



ÉTUDE GÉOTECHNIQUE – STABILITÉ DE PENTES

Projet de développement domiciliaire résidentiel

Préparée pour : Municipalité de Saint-Esprit

Mai 2024

Réf. : M23044-GT1-02



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



ÉTUDE GÉOTECHNIQUE – STABILITÉ DE PENTES

Projet de développement domiciliaire résidentiel

Rapport final

préparé pour :

Municipalité de Saint-Esprit

No Réf.: M23044-GT1-02

Mai 2024

Rédigé par :

Masoud Farripoor, CPI, M.Sc.

Chargé de projets

OIQ : 6019446

Préparé par:

Mahmoud Hejazi, ing., Dr. ing.

Directeur de projets

OIQ : 43831

TABLE DES MATIÈRES

1	Portée et objectifs du mandat.....	1
1.1	Cadre de l'étude.....	1
1.2	Objectif des travaux	1
1.3	Études antérieures et simultanées	1
1.4	Portée et limitations de l'étude	1
2	PARAMÈTRES ET RÉSULTATS D'ANALYSE.....	2
2.1	Géométrie du talus.....	2
2.2	Paramètres géotechniques	2
2.3	Méthodologie des analyses de stabilité globale.....	3
2.4	Résultats des analyses de stabilité.....	3
3	Recommandations et conclusions stabilité de pentes.....	4
3.1	Conditions générales.....	4

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de la stabilité	2
Tableau 2	Résultats des analyses de stabilité- Coupe A-A'	3

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A PLAN D'ARPENTAGE

ANNEXE B RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ

ANNEXE C PORTÉES ET LIMITATIONS

1 PORTÉE ET OBJECTIFS DU MANDAT

1.1 Cadre de l'étude

La municipalité de Saint-Esprit a retenu les services professionnels de Groupe GÉOS pour réaliser une étude de stabilité de pentes afin d'évaluer les facteurs de sécurité et la bande de protection à respecter en vue du nouveau développement. Le présent rapport fait partie d'une étude géotechnique globale en vue d'un projet de développement domiciliaire résidentiel, une implantation de bâtiments unifamiliales et la mise en place de services municipaux (aqueduc et égout) sur une nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm, à Saint-Esprit, tel que décrit dans l'appel d'offres (Réf. : M-23044) daté du le 30 mai 2023.

Tout au long du présent rapport, le lecteur pourra se référer aux sondages géotechniques et aux résultats de laboratoire obtenus et présentés dans le rapport géotechnique global effectué par GÉOS et identifié M23044-GT1-01.

1.2 Objectif des travaux

L'objectif des travaux consistait à déterminer les coefficients de sécurité et la bande de protection à respecter en vue du nouveau développement.

Le mandat de GÉOS incluait les éléments suivants :

- La préparation du programme de travail;
- Modélisation numérique avec l'usage du logiciel Géoslope;
- Analyse et synthèse des résultats de modélisation en vue de déterminer les coefficients de sécurité du talus.

1.3 Études antérieures et simultanées

Une étude géotechnique (Réf : M23044-GT1-01) a été réalisée simultanément avec la présente étude. Les données pertinentes de ce rapport ont été utilisées pour réaliser la présente étude de stabilité.

1.4 Portée et limitations de l'étude

Les travaux relatifs à la présente étude géotechnique sont, par ailleurs, soumis à la portée et aux limitations décrites à l'Annexe C.

2 PARAMÈTRES ET RÉSULTATS D'ANALYSE

2.1 Géométrie du talus

Toutes les données concernant la géométrie du talus proviennent des plans préparés par Jérôme Harnois, arpenteur-géomètre. Il s'agit de plans topographiques avec des coupes transversales qui représentent approximativement les positions critiques du talus compte tenu du projet en construction. Trois coupes ont été retenues pour vérifier la stabilité de la pente. Les plans sont présentés à l'Annexe A.

2.2 Paramètres géotechniques

Au droit des forages 23F1, 23F2 et 23F3, les forages ont traversé un horizon de sols sableux suivi de sols silteux, puis d'un dépôt argileux (silt argileux à silt et argile) avant l'atteinte du socle rocheux. La description complète des stratigraphies rencontrées, l'ensemble des résultats des essais de laboratoire réalisés, ainsi que les graphiques correspondants sont présentés dans le rapport géotechnique global tel que mentionné précédemment. Le Tableau 1 qui suit résume les paramètres utilisés pour modéliser la stabilité du talus afin de déterminer les coefficients de sécurité du talus.

Pour considérer les changements de niveau d'eau souterraine, deux scénarios différents ont été considérés. Pour ce faire, les relevés du niveau de l'eau souterraine datés 24 juillet 2023 ont été utilisés et la nappe haute printanière a été considérée dans les analyses de stabilité.

Tableau 1 Paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de la stabilité

Paramètres	Sable	Silt	Argile et silt traces de sable	Roc
Poids volumique γ (kN/m ³)	17	16.5	17	Substratum (impénétrable)
Résistance cisaillement non-drainé C_u (kPa)	n/a	n/a	46	
Angle de frottement effectif Φ' (°)	30	26	28	
Cohésion effective C' (kPa)	0	0	7.5	

2.3 Méthodologie des analyses de stabilité globale

Les analyses de stabilité globale ont été générées à l'aide du logiciel Géoslope de GeoStudio International, selon la méthode de Morgenstern-Price, qui satisfait l'équilibre des moments et des forces. Le coefficient de sécurité minimum utilisé pour assurer la stabilité du talus doit être supérieur à 1,5 et à 1,1 respectivement en absence et en présence d'un événement sismique.

2.4 Résultats des analyses de stabilité

Le Tableau 2 présente les facteurs de sécurité obtenus pour une coupe critique. Trois analyses de stabilité ont été analysées (coupes A-A', B-B' et C-C') et les résultats de la coupe la plus critique sont présentés au Tableau 2. La présentation des résultats ainsi qu'un résumé des paramètres utilisées sont présentés à l'Annexe B.

Tableau 2 Résultats des analyses de stabilité- Coupe A-A'

L'état de la nappe phréatique	Coefficient de sécurité «F _s »	
	Sans séisme	Avec l'évènement sismique
Niveau d'eau haute	1,70	1,21
Niveau d'eau (Printanier)	1,79	1,34

Les paramètres géotechniques des sols utilisés pour les différentes analyses de stabilité ont été sélectionnés en fonction des informations qui découlent des forages 23F1, 23F2 et 23F3, des essais en laboratoire ainsi que de la littérature. L'ensemble des modélisations géotechniques ont été générées en variant les différents paramètres dans les modèles. Les résultats des analyses de stabilité les plus pertinents sont présentés à l'Annexe B.

Les résultats des modélisations géotechniques affichent un coefficient de sécurité contre la rupture de 1,70 pour une analyse statique et de 1,21 pour un événement sismique. Ces valeurs sont supérieures à 1,5 (sans séisme) et 1,1 (avec sismique). Ainsi, ils ont été jugés adéquats afin d'assurer la stabilité globale du talus.

3 RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS STABILITE DE PENTES

3.1 Conditions générales

En résumé, dans l'état naturel actuel du terrain et selon les modélisations effectuées, les coefficients de sécurité sont acceptables. De plus, lors de l'inspection du site, aucune anomalie notable n'a été observée dans les zones pentues étudiées.

Indépendamment du plan d'aménagement, la distance minimale à respecter à partir du sommet du talus est établie à 15 mètres.

Cette distance a été évaluée à partir des données disponibles jusqu'à la présentation de ce rapport ainsi qu'avec modélisation du talus en tenant compte d'une surcharge de 150 kpa.

Interventions secondaires de type : les remises et les cabanons d'une superficie inférieure à 15 mètres carrés, ne nécessitant aucun remblai, déblai ou excavation, seront autorisés avec une bande de protection de 7 mètres.

Il est recommandé que l'arpenteur procède à la localisation précise des ouvrages à construire sur le plan afin de confirmer cette distance.

Compte tenu de ces résultats, voici des recommandations d'ordre générale:

- Durant la vie utile du projet, il est recommandé de prévoir des visites d'inspection de l'état de l'érosion au pied et la surface du talus afin de détecter les anomalies ou des traces de glissements ou décrochements. Si requis, le facteur de sécurité des talus devra être réévalué;
- GÉOS demande à être informé sur toute modification potentielle de la topographie du terrain ou l'ajout de nouvelles constructions afin de réévaluer les conditions de stabilité;
- Un suivi de comportement du talus pour donner suite à la construction des ouvrages projetés devra être mis en place afin de déceler les signes de faiblesse (fissure en surface ou érosion au pied du talus) et d'aviser les autorités compétentes pour prendre les mesures qui s'imposent pour établir la stabilité du talus;
- Aucun écoulement d'eau (eau de pluie, gouttières, eau de surface, vidange de piscine, etc.) ne doit être dirigé vers le talus sans contrôle. La surface au sommet du talus devra être profilée afin d'éloigner l'écoulement d'eau de surface de sommet du talus;
- Pour éviter une augmentation du risque de glissement du talus, il est recommandé de prévoir un système de drainage de surface au sommet du talus. Le système de drainage au sommet du talus a pour objectif d'éviter que les eaux de surface soient dirigées vers la surface du talus. Ce système doit être conçu par un ingénieur civil membre de l'ordre des ingénieurs du Québec;
- Il est souhaitable que les travaux du système de drainage de surface soient réalisés avant les travaux de construction pour éviter de modifier les conditions actuelles du talus;

- Éviter autant que possible l'enlèvement des arbres, arbustes et la végétation présents sur la surface du talus. Autrement le tout devra être fait minutieusement et de façon sélective;
- Éloigner toute surcharge (dépôt de matériaux, équipements, stationnement, dépôt de neige, etc.) à moins de 10,0 m à partir du sommet du talus;
- La planification des travaux devra être réfléchi pour limiter en tout temps, les vibrations et les surcharges dynamiques induites par la circulation des véhicules lourds directement au sommet de talus ou des excavations en pentes;
- Tous les travaux d'excavation, remblayage et la mise en place des fondations devront se faire sous la surveillance d'un personnel qualifié en géotechnique.

3.2 Conclusions stabilité globale du site

Selon les observations précédemment mentionnées dans la présente étude géotechnique, GÉOS peut conclure selon les règles de bonnes pratiques dans le domaine, que les exigences pour les travaux anticipés qui correspondent à la Famille d'expertise No1 seront respectées.

- Ne seront pas menacés par un glissement de terrain;
- N'agiront pas comme un facteur déclencheur d'un glissement de terrain en déstabilisant le site et les terrains adjacents;
- Ne constitueront pas un facteur aggravant sur la stabilité des talus environnants, en diminuant indûment les coefficients de sécurité qui leur sont associés.

L'ensemble des recommandations ainsi que toutes les autres exigences de la municipalité devront être respectées en tout temps pour les travaux projetés. Pour toutes autres interventions futures non comprises, celles-ci sont interdites à condition d'avoir une approbation d'un ingénieur spécialisé dans le domaine. En somme, la responsabilité demeure à tous les intervenants actuels et/ou futurs (propriétaires, firmes, villes, municipalités, arpenteurs, etc.) de s'assurer que les terrains avoisinants, non couverts par le présent avis, les talus, les ruisseaux, etc., demeurent sécuritaires pour le voisinage afin d'éviter les risques de mouvements de sols.

Fin du rapport géotechnique

ANNEXE A
PLAN D'ARPENTAGE



2 540 228

3 849 276

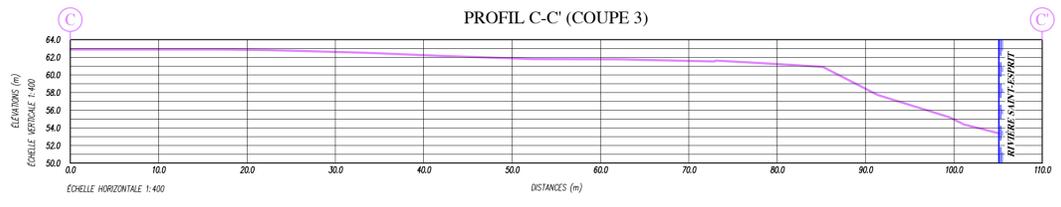
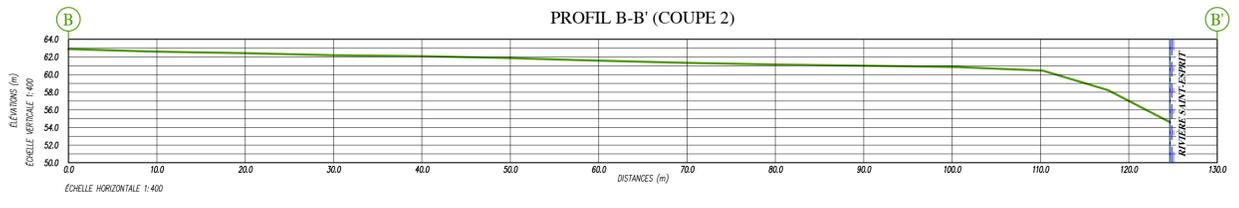
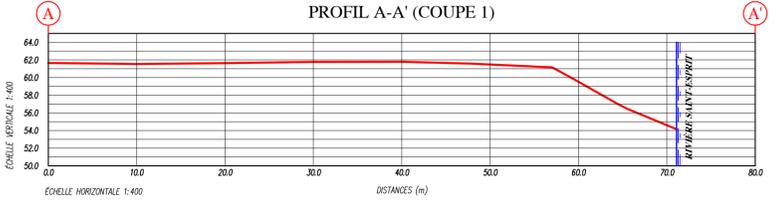
2 540 226

2 540 342

RUE MONTCALM

RIVIERE SAINT-ESPRIT
(TERritoire NON CADASTRE)

RIVIERE SAINT-ESPRIT
(TERritoire NON CADASTRE)



- LÉGENDE**
- Point d'altitude
 - Courbe de niveau (Maitresse)
 - Courbe de niveau intermédiaire (Equispacing: 1.0 mètre)
 - Puits d'observation
 - Station d'arpentage
 - Repère d'arpentage trouvé
 - Bâtiment
 - Limite cadastrale existante
 - Bord de gravier
 - Haut de talus
 - Bas de talus
 - Halle
 - Closure
 - Limite approximative du littoral
 - Limite approximative de la rive (largeur: 15.0)
 - Profil A-A' (coupe 1)
 - Profil B-B' (coupe 2)
 - Profil C-C' (coupe 3)

PLAN TOPOGRAPHIQUE

CADASTRE : DU QUÉBEC
CIRCONSCRIPTION FONCIÈRE : MONTCALM
MUNICIPALITÉ : SAINT-ESPRIT
LOT(S) : 2 540 342
SIGNÉ À JOLIETTE LE : 25 AOÛT 2023

CR GH
ARPENTEURS GÉOMÈTRES

712, rue Richard
Joliette (Qc), J8E 2T7
Téléphone: (450) 753-3874
crgharpenteurs.ca

Les mesures indiquées sur ce document sont en mètres (S).

MINUTE : 12228
DOSSIER : 2482-3010A
MANDAT : 87389
ÉCHELLE : 1:400
LEVÉ LE : 6 JUILLET ET 22 AOÛT 2023
PLAN : H-12228

COPIE CONFORME À L'ORIGINAL

PAR : A-G

ÉMISE LE :

Remarques:

Les élévations indiquées sur ce document sont en référence au niveau moyen des mers et sont basées sur l'élévation de la base GPS CAN-NET de Joliette ayant une altitude de 41,44 mètres (DATUM ALTIMÉTRIQUE CGVD28).

La position de la rive demeure approximative tant que la position de la limite du littoral du cours d'eau dont elle est issue, n'a pas été confirmée par un bathymétre ou autre expert en la matière.

Les limites cadastrales indiquées sur ce document proviennent d'un extrait du cadastre du Québec et sont montrées à titre indicatif seulement.

ANNEXE B
RESULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ



*Analyses de stabilité
Coupe 1*

Client : Municipalité de Saint-Esprit 23F3
Projet : M23044-GT1 2023-09-18
Localisation : Nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm Saint-Esprit (Québec) -

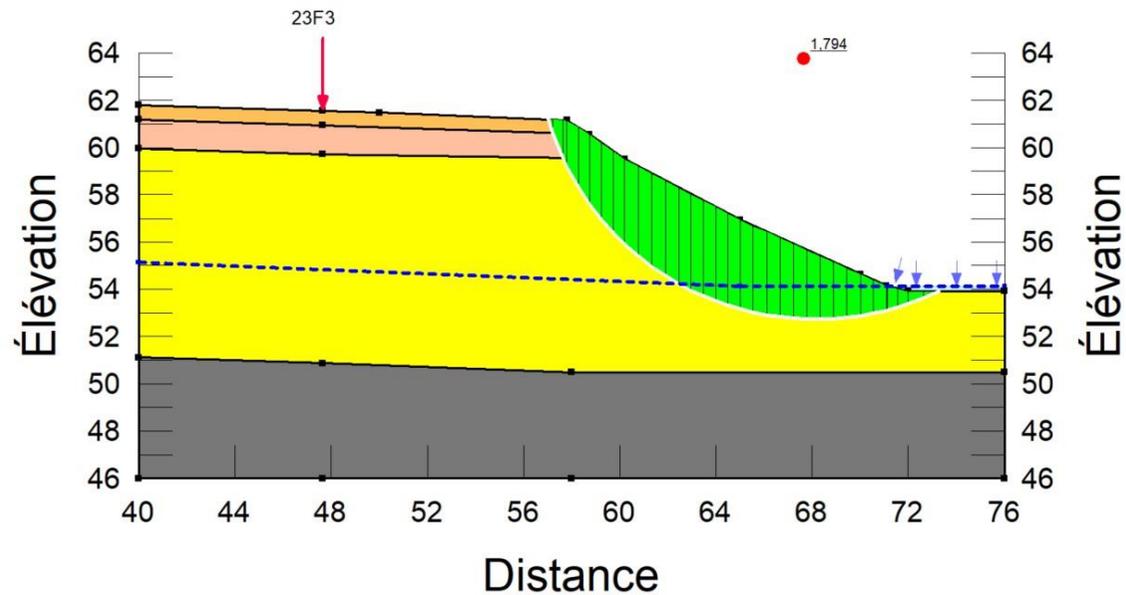
Tableau des paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de stabilité

Paramètres	Sable, traces de silt	Silt, un peu de sable	Argile et silt traces de sable	ROC
Poids volumique γ (kN/m ³)	17,0	16,5	17,0	Stratum imperméable
Résistance cisaillement non-drainé Cu (kPa)	n/a	n/a	46,0	
Angle de frottement effectif ϕ' (°)	30,0	26,0	28,0	
Cohésion effective C' (kPa)	0,0	0,0	7,5	



*Terrain naturel - Coupe 1 (A)
-Nappe basse*

Client :	Municipalité de Saint-Esprit	23F3
Projet :	M23044-GT1	F.S. 1,79
Localisation :	Nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm Saint-Esprit (Québec)	F.S.C.



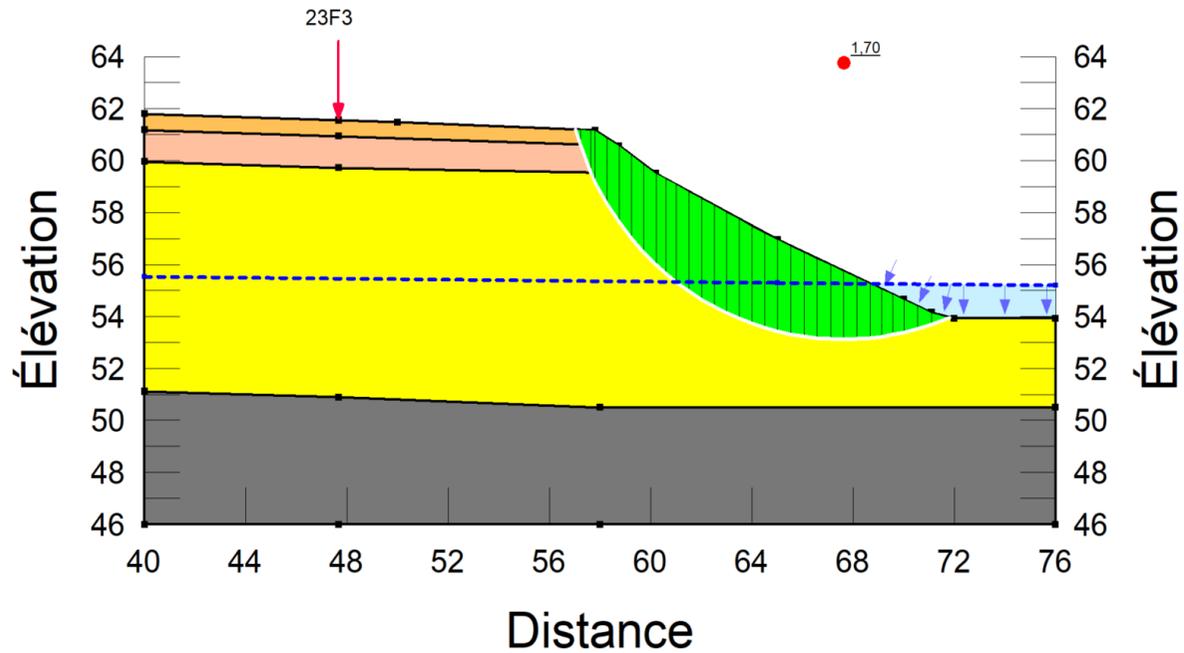
Préparé par : Masoud Farripoor, CPI, M.Sc.

Révisé par: Mahmoud Hejazi, ing., Dr. ing.



*Terrain naturel - Coupe 1 (A)
-Nappe haute*

Client :	Municipalité de Saint-Esprit	23F3
Projet :	M23044-GT1	F.S. 1,70
Localisation :	Nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm Saint-Esprit (Québec)	F.S.C.



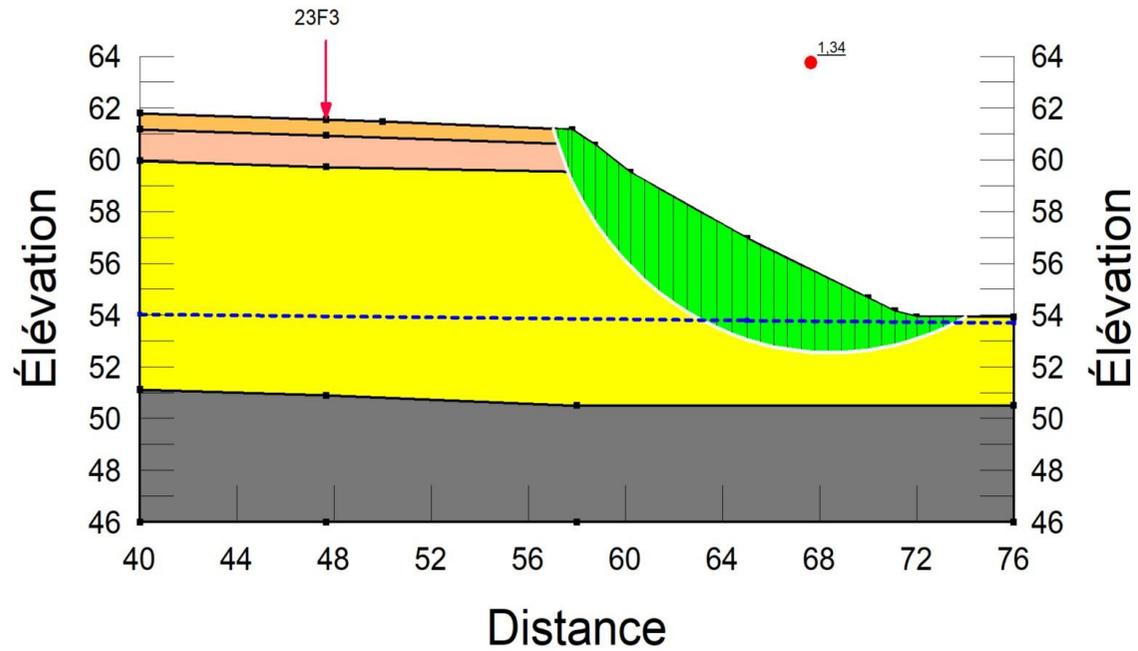
Préparé par : Masoud Farripoor, CPI, M.Sc.

Révisé par: Mahmoud Hejazi, ing., Dr. ing.



*Terrain naturel - Coupe 1 (A)
-Nappe basse - avec séisme*

Client :	Municipalité de Saint-Esprit	23F3
Projet :	M23044-GT1	F.S. 1,34
Localisation :	Nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm Saint-Esprit (Québec)	F.S.C.



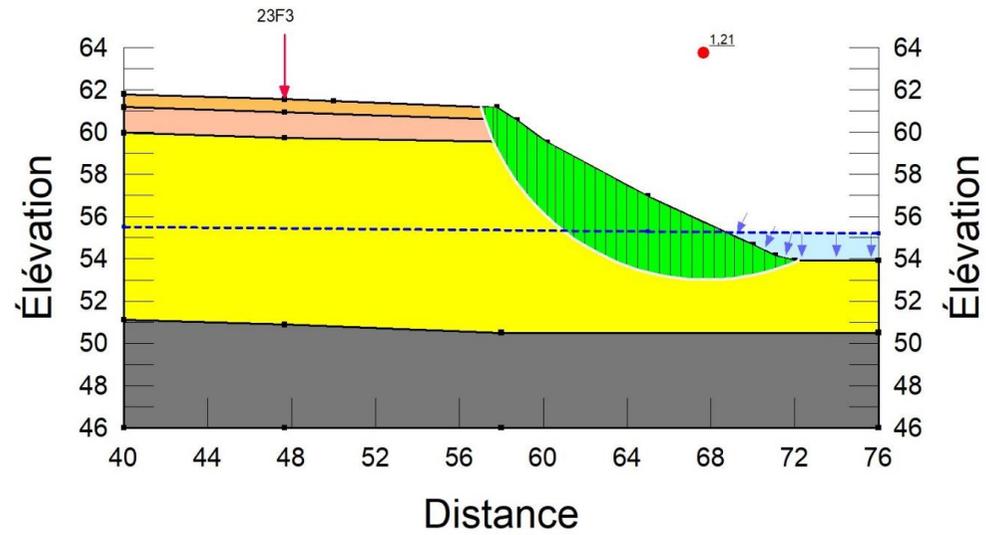
Préparé par : Masoud Farripoor, CPI, M.Sc.

Révisé par: Mahmoud Hejazi, ing., Dr. ing.



Terrain naturel - Coupe 1 (A)
-Nappe haute - avec séisme

Client :	Municipalité de Saint-Esprit	23F3
Projet :	M23044-GT1	F.S. 1,21
Localisation :	Nouvelle rue à l'intersection de la rue Montcalm Saint-Esprit (Québec)	F.S.C.



Préparé par : Masoud Farripoor, CPI, M.Sc.

Révisé par : Mahmoud Hejazi, ing., Dr. ing.

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

GÉOS se réserve le droit de rectifier toute conclusion établie sur la base des résultats obtenus durant le mandat, d'informations ou données fournies ou obtenues par une tierce partie ainsi que par le client qui s'avèreraient 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

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 / 1-844-979-GÉOS (4367)