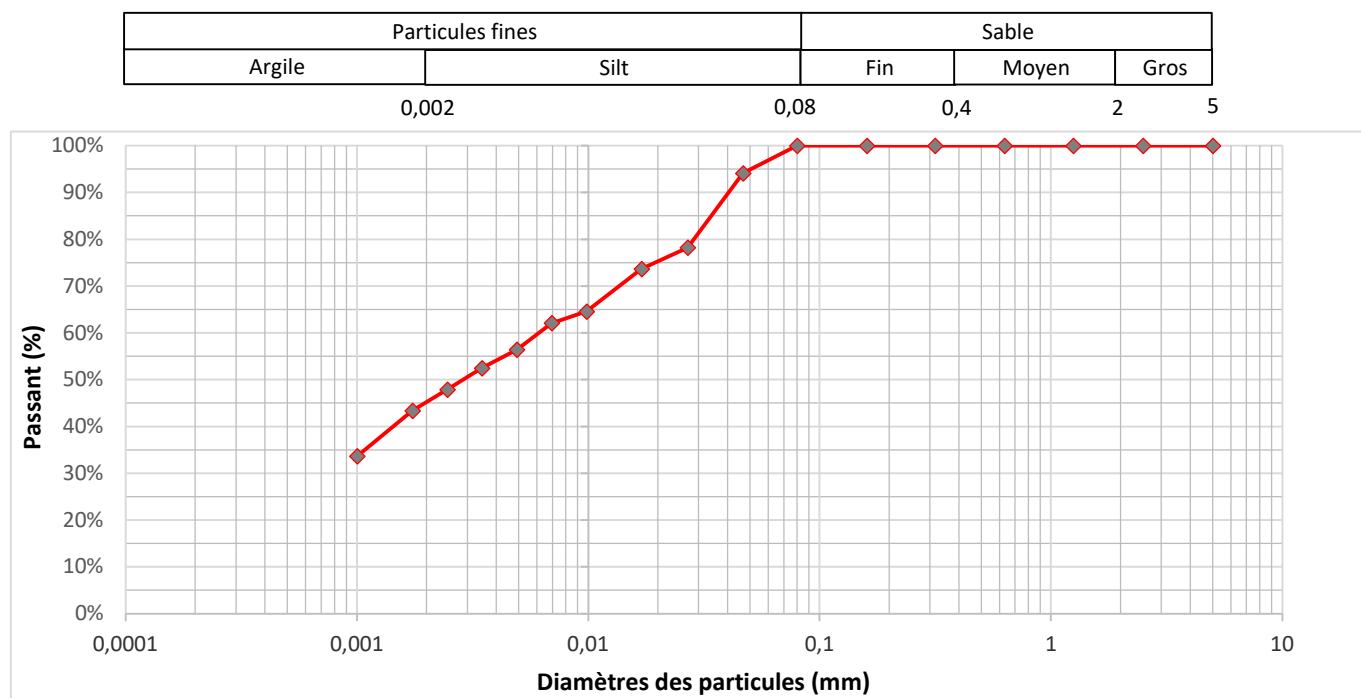
  
Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF16
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	12,20 m - 12,80 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	73,7	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0098	64,6	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0069	62,1	Silt	54,8%	D <sub>50</sub>	0,0029
0,630	100,0	0,0049	56,4	Argile	45,2%	D <sub>60</sub>	0,0061
0,315	100,0	0,0035	52,5	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0025	47,9			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0017	43,4				
0,047	94,1	0,0010	33,7				
0,027	78,2			Teneur en eau	44,6%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,80
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

Emilie Walker, M.Sc.

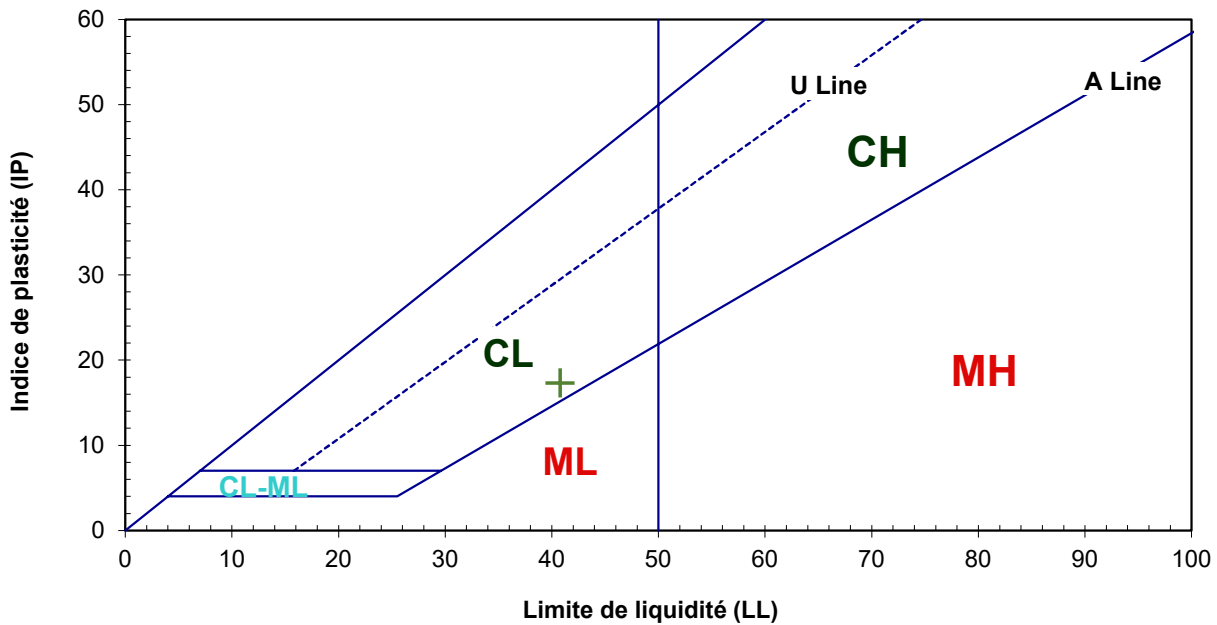
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF16
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	12,20 m - 12,80 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	41%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	23%
		Indice de plasticité	17%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,2
Teneur en eau	44,6%	Description du sol selon (USCS)	(CL)

Préparé par: Martine Larivée

Vérifié par:

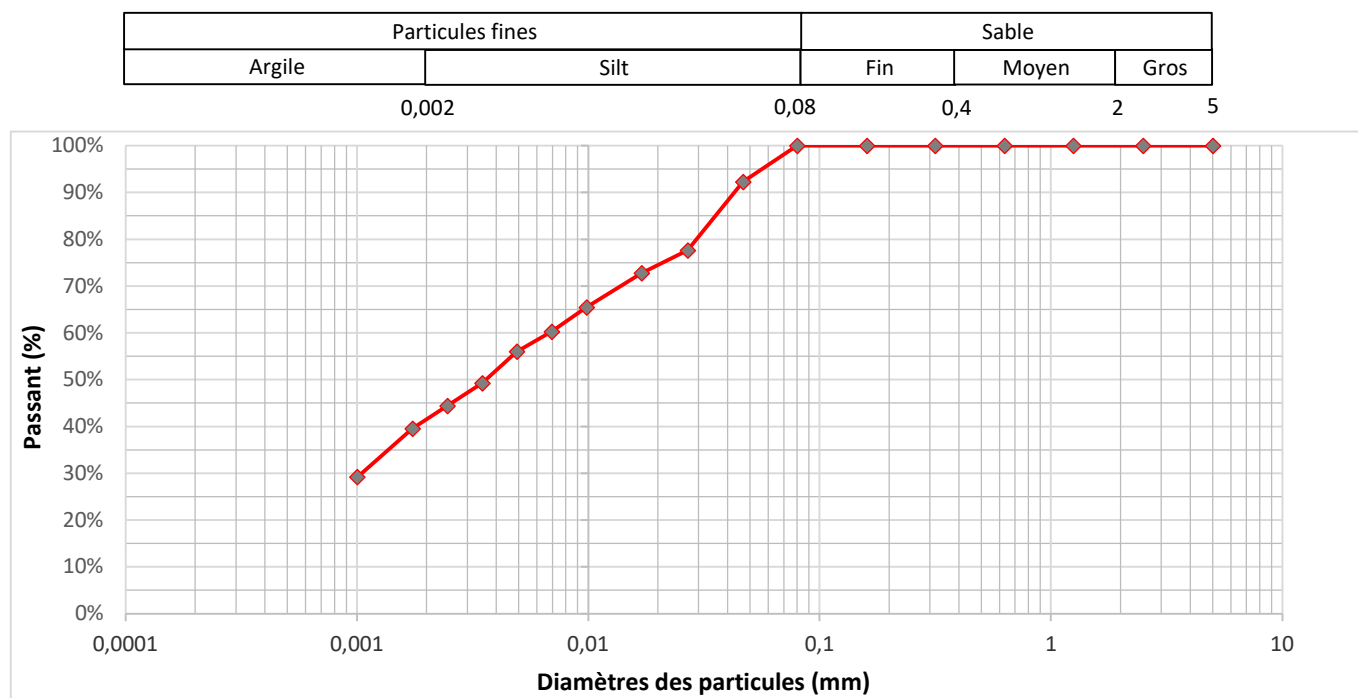
  
Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF19
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	16,77 m - 17,38 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	72,8	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0098	65,5	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	0,0011
1,25	100,0	0,0069	60,3	Silt	58,5%	D <sub>50</sub>	0,0036
0,630	100,0	0,0049	56,0	Argile	41,5%	D <sub>60</sub>	0,0068
0,315	100,0	0,0035	49,3	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0025	44,4			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0017	39,5				
0,047	92,3	0,0010	29,2				
0,027	77,6			Teneur en eau	47,3%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,79
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:   
Émilie Walker, M.Sc.

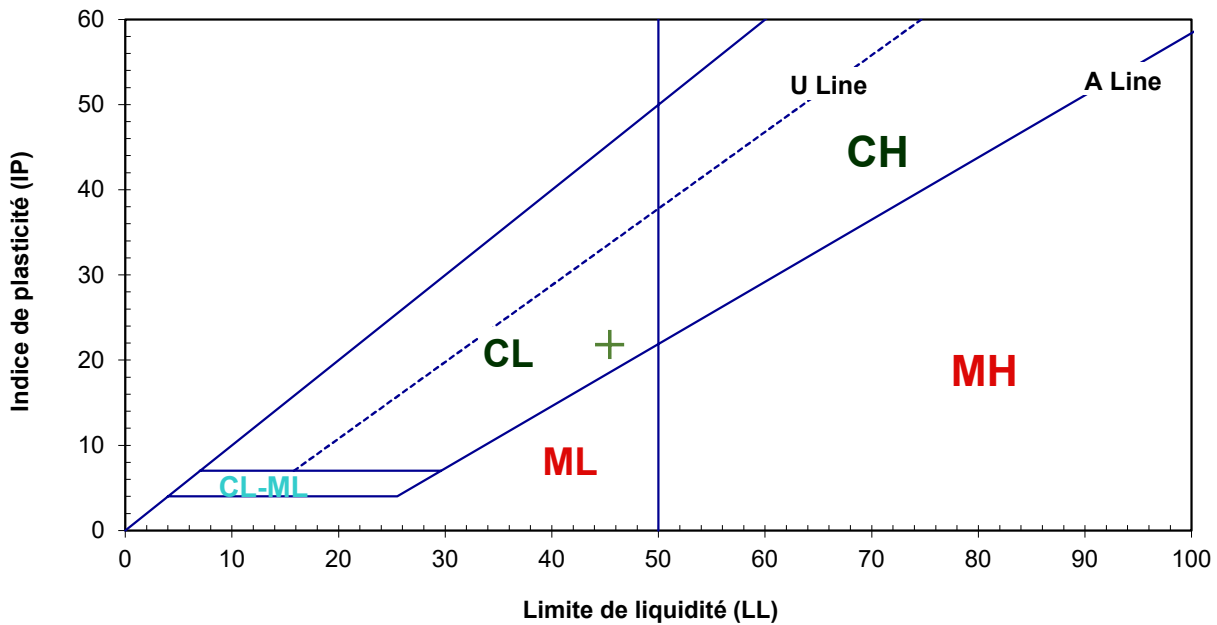
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F4-CF19
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	16,77 m - 17,38 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-19
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	45%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	24%
		Indice de plasticité	22%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,1
		Description du sol selon (USCS)	(CL)
Teneur en eau	47,3%		

Préparé par: Martine Larivée

Vérifié par:

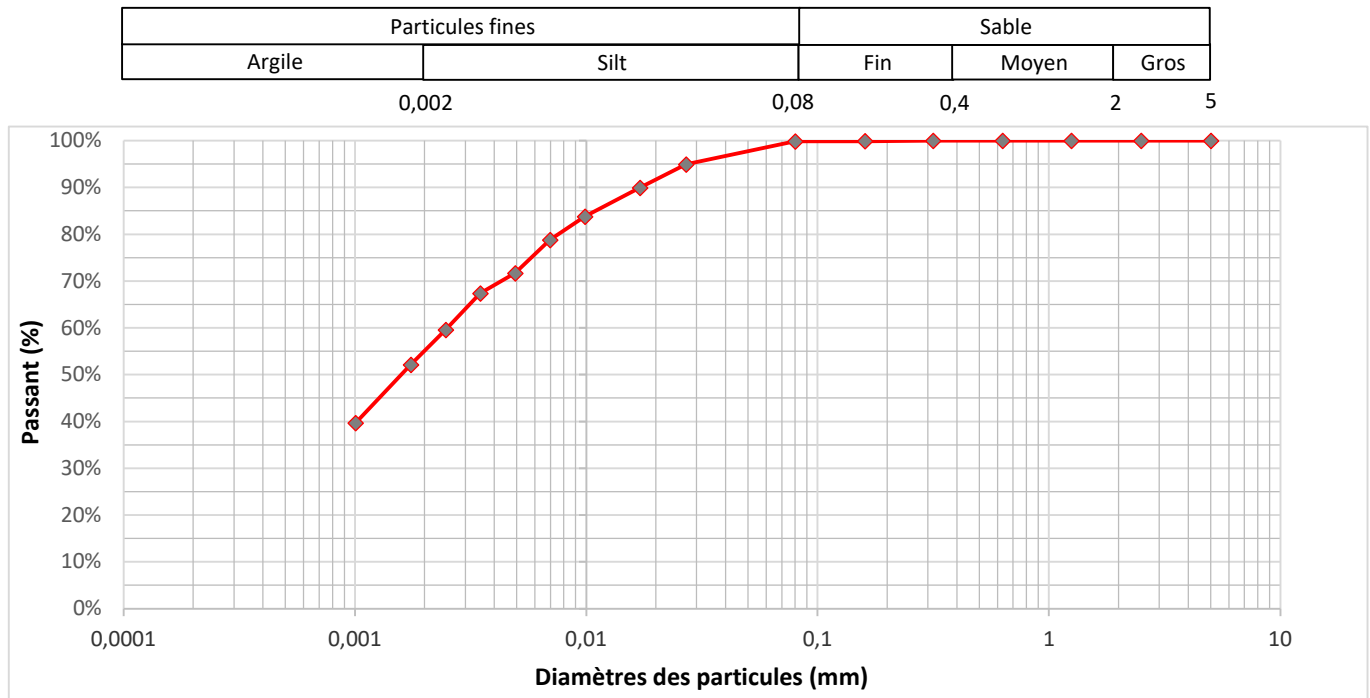
  
Emilie Waiker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F5-CF5
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	2,44 m - 3,05 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-22
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	89,9	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0099	83,8	Sable	0,2%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0070	78,8	Silt	44,7%	D <sub>50</sub>	0,0016
0,630	100,0	0,0049	71,7	Argile	55,1%	D <sub>60</sub>	0,0026
0,315	100,0	0,0035	67,4	Argile et silt, traces de sable		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,9	0,0025	59,6			C <sub>c</sub>	-
0,080	99,8	0,0017	52,1				
0,027	94,9	0,0010	39,7				
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013				Teneur en eau	39,6%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,79

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

  
Emilie Walker, M.Sc.

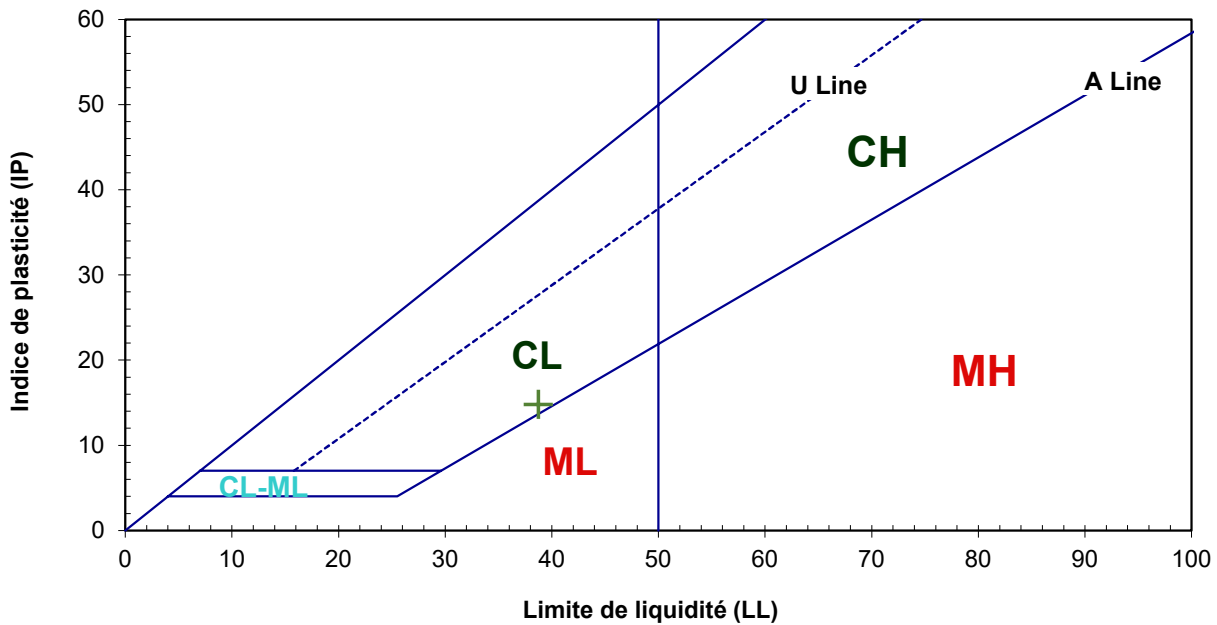
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F5-CF5
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	2,44 m - 3,05 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-22
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	39%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	24%
		Indice de plasticité	15%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,1
Teneur en eau	39,6%	Description du sol selon (USCS)	(CL)

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

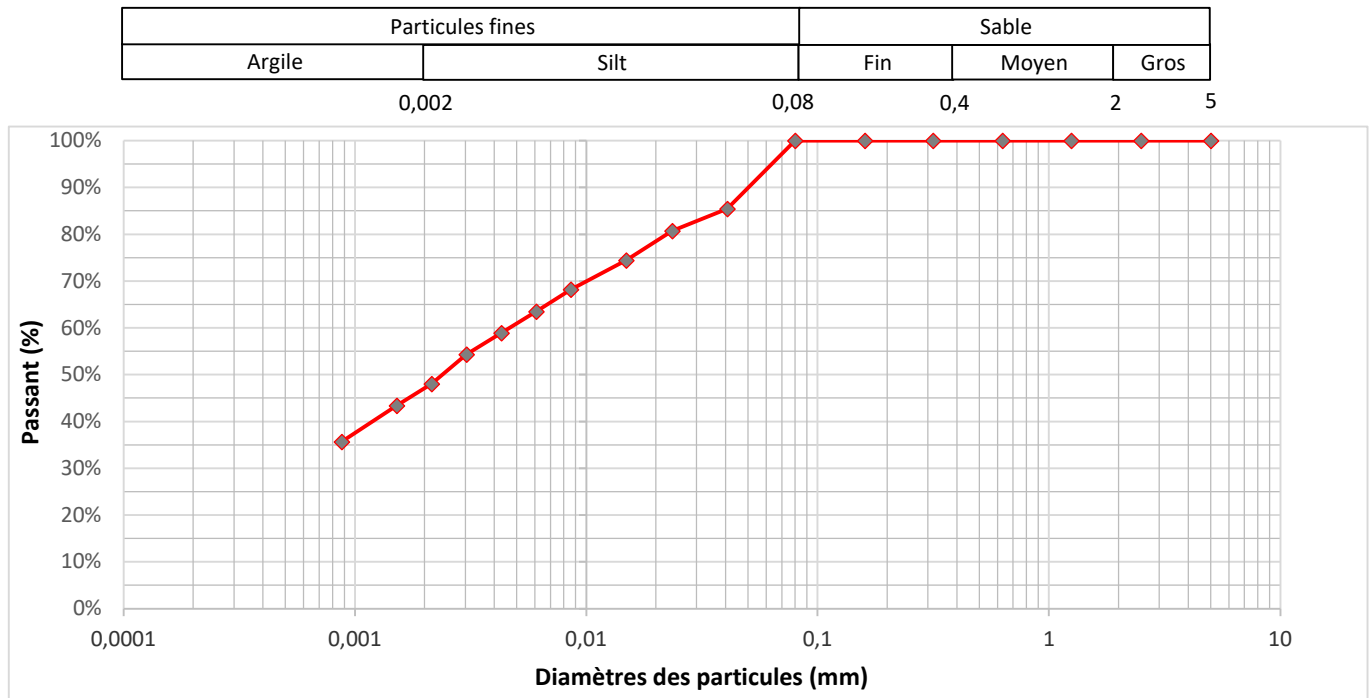
  
 Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F7-CF5
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	2,44 m - 3,05 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-22
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,015	74,4	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0086	68,2	Sable	0,0%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0061	63,5	Silt	52,7%	D <sub>50</sub>	0,0024
0,630	100,0	0,0043	58,9	Argile	47,3%	D <sub>60</sub>	0,0047
0,315	100,0	0,0030	54,3	<b>Silt et argile</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	100,0	0,0021	48,0			C <sub>c</sub>	-
0,080	100,0	0,0015	43,4				
0,041	85,4	0,0009	35,7				
0,024	80,7			Teneur en eau	43,0%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,80
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

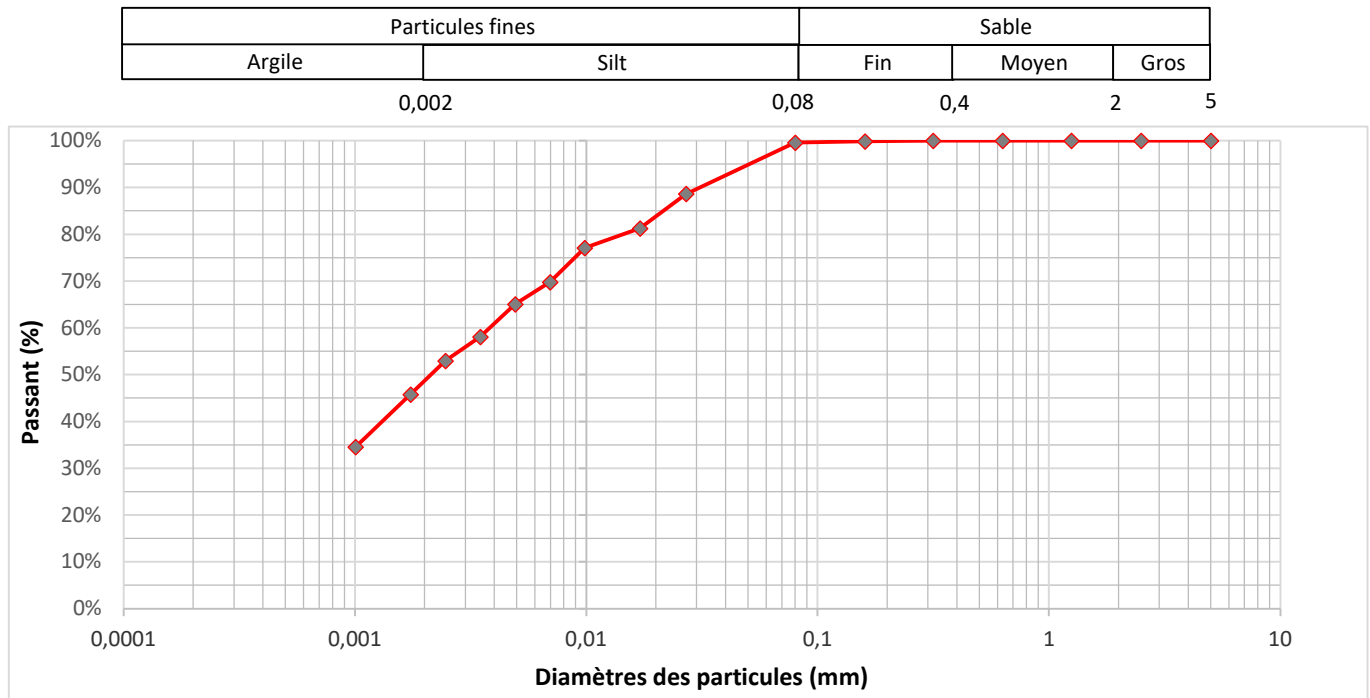
  
Emilie Walker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

# Essais de laboratoire




Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F8-CF5
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	2,44 m - 3,05 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	81,2	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0098	77,1	Sable	0,4%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0070	69,7	Silt	50,9%	D <sub>50</sub>	0,0022
0,630	100,0	0,0049	65,0	Argile	48,7%	D <sub>60</sub>	0,0039
0,315	100,0	0,0035	58,1	Silt et argile, traces de sable		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,8	0,0025	53,0			C <sub>c</sub>	-
0,080	99,6	0,0017	45,8				
0,027	88,6	0,0010	34,5				
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013				Teneur en eau	32,5%	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2,79

Préparé par: Martine Larivée

Vérifié par:   
Émilie Walker, M.Sc.

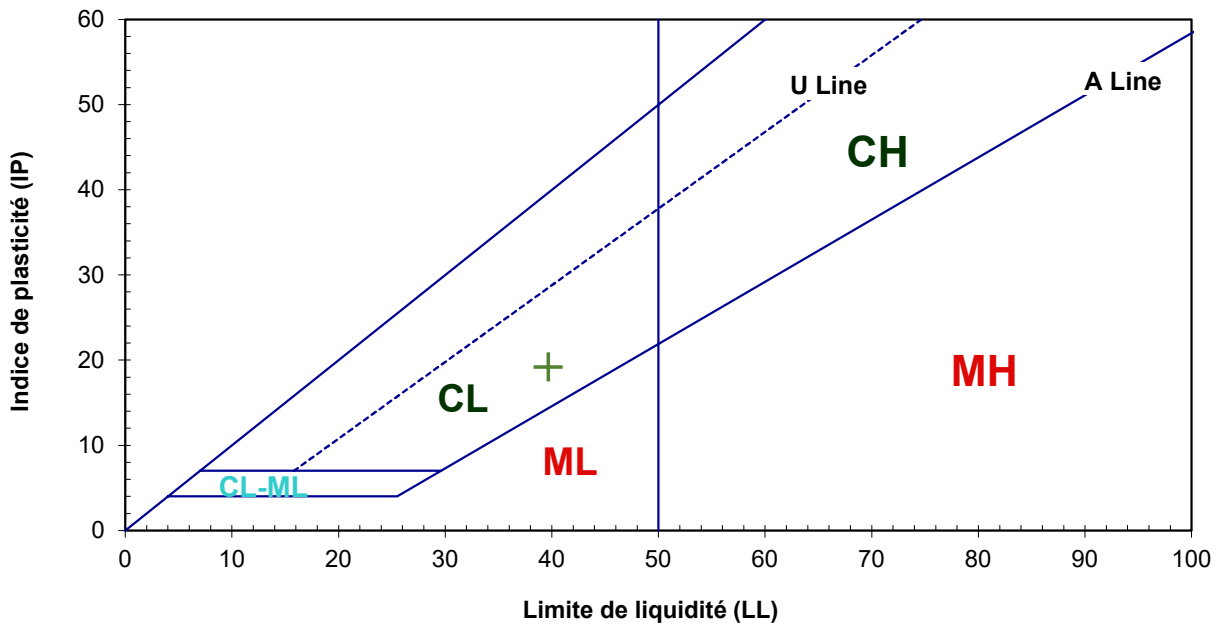
Date: 2022-10-11

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	S22123-GT1	Échantillon	22F8-CF5
Client	Groupe Génétique Inc.	Profondeur	2,44 m - 3,05 m
Provenance	Lot 4 684 302, Rang St-Léandre, Hébertville	Prélevé le	2022-09-21
Prélevé par	Samuel Guay	Effectué par	Martine Larivée



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2014		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	40%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	20%
		Indice de plasticité	19%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par addition d'eau	Indice de liquidité	0,6
		Description du sol selon (USCS)	(CL)
Teneur en eau	32,5%		

Préparé par: Martine Larivée

Vérfié par:

  
Emilie Waiker, M.Sc.

Date: 2022-10-11

**ANNEXE D**  
**RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE**

---



Vue du forage 22F2



Vue du forage 22F3



**Vue du forage 22F4**



**Vue du forage 22F5**



Vue du forage 22F7



Vue du forage 22F8



Vue du forage 24F09



Vue du roc carotté dans le forage 24F09



Vue de la tranchée 22TR1



Vue de la tranchée 22TR2



Vue de la tranchée 22TR3



Vue de la tranchée 24TR04

## **ANNEXE E**

### **PORTÉE ET LIMITATIONS**

---

Ce document est publié conformément et sous réserve d'un contrat entre le Groupe GÉOS inc. (GÉOS) et son client. La portée du mandat est décrite dans le contrat entre les parties, incluant toute modification subséquente entendue par écrit. Toute personne ou organisation qui s'appuie sur ou utilise ce document à des fins ou pour des raisons autres que celles convenues par GÉOS et son client sans avoir obtenu au préalable le consentement écrit du client, le fait à ses propres risques. Par exemple, la description des sols dans une étude de caractérisation environnementale ne peut être utilisée à des fins d'évaluation géotechnique.

Ce document est confidentiel et la propriété du client. GÉOS décline toute responsabilité pour d'éventuelles pertes, préjudices, réclamations ou dommages reliés directement ou indirectement par toute personne physique ou morale autre que celle à qui ce document est destiné en ce qui concerne l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de ce document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document par quelconque tiers non autorisé.

Ce document est destiné à être lu comme un tout et des sections ou des parties ne doivent donc pas être lues, utilisées ou invoquées hors de leur contexte afin de conserver l'intégralité des faits et propos rapportés, de même que l'analyse et les conclusions présentées.

La reproduction de ce document en entier ou en partie est autorisée sous réserve de faire référence à GÉOS comme en étant l'auteur.

Les investigations ou inventaires scientifiques permettent de réduire, sans nécessairement éliminer, l'incertitude concernant les composantes biophysiques, la qualité environnementale ou géotechnique d'un site. L'interprétation, les recommandations et la conclusion ne réfèrent qu'aux données, informations et résultats d'analyses recueillis lors du mandat d'investigation ou d'inventaire ou provenant de toute autre information rendue disponible avant ou durant le mandat. L'interprétation des résultats fait référence aux lois, politiques et règlements en vigueur au moment de la rédaction.

Les phénomènes naturels et anthropologiques sont souvent singuliers, variables et complexes. Les résultats obtenus au cours du mandat sont jugés représentatifs des composantes et caractéristiques biophysiques présentes aux endroits ayant fait l'objet d'une investigation ou d'un inventaire, et ce, pour les paramètres ou composantes sélectionnés tels que définis dans le mandat. Ces résultats ne constituent pas une

garantie que les composantes et caractéristiques biophysiques sont identiques pour les endroits n'ayant pas fait l'objet d'investigation ou d'inventaire. Ces résultats ne sont valides que pour la période où l'inventaire ou l'investigation est réalisée. Toute extrapolation à partir des résultats est formulée sur une base interprétative et doit être considérée comme telle.

Tout changement dans les conditions biophysiques du site, de son administration, des activités ou de son utilisation peut modifier de façon significative les conclusions et les informations décrites dans ce document.

Ce document est préparé en utilisant les niveaux de compétence et de diligence normalement exercés par des scientifiques spécialisés dans les domaines d'expertises requis pour répondre aux objectifs du mandat. Lors de la préparation de ce document, GÉOS a suivi une méthodologie et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. GÉOS est d'opinion que les recommandations issues de ce document doivent être considérées comme valides avec une marge d'erreur raisonnable pour ce type d'étude.

À moins d'indication contraire, GÉOS n'a pas contrevérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance du client et autres sources sur lesquels peuvent être fondés son opinion et conséquemment n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard. Ainsi, GÉOS ne pourra être tenu responsable d'aucune erreur, donnée ou propos erroné ou inexact contenu dans le rapport résultant d'erreurs, d'omissions, de fausses représentations ou d'actes frauduleux commis par le personnel de service, les employés ou les représentants du propriétaire du site à l'étude ayant transmis des informations à GÉOS.

GÉOS se réserve le droit de rectifier toute conclusion établie sur la base des résultats obtenus durant le mandat, d'informations ou données fournies ou obtenues par une tierce partie ainsi que par le client qui s'avéreraient incorrectes, faussement rapportées ou basée sur d'informations additionnelles rendues disponibles et qui ne l'étaient pas auparavant ou n'avaient pas été divulguées.



[groupegeos.ca](http://groupegeos.ca)

Environnement  
Ingénierie  
Matériaux

**Drummondville • Lévis • Montréal • Québec • Saguenay**

Si vous avez besoin d'information, d'une soumission ou de l'avis d'un expert, nous sommes là pour vous répondre.

[info@groupegeos.ca](mailto:info@groupegeos.ca) / 1-844-979-GÉOS (4367)