



## ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Développement domiciliaire résidentiel

Lot 2 540 342 du cadastre du Québec.

Préparée pour : Municipalité de Saint-Esprit

Mai 2024

Réf. : M23044-GT1



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



## ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

### Projet de développement domiciliaire résidentiel

Rue Montcalm, Saint-Esprit (Québec)  
Lot 2 540 342 du cadastre du Québec

Rapport final préparé pour :  
Municipalité de Saint-Esprit

Réf. : M23044-GT1-01

Mai 2024

Rédigé par :

Carlos Fernando Montenegro, ing.  
Chargé de projet  
OIQ : 6030540

Préparé et révisé par :

Serge Gagné, ing. M.Sc.  
Directeur de l'ingénierie  
OIQ : 125913

## REGISTRE DES ÉMISSIONS ET RÉVISIONS DU RAPPORT

DATE	VERSION
21 septembre 2023	Version préliminaire
14 mai 2024	Version finale

### ÉQUIPE DE PROJET

#### Gestion

Chargé de projet  
Chargé de projet

Carlos Fernando Montenegro, ing.  
Masoud Farripoor, CPI, M. Sc.

Consultant en géotechnique  
Directeur de projet

Mahmoud Hejazi, ing. Dr.ing.  
Serge Gagné, ing. M. Sc.

#### Réalisation

Technicien  
Dessin  
Rédaction de rapport

Mathew Gibbons, tech  
Joseph Beaulieu, stagiaire. & Riwa Raad, tech  
Carlos Fernando Montenegro, ing.  
Serge Gagné, ing. M. Sc.  
Serge Gagné, ing. M. Sc.

Révision de rapport

#### Sous-traitants

Forages

Forage Grenville

## TABLE DES MATIÈRES

---

1	Portée et objectifs du mandat.....	1
1.1	Cadre de l'étude.....	1
1.2	Objectif des travaux .....	1
2	Description du site.....	2
2.1	Description sommaire du site .....	2
2.2	Géologie régionale.....	2
3	Méthode de reconnaissance .....	3
3.1	Sommaire des travaux .....	3
3.2	Forages.....	3
3.2.1	Échantillonnage des sols .....	3
3.2.2	Tubes d'observation et niveaux d'eau.....	4
3.2.3	Localisation des forages .....	4
3.3	Travaux de laboratoire .....	4
4	Résultats des travaux de terrain.....	5
4.1	Stratigraphie des sols.....	5
4.2	Sols naturels .....	5
4.2.1	Couvert végétal.....	5
4.2.2	Dépôt de sable et de silt .....	6
4.2.3	Dépôt argileux.....	6
4.2.4	Sable silteux et graveleux .....	10
4.2.5	Socle Rocheux.....	10
4.3	Niveau de l'eau souterraine.....	10
5	Commentaires et recommandations.....	11
5.1	Généralités.....	11
5.2	Potentiel de liquéfaction .....	12
5.3	Catégorie d'emplacement sismique du site .....	12
5.4	Fondations des futures résidences.....	12
5.4.1	Niveau d'assise des fondations.....	12
5.4.2	Inspection des fonds d'excavation .....	13
5.4.3	Capacités portantes.....	13
5.4.3.1	Capacité portante à l'état limite de tenue en service (ÉLTS) .....	13

5.4.3.2	Capacités portantes aux états limites ultimes (ÉLU).....	14
5.4.4	Coussin de propreté .....	15
5.5	Nouvelle rue.....	15
5.5.1	Conduites .....	16
5.5.1.1	Profondeur de protection contre le gel.....	16
5.5.1.2	Assise et enrobage des conduites.....	16
5.5.1.3	Remblayage des conduites .....	16
5.5.2	Transition.....	17
5.5.3	Drainage de la chaussée .....	17
5.5.4	Structure de chaussée .....	17
5.5.4.1	Préparation de la ligne d'infrastructure .....	17
5.5.4.2	Paramètres considérés .....	18
5.5.4.3	Infrastructure améliorée .....	20
5.6	Excavations temporaires .....	21
5.7	Conditions d'excavation .....	21
5.8	Pente d'excavation temporaire .....	22
5.9	Drainage temporaire .....	22
5.10	Réutilisation et gestion des matériaux excavés .....	23
5.11	Conditions hivernales.....	23

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1	Localisation générale du site.....	2
Figure 2	Croquis du projet visé par la Municipalité de Saint-Esprit.....	11

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1	Analyses et essais en laboratoire.....	4
Tableau 2	Sommaire de la stratigraphie rencontrée .....	5
Tableau 3	Résumé des essais de laboratoire – Dépôt de silt.....	6
Tableau 4	Résumé des essais de laboratoire – Dépôt argileux .....	7
Tableau 5	Résistance au cisaillement au pénétromètre à cône ( <i>Cu</i> ) .....	8
Tableau 6	Résistance au cisaillement « <i>in situ</i> » des sondages.....	8
Tableau 7	Résumé des relevés de niveau d'eau .....	10
Tableau 8	Capacités portantes aux états limites de service (ÉLTS).....	13
Tableau 9	Paramètres géotechniques pour le calcul de la capacité portante à l'ÉLU.....	15
Tableau 10	Paramètres et intrants considérés pour le dimensionnement.....	18
Tableau 11	Structure de chaussée recommandée.....	19

## LISTE DES ANNEXES

---

ANNEXE A	PLAN DE LOCALISATION
ANNEXE B	RAPPORTS DE FORAGE
ANNEXE C	CERTIFICATS DE LABORATOIRE
ANNEXE D	RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE
ANNEXE E	PORTÉES ET LIMITATIONS

# 1 PORTEE ET OBJECTIFS DU MANDAT

---

## 1.1 Cadre de l'étude

La Municipalité de Saint-Esprit a retenu les services professionnels de Groupe GÉOS inc. (GÉOS) afin de réaliser une étude géotechnique sur le terrain situé sur le lot 2 540 342 du cadastre de Québec, adjacent au rang Montcalm, à Saint-Esprit, conformément à l'offre de services datée du 30 mai 2023.

Dans le cadre de cette étude, le mandat était de déterminer les caractéristiques géotechniques du site. Selon les informations disponibles, le lot à l'étude possède une superficie de 31 326 m<sup>2</sup> (337 194 pi<sup>2</sup>).

Le présent rapport concerne l'étude géotechnique en vue du développement du terrain et éventuellement pour la préparation des plans et devis du projet. Il explique l'ensemble des travaux réalisés sur le terrain et en laboratoire et fait état des résultats obtenus et des commentaires et des recommandations se rapportant au projet.

Le rapport comprend cinq (5) annexes qui contiennent le plan de localisation (Annexe A), les rapports de forage (Annexe B), les résultats de laboratoire (Annexe C), un répertoire de photos du site lors des travaux de terrain ainsi que des carottes de roc récupérées (Annexe D), et, pour finir, la portée et limitations du présent rapport géotechnique (Annexe E).

## 1.2 Objectif des travaux

L'objectif des travaux consistait à déterminer les caractéristiques géotechniques du site en vue d'un projet de développement domiciliaire résidentiel, incluant la construction d'une infrastructure routière, la mise en place de services souterrains et la construction de bâtiments résidentiels. Aussi, le mandat prévoyait l'analyse de la stabilité du talus en bordure de la rivière Saint-Esprit.

Le mandat de GÉOS incluait les éléments suivants :

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

Aucune étude antérieure ou en cours n'a été transmise à GÉOS.

Il est également à noter que l'objectif de l'étude concernant la construction des futurs bâtiments résidentiels est de nature préliminaire et se veut essentiellement de vérifier de façon générale la possibilité que les sols en place puissent supporter les charges associées à ce type de structure.

Les informations quant à l'analyse de la stabilité du talus font l'objet d'un rapport distinct, lequel est identifié par le numéro M23044-GT1-02.



## 2 DESCRIPTION DU SITE

### 2.1 Description sommaire du site

Le site à l'étude correspond au lot 2 540 342, à Saint-Esprit. Le terrain est généralement dégagé et de topographie relativement plane, mis à part le long de la rivière où il est boisé et où la topographie est descendante. La Figure 1, tirée de l'application *Google Earth*, présente un aperçu de la localisation du site.

**Figure 1 Localisation générale du site**



### 2.2 Géologie régionale

Les informations des cartes interactives du Système d'Information Géomineire du Québec (SIGEOM) révèlent que le socle rocheux du site serait constitué de calcaire cristallin de couleur gris clair avec de fréquents passages d'argile de couleur gris foncé, qui est très fossilifère et de stratification horizontale.



## 3 METHODE DE RECONNAISSANCE

---

### 3.1 Sommaire des travaux

Les travaux de chantier se sont déroulés du 10 au 14 juillet 2023, sous la supervision du personnel professionnel de GÉOS, lesquels ont compris :

- Localisation des services souterrains via Info-excavation;
- La réalisation de six (6) forages géotechniques variant entre 8,23 et 14,97 m de profondeur;
- Le relevé du niveau stabilisé de l'eau souterraine;
- Le relevé des coordonnées géodésiques de la position des forages avec un GPS de précision.

Les profondeurs citées dans ce rapport ont été mesurées à partir de la surface du terrain. La localisation des points de forage est présentée à l'Annexe A alors qu'un montage photographique des travaux réalisés est disponible à l'Annexe D.

### 3.2 Forages

Les forages ont été exécutés par l'entreprise *Forage Grenville inc.* à l'aide de foreuses hydrauliques de marques « CME » modèle 75, montée sur chenille et munie de tarières évidées et de tubages de calibre « NW ».

La supervision des travaux a été réalisée par Matthew Gibbons et Mathieu Lapointe, technicien de chantier et Carlos Fernando Montenegro, chargé de projet chez GÉOS.

À noter qu'une vérification des infrastructures souterraines publiques et privées (gaz naturel, téléphone, réseau électrique, aqueduc, égouts, etc.) a été effectuée auprès d'Info-Excavation.

#### 3.2.1 Échantillonnage des sols

Les échantillons de sols ont été prélevés au moyen de cuillères fendues normalisées (de 51 et 63 mm de diamètre) enfoncées à l'aide d'un marteau à chute automatique. Conformément à l'essai de pénétration standard de la norme ASTM D1586-18, le nombre de coups nécessaire à l'enfoncement des cuillères a été relevé lors des forages.

Des échantillons intacts des sols cohérents ont été échantillonnés à l'aide de tubes à paroi mince de type Shelby de 76 mm de diamètre. Des mesures de la résistance au cisaillement non drainé « *in situ* » aux forages 23F1, 23F2, 23F3 et 23F5 ont également été effectuées dans les couches des sols cohérents à l'aide d'un scissomètre de chantier de type « Nilcon », conformément à la norme ASTM D 2573.

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

Les caractéristiques propres à chaque échantillon, telles que les profondeurs de prélèvements, les caractéristiques pédologiques, géologiques et granulométriques, ont été relevées. Celles-ci sont inscrites dans les rapports de forage, présentés à l'Annexe B.

Une description des horizons des sols rencontrés est présentée à la section 4 du présent document.

À noter que tous les échantillons seront conservés dans l'entrepôt de 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 Tubes d'observation et niveaux d'eau

Préalablement au remblayage des différents forages, un tube d'observation de 20 mm de diamètre, crépiné a été installé au droit des forages 23F1R, 23F3 et 23F5 afin de déterminer ultérieurement la profondeur de l'eau souterraine. Les détails d'installation sont indiqués selon le schéma présenté dans les rapports de forages à l'Annexe B. Les niveaux d'eau relevés dans les tubes d'observation en question sont présentés à la section 4.3.

### 3.2.3 Localisation des forages

L'implantation des forages sur le terrain a été effectuée par le personnel de GÉOS à partir des informations de localisation du projet, fournies par la Municipalité de Saint-Esprit. Le relevé géodésique de la localisation finale des points de forage a été effectué par le personnel de GÉOS. L'appareil utilisé est un récepteur GNSS de marque Trimble de modèle DA2 avec une précision horizontale de 1 cm et de 2 cm pour l'altitude.

Les coordonnées ainsi que l'élévation géodésique des forages sont indiquées sur les rapports de forage présentés à l'Annexe B. Le système utilisé pour les coordonnées est le NAD 83 SCRS UTM zone 18 avec le géoïde de référence HT2.

## 3.3 Travaux de laboratoire

Les analyses et essais en laboratoire effectués dans le cadre du présent mandat sont présentés au Tableau 1 ci-dessous. Les résultats sont, quant à eux, présentés dans les certificats d'analyse insérés à l'Annexe C.

**Tableau 1 Analyses et essais en laboratoire**

Essais	Nombre	Norme
Analyse granulométrique	10	BNQ 2501-025
Détermination de la teneur en eau	10	BNQ 2501-170
Limites de consistance « d'Atterberg »	10	BNQ 2501-090
Détermination de la résistance au cisaillement non drainé au pénétromètre à cône	4	BNQ 2501-110

## 4 RESULTATS DES TRAVAUX DE TERRAIN

### 4.1 Stratigraphie des sols

Les horizons suivants ont été rencontrés sur le site lors des travaux de terrain. Une description détaillée des échantillons prélevés est également présentée dans les rapports de forage à l'Annexe B.

Le Tableau 2 ci-dessous résume les épaisseurs des horizons d'intérêts de la stratigraphie rencontrée lors des travaux de reconnaissance.

**Tableau 2 Sommaire de la stratigraphie rencontrée**

Forage	Sols naturels				Roc	Fin du forage
	Terre végétale et sols remaniés	Sable silteux à silt sableux	Silt argileux à argile et silt	Sable graveleux		
	Profondeur-Épaisseur-Élévation (m)					
23F1	0,00 - 0,30	0,30 - 1,83	1,83 - 8,73	8,73 - 11,20	11,20 - 14,80	14,80
61,54	0,30	1,53	6,90	2,47	3,60	-
	61,54	61,24	59,71	52,81	50,34	46,74
23F2	0,00 - 0,30	0,30 - 1,83	1,83 - 10,67	10,67 - 10,80	10,80 - 14,91	14,91
60,80	0,30	1,53	8,84	0,13	4,11	-
	60,80	60,50	58,97	50,13	50,00	45,89
23F3	0,00 - 0,30	0,30 - 0,61	0,61 - 10,67	10,67 - 11,06	11,06 - 14,83	14,83
61,55	0,30	0,31	10,06	0,39	3,77	-
	61,55	61,25	60,94	50,88	50,49	46,72
23F4	0,00 - 0,30	0,30 - 1,83	1,83 - 8,23			8,23
61,98	0,30	1,53	6,40	-	-	-
	61,98	61,68	60,15			53,75
23F5	0,00 - 0,30	0,30 - 1,27	1,27 - 8,23			8,23
61,97	0,30	0,97	6,96	-	-	-
	61,97	61,67	60,70			53,74
23F6	0,00 - 0,30	0,30 - 1,83	1,83 - 5,12	5,12 - 8,23		8,23
61,37	0,30	1,53	3,29	3,11	-	-
	61,37	61,07	59,54	56,25		53,14

### 4.2 Sols naturels

#### 4.2.1 Couvert végétal

En surface du terrain à l'endroit de tous les forages, un couvert végétal et une couche de sols remaniés ont été observés, sur une épaisseur d'au moins 300 mm. La distinction des sols remaniés et des sols naturels est difficile à réaliser et pourrait varier.

#### 4.2.2 Dépôt de sable et de silt

Sous le couvert végétal à l'endroit, un dépôt de sable contenant des traces de silt à silteux variant à un silt avec un peu de sable été observé. Son épaisseur varie entre 0,31 et 1,53 m est sa compacité est qualifiée lâche à moyenne.

Un (1) échantillon représentatif du dépôt a été soumis à un essai granulométrique par tamisage mécanique et par sédimentation. Les résultats sont présentés au Tableau 3.

**Tableau 3 Résumé des essais de laboratoire – Dépôt de silt**

Identification				Analyses granulométriques				Description
Forage	Échantillon	Profondeur (m)		Proportions (%)				
		De	À	Gravier	Sable	Silt	Argile	
23F1	CF2	0,61	1,22	0,0	29,5	61,2	9,3	Silt sableux, trace d'argile.

#### 4.2.3 Dépôt argileux

Sous le dépôt décrit précédemment, à partir d'une profondeur comprise entre 0,61 et 1,83 m, un dépôt de silt argileux variant à une argile et silt avec des traces de sable a été observé dans tous les forages. L'épaisseur du dépôt fait entre 3,29 et 10,06 m pour les forages 23F1 à 23F3 et 23F6. Pour les forages 23F4 et 23F5, les forages ont été arrêtés à l'intérieur de la limite inférieure du dépôt à une profondeur de 8,23 m.

Les valeurs de résistance au cisaillement non drainé à l'état intact ( $c_u$ ) mesurées en 23F1, 23F2, 23F3 et 23F5 à l'aide d'un scissomètre « Nilcon » varient en général entre 34,1 et 99,3 kPa, ce qui montre que la consistance du dépôt d'argile peut être qualifiée ferme à raide. Les valeurs de résistance au cisaillement non drainé à l'état remanié ( $c_{ur}$ ) obtenues des profils « Nilcon » varient généralement entre 1,9 et 9,7 kPa et ce dépôt peut être qualifié de très sensible à extrêmement sensible avec une valeur de sensibilité qui varie entre 4,6 et 48,5.

Il est à noter que pour un essai des essais réalisés au scissomètre dans le forage 23F3, la consistance a été mesurée très molle avec une valeur de 5,8 kPa. Cette valeur a été jugée non représentative et est sans doute attribuable aux manipulations de chantier et en raison de la grande sensibilité du dépôt.

Neuf (9) échantillons représentatifs du dépôt ont été soumis à un essai granulométrique par tamisage mécanique et par sédimentation. De plus, dix (10) essais de limites d'Atterberg ont été réalisés sur les échantillons du dépôt. Les résultats sont présentés au Tableau 4.

**Tableau 4 Résumé des essais de laboratoire – Dépôt argileux**

Identification				Analyses granulométriques				Limites d'Atterberg					USCS	Description
Forage	Échantillon	Profondeur (m)		Proportions (%)				W	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>		
		De	À	Gravier	Sable	Silt	Argile	(%)	(%)	(%)				
23F1	CF4	1,83	2,44	0,0	6,9	46,4	46,7	-	-	-	-	-	-	Argile et silt, trace de sable.
23F1	TS7	4,64	4,74	-	-	-	-	57,6	47	21	26	1,4	CL	-
23F1	TS9	7,69	7,79	-	-	-	-	48,6	52	22	30	0,9	CH	-
23F2	CF4	1,83	2,44	0,0	1,6	44,3	54,1	48,0	56	25	31	0,7	CH	Argile et silt, trace de sable.
23F2	CF5	9,15	9,76	-	-	-	-	58,4	48	20	28	1,4	CL	-
23F2	CF6	3,05	3,66	0,0	9,9	44,3	45,8	51,9	45	21	24	1,3	CL	Argile et silt, trace de sable.
23F2	TS7	4,64	4,74	-	-	-	-	64,0	54	25	29	1,3	CH	-
23F2	TS9	7,69	7,79	-	-	-	-	62,8	50	24	26	1,5	CL	-
23F2	CF8	6,10	6,71	0,0	0,7	31,6	67,7	-	-	-	-	-	-	Argile et silt.
23F2	CF10	9,15	9,76	0,0	1,3	38,3	60,4	-	-	-	-	-	-	Argile et silt, trace de sable.
23F3	CF3	1,22	1,83	0,0	6,8	65,0	28,2	-	-	-	-	-	-	Silt argileux, trace de sable.
23F4	CF4	1,83	2,44	0,0	12,1	48,0	39,9	36,2	36	18	18	1,0	CL	Silt et argile, un peu de sable.
23F5	CF4	1,83	2,44	0,0	8,3	39,3	52,4	46,3	44	21	23	1,1	CL	Argile et silt, trace de sable.
23F6	CF4	1,83	2,44	0,0	0,5	47,3	52,2	44,2	44	23	21	1,0	CL	Argile et silt.

USCS : Système de classification unifiée des sols (Unified Soil Classification System).



Selon l'abaque de plasticité, le dépôt argileux rencontré se classe comme une « argile inorganique de plasticité moyenne à élevée » et de classification USCS « CL ou CH ».

De plus, quatre (4) déterminations de la résistance au cisaillement non drainé à l'aide du pénétromètre à cône ont été réalisées en laboratoire sur des échantillons non remaniés prélevés au moyen des tubes à paroi mince de type Shelby, près des forages 23F1 et 23F2. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 5.

**Tableau 5 Résistance au cisaillement au pénétromètre à cône (Cu)**

Forage	Profondeur (m)	Résistance au cisaillement		Sensibilité (Cu/Cur)		Consistance
		Intacte	Remanié			
		Cu (kPa)	Cur (kPa)			
23F1	4,57 - 5,18	46	0,9	48	Extrêmement sensible	Ferme
	7,89 - 8,00	65	2,6	25	Extrêmement sensible	Raide
23F2	4,84 - 4,95	33	1,0	33	Extrêmement sensible	Ferme
	7,89 - 8,00	33	0,7	50	Extrêmement sensible	Ferme

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

Les résultats des profils scissométriques réalisés dans les forages 23F1, 23F2, 23F3 et 23F5 sont présentés dans le Tableau 6 suivant.

**Tableau 6 Résistance au cisaillement « in situ » des sondages**

Forage	Profondeur (m)	Résistance au cisaillement « in situ »			Sensibilité Cu/Cur	
		Intacte	Consistance	Remanié		
		Cu (kPa)		Cur (kPa)		
23F1	3,20	87,7	Raide	--	--	--
23F1	3,70	79,9	Raide	--	--	--
23F1	4,20	94,5	Raide	1,9	48,5	Extrêmement sensible
23F1	4,70	75,0	Raide	--	--	--
23F1	5,70	44,8	Ferme	--	--	--
23F1	6,70	47,7	Ferme	1,9	24,5	Extrêmement sensible
23F1	7,70	60,4	Raide			

Forage	Profondeur (m)	Résistance au cisaillement « in situ »			Sensibilité Cu/Cur	
		Intacte	Consistance	Remanié		
		Cu (kPa)		Cur (kPa)		
23F2	3,20	99,3	Raide	--	--	--
23F2	3,70	55,5	Raide	--	--	--
23F2	4,20	39,9	Ferme	7,8	5,1	Sensible
23F2	4,70	43,8	Ferme	--	--	--
23F2	5,70	43,8	Ferme	--	--	--
23F2	6,70	36,0	Ferme	2,9	12,3	Très sensible
23F2	7,70	46,7	Ferme	--	--	--
23F2	8,70	50,6	Raide	--	--	--
23F2	9,70	73,0	Raide	1,9	37,5	Extrêmement sensible
23F3	4,00	61,4	Raide	--	--	--
23F3	4,50	40,9	Ferme	--	--	--
23F3	5,00	36,0	Ferme	7,8	4,6	Sensible
23F3	5,50	5,8	Très molle	--	--	--
23F3	6,50	40,9	Ferme	--	--	--
23F3	7,50	44,8	Ferme	9,7	4,6	Sensible
23F3	8,50	53,6	Raide	--	--	--
23F5	3,27	70,1	Raide	--	--	--
23F5	3,77	62,3	Raide	--	--	--
23F5	4,27	95,4	Raide	9,7	9,8	Très sensible
23F5	4,77	34,1	Ferme	--	--	--
23F5	5,77	41,9	Ferme	--	--	--
23F5	6,77	39,9	Ferme	7,8	5,1	Sensible
23F5	7,77	54,5	Raide	--	--	--
23F5	8,77	77,9	Raide	--	--	--

#### 4.2.4 Sable silteux et graveleux

Sous le dépôt d'argile au forage 23F1, un dépôt de sable silteux variant à un silt et sable avec un peu de gravier à graveleux et un peu d'argile à l'occasion a été observé sur une épaisseur de 2,47 m. Sa compacité est qualifiée très dense.

À l'endroit des forages 23F1, 23F2 et 23F6, un dépôt de sable et gravier variant à un sable graveleux a été observé, de compacité moyenne à dense.

#### 4.2.5 Socle Rocheux

Sous les dépôts décrits précédemment, les forages 23F1 à 23F3 ont atteint le socle rocheux à des profondeurs comprises entre 10,80 et 11,20 m (élevations correspondantes entre 50,00 et 50,49 m).

Le socle rocheux est composé de calcaire cristallin, de couleur gris clair avec fréquents passages d'argile, de couleur gris foncé et très fossilifère. L'inclinaison de la stratification apparaît à horizontale selon les échantillons de roc prélevés. L'indice de qualité du roc est variable en fonction de l'emplacement des forages ainsi que de la profondeur. D'ailleurs, les forages 23F1, 23F2 et 23F3 présentent des indices de qualité de roc (RQD) bonne à excellente. Les détails des indices de qualité sont présentés sur les rapports de forage.

#### 4.3 Niveau de l'eau souterraine

Les forages stratigraphiques 23F1, 23F3 et 23F5 ont été équipés d'un tube d'observation crépiné en PVC de 20 mm de diamètre.

Les niveaux d'eau ont été relevés le 24 juillet 2023 et sont présentés dans le Tableau 7.

**Tableau 7 Résumé des relevés de niveau d'eau**

Date	Forage	Élévation de surface (m)	Profondeur niveau d'eau (m)	Élévation niveau d'eau (m)
2023-07-24	23F1	61,54	7,76	53,78
	23F3	61,55	6,68	54,87
	23F5	61,97	1,20	60,77

Il est important de noter que le niveau des eaux souterraines peut être influencé par plusieurs facteurs, dont les précipitations et la fonte des neiges et qu'ainsi, il peut varier avec les saisons. Aussi, le niveau mesuré à l'endroit du forage 23F5 est différent des niveaux mesurés à l'endroit des forages 23F1 et 23F3. Cette donnée apparaît non représentative, mais pourrait être associée à la présence d'une nappe perchée qui serait située au contact du dépôt argileux, lequel présente une surface relativement imperméable.

## 5 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

### 5.1 Généralités

GÉOS inc. a été mandaté par la Municipalité de Saint-Esprit pour réaliser une étude géotechnique dans le but de déterminer les caractéristiques géotechniques du lot 2 540 342 (31 326 m<sup>2</sup>), situé en bordure de la rue Montcalm, à Saint-Esprit. Selon les informations disponibles, la présente étude géotechnique a été réalisée en vue d'un projet de développement domiciliaire résidentiel avec l'ouverture d'une nouvelle avec mise en place de services souterrains, prenant accès par la rue Montcalm, à Saint Esprit.

Le mandat prévoyait également de procéder à des vérifications sur la stabilité du talus présent en bordure de la rivière Saint-Esprit, dont les informations sont traitées dans le rapport distinct M23044-GT1-02.

Un croquis du projet visé a été fourni le 29 juin 2023 par un représentant de la Municipalité (plan de génie civil h12-45m projection approx V4), lequel est présenté à la Figure 2 suivante.

**Figure 2 Croquis du projet visé par la Municipalité de Saint-Esprit**



Tel que mentionné aux sections précédentes, six (6) forages géotechniques variant entre 8,23 et 14,91 m de profondeur ont été réalisés, incluant trois (3) installations de tube d'observation à l'endroit des forages 23F1, 23F3 et 23F5.

Au moment de la rédaction du présent rapport, les caractéristiques et l'emplacement des futures résidences ne sont pas définis. Considérant le fait que le projet est donc à une étape préliminaire, les recommandations suivantes sont d'ordre général et pourront être raffinées, aux besoins, avec le nouvel apport d'informations et de détails concernant les structures projetées sur le site.

Toutefois, selon les informations préliminaires obtenues de l'aménagement du site en vue de la construction de la nouvelle rue, il est anticipé un rehaussement du profil de la surface du terrain. Généralement, un rehaussement de l'ordre de 0,30 à 0,60 m est anticipé, mais le rehaussement pourrait atteindre jusqu'à au plus 1,30 m localement.

Actuellement, pour les besoins de cette étude, il sera présumé que les bâtiments prendront appui sur des fondations conventionnelles de type semelles filantes de 0,6 m de largeur et situées à au moins 1,80 m de profondeur.

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

## **5.2 Potentiel de liquéfaction**

Les résultats des travaux de reconnaissance des forages montrent que les sols d'assise des fondations des futures résidences seront principalement composés de dépôts cohérents, soit un silt argileux variant à une argile et silt avec des traces de sable, de consistance ferme à raide.

Les critères de liquéfaction de Bray et coll. (2004) ont permis d'évaluer les risques de liquéfaction des sols argileux. En se basant sur ces critères, ainsi que sur les résultats de laboratoire tels que la limite de liquidité, la teneur en eau et l'indice de plasticité, les dépôts cohérents ne présentent pas de risque de liquéfaction pour les sols d'assise situés sous les fondations, outre un seul résultat d'analyse considéré comme modérément liquéfiable.

Toutefois, il est important de préciser que les sols situés à partir de la surface du terrain jusqu'à une profondeur de 1,80 m possèdent une compacité pouvant être qualifiée très lâche à lâche, et ceux-ci pourraient être susceptibles à la liquéfaction s'ils sont saturés.

## **5.3 Catégorie d'emplacement sismique du site**

Selon le tableau 4.1.8.4.A. tiré du Code national du bâtiment (CNB 2015), le site à l'étude présente une catégorie d'emplacement sismique « **E** » en considérant que le dépôt naturel cohérent de consistance ferme à raide.

## **5.4 Fondations des futures résidences**

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

Il sera possible d'envisager des fondations conventionnelles de type semelles filantes en béton de ciment. En prenant en considération la protection contre le gel, les semelles filantes devront être mises en place à une profondeur d'au moins 1,80 m par rapport à la surface finie du terrain. Selon les informations obtenues à la suite de la réalisation des forages, les semelles reposeront



sur un sol naturel composé principalement de silt argileux variant à une argile et silt de consistance ferme à raide. Les sols d'assises devront être stables, non remaniés, secs et exempts de matières organiques ou de débris.

#### 5.4.2 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 et, aux besoins, fournir ses recommandations quant aux mesures correctives qui devront être appliquées.

#### 5.4.3 Capacités portantes

Les résultats de la reconnaissance des sols et des essais en laboratoire ont permis d'évaluer la capacité portante aux états limites de services (ÉLS) et aux états limites ultimes (ÉLU) d'assise du bâtiment.

##### 5.4.3.1 Capacité portante à l'état limite de tenue en service (ÉLTS)

Les capacités portantes présentées au Tableau 8 ci-dessous pourront être employées par le concepteur pour le dimensionnement des fondations de type semelles filantes appuyées sur les sols naturels à 1,8 m de profondeur.

**Tableau 8 Capacités portantes aux états limites de service (ÉLTS)**

Type de semelle	Forage 23F3		
	Profondeur (m)	Largeur de la semelle (m)	Capacité portante (ÉLS) (kPa)
Semelle filante	1,8	0,6	80

Sous les contraintes précisées dans le Tableau 8, les tassements totaux et différentiels seront limités à 25 et 19 mm respectivement. Il est important de préciser que la valeur présentée ne prévoit aucun rehaussement du profil de la surface du terrain naturel.

Considérant un rehaussement potentiel du profil de la surface du terrain, des tassements sont à anticiper sous l'ajout de cette charge. Pour le calcul de ces tassements, il a été considéré les données du forage 23F03 pour un rehaussement de 0,60 m ainsi que de 1,30 m. Ainsi, pour un rehaussement de l'ordre de 0,60 m, il est anticipé des tassements qui se feront à court terme d'environ 15 mm. Pour un rehaussement de l'ordre de 1,30 m, il faudra prévoir des tassements de l'ordre de 50 mm dont une partie des tassements se fera à court terme et une autre partie à moyen ou long terme. Il est important de préciser que ces tassements vont s'ajouter à ceux induits par les charges associées aux nouvelles résidences, tel que précisé dans les paragraphes précédents.

À cet effet, il est impératif de rehausser le profil du terrain avant la construction des futures résidences et de tout ouvrage de génie civil qui pourrait s'avérer sensible à d'éventuels tassements. Pour les conduites souterraines, il faudra également valider si ces tassements sont acceptables si le rehaussement du terrain se fait à la suite de la pose des conduites. Il est également important de préciser que les tassements calculés sont des ordres de grandeur basés sur des calculs empiriques et qu'ils pourraient varier, en plus ou en moins. Il est généralement recommandé, dans la pratique, de procéder à l'installation de plaques de tassement et de faire un suivi afin de valider les résultats obtenus lors des calculs.

Aussi, GÉOS recommande des investigations géotechniques supplémentaires afin de préciser les conditions géotechniques en place afin de s'assurer de l'homogénéité du site en regard du concept du projet qui pourrait avoir des conséquences sur les futures résidences. Ainsi, il est recommandé une étude spécifique pour les futures résidences du site à l'étude.

Aucun rehaussement du profil du terrain ne doit être toléré à l'intérieur de la bande de protection établie à partir du sommet du talus existant. Il est recommandé de se référer à l'étude de stabilité réalisée par GÉOS et identifiée par le numéro M23044-GT1-02.

#### 5.4.3.2 Capacités portantes aux états limites ultimes (ÉLU)

La capacité portante à l'état limite pourra être évaluée par l'entremise de l'équation suivante, laquelle est présentée dans le *Manuel Canadien d'ingénierie des fondations* (MCIF), 2013 :

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

avec :

$q_u$  Capacité portante ultime [kPa]

$c$  Cohésion du sol sous la fondation [kPa]

$N_c, N_q, N_\gamma$  Coefficients de capacité portante

$S_c, S_q, S_\gamma$  Coefficients pour la forme et la profondeur de la fondation, l'inclinaison des charges, la pente de la surface d'appui et la pente de la surface du terrain

$q_s$  Contrainte verticale effective minimale exercée par le poids des terres ( $=\gamma D$ ) au niveau de la base de la fondation [kPa]. **Pour une semelle située à l'intérieur ou au pourtour immédiat d'un stationnement souterrain ou d'un sous-sol, qui correspondra à la contrainte exercée par la dalle sur sol et le remblai sous-jacent cette dernière.**

$\gamma$  Poids volumique du sol [kN/m<sup>3</sup>]

$B$  Largeur effective de la fondation tenant compte de l'excentricité des charges verticales [m]

Les paramètres géotechniques recommandés pour l'équation (1) sont présentés au Tableau 9 ci-dessous.

**Tableau 9 Paramètres géotechniques pour le calcul de la capacité portante à l'ÉLU**

Paramètres pour calcul de l'ÉLU sur sols argileux à ±1,80 m de profondeur			
Paramètres		Court terme	Long terme
$\phi^\circ$ (degré)	Angle de frottement interne	0	28
Cu (kPa)	Résistance au cisaillement non drainée	33	--
C' (kPa)	Cohésion effective	--	7,5
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poids volumique	18	18
$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poids volumique déjaugé	8	8
N <sub>c</sub>	Coefficient de portance pour la cohésion	5,14	26
N <sub>q</sub>	Coefficient de portance pour la surcharge des terres	1,0	15
N <sub><math>\gamma</math></sub>	Coefficient de portance pour la profondeur	0	11
	Coefficient de résistance géotechnique	0,5	0,5

Afin d'obtenir la capacité portante pondérée (ÉLU) du sol, un facteur de résistance  $\Phi = 0,5$  devra être appliqué à la valeur de la capacité portante déterminée avec l'équation (1). Ainsi :

$$ELU = \Phi q_u \quad (2)$$

#### 5.4.4 Coussin de propreté

Une fois le fond d'excavation exposé, il est recommandé de recouvrir les sols naturels non remaniés par un coussin de propreté de calibre MG-20, d'au moins 200 mm d'épaisseur, directement sous les semelles. Le coussin devra être compacté à au moins 95 % du Proctor modifié ou d'une planche de référence. Au besoin, en présence de sols de faible consistance et sensibles au remaniement, comme observé sur le site à l'étude, le coussin pourra être remplacé par une couche de 76 mm (3 po) de béton maigre. Le 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 et d'uniformiser la surface sous les fondations.

#### 5.5 Nouvelle rue

Afin de donner accès aux futurs terrains, le projet prévoit la construction d'une nouvelle rue. La mise en place de services souterrains est également prévue dans le cadre du projet.

À ce jour il est important de préciser que GÉOS n'a pas obtenu l'information concernant la profondeur des conduites souterraines. Pour le moment, il est estimé que ces dernières seront situées à moins de 4,0 m de profondeur. Si ces dernières devaient se situer à une profondeur plus importante, GÉOS demande à être avisé afin d'ajuster les commentaires du rapport.

Tel que précisé précédemment en lien au rehaussement probable du profil du terrain actuel, il faudra valider si ces tassements peuvent être conséquents à l'endroit des conduites si ces

dernières sont mises en place avant les travaux de rehaussement du profil du terrain, puisque des tassements sont à prévoir.

### **5.5.1 Conduites**

À des fins de conception, il est recommandé de suivre la norme *BNQ 1809-300 – Travaux de construction – Conduite d'eau potable et d'égout - Clauses techniques générales* les plus à jour. Cette norme régit tous les ouvrages d'installation de conduite de service au Québec, soit la méthode d'excavation avec tranchées.

#### **5.5.1.1 Profondeur de protection contre le gel**

À titre indicatif, selon le tableau C.2 de la norme *BNQ 1809-300– Travaux de construction – Conduite d'eau potable et d'égout - Clauses techniques générales*, la profondeur de protection contre le gel des infrastructures souterraines pour la ville de Saint-Jérôme est de 2,21 m. Cette valeur a été obtenue en considérant une teneur en eau naturelle de 5 %. Le concepteur pourra valider la profondeur de gel applicable au site à l'étude en se rapportant à l'annexe C de cette même norme ainsi qu'aux teneurs en eau mesurées au laboratoire.

#### **5.5.1.2 Assise et enrobage des conduites**

Les matériaux d'emprunt servant à la mise en place de l'assise et de l'enrobage des conduites devront répondre aux exigences de la norme *BNQ 2560-114* la plus à jour.

Selon la norme *BNQ 1809-300 – Travaux de construction – Conduite d'eau potable et d'égout - Clauses techniques générales*, il est recommandé de mettre en place des couches d'au plus 300 mm de sable de calibre CG-14, compacté à au moins 90 % du Proctor modifié pour l'aménagement des assises et pour l'enrobage des conduites.

Il faut mentionner que lorsqu'un remblai est aménagé directement sur un sol cohérent, il est important d'ajuster l'énergie de compactage afin d'éviter de remanier et de déstabiliser 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.

Selon les résultats des analyses en laboratoire, les indices de liquidité du dépôt argileux dépassent souvent l'unité, signifiant qu'ils seront fort probablement très sensibles au remaniement. Une attention particulière devra être apportée au fond d'excavation.

#### **5.5.1.3 Remblayage des conduites**

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 % du Proctor modifié 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 % du Proctor modifié.

Si des sols de nature différente des sols environnants sont utilisés pour le remblayage de la tranchée des conduites, la réalisation de transitions bien adaptées aux conditions de sol en place devra obligatoirement être réalisée, selon la section 5.5.2.

Il est important de rappeler que les sols excavés seront argileux et avec un indice de liquidité plus grand que l'unité. Ces sols ne pourront pas être réutilisés en tranchée. Des matériaux d'emprunt de classe B sont à prévoir pour l'entièreté du remblayage du projet et des transitions sont à prévoir.

### **5.5.2 Transition**

Afin d'obtenir un comportement au gel satisfaisant, considérant un type de route local ainsi qu'un indice de gel élevé situé entre 1200 et 1700 °C\*jours, la profondeur des transitions devra atteindre 1,8 m sous le profil final de la surface de roulement.

Si les matériaux réutilisés pour le remblai de la tranchée des conduites sont de même nature que ceux environnants, les pentes des transitions pourront être limitées aux pentes d'excavation.

Si des matériaux d'emprunts sont utilisés pour le remblaiement de la tranchée des conduites et que ceux-ci sont de nature et de gélivité différentes que les sols avoisinants, des transitions bien adaptées à ces nouvelles conditions devront être prévues. Les pentes de transition seront fonction des matériaux d'emprunts. Dans tous les cas il sera toujours plus prudent de privilégier des matériaux d'emprunts de gélivité moindre ou égale à ceux présents sur le site à l'étude.

Tout changement dans la nature des matériaux dans le profil longitudinal de la route devra faire l'objet d'une transition, laquelle devra être adaptée selon le différentiel de gélivité des dépôts de sols concernés.

### **5.5.3 Drainage de la chaussée**

Il est important de noter que les matériaux de fondation et de sous-fondation devront respecter les exigences spécifiées pour un comportement satisfaisant d'un système de drainage de surface et de fondation. De plus, le profil longitudinal et transversal de la surface de la rue devra être conçu avec une pente appropriée afin de permettre d'évacuer les eaux de surfaces vers le système d'égout municipal ou vers des fossés aménagés le long de la rue. Également, Il est recommandé que le sol de fondation soit nivelé afin de diriger les eaux vers un drain adéquat.

Un bon drainage de surface et de fondation de la chaussée permet un comportement satisfaisant de la structure de chaussée ainsi que d'éviter un soulèvement du fond par l'action gel et dégel pour une protection partielle au gel.

### **5.5.4 Structure de chaussée**

#### **5.5.4.1 Préparation de la ligne d'infrastructure**

Les matériaux à la ligne d'infrastructure devraient être constitués du dépôt argileux si ces derniers sont jugés réutilisables. Autrement ils seront constitués de matériaux d'emprunt dont la nature est inconnue. De façon générale, l'aménagement de la ligne d'infrastructure de la rue projetée devra être construit en considérant les points suivants :

- L'excavation de la structure de chaussée devra être réalisée de façon à obtenir une ligne d'infrastructure sans dépression ou de zone de déflexion excessive. S'il y a lieu, les zones



instables rencontrées devront être sur-excavées et être remplacées par du remblai similaire à l'infrastructure en place;

- La ligne d'infrastructure devra être profilée adéquatement afin de pouvoir favoriser le drainage vers la périphérie de la chaussée et devra être bien préparée, stable et exempte de zones molles, remaniées ou de zones présentant de l'accumulation d'eau suivant une pluie avant la mise en place de la structure de chaussée;
- L'inspection de la ligne d'infrastructure devra être effectuée 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;
- Advenant la présence de blocs d'au moins 200 mm de diamètre, dans les premiers 300 mm sous la ligne d'infrastructure, ceux-ci devront être enlevés et remplacés par les mêmes sols de remblai. Il en est de même pour les blocs de 300 mm de diamètre ou plus se trouvant dans les 600 premiers mm sous la ligne d'infrastructure. Les matériaux devront ensuite être compactés à au moins 90 % du Proctor modifié.

#### 5.5.4.2 Paramètres considérés

Les sols impropres à la construction (terre arable, terre végétale, remblai jugé non constructible, 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. Le fond devra être propre et compacté. Les matériaux de sous-fondation, de fondation et le l'enrobé bitumineux devront être conformes aux exigences du Cahier des Charges et Devis Généraux (CCDG) du ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec (MTMD) et de la dernière édition de la norme BNQ 2560-114.

Aucune information quant à l'utilisation projetée des surfaces asphaltées (DJMA) n'était disponible au moment d'écrire ce rapport. Pour l'établissement de la structure de chaussée proposée, il a été considéré que les intrants apparaissant au Tableau 10 suivant établissent les conditions structurales ainsi que les paramètres de gel issus du secteur à l'étude selon les sols et matériaux observés en place.

**Tableau 10 Paramètres et intrants considérés pour le dimensionnement**

Intrant	Donnée considérée
Soulèvement maximal anticipé (mm)	70 et 100
Durée de vie anticipée (année)	25
Type de route	Locale
Débit Journalier Moyen Annuel (DJMA)	< 500
% Véhicules lourds	5%
Indice de gel normal moyen (°C*jours)	< 1200
Classification USCS des sols d'infrastructure	CL avec $I_L > 0,9$

Les normes du MTMD en matière de conception routière précise la notice suivante pour les sols de classification CL avec  $IL > 0,9$ , ce qui correspond majoritairement aux sols observés sur le site à l'étude :

*« Un sol avec  $IL > 0,9$  possède une micro-structure vierge n'ayant jamais été altérée par les effets chimiques. Un tel sol sera extrêmement gélif et sensible au remaniement. L'épaisseur de sol qui gèle et dégèle pour la première fois subira des tassements pouvant aller jusqu'à 50%. Il doit donc faire l'objet de précautions accrues contre le gel. Une protection totale, hors gel, serait justifiée : l'isolation au polystyrène peut réduire les coûts.*

*Certains traitements comme l'exposition au gel avant construction peuvent aussi être envisagés, car le SP peut diminuer de 50 à 75% après les premiers cycles de gel-dégel. Dans ce cas, prévoir le déneigement de la surface durant l'hiver.*

*Attention de ne pas endommager ce sol lors de la construction. Une couche de séparation sera requise si la sous-fondation ne respecte pas le critère de filtre pour couche anticontaminante (norme 2103). Vous pouvez aussi envisager un géotextile (norme 13101), géogrille, stabilisation ou autre disposition appropriée (consulter le guide d'utilisation des géosynthétiques de séparation et de renforcement des chaussées). »*

Dans ce contexte, il serait préférable de laisser passer un hiver complet avant la mise en place du revêtement de surface en enrobé bitumineux.

Considérant les données du Tableau précédent et les commentaires ci-dessus, le Tableau 11 ci-après présente une structure de chaussée proposée avec protection partielle contre les effets du gel.

**Tableau 11 Structure de chaussée recommandée**

Couche	Matériau	Soulèvement (mm)	Épaisseur (mm)	Compaction
Enrobé bitumineux	ESG-10	-	40	93 % à 98 % (LC 26-320) <sup>(1)</sup>
	ESG-14	-	60	
Fondation supérieure	MG-20	-	200	98 % P.M. <sup>(2)</sup>
Sous-fondation <sup>(3)</sup>	MG-112	70	1950	95 % P.M. <sup>(2)</sup>
		100	1800	
Sols d'infrastructure	Sols de classification unifiée CL avec $I_L > 0,9$			

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

(2) : Proctor modifié 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.

En complément aux structures de chaussée proposées dans le Tableau 11, pour assurer une protection partielle contre les effets du gel, le *Tome II – Circulation routière* des Ouvrages routiers du MTMD propose une sous-fondation (MG-112) d'une épaisseur de 1 400 mm en lien aux intrants précisés au Tableau 10. Une évaluation précise des besoins versus les coûts de construction est fortement suggérée afin le client puisse prendre une décision éclairée en fonction des risques associés à l'ampleur des soulèvements anticipés en raison de la nature particulière des sols naturels en place sur le site du projet.

Il est à noter que selon la structure de chaussée proposée dans le tableau précédent, la couche de surface pourrait également être remplacée par une couche unique d'enrobé bitumineux ESG-14 avec bitume PG58H-34 d'une épaisseur de 70 mm. Dans cette condition, il faudra ajuster l'épaisseur de MG-112 à la hausse afin de respecter l'épaisseur totale pour la protection au gel.

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 10, la structure de chaussée proposée au Tableau 11 devra être révisée.

Il est recommandé que les structures de chaussée proposées soient évaluées par l'ingénieur concepteur afin de confirmer les intrants du Tableau 10 ainsi que les paramètres d'utilisation et les besoins réels du client.

À noter que les structures de chaussée présentées ci-dessus ne sont pas conçues pour être utilisées sans pavage. Il faudra donc protéger les matériaux d'infrastructure, de même que la sous-fondation et la fondation, contre le remaniement pendant la construction de la route.

Advenant que les sols naturels en place ne puissent pas être réutilisés pour le remblayage de la tranchée des conduites ainsi que pour la construction de l'infrastructure routière, un matériau d'emprunt devra être prévu. Ce matériau d'emprunt devra être compactable sans créer d'instabilités et il est recommandé que ces matériaux contiennent moins de 30% au tamis 0,080mm.

#### **5.5.4.3 Infrastructure améliorée**

Une option pour minimiser l'épaisseur de sous-fondation de chaussée (MG-112) serait la mise en place d'une infrastructure améliorée constituée de matériau de gélimité moindre que ceux en place. Les matériaux constituant l'infrastructure améliorée doivent être compactable et contenir moins de 20% passant le tamis 0,080 mm. L'épaisseur minimale de cette couche est de 300 mm et son épaisseur doit être ajustée en fonction de la nature des sols en place. Cette alternative vise à réduire la sensibilité au gel des sols présents à la ligne d'infrastructure par leur remplacement avec des matériaux de gélimité moindre et permet ainsi de réduire l'épaisseur de sous-fondation à mettre en place. Aucun sol en place sur le site à l'étude, représentant un volume significatif, ne respecte les exigences d'un matériau pouvant satisfaire les critères d'une infrastructure améliorée. Si cette alternative est retenue, il faudra prévoir un matériau d'emprunt satisfaisant les exigences.

## 5.6 Excavations temporaires

En raison du caractère 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 références 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 1,2 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'excavations et adoucissement de celles-ci, advenant l'observation de signes d'instabilité.

Aux fins d'études techniques et d'analyses économiques seulement, des pentes d'excavation de 2 horizontalement pour 1 verticalement pourront être anticipées dans les horizons de sols non saturés.

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.

## 5.7 Conditions d'excavation

Les observations de chantier révèlent que les travaux d'excavations projetés devront être réalisés dans des sols granulaires ainsi que dans des sols cohérents pour lesquels l'indice de liquidité est souvent supérieur à l'unité et que ces dépôts sont qualifiés très sensibles. Donc, suivant tout remaniement, ceux-ci pourraient avoir un comportement liquide.

Tel que présenté à la section 4.3, l'eau souterraine a été rencontrée entre 1,20 m et 7,76 m de profondeur. Il est à noter que les conditions d'eau souterraine rencontrées dans les forages correspondent uniquement à l'emplacement et à la date indiqués. Elles sont susceptibles de varier suivant les saisons, d'importance des précipitations locales ou encore par l'intervention humaine sur le site ou les propriétés adjacentes.

Tout dépendant du moment de l'année, il demeure possible que les conditions observées au moment de cette étude soient différentes lors de la réalisation des travaux de construction. L'entrepreneur devra prendre les mesures appropriées à partir des observations faites au moment des excavations. La mise en place d'équipement de drainage devra ainsi être prévue pour évacuer

l'eau qui s'accumulerait éventuellement à l'intérieur des zones asséchées pour assurer la stabilité des parois d'excavation et maintenir à sec le fond de l'excavation durant tout le temps que les excavations demeureront ouvertes.

En fonction du niveau requis d'excavation, les méthodes d'excavation devront être adéquates.

## **5.8 Pente d'excavation temporaire**

En raison du caractère 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. Comme la méthode de travail de l'entrepreneur est inconnue et puisqu'il s'agit de tranchées d'excavation temporaires, leur stabilité ainsi que la sécurité des travailleurs et de l'ouvrage à construire sont sous la responsabilité de l'entrepreneur.

En s'assurant que les pentes restent sèches dans les horizons de sol, il est recommandé de limiter la pente d'excavation à au plus 1H :1V. Une surveillance par un personnel qualifié est nécessaire pour déceler tout signe d'instabilité. Advenant la présence d'eau, des pentes moins prononcées devront être effectuées. L'entrepreneur est responsable des pentes d'excavation et les pentes d'excavations finales devront être déterminées par l'ingénieur mandaté pour la surveillance des excavations.

Aucune pile de sols ne devra se trouver dans une bande de protection équivalent au moins une fois la hauteur de l'excavation. De plus, aucun matériau ni équipement ne devra être entreposé à moins de 3,0 m du bord de l'excavation au sommet de la paroi. L'ingénieur qui supervisera les pentes devra prendre en compte les ouvrages à proximité (bâtiments, route et infrastructures souterraines s'il y a lieu).

Si les excavations sont profondes, il faudra porter attention à la possibilité de soulèvement du fond d'excavation en raison de la présence de sols argileux. Aussi, dans ces conditions, l'utilisation d'une boîte de tranchée pourrait s'avérer nécessaire et il serait recommandé de procéder au remblayage de la tranchée au fur et à mesure de l'avancement des travaux afin d'éviter d'avoir de longues tranchées ouvertes sur une longue période de temps.

## **5.9 Drainage temporaire**

Les observations de chantier révèlent que les travaux d'excavation projetés devront être réalisés dans les sols naturels.

Il faut noter que le niveau de l'eau souterraine observé durant les travaux de reconnaissance pourrait s'avérer plus élevé que les niveaux d'excavation à atteindre. Ainsi, lors des travaux d'excavation, l'entrepreneur devra prendre les mesures nécessaires afin que la préparation des assises se déroule dans un fond de fouille sec et stable.

Toutes les eaux devront être évacuées selon une méthode adaptée au projet et aux conditions particulières des matériaux en place pour assurer la stabilité des parois d'excavation, de façon à ce 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. Compte tenu de la nature



des sols en place, ceux-ci sont jugés peu perméables, ainsi, l'entrepreneur devra ajuster sa méthode de pompage en conséquence.

### **5.10 Réutilisation et gestion des matériaux excavés**

La gestion des matériaux excavés sur le site des travaux et/ou leurs dispositions en dehors du site devra être effectuée conformément aux lois et règlements environnementaux en vigueur.

Des transitions adéquates devront être mises en place en fonction des différents types de remblais utilisés. Il est recommandé 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.

De plus, les travaux d'excavation, mis en piles et le remblayage devront faire l'objet d'une surveillance continue de la part d'un laboratoire qualifié.

Selon les informations obtenues sur la nature des sols en place, il est fort possible que les sols d'excavation ne puissent pas être réutilisés pour le remblayage de la tranchée des conduites souterraines. Ainsi, il serait prudent de prévoir un emprunt granulaire afin de remplacer les matériaux qui seront jugés inadéquats.

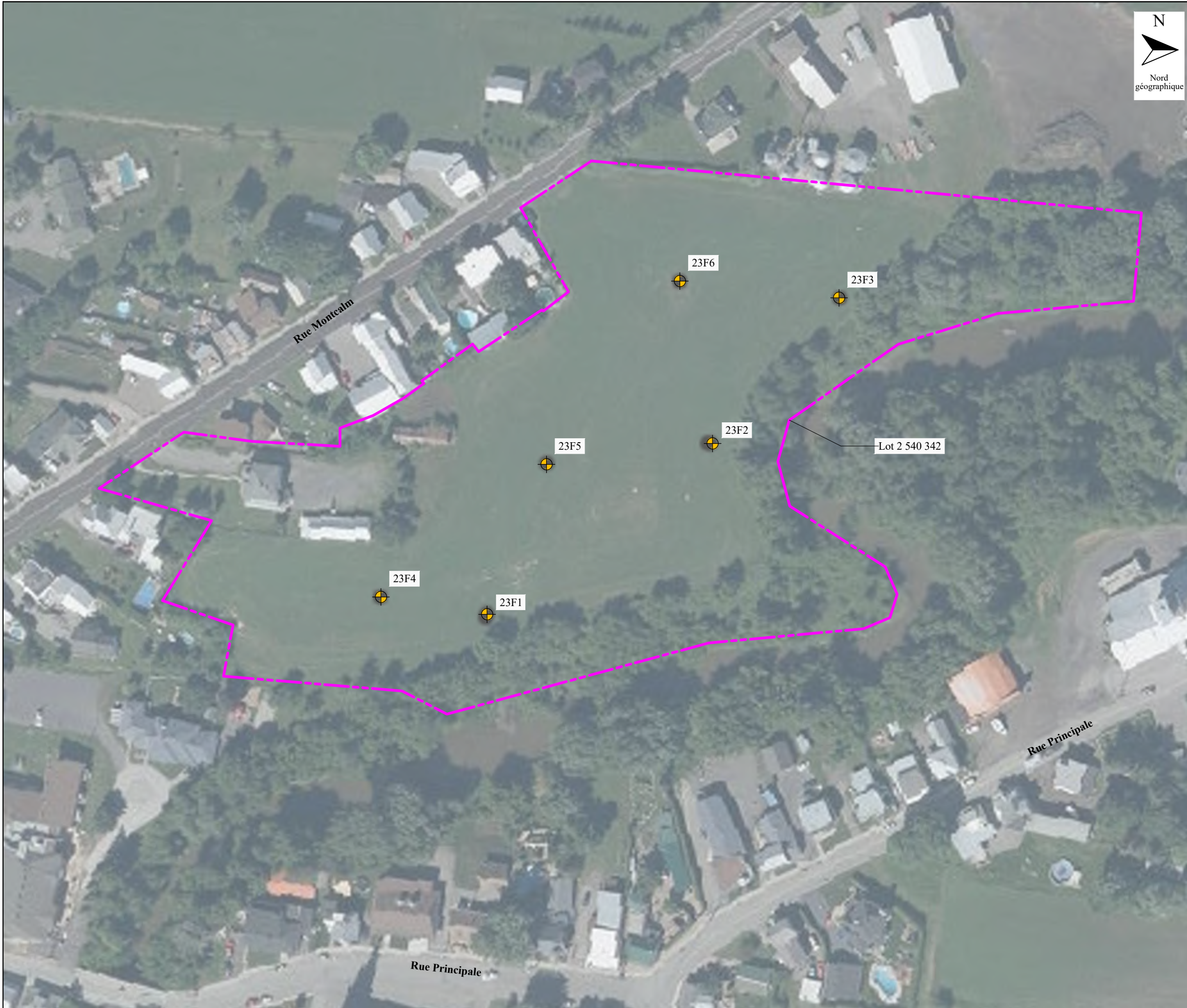
### **5.11 Conditions hivernales**

La pénétration du gel dans le sol peut causer des problèmes aux structures. 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.

**ANNEXE A**  
**PLAN DE LOCALISATION**

---





Projet:		
<b>Étude géotechnique</b> Numéro de projet : M23044-GT1		
Client:		
Municipalité de Saint-Esprit		
Localisation:		
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC Lot 2 540 342 du cadastre du Québec		
Professionnels:		
		1795-400, boulevard Wilfrid-Hamel Québec (Québec) G1N 3Y9 418-688-8282 www.groupegeos.ca
Note : Les éléments de la légende ne sont pas à l'échelle et leur position est approximative.		
Légende:		
Limite du site		
Forage		
ÉCHELLE GRAPHIQUE 		
Titre du dessin:		
Localisation des forages		
Date:	Dessiné par:	Figure: 
2024-05-14	Laurent Légaré, des.	
Échelle:	Conçu par:	
1:1250	Carlos Fernando Montenegro, CPI	
	Vérifié par:	
	Serge Gagné, ing. M.Sc.	

**ANNEXE B**  
**RAPPORTS DE FORAGE**

---



Note explicative sur les rapports de sondage	Stratigraphie		Échantillons																																																																				
	Symbole	Description	Symbole et abréviation	Description																																																																			
<p align="center"><b>Sols</b></p> <p><u>Terminologie qualitative</u>      <u>Dimension des particules (mm)</u></p> <table border="0"> <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> </table> <p><u>Terminologie quantitative</u>      <u>Proportion des particules (%)</u></p> <table border="0"> <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> </table> <p><u>Compacité des sols pulvérulents</u>      <u>Indice « N »</u></p> <table border="0"> <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> </table> <p><u>Consistance des sols cohérents</u>      <u>C<sub>u</sub> (kPa)</u></p> <table border="0"> <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>Raïde</td><td>50 - 100</td></tr> <tr><td>Très raïde</td><td>100 - 200</td></tr> <tr><td>Dure</td><td>&gt; 200</td></tr> </table> <p><u>Plasticité des sols cohérents</u>      <u>Limite de liquidité W<sub>L</sub> (%)</u></p> <table border="0"> <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> </table> <p><u>Sensibilité des sols cohérents</u>      <u>St</u></p> <table border="0"> <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> <p align="center"><b>Roche</b></p> <p><u>Indice de qualité</u>      <u>RDQ (%)</u></p> <table border="0"> <tr><td>Très mauvais</td><td>0 - 25</td></tr> <tr><td>Mauvais</td><td>25 - 50</td></tr> <tr><td>Moyen</td><td>50 - 75</td></tr> <tr><td>Bon</td><td>75 - 90</td></tr> <tr><td>Excellent</td><td>90 - 100</td></tr> </table>	Blocs	> 300	Cailloux	80 - 300	Gravier	5 - 80	Sable	0,08 - 5	Silt	0,002 - 0,08	Argile	< 0,002	Traces	1 - 10	Un peu	10 - 20	Adjectif (ex: sableux)	20 - 35	Nom (ex: sable et silt)	> 35	Très lâche	0 - 4	Lâche	4 - 10	Moyenne	10 - 30	Dense	30 - 50	Très dense	> 50	Très molle	< 12	Molle	12 - 25	Ferme	25 - 50	Raïde	50 - 100	Très raïde	100 - 200	Dure	> 200	Faible	< 30	Moyenne	30 - 50	Élevée	> 50	Insensible	< 2	Moyennement sensible	2 - 4	Sensible	4 - 8	Très sensible	8 - 16	Extrêmement sensible	> 16	Très mauvais	0 - 25	Mauvais	25 - 50	Moyen	50 - 75	Bon	75 - 90	Excellent	90 - 100	Asphalte          Béton de ciment          Couvert végétal          Remblai          Matières organiques          Argile          Silt          Sable          Gravier          Cailloux          Blocs          Roc	Essai de pénétration dynamique CF Cuillère fendue VR Rejet de tarière (échantillonnage en vrac) TM Tube Mince TT Tube transparent CR Tube carottier N Péréatration standard (Nb coups/300 mm) RQD Indice d qualité du roc (%) PDM Poids de la masse R Refus à l'enfoncement	<p align="center"><b>Piézométrie &amp; Laboratoire</b></p> <p><u>Symbole et abréviation</u>      <u>Description</u></p> Crépine Sable de silice Remblai Bentonite Niveau de l'eau souterraine W <sub>P</sub> Limite de plasticité W <sub>L</sub> Limite de liquidité I <sub>P</sub> Indice de plasticité (%) I <sub>L</sub> Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie U Compression uniaxiale (MPa) σ <sub>P</sub> Pression de préconsolidation apparente (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols C <sub>U</sub> Résistance au cisaillement intact C <sub>UR</sub> Résistance au cisaillement remanié C <sub>UL</sub> Résistance au cisaillement de laboratoire e Indice des vides OF Potentiel de formation d'ocre ferreux IPPG Indice pétrographique du potentiel de gonflement (étape 1) Eq. Py Équivalence de pyrite (étape 2)
Blocs	> 300																																																																						
Cailloux	80 - 300																																																																						
Gravier	5 - 80																																																																						
Sable	0,08 - 5																																																																						
Silt	0,002 - 0,08																																																																						
Argile	< 0,002																																																																						
Traces	1 - 10																																																																						
Un peu	10 - 20																																																																						
Adjectif (ex: sableux)	20 - 35																																																																						
Nom (ex: sable et silt)	> 35																																																																						
Très lâche	0 - 4																																																																						
Lâche	4 - 10																																																																						
Moyenne	10 - 30																																																																						
Dense	30 - 50																																																																						
Très dense	> 50																																																																						
Très molle	< 12																																																																						
Molle	12 - 25																																																																						
Ferme	25 - 50																																																																						
Raïde	50 - 100																																																																						
Très raïde	100 - 200																																																																						
Dure	> 200																																																																						
Faible	< 30																																																																						
Moyenne	30 - 50																																																																						
Élevée	> 50																																																																						
Insensible	< 2																																																																						
Moyennement sensible	2 - 4																																																																						
Sensible	4 - 8																																																																						
Très sensible	8 - 16																																																																						
Extrêmement sensible	> 16																																																																						
Très mauvais	0 - 25																																																																						
Mauvais	25 - 50																																																																						
Moyen	50 - 75																																																																						
Bon	75 - 90																																																																						
Excellent	90 - 100																																																																						
	<p><b>Échantillons</b></p> <p>Type et numéro: Chaque échantillon est étiqueté conformément au numéro de cette colonne et la notation donnée référeau type d'échantillon décrit à l'en-tête du rapport de sondage.</p> <p>Sous-échantillon: Lorsqu'un échantillon inclut un changement de matière stratigraphique, 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>État: 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>Calibre: Dans cette colonne est indiqué le calibre de l'échantillonneur.</p> <p>N et Nb coups/150 mm: 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 kilogrammes tombant en chute libre de 0,76 mètre nécessaire pour enfoncer les 300 millimètres du carottier fendu normalisé (ASTM D-1586). Le résultat du nombre de coups obtenu par 150 mm. Pour un carottier 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 150mm d'enfoncement.</p> <p>RDQ: L'indice de qualité de la roche (RQD) est défini comme étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carottes de 100 millimètres ou plus à la longueur totale de la course. L'indice RQD est présenté en pourcentage.</p> <p>Résultats: 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. Les résultats des essais qui n'apparaissent pas sur le rapport sont présentés en note à la fin du rapport de sondage. Par contre, une abréviation indiquant le type d'analyse réalisée est présentée vis-à-vis l'échantillon analysé.</p>																																																																						

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

 Coordonnées (m): Nord 5084048,0 (Y)  
 Est 603414,3 (X)  
 Élévation 61,54 (Z)  
 Prof. du roc: 11,20 m Prof. de fin: 14,80 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)
N <sub>C</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)	Chantier	Labo
C <sub>UR</sub>	Remanié (kPa)	▼	■
		▽	□

**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, Éthyl., 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	ÉLÉVATION - m PROF. - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W <sub>p</sub> W WL			
			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)
		61,54	Terre végétale et sols naturels remaniés.														
1		61,24	<b>Sols naturels:</b> Silt et sable, un peu de gravier, brun foncé. Présence d'oxydation. Humide.				CF-1		N	54	3-6-10-10	16					X
2		60,93	Silt sableux, traces d'argile, brun à gris. Présence d'oxydation. Humide. Compacité : lâche.				CF-2		B	66	1-1-3-4	4					X
3		60,02	Silt, un peu de sable, traces d'argile, gris. Présence d'oxydation. Humide.				CF-3	A	B	98	2-4-4-4	8					X
4		59,71	Argile et silt, traces de sable, gris. Très humide à saturé.				CF-4	B	B	100	1-2-2-3	4					X
5			Consistance mesurée raide à ferme.				CF-5		B	100	1-1-1-1	2					X
6							CF-6		B	100	0-0-1-0	1					X
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

Remarques:





Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

Coordonnées (m): Nord 5084048,0 (Y)

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

Est 603414,3 (X)

Élévation 61,54 (Z)

Prof. du roc: 11,20 m Prof. de fin: 14,80 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	Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)		
36	10,67	Sable et gravier, traces de silt, gris. Saturé. Compacité : dense.	CF-12	X	B	28	22-22-21-50 / 8 cm	43				X		
37	50,34 11,20	<b>Socle rocheux:</b> Calcaire cristallin gris clair avec fréquents passages argileux gris foncés très fossilifère. Stratification horizontale. Indice de qualité : moyen à excellent.	CR-13			83		69						
39	12		CR-14			100		88						
42	13		CR-15			100		100						
46	14													
48	46,74 14,80	Fin du forage.												
49	15													
50														
51														
52														
53	16													
54														

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

 Coordonnées (m): Nord 5084121,4 (Y)  
 Est 603356,2 (X)  
 Élévation 60,80 (Z)  
 Prof. du roc: 10,80 m Prof. de fin: 14,91 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 (%)	M	Module de réaction du roc (MPa)
TT	Tube transparent	AG	Analyse granulométrique	E <sub>r</sub>	Niveau d'eau
		S	Sédimentométrie	N	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 (%)		

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, Éthyl., Xylènes	Persistante (P)	Imbibé (IM)
MÉT	Métaux		
PHÉ	Phénols		

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	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE			
		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
	60,80	0,00		Terre végétale et sols naturels remaniés.													
1	60,50	0,30		<b>Sols naturels:</b> Sable silteux brun à gris. Présence d'oxydation. Humide.  Compacité : moyenne.													
2					CF-1		N	82	3-5-6-10	11							
3					CF-2		B	100	5-6-8-10	14							
4	59,58	1,22		Silt sableux, traces d'argile, brun. Humide.  Compacité : lâche.													
5					CF-3		B	100	3-4-6-7	10							
6	58,97	1,83		Argile et silt, traces de sable. Humide.  Consistance mesurée raide à ferme.													
7					CF-4		B	100	2-3-4-5	7							
8					CF-5		B	100	1-1-1-2	2							
9					CF-6		B	100	4-4-2-3	6							
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

Remarques:



Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

 Coordonnées (m): Nord 5084121,4 (Y)  
 Est 603356,2 (X)  
 Élévation 60,80 (Z)  
 Prof. du roc: 10,80 m Prof. de fin: 14,91 m

PROFONDEUR - pi	STRATIGRAPHIE			SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL 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	Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)
	10,67	50,00	10,80	Sable graveleux, un peu d'argile, gris. Très humide. <b>Socle rocheux:</b> Calcaire cristallin gris clair avec fréquents passages argileux gris foncé très fossilifère. Stratification horizontale.  Indice de qualité : bon à excellent.		CF-11		⊗	B		50 / 13 cm	R				
-11						CR-12				100		88				
-12						CR-13				96		92				
-13						CR-14				99		98				
-14																
-15	45,89	14,91		Fin du forage.												
-16																

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

 Coordonnées (m): Nord 5084163,7 (Y)  
 Est 603307,0 (X)  
 Élévation 61,55 (Z)  
 Prof. du roc: 11,06 m Prof. de fin: 14,83 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 (%)	M	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>D</sub>	Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)
		PDT	Poids des tiges	q <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 (%)		

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, Éthyl., Xylènes	Persistante (P)	Imbibé (IM)
MÉT	Métaux		
PHÉ	Phénols		

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
	61,55	0,00		Terre végétale et sols naturels remaniés.													
1	61,25	0,30		<b>Sols naturels:</b> Sable, traces de silt, brun. Humide.													
2	60,94	0,61		Silt argileux, traces de sable, gris. Présence d'oxydation. Humide.													
3				Consistance estimée: raide à très raide.													
4																	
5																	
6	59,72	1,83		Argile et silt, traces de sable, gris à brun. Très humide.													
7				Consistance estimée: très molle.													
8																	
9																	
10																	
11																	
12	57,89	3,66		Argile, traces de silt, grise. Très humide.													
13				Consistance mesurée généralement raide à ferme.													
14																	

Gravier : 0,0%  
 Sable : 6,8%  
 Silt : 65,0%  
 Argile : 28,2%  
 W = 29,0%

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
 Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

Coordonnées (m): Nord 5084163,7 (Y)  
 Est 603307,0 (X)  
 Élévation 61,55 (Z)  
 Prof. du roc: 11,06 m Prof. de fin: 14,83 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	ODEUR		Examens organo. VISUEL	VAPEUR (PPM)
15			Argile, traces de silt, grise. Très humide.												
16		5	Consistance mesurée généralement raide à ferme.			CF-7	X	B	100	0-0-0-0	PDM				
17															
18															
19															
20		6													
21						CF-8	X	B	100	0-0-0-0	PDM				
22															
23		7													
24															
25															
26		8				CF-9	X	B	100	0-0-0-0	PDM				
27															
28															
29		9													
30															
31						CF-10	X	B	100	0-7-8-32	15				
32															
33		10													
34															

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Coordonnées (m): Nord 5084163,7 (Y)  
 Est 603307,0 (X)  
 Élévation 61,55 (Z)  
 Prof. du roc: 11,06 m Prof. de fin: 14,83 m

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
 Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

PROFONDEUR - pi	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL			
	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. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)	
		<b>10,67</b>	Présence de blocs et de cailloux.												
36	11	50,49	<b>Roc:</b> Calcaire cristallin gris clair avec fréquents passages argileux gris foncé très fossilifère. Stratification horizontale.  Indice de qualité : excellent.			CF-11		B	0	24-29-50 (8 cm)	R				
37		<b>11,06</b>		CR-12						100	100				
38				CR-13						100	100				
39	12			CR-14						100	100				
40															
41															
42															
43	13														
44															
45															
46	14														
47															
48															
49	15	46,72	Fin du forage.												
50		<b>14,83</b>													
51															
52															
53	16														
54															

Remarques:



Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**  
Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

Coordonnées (m): Nord 5084012,5 (Y)  
Est 603409,3 (X)  
Élévation 61,98 (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 (%) <b>P<sub>L</sub></b> Pression limite, essai pressiométrique (kPa) <b>E<sub>M</sub></b> Module pressiométrique (MPa) <b>E<sub>r</sub></b> Module de réaction du roc (MPa) <b>N</b> Niveau d'eau <b>N</b> Pénétration standard (Nb coups/300mm) <b>N<sub>C</sub></b> Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) <b>N<sub>C</sub></b> Pression de préconsolidation (kPa) <b>TAS</b> Taux d'agressivité des sols <b>***</b> 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> <b>HP</b> Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> <b>HAP</b> Hydrocarbures aromatiques polycycliques <b>COV</b> Composés Organiques Volatils <b>HAM</b> Hydrocarbures aromatiques monocycliques <b>BTEX</b> Benzène, Toluène, Éthyl., Xylènes <b>MÉT</b> Métaux <b>PHÉ</b> Phénols	<b>Examens Organoleptiques</b> Odeur: Nulle (N) Aspect visuel: 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 (%) 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
	61,98	0,00		Terre végétale et sols naturels remaniés.													
1	61,68	0,30		<b>Sol naturel:</b> Sable, un peu de silt, brun foncé à brun. Humide.  Compacité : lâche.													
2																	
3																	
4																	
5	60,56	1,42		Silt, un peu de sable, gris. Humide. Compacité : lâche.													
6	60,15	1,83		Silt et argile, un peu de sable, gris-brun. Humide.  Consistance estimée : ferme.													
7																	
8	59,54	2,44		Argile et silt, traces de sable, gris. Humide.  Consistance estimée : très molle.													
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
 Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

Coordonnées (m): Nord 5084012,5 (Y)  
 Est 603409,3 (X)  
 Élévation 61,98 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8,23 m

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m PROF. - m	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					
			DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	TYPE ET NUMÉRO			SOUS-ÉCHANTI. ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RGD	ODEUR VISUEL	Examens organo. VAPEUR (PPM)							
-15			Argile et silt, traces de sable, gris. Humide.  Consistance estimée : très molle.				CF-7	B	X	66	0-0-0-0	PDM					X			
-16																				
-17																				
-18																				
-19																				
-20																				
-21							CF-8	B	X	82	0-0-0-0	PDM					X			
-22																				
-23																				
-24																				
-25																				
-26							CF-9	B	X	82	0-0-0-0	PDM					X			
-27		53,75 8,23	Fin du forage.																	
-28																				
-29																				
-30																				
-31																				
-32																				
-33																				
-34																				

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Coordonnées (m): Nord 5084067,1 (Y)  
 Est 603363,8 (X)  
 Élévation 61,97 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8,77 m

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
 Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**
**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)  
 M<sub>r</sub> Module de réaction du roc (MPa)  
 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

**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, Éthyl., 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			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			Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)	
	61,97	0,00	Terre végétale et sols naturels remaniés.												
1	61,67	0,30	<b>Sol naturel:</b> Sable, un peu de silt à silteux, brun.  Compacité : lâche.		CF-1	N	100	1-3-3-5	6						
2					CF-2	B	82	4-4-4-4	8						
3															
4	60,70	1,27	Silt, un peu d'argile, traces de sable, gris à brun. Humide. Consistance estimée : ferme.		CF-3	B	100	3-3-4-5	7						
5															
6	60,14	1,83	Argile et silt, traces de sable, brun à gris. Très humide à saturé.  Consistance mesurée : raide à ferme.		CF-4	B	100	2-2-3-3	5						
7															
8															
9					CF-5	B	33	1-0-0-1	PDM						
10															
11					CF-6	B	100	0-0-0-0	PDM						
12															
13															
14															

 Gravier : 0,0%  
 Sable : 8,3%  
 Silt : 39,3%  
 Argile : 52,5%  
 W = 46,3%  
 W<sub>L</sub> = 44%  
 W<sub>p</sub> = 21%  
 I<sub>p</sub> = 23%; I<sub>L</sub> = 1,1

Remarques:



Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

 Coordonnées (m): Nord 5084110,3 (Y)  
 Est 603302,3 (X)  
 Élévation 61,37 (Z)  
 Prof. du roc: m Prof. de fin: 8,23 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 (%)	M	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 (%)		

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, Éthyl., Xylènes	Persistante (P)	Imbibé (IM)
MÉT	Métaux		
PHÉ	Phénols		

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)
	61,37	0,00		Terre végétale et sols naturels remaniés.														
1	61,07	0,30		<b>Sol naturel:</b> Silt, un peu de sable, brun. Humide.														
2	60,76	0,61		Silt sableux, gris à brun. Présence d'oxydation. Humide. Compacité : moyenne.														
3	60,15	1,22		Silt, un peu d'argile, traces de sable, gris à brun. Humide. Consistance estimée : très raide.														
4	59,54	1,83		Argile et silt, gris-brun. Très humide. Consistance estimée : molle à ferme.														
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		

Gravier : 0,0%  
 Sable : 0,5%  
 Silt : 47,3%  
 Argile : 52,2%  
 W = 44,2%  
 W<sub>L</sub> = 44%  
 W<sub>p</sub> = 23%  
 I<sub>p</sub> = 21%; I<sub>L</sub> = 1,0

Remarques:

Projet: **Étude géotechnique - Projet de développement domiciliaire résidentiel**

 Endroit: **Lot 2 540 342 du cadastre du Québec  
Rue Montcalm, Saint-Esprit, QC**

Coordonnées (m): Nord 5084110,3 (Y)

Est 603302,3 (X)

Élévation 61,37 (Z)

Prof. du roc: m Prof. de fin: 8,23 m

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m PROF. - m	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		
			DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	TYPE ET NUMÉRO			SOUS-ÉCHANTI. ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	COUPS / 150 mm	N ou RGD	Examens organo. ODEUR VISUEL VAPEUR (PPM)				
15																
16		56,25					CF-7	A	B	100	0-0-16-32	16				X
17		5,12	Sable graveleux, traces d'argile, gris. Présence de cailloux. Saturé.					B								
18			Compacité : moyenne à dense.													
19																
20																
21							CF-8		B	25	14-13-10-16	23				X
22																
23																
24																
25																
26							CF-9		B	25	16-17-16-18	33				X
27		53,14	Fin du forage.													
28		8,23														
29																
30																
31																
32																
33																
34																

Remarques:



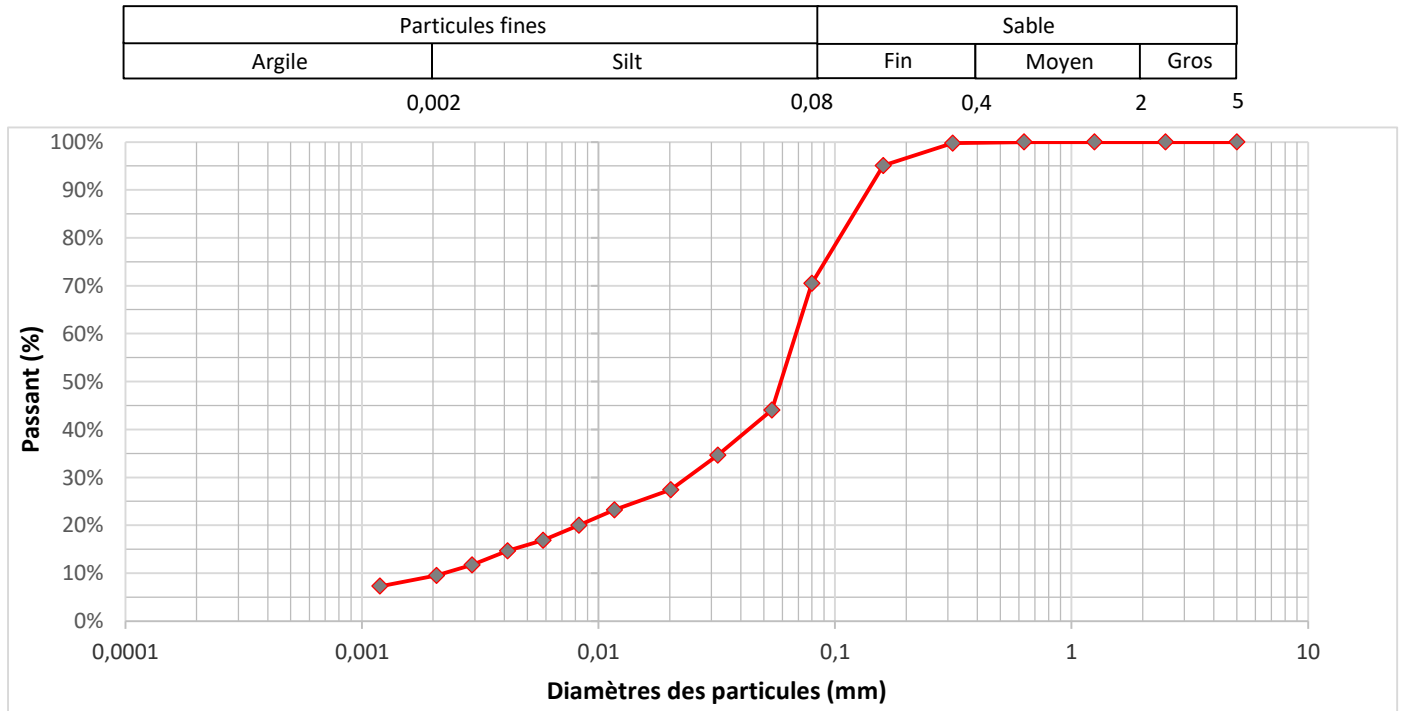
**ANNEXE C**  
**CERTIFICATS DE LABORATOIRE**

---

# Essais de laboratoire




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-CF2
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	0,61 m - 1,22 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-11
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,020	27,5	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	0,0022
2,5	100,0	0,0117	23,2	Sable	29,5%	D <sub>30</sub>	0,024
1,25	100,0	0,0083	20,0	Silt	61,2%	D <sub>50</sub>	0,059
0,630	100,0	0,0058	16,9	Argile	9,3%	D <sub>60</sub>	0,069
0,315	99,7	0,0041	14,7	<b>Silt sableux, traces d'argile.</b>		C <sub>u</sub>	31,36
0,160	95,1	0,0029	11,7			C <sub>c</sub>	3,79
0,080	70,5	0,0021	9,5				
0,054	44,1	0,0012	7,3				
0,032	34,7			Teneur en eau	21,2%	Densité estimée	2,70
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Dominique Parent

Vérfié par:   
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

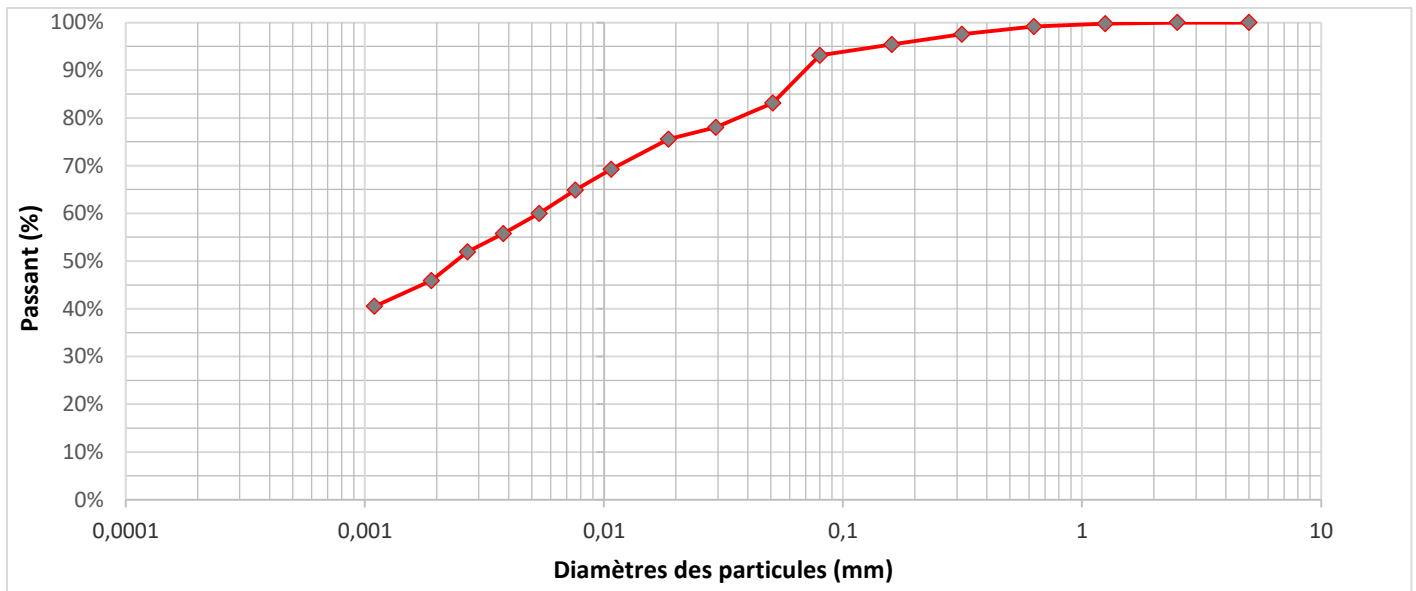
Date: 2023-09-18

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-CF4	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m	- 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-11	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	

Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002		0,08	0,4	2 5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description	Diamètre des grains	
5	100,0	0,019	75,6	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub> -
2,5	100,0	0,0107	69,2	Sable	6,9%	D <sub>30</sub> -
1,25	99,7	0,0076	64,9	Silt	46,4%	D <sub>50</sub> 0,0024
0,630	99,1	0,0054	60,0	Argile	46,7%	D <sub>60</sub> 0,0054
0,315	97,6	0,0038	55,8	<b>Argile et silt, traces de sable</b>		C <sub>u</sub> -
0,160	95,4	0,0027	51,9			C <sub>c</sub> -
0,080	93,1	0,0019	45,9			
0,051	83,1	0,0011	40,5			
0,029	78,0			Teneur en eau	35,4%	Densité 2,68
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013						

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par: É. Walker  
Émilie Walker, ing. P.R.T., M. Sc.

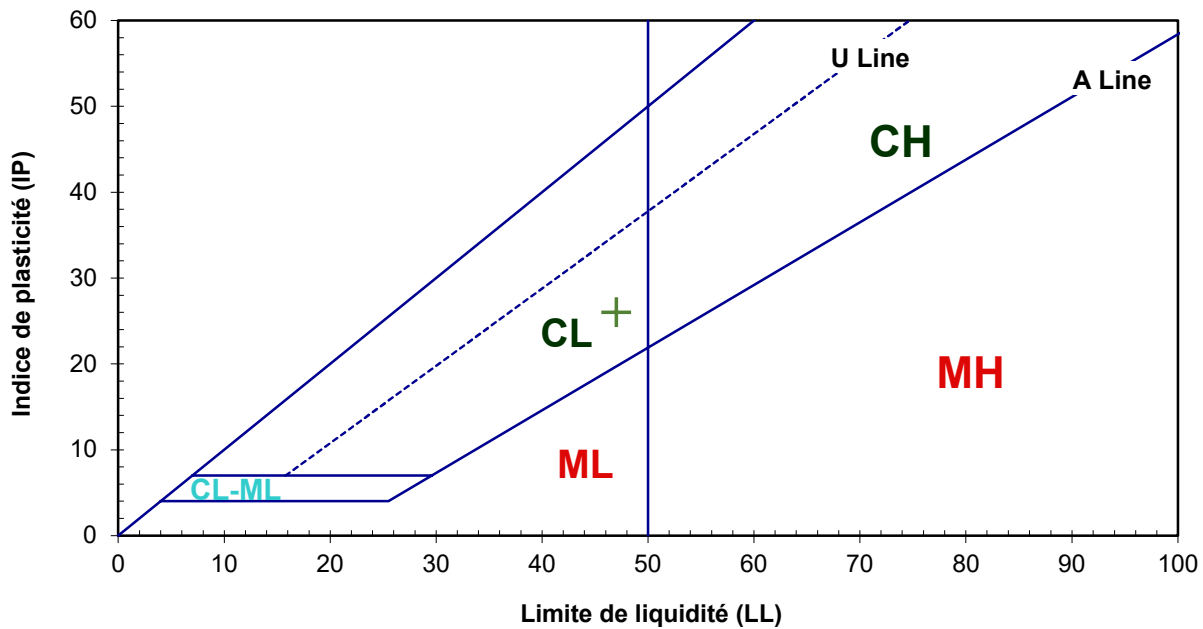
Date: 2023-08-25

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-TS7
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	4,64 m - 4,74 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-11
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Non-tamisé	Limite de liquidité	47%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	21%
		Indice de plasticité	26%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,4
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	57,6%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

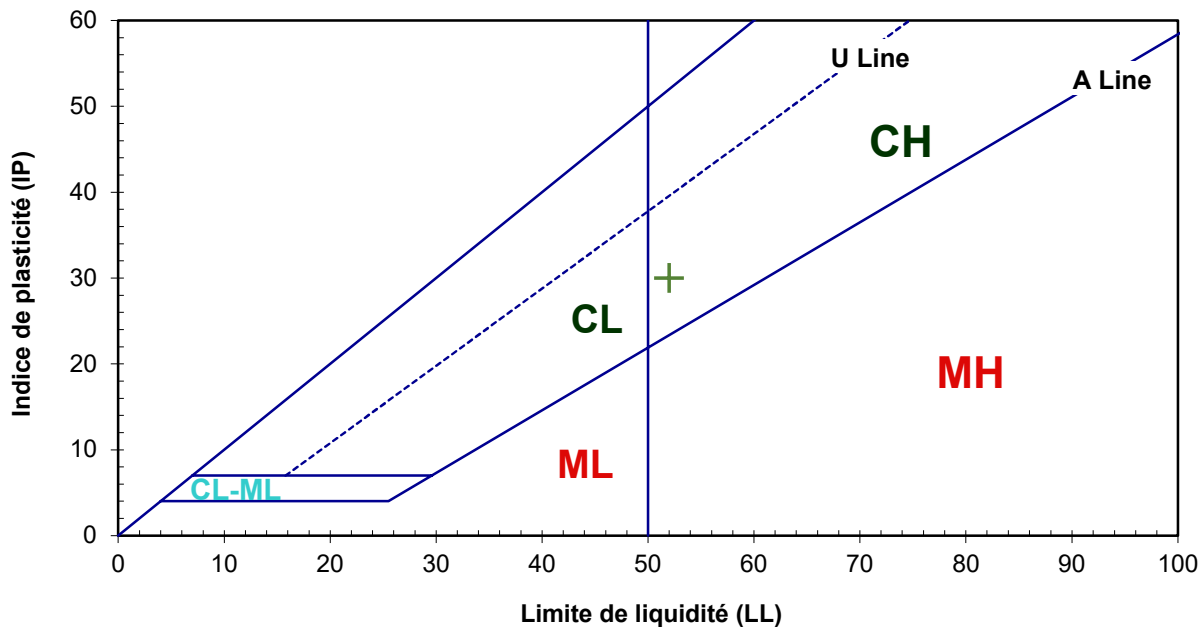
Date: 2023-09-06

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-TS9
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	7,69 m - 7,79 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-11
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Non-tamisé	Limite de liquidité	52%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	22%
		Indice de plasticité	30%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par addition d'eau	Indice de liquidité	0,9
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CH)</b>
Teneur en eau	48,6%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
 Emilie Walker, ing.-PRT, M.Sc.

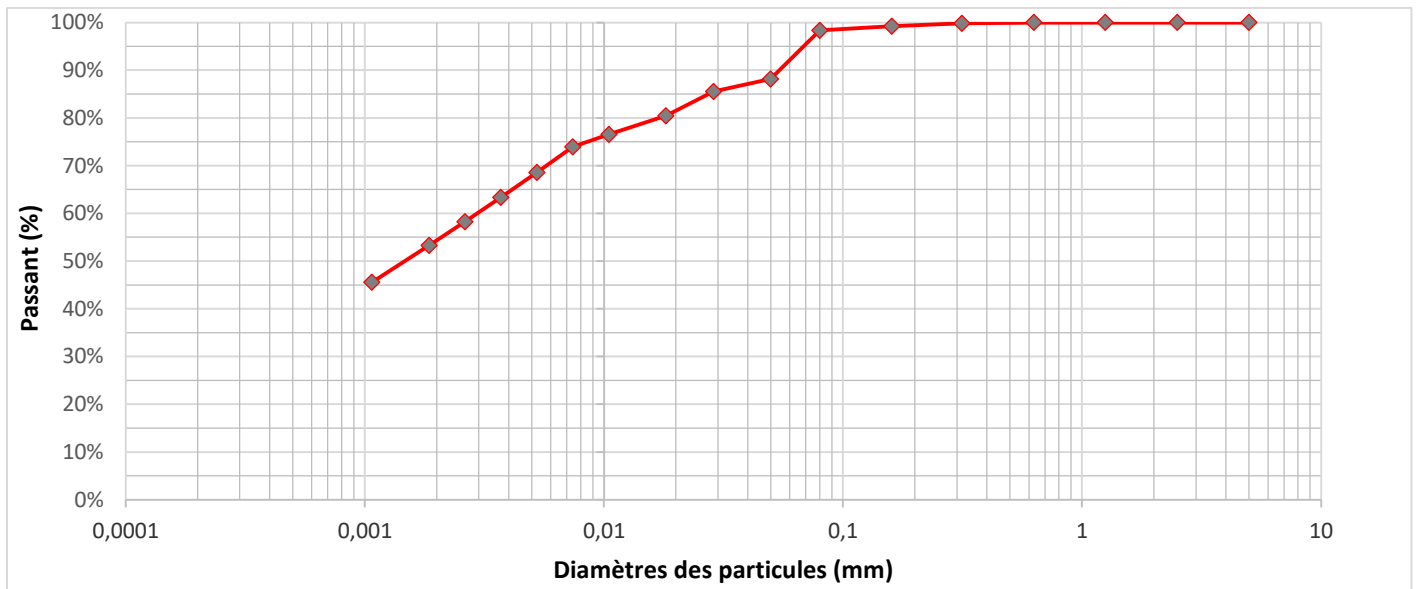
Date: 2023-09-06

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF4	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m	- 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-10	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	


Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002		0,08	0,4	2 5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,018	80,4	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0105	76,6	Sable	1,6%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0074	74,0	Silt	44,3%	D <sub>50</sub>	0,0015
0,630	100,0	0,0052	68,6	Argile	54,1%	D <sub>60</sub>	0,0029
0,315	99,8	0,0037	63,4	<b>Argile et silt, traces de sable</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,2	0,0026	58,3			C <sub>c</sub>	-
0,080	98,4	0,0019	53,3				
0,050	88,1	0,0011	45,6				
0,029	85,5			Teneur en eau	48,0%	Densité	2,68
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

Date: 2023-08-25

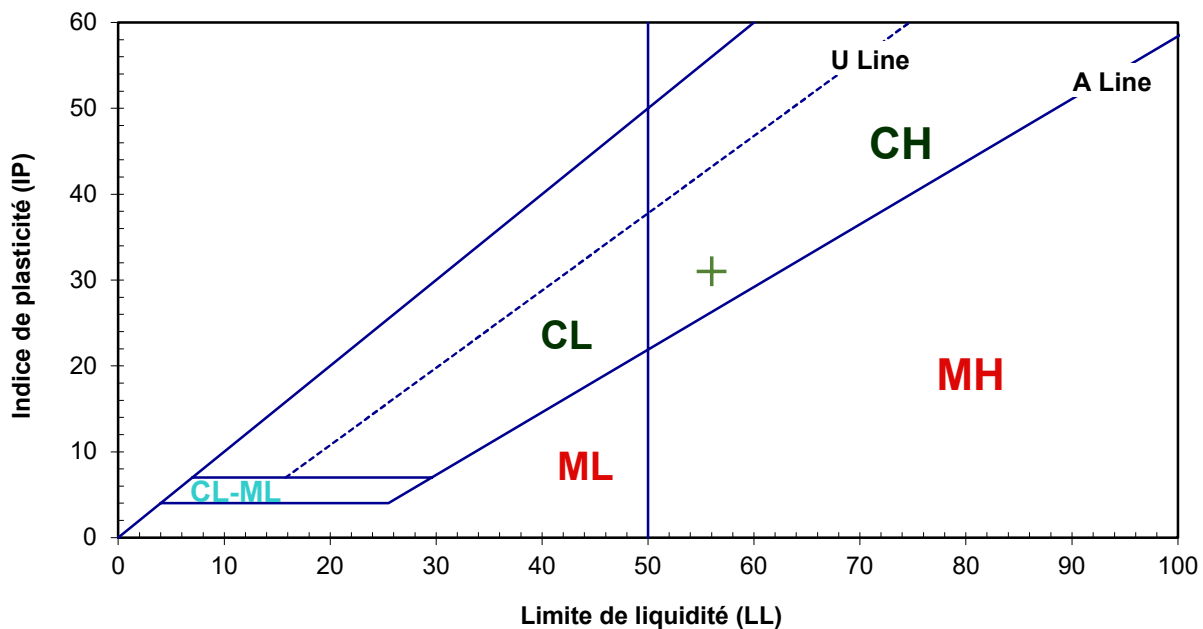


# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF4
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-10
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	56%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	25%
		Indice de plasticité	31%
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)	<b>(CH)</b>
Teneur en eau	48,0%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

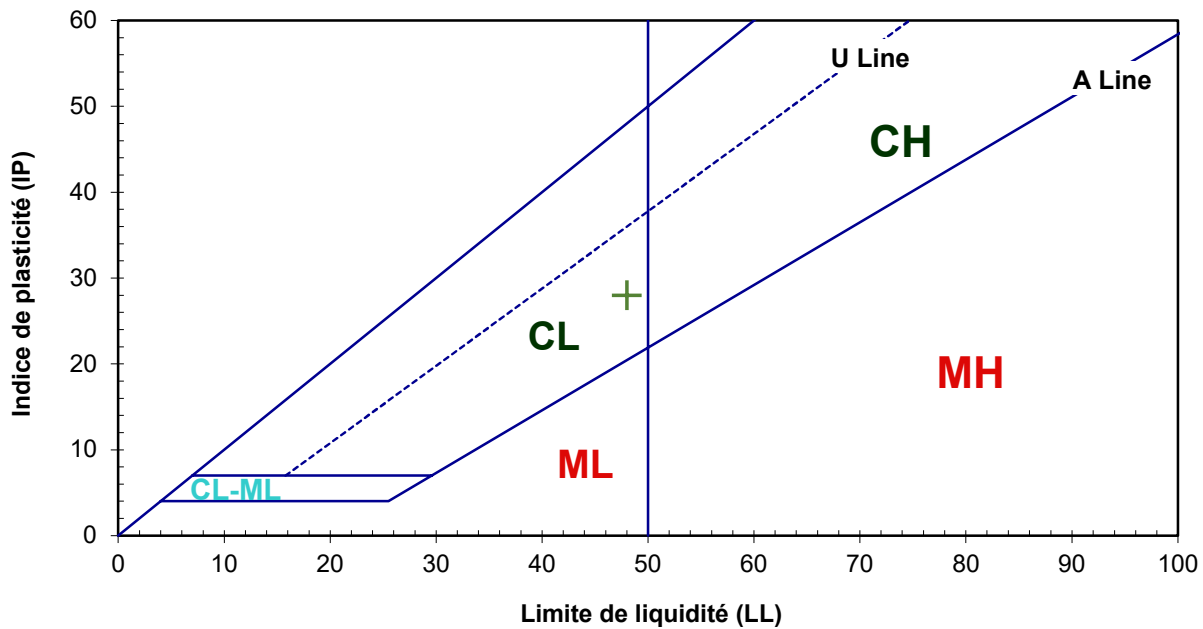
Date: 2023-09-08

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF5
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	9,15 m - 9,76 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-12
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	48%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	20%
		Indice de plasticité	28%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par addition d'eau	Indice de liquidité	1,4
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	58,4%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
 Emilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

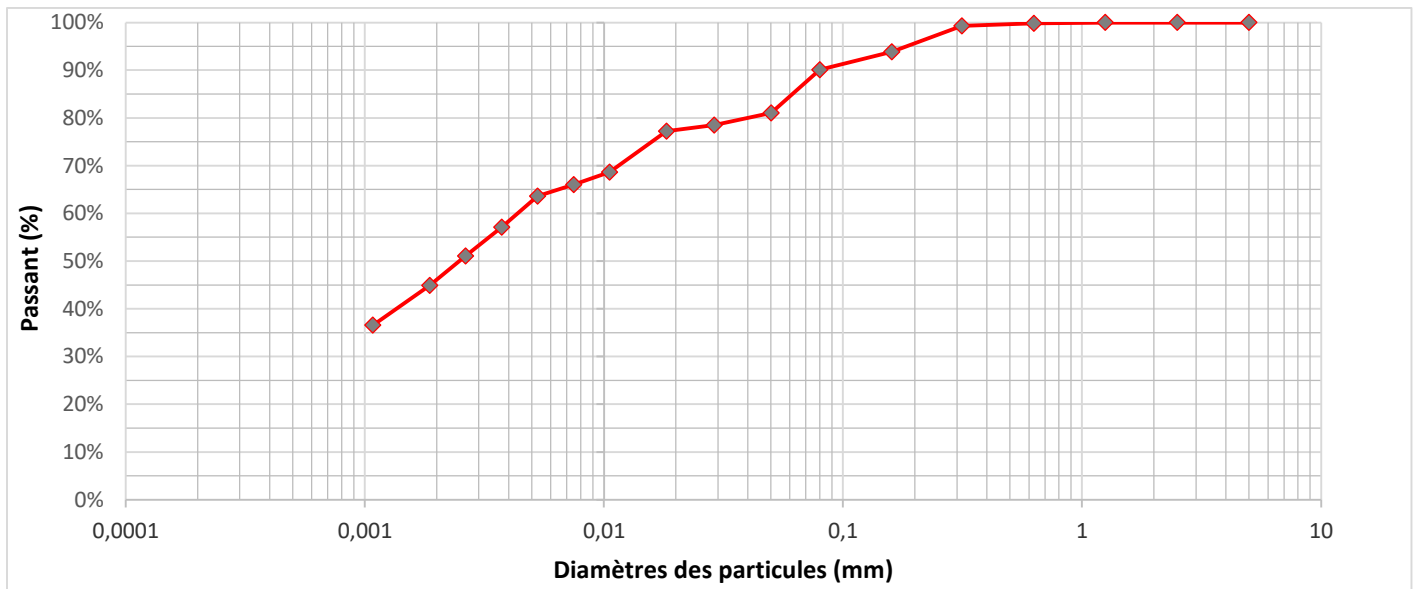
Date: 2023-09-12

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF6	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	3,05 m	- 3,66 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-12	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	

Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002	0,08	0,4	2	5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description	Diamètre des grains		
5	100,0	0,018	77,2	Gravier	D <sub>10</sub>	-	
2,5	100,0	0,0106	68,6	Sable	D <sub>30</sub>	-	
1,25	100,0	0,0075	66,0	Silt	D <sub>50</sub>	0,0025	
0,630	99,8	0,0053	63,6	Argile	D <sub>60</sub>	0,0044	
0,315	99,3	0,0037	57,1	<b>Argile et silt, traces de sable</b>	C <sub>u</sub>	-	
0,160	93,9	0,0026	51,1		C <sub>c</sub>	-	
0,080	90,1	0,0019	44,9				
0,050	81,0	0,0011	36,6				
0,029	78,5			Teneur en eau	51,9%	Densité	2,65
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérifié par: É. Walker  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

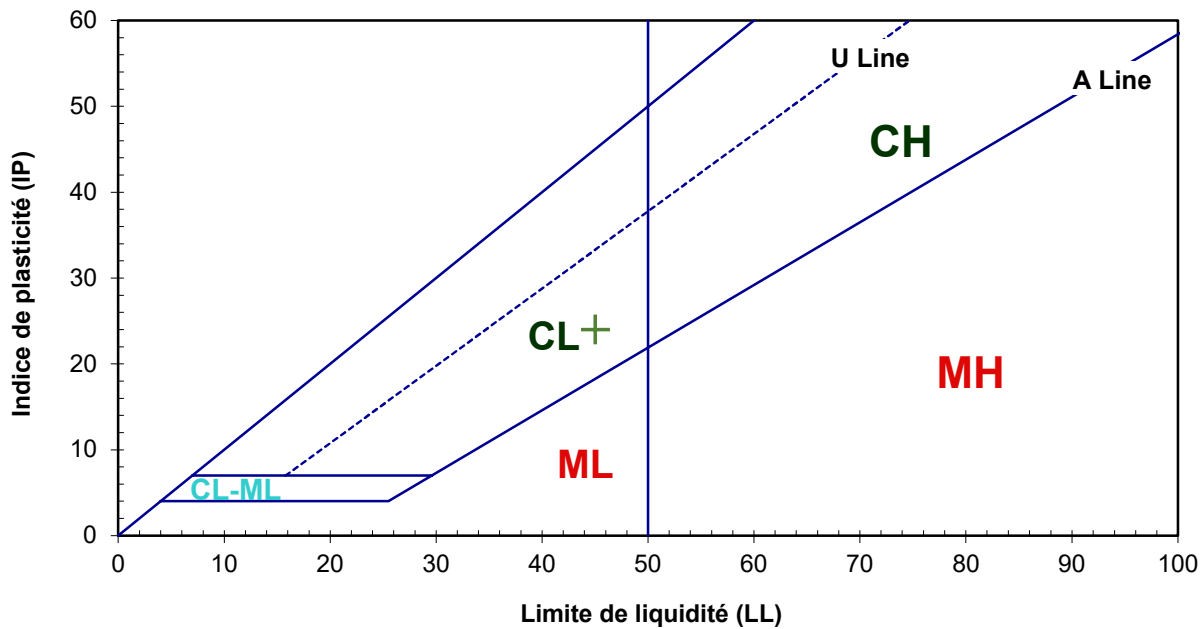
Date: 2023-08-25

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF6
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	3,05 m - 3,66 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-12
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	45%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	21%
		Indice de plasticité	24%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,3
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	51,9%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
 Emilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

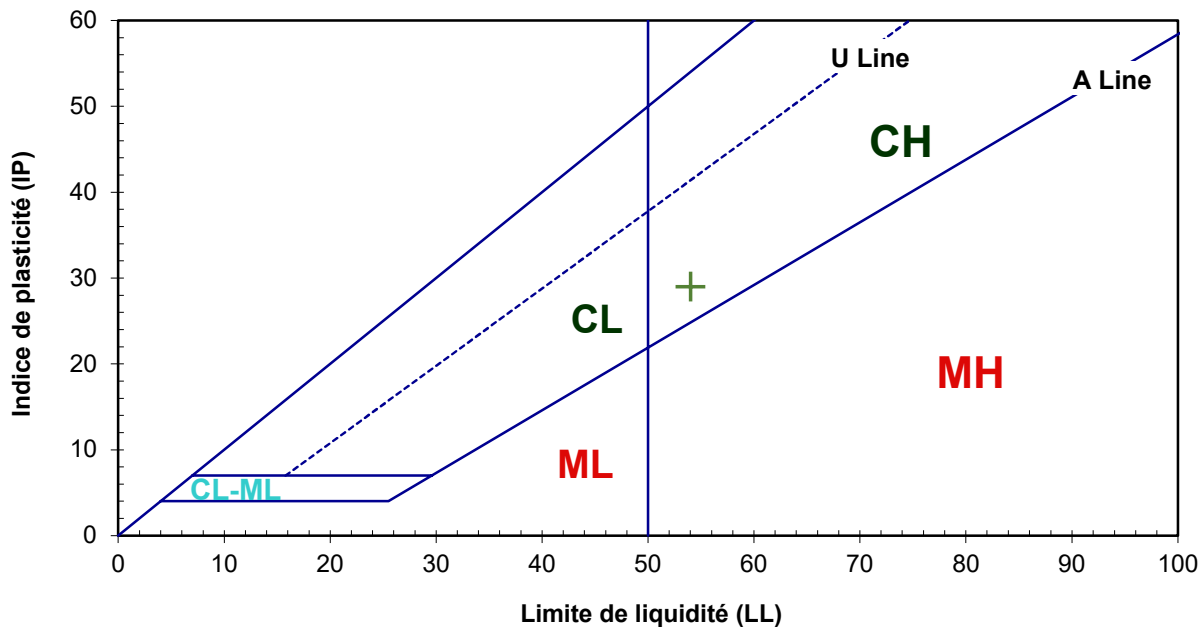
Date: 2023-09-08

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-TS7
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	4,64 m - 4,74 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Non-tamisé	Limite de liquidité	54%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	25%
		Indice de plasticité	29%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,3
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CH)</b>
Teneur en eau	64,0%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
Émilie Walker, ing. BRT, M.Sc.

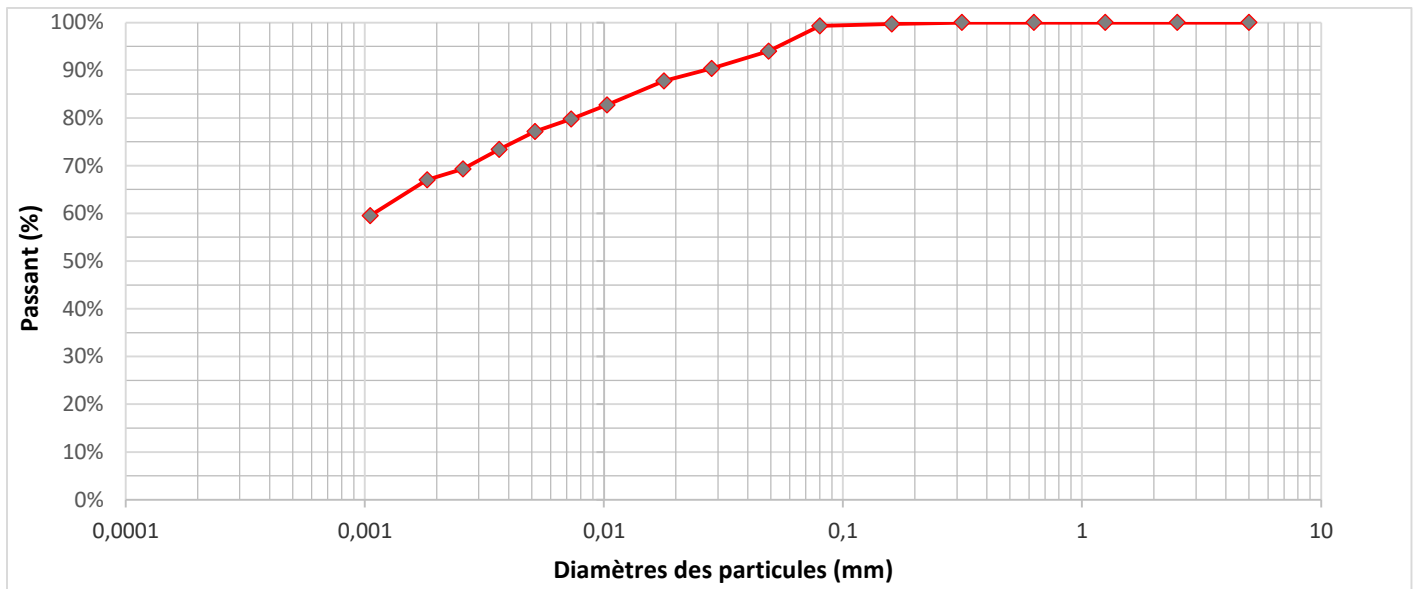
Date: 2023-09-06

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF8	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	6,1 m	- 6,71 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-12	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	

Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002		0,08	0,4	2 5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,018	87,8	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0103	82,7	Sable	0,7%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0073	79,8	Silt	31,6%	D <sub>50</sub>	-
0,630	100,0	0,0052	77,2	Argile	67,7%	D <sub>60</sub>	0,0011
0,315	100,0	0,0036	73,4	<b>Argile et silt</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,7	0,0026	69,3			C <sub>c</sub>	-
0,080	99,3	0,0018	67,0				
0,049	94,0	0,0011	59,5				
0,028	90,3			Teneur en eau	62,6%	Densité	2,68
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par: É. Walker  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

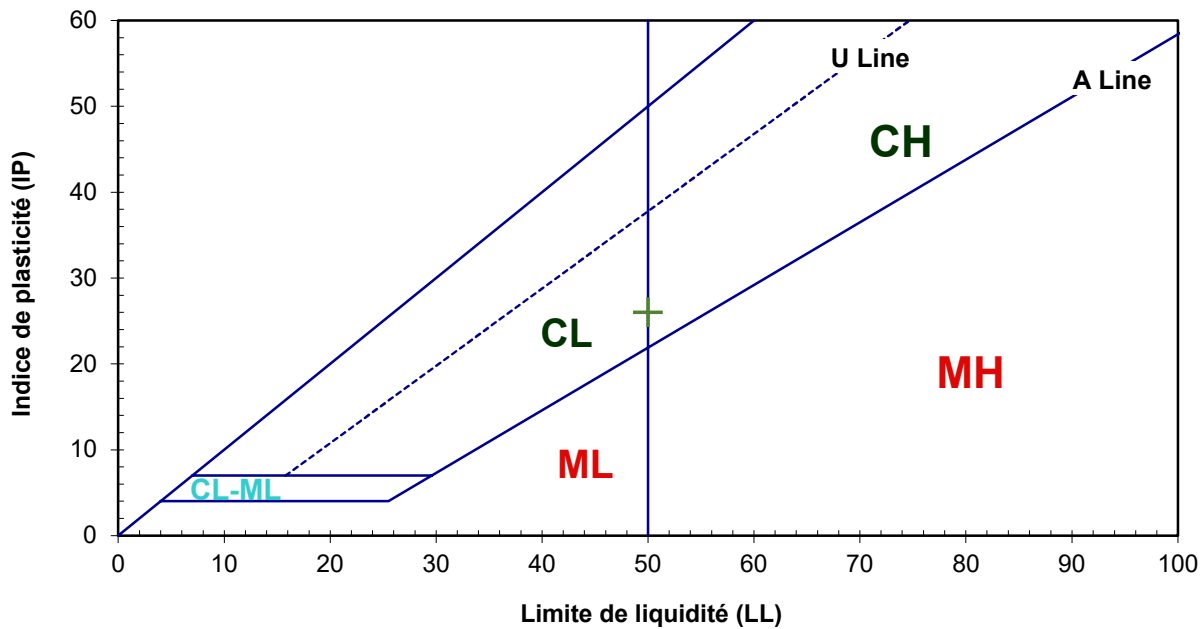
Date: 2023-08-25

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-TS9
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	7,69 m - 7,79 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Non-tamisé	Limite de liquidité	50%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	24%
		Indice de plasticité	26%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,5
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	62,8%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
 Emilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-09-07

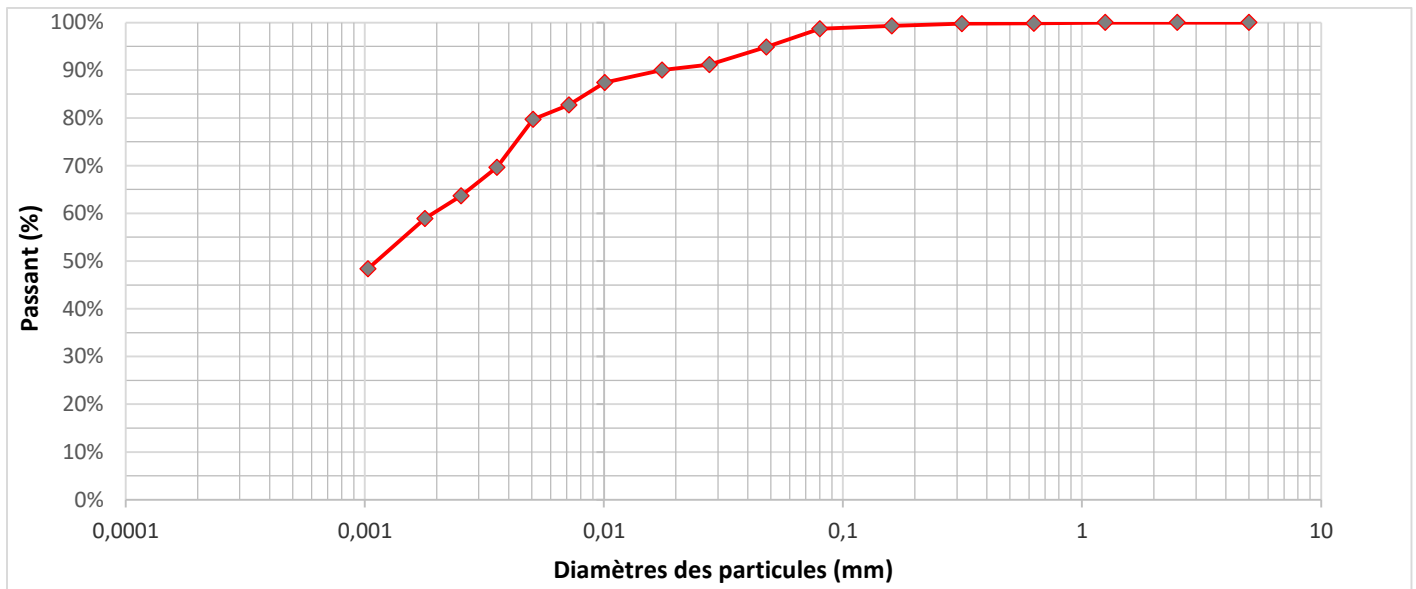


# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-CF10	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	9,15 m	- 9,76 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-12	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	

Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002	0,08	0,4	2	5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,017	90,0	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0101	87,4	Sable	1,3%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0071	82,7	Silt	38,3%	D <sub>50</sub>	0,0011
0,630	99,8	0,0051	79,7	Argile	60,4%	D <sub>60</sub>	0,0019
0,315	99,7	0,0036	69,6	<b>Argile et silt, traces de sable</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,2	0,0025	63,7			C <sub>c</sub>	-
0,080	98,7	0,0018	58,9				
0,048	94,9	0,0010	48,4				
0,028	91,2			Teneur en eau	58,4%	Densité	2,74
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

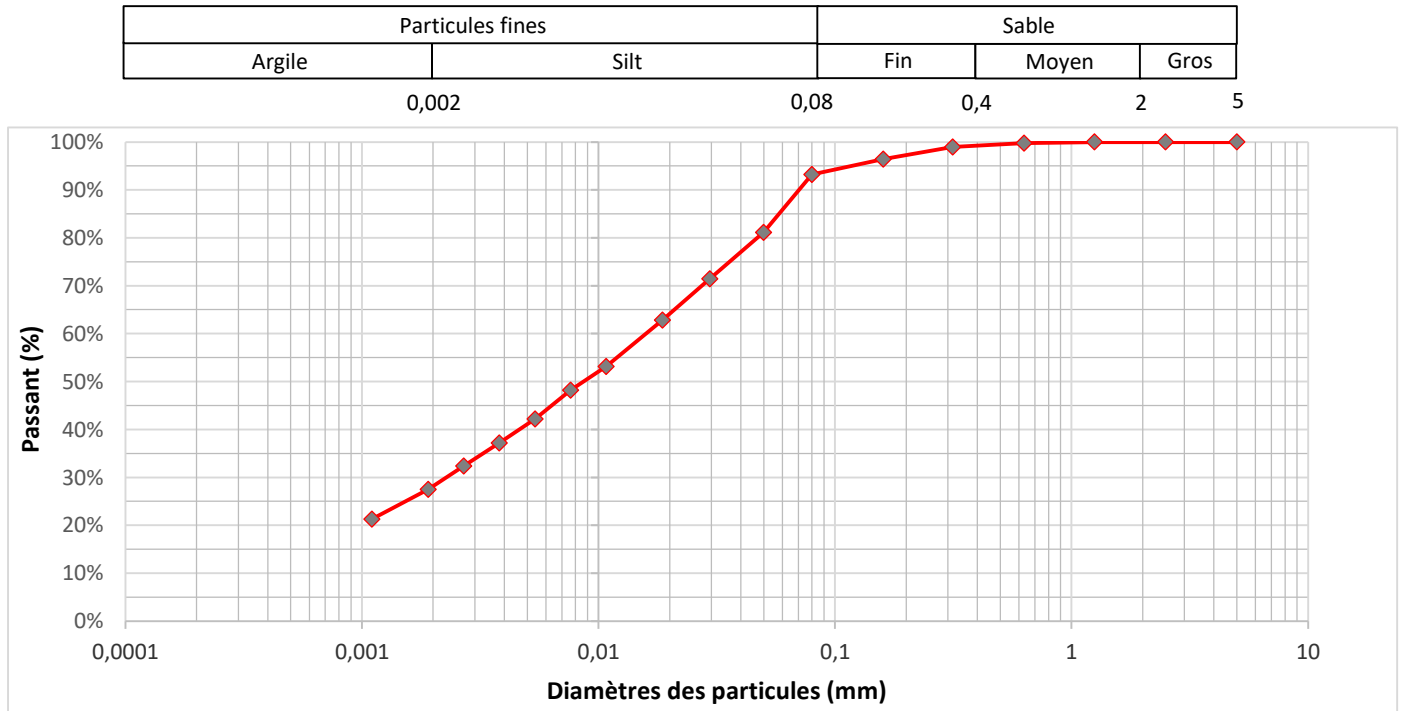
Vérfié par: É. Walker  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

Date: 2023-08-25

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F3-CF3
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,22 m - 1,83 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-10
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,019	62,9	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0108	53,2	Sable	6,8%	D <sub>30</sub>	0,0023
1,25	100,0	0,0076	48,2	Silt	65,0%	D <sub>50</sub>	0,0086
0,630	99,8	0,0054	42,2	Argile	28,2%	D <sub>60</sub>	0,017
0,315	99,0	0,0038	37,2	<b>Silt argileux</b> , traces de sable.		C <sub>u</sub>	-
0,160	96,4	0,0027	32,4			C <sub>c</sub>	-
0,080	93,2	0,0019	27,5				
0,050	81,1	0,0011	21,3				
0,030	71,4			Teneur en eau	29,0%	Densité estimée	2,70
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Dominique Parent

Vérfié par:   
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-09-18

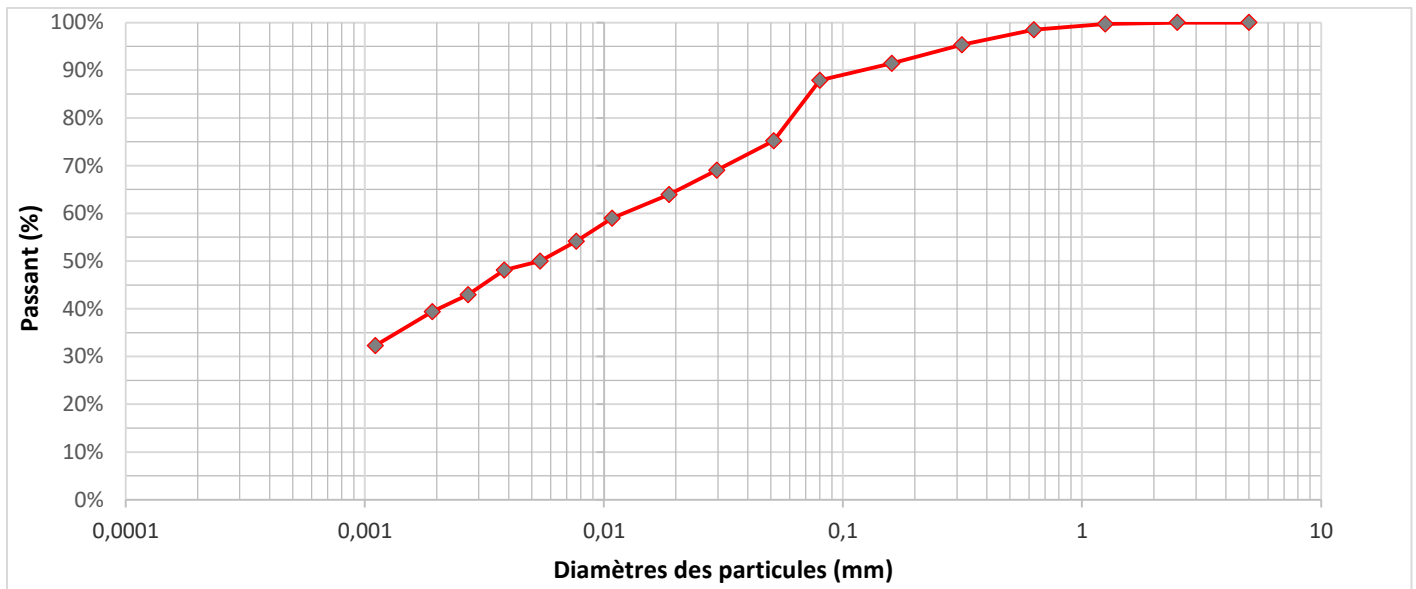
D-08-01\_2023-01-26

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F4-CF4	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m	- 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	


Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002	0,08	0,4	2	5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,019	63,9	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0108	59,0	Sable	12,1%	D <sub>30</sub>	-
1,25	99,7	0,0077	54,2	Silt	48,0%	D <sub>50</sub>	0,0054
0,630	98,5	0,0054	50,0	Argile	39,9%	D <sub>60</sub>	0,012
0,315	95,3	0,0038	48,1	<b>Silt et argile, un peu de sable</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	91,4	0,0027	43,0			C <sub>c</sub>	-
0,080	87,9	0,0019	39,4				
0,051	75,2	0,0011	32,3				
0,030	69,0			Teneur en eau	36,2%	Densité	2,69
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

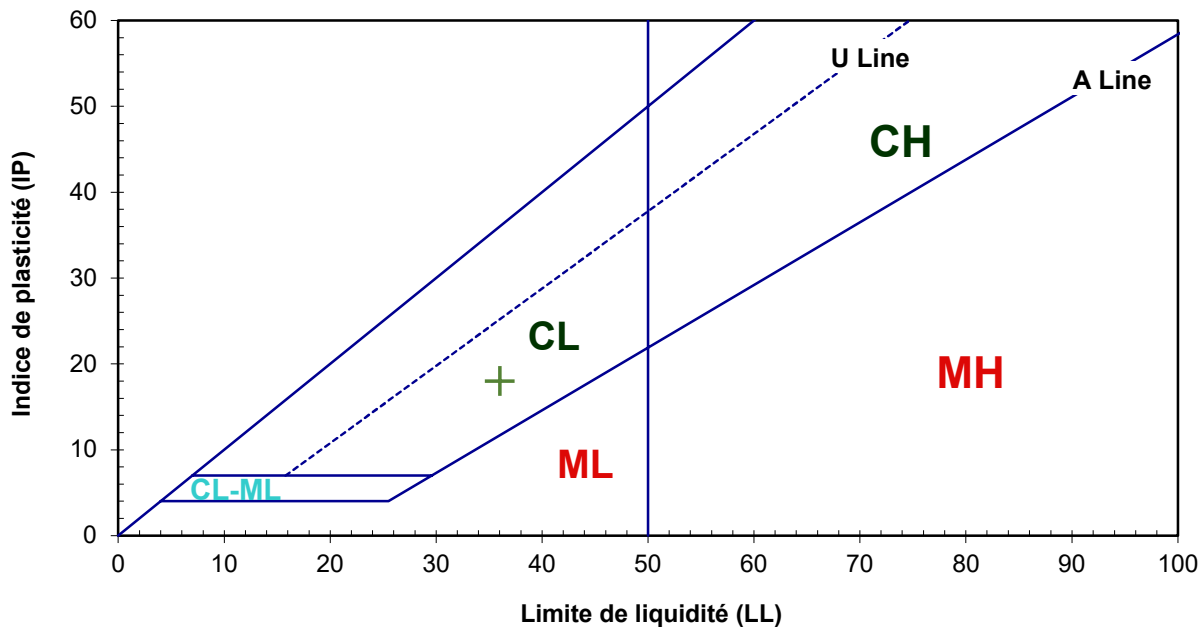
Date: 2023-08-25

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F4-CF4
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	36%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	18%
		Indice de plasticité	18%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par assèchement	Indice de liquidité	1,0
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	36,2%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

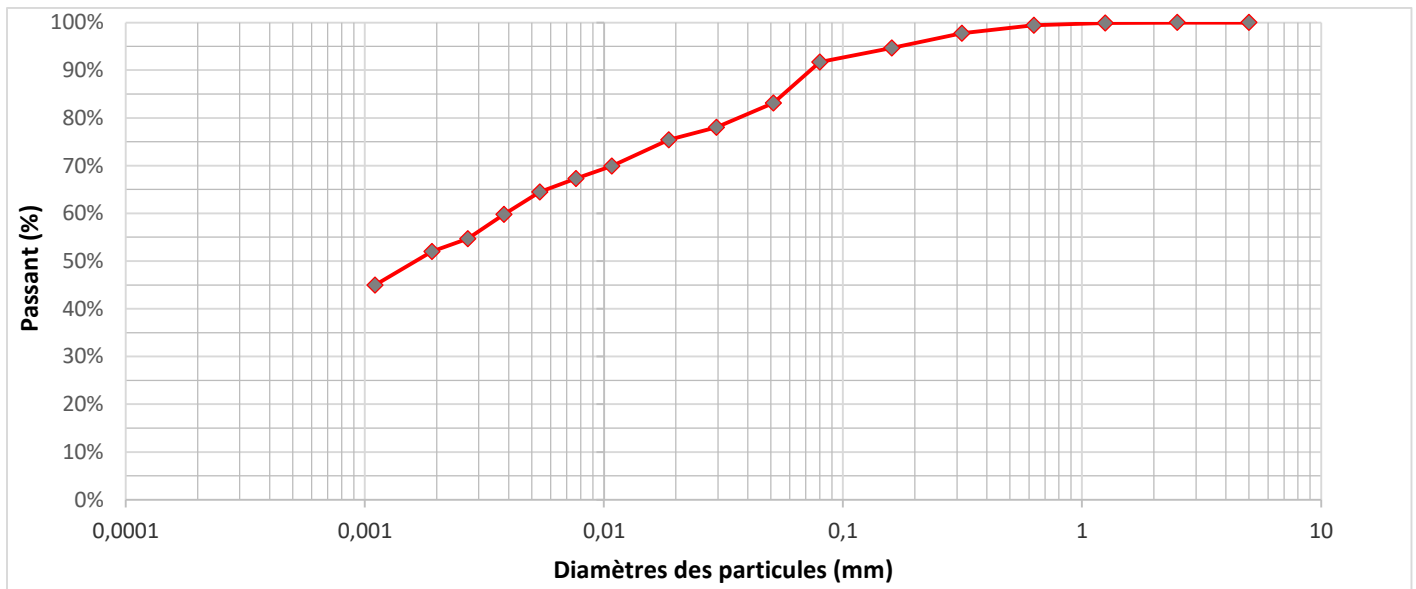
Date: 2023-09-12

# Essais de laboratoire




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F5-CF4	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m	- 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-14	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	

Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002		0,08	0,4	2
5				



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,019	75,4	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0108	69,9	Sable	8,3%	D <sub>30</sub>	-
1,25	99,9	0,0076	67,3	Silt	39,3%	D <sub>50</sub>	0,0016
0,630	99,4	0,0054	64,5	Argile	52,4%	D <sub>60</sub>	0,0039
0,315	97,7	0,0038	59,8	<b>Argile et silt, traces de sable</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	94,7	0,0027	54,7			C <sub>c</sub>	-
0,080	91,7	0,0019	52,0				
0,051	83,1	0,0011	45,0				
0,030	78,0			Teneur en eau	46,3%	Densité	2,69
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par:   
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

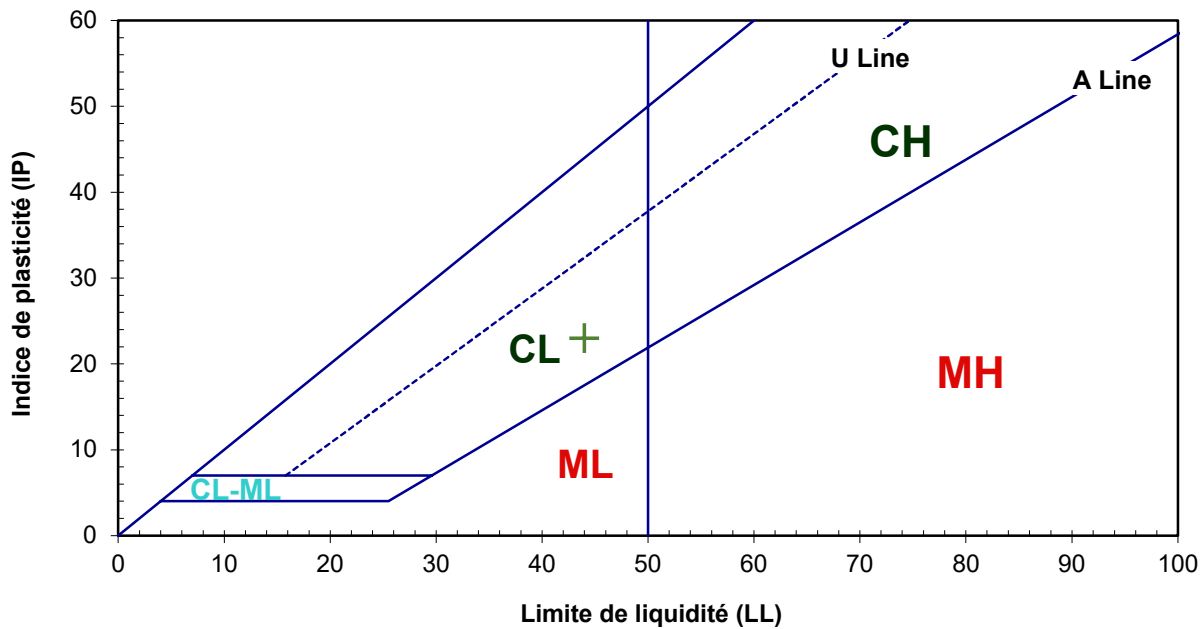
Date: 2023-08-25

# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F5-CF4
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-14
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	44%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	21%
		Indice de plasticité	23%
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)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	46,3%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
 Emilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

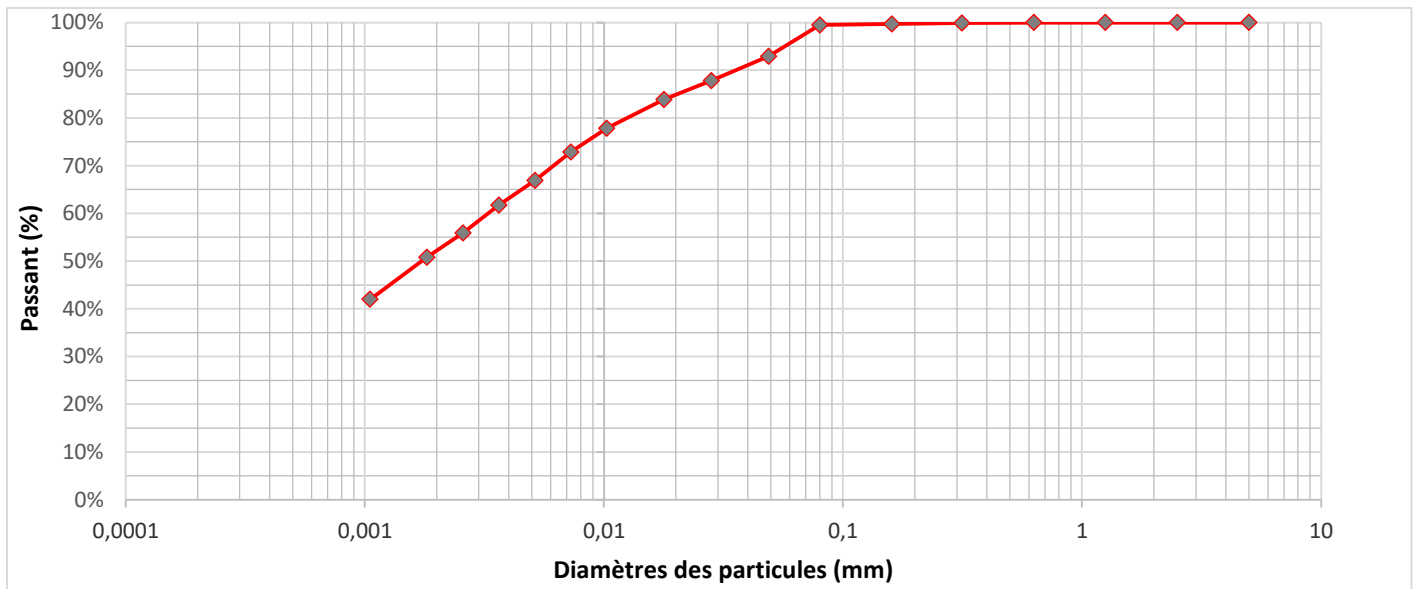
Date: 2023-09-12

# Essais de laboratoire



Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F6-CF4	
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m	- 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13	
		Prélevé par	Matthew Gibbons	


Particules fines		Sable		
Argile	Silt	Fin	Moyen	Gros
0,002		0,08	0,4	2 5



Diamètre mm	Passant %	Diamètre mm	Passant %	Description		Diamètre des grains	
5	100,0	0,018	83,8	Gravier	0,0%	D <sub>10</sub>	-
2,5	100,0	0,0103	77,8	Sable	0,5%	D <sub>30</sub>	-
1,25	100,0	0,0073	72,9	Silt	47,3%	D <sub>50</sub>	0,0017
0,630	100,0	0,0051	66,9	Argile	52,2%	D <sub>60</sub>	0,0033
0,315	99,9	0,0036	61,7	<b>Argile et silt</b>		C <sub>u</sub>	-
0,160	99,7	0,0026	55,9			C <sub>c</sub>	-
0,080	99,5	0,0018	50,8				
0,049	92,9	0,0011	42,0				
0,028	87,8			Teneur en eau	44,2%	Densité	2,73
Norme pour la granulométrie BNQ 2501-025/2013							

Effectué par: Joseph Beaulieu

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M. Sc.

Date: 2023-08-25

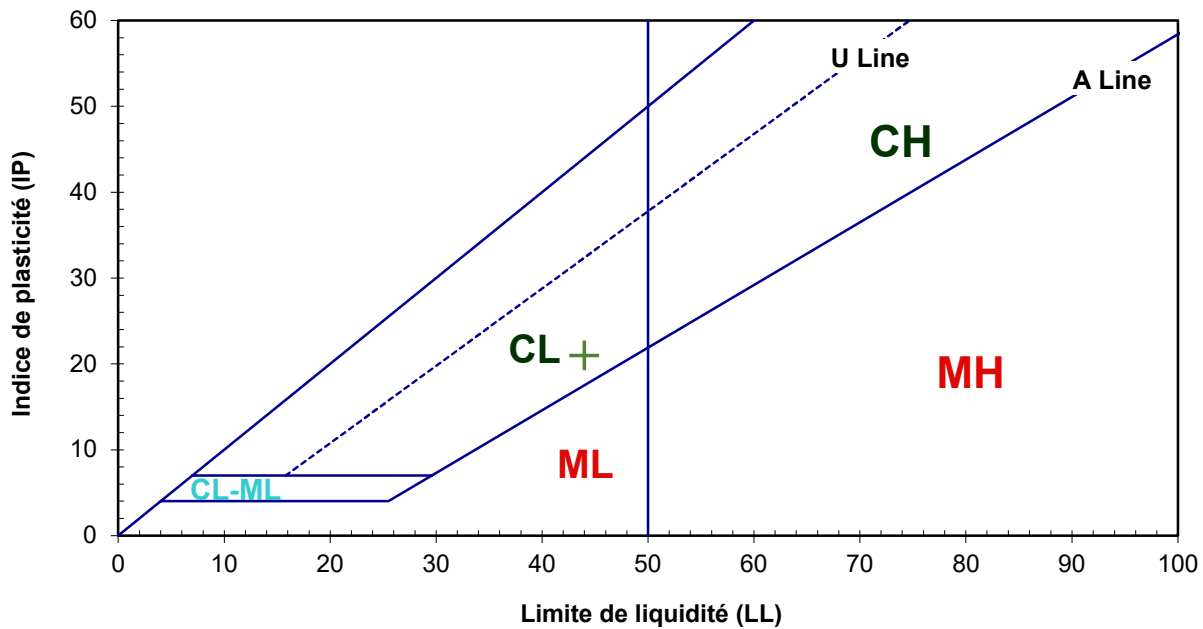


# Rapport de laboratoire

## -Essais aux Cônes Suédois-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F6-CF4
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	1,83 m - 2,44 m
Provenance	Lot 2 540 342, rang Montcalm, Saint-Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons



Essais selon la norme BNQ 2501-092/2023		Limites d'Atterberg	
Préparation de l'échantillon	Tamisé	Limite de liquidité	44%
Température de séchage si sols pulvérulents	-	Limite de plasticité	23%
		Indice de plasticité	21%
Méthode pour la limite de liquidité aux cônes suédois	Méthode à plusieurs points par addition d'eau	Indice de liquidité	1,0
		Description du sol selon (USCS)	<b>(CL)</b>
Teneur en eau	44,2%		

Effectué par: Dominique Parent

Vérifié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-09-12

# Rapport de laboratoire

## -Résistance au cisaillement et sensibilité-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-TS7
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	4,57 m - 5,18 m
Provenance	125, rang Montcalm, Saint Esprit	Prélevé le	2023-07-11
		Prélevé par	Matthew Gibbons

Description visuelle
Argile et silt, traces de sable, gris brun, ferme à mi ferme

Essais selon la norme BNQ 2501-110/2014			
Résistance non drainée du sol à l'état intact $C_u$ (kPa)	46	Résistance non drainée du sol à l'état remanié $C_u$ (kPa)	0,9
Teneur en eau à l'état intact	55,7%	Teneur en eau à l'état remanié	52,6%
Direction de l'essai par rapport à l'axe de prélèvement de l'échantillon	Vers le haut	Sensibilité du sol $S_t$	48

Effectué par: Raphaël Côté

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-07-24

# Rapport de laboratoire

## -Résistance au cisaillement et sensibilité-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F1-TS9
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	7,89 m - 8,00 m
Provenance	125, rang Montcalm, Saint Esprit	Prélevé le	2023-07-11
		Prélevé par	Matthew Gibbons

Description visuelle
Argile et silt, traces de sable, gris brun, ferme à mi ferme

Essais selon la norme BNQ 2501-110/2014			
Résistance non drainée du sol à l'état intact $C_u$ (kPa)	65	Résistance non drainée du sol à l'état remanié $C_{ur}$ (kPa)	2,6
Teneur en eau à l'état intact	57,8%	Teneur en eau à l'état remanié	58,7%
Direction de l'essai par rapport à l'axe de prélèvement de l'échantillon	Vers le haut	Sensibilité du sol $S_t$	25

Effectué par: Raphaël Côté

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-07-24

# Rapport de laboratoire

## -Résistance au cisaillement et sensibilité-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-TS7
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	4,84 m - 4,95 m
Provenance	125, rang Montcalm, Saint Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons

Description visuelle
Argile et silt, traces de sable, gris brun, ferme à mi ferme

Essais selon la norme BNQ 2501-110/2014			
Résistance non drainée du sol à l'état intact $C_u$ (kPa)	33	Résistance non drainée du sol à l'état remanié $C_u$ (kPa)	1,0
Teneur en eau à l'état intact	61,1%	Teneur en eau à l'état remanié	60,5%
Direction de l'essai par rapport à l'axe de prélèvement de l'échantillon	Vers le haut	Sensibilité du sol $S_t$	33

Effectué par: Raphaël Côté

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-07-24

# Rapport de laboratoire

## -Résistance au cisaillement et sensibilité-




Projet	M23044-GT1	Échantillon	23F2-TS9
Client	Municipalité de Saint-Esprit	Profondeur	7,89 m - 8,00 m
Provenance	125, rang Montcalm, Saint Esprit	Prélevé le	2023-07-13
		Prélevé par	Matthew Gibbons

Description visuelle
Argile et silt, traces de sable, gris brun, ferme à mi ferme

Essais selon la norme BNQ 2501-110/2014			
Résistance non drainée du sol à l'état intact $C_u$ (kPa)	33	Résistance non drainée du sol à l'état remanié $C_u$ (kPa)	0,7
Teneur en eau à l'état intact	65,5%	Teneur en eau à l'état remanié	60,9%
Direction de l'essai par rapport à l'axe de prélèvement de l'échantillon	Vers le haut	Sensibilité du sol $S_t$	50

Effectué par: Raphaël Côté

Vérfié par:

  
Émilie Walker, ing. PRT, M.Sc.

Date: 2023-07-24

## ANNEXE D RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



Vue du forage 23F1



Vue du forage 23F2



Vue du forage 23F3



Vue du forage 23F4



Vue du forage 23F5



Vue du forage 23F6





Photo #1: Boite de roc du forage 23F1 1/2



Photo #2: Boite de roc du forage 23F1 2/2





Photo #3: Boîte de roc du forage 23F2 1/2



Photo #4 : Boîte de roc du forage 23F2 2/2





Photo #5: Boîte de roc du forage 23F3 1/2



Photo #6: Boîte de roc du forage 23F3 2/2

## ANNEXE E

### PORTÉE ET LIMITATIONS

---

Ce document est publié conformément et sous réserve d'un contrat entre 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'indications contraires, GÉOS n'a pas contrevérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance du client et autres sources sur lesquels peut être fondée 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 erronés ou inexacts contenus 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)