

AVRIL 2026

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET CARACTÉRISATION
ENVIRONNEMENTALE DES SOLS
PROJET D'INSTALLATION D'UNE NOUVELLE CONDUITE
SOUTERRAINE GNR
WAGA HÉBERTVILLE-STATION – 88046577**

**PARTIE DES LOTS 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427,
ET 6 356 053 DU CADASTRE DU QUÉBEC
CHEMIN DU RÉSERVOIR, PRÈS DES 8^E ET 9^E RANG SUD, SAINT-BRUNO (QC)**

**ÉNERGIR
N/RÉF : 10549-00-01-0F**

ÉNERGIR

Étude géotechnique et caractérisation environnementale des sols

Projet d'installation d'une nouvelle conduite souterraine GNR

Waga Hébertville-Station – 88046577

Lots 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 et 6 356 053 du cadastre du Québec
Chemin du Réservoir, près des 8^E et 9^E rang Sud, Saint-Bruno (Québec)

N/Réf. : 10549-00-01-0F

Volet géotechnique :

Préparé par :



Francisco Palopoli, M. Sc.
Directeur de projets - Géotechnique
Nvira Environnement inc.

et :



Hamza Boutaib, ing
Chef d'équipe – Géotechnique
Nvira Environnement inc.
No. membre OIQ : 5 094 011

Volet environnemental :

Préparé par :



Grace Amiezi, ing. PRT
Chargée de projet - Environnement
Nvira Environnement inc.



TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
1.1 MANDAT	1
1.2 OBJECTIFS DU MANDAT	1
2. MÉTHODE D'INVESTIGATION	3
2.1 FORAGES	3
2.2 LOCALISATION ET NIVELLEMENT	4
2.3 ESSAIS EN LABORATOIRE	4
2.4 ÉCHANTILLONNAGE ENVIRONNEMENTAL DES SOLS ET PROGRAMME ANALYTIQUE	5
2.4.1 ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS	5
2.4.2 PROGRAMME ANALYTIQUE	5
2.4.3 PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	6
3. CONDITIONS SOUTERRAINES	7
3.1 STRATIGRAPHIE	7
3.1.1 GAZON (FORAGES F2 ET F4)	8
3.1.2 REMLAI GRANULAIRE (FORAGES F1 ET F3 -CORPS DE CHAUSSÉE EXISTANT).....	9
3.1.3 SOLS REMANIÉS : SILT	9
3.1.4 SOLS NATURELS : ARGILE SILTEUSE À ARGILE	9
3.1.5 REFUS/SOCLE ROCHEUX.....	13
3.2 EAU SOUTERRAINE	14
4. RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES	16
4.1 CONDITIONS GÉNÉRALES	16
4.2 PROTECTION CONTRE LE GEL	16
4.3 EXCAVATION ET GESTION DES EAUX SOUTERRAINES	17
4.3.1 CONDITIONS D'EXCAVATION TEMPORAIRES.....	17
4.3.2 EXCAVATIONS TEMPORAIRES	17
4.3.3 ASSÈCHEMENT (DRAINAGE COURT TERME)	18
4.3.4 RÉUTILISATION DES PRODUITS D'EXCAVATIONS.....	18
4.3.5 GESTION DE MATÉRIAUX EXCAVÉS.....	18
4.4 CONDUITES EN TRANCHÉES	19
4.4.1 PRÉPARATION DES FONDS D'EXCAVATION.....	19
4.4.2 ASSISE ET ENROBAGE DES CONDUITES.....	19
4.4.3 REMBLAYAGE DES TRANCHÉES.....	20
4.5 INSTALLATION SANS TRANCHÉES	20
5. CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES SOLS	21
5.1 CRITÈRES D'INTERPRÉTATION RETENUS	21
5.2 QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES SOLS	21
5.3 INTERPRÉTATION	21
5.4 RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE QUALITÉ	21
5.5 RECOMMANDATIONS	22



ANNEXES

ANNEXE A – PORTÉE ET LIMITATIONS

ANNEXE B – PLANS DE LOCALISATION, DE SITUATION DES FORAGES ET DES RÉSULTATS ANALYTIQUES DES SOLS

ANNEXE C – JOURNAUX DES FORAGES

ANNEXE D – RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

ANNEXE E – TABLEAUX DES RÉSULTATS DES ANALYSES ENVIRONNEMENTALES ET COPIE DES CERTIFICATS ANALYTIQUES

ANNEXE F – RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



NOTE DE CONFIDENTIALITÉ

Ce document est l'œuvre de Nvira Environnement inc. et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement défendue sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Nvira Environnement inc. et de son client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces derniers ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de Nvira Environnement inc. qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet.

REGISTRE DES RÉVISIONS

N° de révision	Date	Description de la modification
0F	28-04-2026	Rapport final d'étude géotechnique et de caractérisation environnementale des sols

ÉQUIPE DE RÉALISATION DU PROJET

Francisco Palopoli, M. Sc.	Planification, coordination, supervision et préparation du rapport (volet géotechnique)
Hamza Boutaib, ing	Préparation du rapport (volet géotechnique)
Grace Amiezi, ing. PRT	Préparation du rapport (volet environnemental)
Braham Zouaoui	Technicien de terrain
Maeva Morin	Dessins techniques



1. INTRODUCTION

1.1 MANDAT

Énergir (ci-après « le Client ») a mandaté Nvira Environnement inc. (ci-après « Nvira ») pour la réalisation d'une étude géotechnique et une caractérisation environnementale des sols dans le cadre d'un projet d'installation d'une nouvelle conduite souterraine de gaz naturel renouvelable (GNR) du réseau Énergir. Cette conduite reliera le réseau existant au nouveau poste d'injection et sera installée sur une partie des lots 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427, et 6 356 053 du cadastre du Québec, près du chemin du Réservoir localisé entre le 8^E et 9^E rang Sud à Saint-Bruno (Québec). Cette nouvelle conduite sera le prolongement d'un tronçon de conduite souterraine qui avait été l'objet d'une précédente étude géotechnique réalisée par Nvira et dont le rapport était référencé 4252-02-01-0F.

Selon les informations reçues du Client, les travaux projetés sont relatifs à l'installation d'une conduite en époxy de 110 mm de diamètre, sur une longueur globale d'environ 850 mètres linéaires (400 m d'excavation en tranchée et 450 m en forage dirigé).

Le mandat géotechnique et environnemental a été réalisé selon les termes de la proposition GEO-ENV-251705_Rév01, et acceptée le 5 novembre 2025 par madame Céline Gauthier (Technicienne de projets, Projets Majeurs – Énergir.) conformément au bon de commande 4200004295.

1.2 OBJECTIFS DU MANDAT

Le mandat géotechnique a consisté à définir la nature et l'épaisseur des matériaux en place, ainsi que les conditions d'eau souterraine sur le site de l'étude le long des ouvrages projetés. Selon les termes et notre compréhension du mandat approuvé, le volet géotechnique de ce rapport vise principalement à fournir un aperçu factuel des conditions souterraines le long de la conduite projetée. Toutefois, certaines recommandations générales sont fournies en ce qui concerne la protection contre le gel, les excavations temporaires, et le remblayage des tranchées.

Le mandat environnemental consistait en une caractérisation environnementale des sols à même les forages géotechniques dans le but de connaître la qualité environnementale des sols en place et d'émettre des recommandations quant à la gestion des déblais liés au projet. Le programme de travail de la caractérisation environnementale des sols au droit des sondages géotechniques a été réalisé en tenant compte de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) et des valeurs établies par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Les objectifs spécifiques visés par les travaux de caractérisation environnementale des sols étaient d'évaluer la qualité environnementale des sols en place en fonction des critères génériques du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* (Guide) dans les secteurs où des sols seront excavés et disposés hors site en phase chantier et d'évaluer le volume de sols contaminés en place (si présents). Toutefois, considérant que le tracé final de la conduite projetée a été modifié en cours de projet, à la suite des travaux de forage, et qu'il pourrait encore faire l'objet de modifications, aucune estimation des volumes de sols contaminés n'est présentée dans ce rapport. Une mise à jour du



rapport incluant cette estimation pourra être proposée après confirmation du tracé final des travaux et réalisation d'éventuels sondages complémentaires.

Notons qu'aucune évaluation environnementale de site phase I n'a été fournie par le Client dans le cadre du présent mandat.

Il est important de consulter les commentaires présentés dans le document « Portée de l'étude géotechnique », à l'annexe A, pour une bonne compréhension des informations présentées dans ce rapport. Les autres annexes comprennent les plans de situation, de localisation, et de résultats analytiques, les rapports de forages, les résultats d'essais de laboratoire géotechnique et d'analyses chimiques environnementales. Les références bibliographiques sont également présentées à l'annexe F.

2. MÉTHODE D'INVESTIGATION

Les travaux de terrain ont consisté en la réalisation de quatre (4) forages du 17 au 21 novembre 2025 sous la supervision d'un technicien spécialisé en géotechnique et en environnement de Nvira. Ce dernier a coordonné les opérations de terrain, prélevé et identifié les échantillons aux fins d'analyses géotechniques et environnementales, implanté et numéroté les forages et rédigé les rapports de terrain.

2.1 FORAGES

Comme mentionné ci-dessus, quatre (4) forages nommés F1 à F4 ont été réalisés durant cette étude. La localisation des forages est présentée à l'Annexe B. Les forages F1 à F4 ont été implantés en coordination avec un représentant du Client à proximité de l'emprise du tracé envisagé au moment des travaux.

Ces forages ont été réalisés sur le site à l'aide d'une foreuse hydraulique montée sur chenilles et manœuvrée par la compagnie Boissoneault. Les forages ont été avancés jusqu'à des profondeurs totales explorées comprises entre 4,88 m et 13,72 m

Lors de la réalisation des forages, des échantillons de sols remaniés ont été récupérés à l'aide de cuillères fendues normalisées de calibre « N » et « B », soit de 63 mm et 51 mm de diamètre, jusqu'à des profondeurs par rapport au terrain existant de 0,56 m en F1, 11,99 m en F2, 10,67 m en F3, et 8,53 m en F4. En plus de permettre l'échantillonnage des sols, ce type de cuillère fendue (de calibre « B ») a permis de déterminer l'indice « N_{SPT} » de pénétration standard, tel que défini par la norme ASTM D-1586. Cet indice « N_{SPT} » de pénétration standard peut être associé à la compacité des sols granulaires. Les trois (3) forages F1, F2 et F4 ont été suivis d'un carottage du roc jusqu'à des profondeurs comprises entre 4,88 m et 13,72 m à l'aide de carottiers à double paroi de calibres « NQ » ayant un diamètre du trou foré de 75,7 mm et un diamètre de carottes extraites de 47,7 mm.

De plus, un profil de résistance au cisaillement à l'aide d'un scissomètre Nilcon de modèle M-1000 a été réalisé à côté du forage F2 à des profondeurs comprises entre 2,5 m et 7 m. Ce profil avait pour objectif de mesurer la résistance au cisaillement non drainé (Cu) du dépôt d'argile à différentes profondeurs. Les valeurs de Cu obtenues sont indiquées sur les rapports de forage (Annexe C) correspondant.

Deux (2) tubes à paroi mince (tube Shelby) ont aussi été prélevés au droit des forages F2 et F3.

À l'issue des travaux, deux (2) tubes d'observation en plastique de 19 mm de diamètre ont été installés dans les forages F2 et F4 afin de permettre des mesures ultérieures du niveau de l'eau souterraine. Chaque tube est crépiné à l'extrémité inférieure, tandis que la section supérieure est pleine. Ces forages ont ensuite été remblayés avec du sable de silice, de la bentonite et de la pierre concassée.

Au cours des travaux, l'identification visuelle des différents matériaux rencontrés dans les forages a permis d'établir la séquence stratigraphique au droit des forages et d'observer les conditions d'eau souterraine à court terme. Des échantillons de sols remaniés ont été récupérés dans les stratigraphies observées.

2.2 LOCALISATION ET NIVELLEMENT

Le nombre et l'emplacement des forages ont été déterminés par le Client. Les forages ont été implantés sur le chantier par Nvira accompagné d'un représentant du Client avant notre intervention. Le personnel de Nvira accompagné d'un représentant du Client a procédé à la vérification de la localisation des services et réseaux souterrains au droit des sondages avant le début des travaux de forage. Les coordonnées x et y ainsi que l'élévation z des points des forages ont été relevés par l'arpenteur-géomètre du Client.

Le plan de localisation des forages est présenté aux figures de l'Annexe B du présent document. Le Tableau 1 présente les coordonnées et élévations des forages.

TABLEAU 1 – LOCALISATION DES FORAGES (COORDONNÉES GÉODÉSIQUES MTM-NAD 83 -ZONE 7)

Identification de forages	Date de réalisation (jj-mm-aaaa)	Coordonnée Est - X (m)	Coordonnée Nord - Y (m)	Élévation géodésique du sol (m)	Profondeur atteinte – Z (m)	Élévation géodésique atteinte (m)
F1	18/11/2025	224 256,41	5 367 218,82	194,45	4,88	189,57
F2	19/11/2025	224 126,49	5 367 430,92	165,74	13,72	152,02
F3	20/11/2025	224 155,81	5 367 603,07	160,23	10,67	149,56
F4	21/11/2025	224 074,24	5 367 719,47	160,86	10,21	150,65

2.3 ESSAIS EN LABORATOIRE

Les échantillons géotechniques prélevés lors des investigations des sites ont été transportés à nos bureaux pour y être soumis à une analyse visuelle. Certains échantillons de sols, jugés représentatifs, ont par la suite été soumis à des essais de laboratoire. Les résultats détaillés de ces analyses sont présentés à l'annexe D. Le Tableau 2 présente la liste des essais géotechniques effectués dans le cadre de cette étude.

TABLEAU 2 – LISTE DES ESSAIS RÉALISÉS EN LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

Quantité	Essai	Norme
2	Analyse granulométrique par tamisage	LC 21-040
2	Analyse granulométrique par tamisage et sédimentation	BNQ 2501-025
2	Résistance au cisaillement non drainé au pénétromètre à cône	BNQ 2501-110
7	Limites d'Atterberg (avec teneurs en eau naturelle)	BNQ 2501-092
3	Résistance en compression axiale sur carotte de roc	ASTM D7012 (Méthode C)
2	Résistivité électrique	ASTM-G57

Par ailleurs, les échantillons n'ayant pas servi aux essais seront conservés pour une durée d'un mois à compter de la date de remise du rapport. À moins d'indication contraire de votre part, les échantillons seront détruits par la suite.

2.4 ÉCHANTILLONNAGE ENVIRONNEMENTAL DES SOLS ET PROGRAMME ANALYTIQUE

Lors des travaux, des échantillons de sols ont été prélevés aux fins de la caractérisation environnementale au droit des quatre (4) forages stratigraphiques réalisés. Les procédures de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons ont été réalisées en tenant compte des méthodologies proposées dans le *Guide de caractérisation des terrains du MELCCFP*. Avant chaque prélèvement, les instruments (truelle, cuillère fendue ou autre) pouvant avoir été en contact avec les échantillons ont été nettoyés conformément aux recommandations du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*. Le nettoyage a d'abord consisté à rincer les instruments avec de l'eau purifiée, à nettoyer les surfaces à l'aide d'une brosse avec un mélange d'eau et de détergent sans phosphate, à rincer les instruments avec de l'eau purifiée pour enlever le détergent puis, finalement, à les rincer avec de l'eau purifiée. Par la suite et en fonction des types de contaminants recherchés, les instruments ont été rincés une fois avec de l'acétone, deux fois avec de l'hexane, une nouvelle fois avec de l'acétone et, finalement, un dernier rinçage a été effectué avec de l'eau purifiée.

2.4.1 ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS

Au total, cinquante-cinq (55) échantillons de sols et dix (10) échantillons de type duplicata de chantier ont été prélevés au cours du mandat. Tout au long de leur prélèvement, les échantillons de sols récupérés ont été observés et toutes les informations concernant leur aspect visuel ont été prises en notes.

Lors de la réalisation des forages, les échantillons de sol ont été prélevés de manière ponctuelle afin d'éviter toute dilution d'une éventuelle contamination. Ainsi, l'échantillonnage des sols dans les forages F1 à F4 a été effectué de façon continue et les échantillons de sol ont été prélevés grâce à un échantillonneur standard de type cuillère fendue. La cuillère fendue était d'une longueur de 61 centimètres lors de la réalisation des forages stratigraphiques et celle-ci a été nettoyée entre chaque prélèvement comme recommandé par le MELCCFP. Pour chaque cuillère fendue, lorsque le niveau de récupération de sols était suffisant, une quantité définie de sols destinée à l'analyse des paramètres volatils a été prélevée à l'aide d'une seringue dédiée à usage unique, puis les surplus de sols ont été récupérés dans le contenant destiné à l'analyse des paramètres non volatils.

2.4.2 PROGRAMME ANALYTIQUE

Le programme analytique pour les sols a été fait en fonction des contaminants suspectés ainsi qu'en tenant compte des recommandations du *Guide de caractérisation des terrains* du MELCCFP. La sélection des échantillons de sols soumis aux analyses chimiques a été faite en fonction de la nature et de la profondeur des éléments à risques et des indices organoleptiques perçus lors de la réalisation des travaux de chantier.

Dans le cadre de ce mandat, les analyses chimiques ont été effectuées par le laboratoire Eurofins Environex de Québec, lequel est accrédité par le MELCCFP pour les paramètres d'analyses chimiques retenus. Les méthodes analytiques et les limites de détection (LDR) des appareils utilisés par le laboratoire sont présentées dans les certificats analytiques joints à l'annexe E. Le tableau 11, inséré à l'annexe E, présente le programme analytique du projet et fait état des résultats obtenus, lesquels sont discutés à la section 5.



Parmi les échantillons de sols prélevés, douze (12) échantillons et un (1) duplicata de chantier ont fait l'objet d'analyses en laboratoire pour un ou plusieurs des paramètres suivants :

- hydrocarbures pétroliers (HP) C₁₀-C₅₀ (12 échantillons et 1 duplicata de chantier);
- hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) (2 échantillons);
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (12 échantillons et 1 duplicata);
- 14 métaux (12 échantillons et 1 duplicata).

2.4.3 PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Un programme d'assurance et contrôle de la qualité a été suivi par Nvira et le laboratoire analytique. Le programme d'assurance qualité de Nvira, en conformité avec les guides d'échantillonnage, a comporté l'analyse d'un minimum de 10 % des échantillons sous forme de duplicata de terrain afin de confirmer les procédures d'échantillonnage. Ainsi, un (1) échantillon de sols de type duplicata de chantier a été analysé. Pour sa part, le contrôle de qualité interne du laboratoire Environex-Eurofins a intégré l'utilisation de blancs de laboratoire, d'échantillons « contrôle certifié » et d'essais de récupération de surrogates.

3. CONDITIONS SOUTERRAINES

La stratigraphie des matériaux rencontrés dans les forages est présentée dans les rapports de forages à l'Annexe C et résumée dans les sections suivantes.

Au droit des forages F1 et F3, une couche de remblai granulaire correspondant à la structure de chaussée a d'abord été observée en surface dans le secteur du chemin existant. Dans les secteurs herbeux, au droit des forages F2 et F4, une mince couche de gazon surmontait une couche de sol remanié. Cette dernière recouvrait, un sol naturel cohérent principalement constitué de silt et d'argile. Le socle rocheux a ensuite été rencontré directement sous le remblai granulaire au droit du forage F1 et sous le dépôt de sol naturel cohérent pour les forages F2 et F4.

3.1 STRATIGRAPHIE

Le Tableau 3 met en évidence la stratigraphie rencontrée au droit des forages réalisés le long du tracé projeté. Les différentes couches de sol rencontrées sont décrites aux sections suivantes.

TABLEAU 3 – RÉSUMÉ DE LA STRATIGRAPHIE RENCONTRÉE À PROXIMITÉ DU TRACÉ PROJETÉ

N° Forage	F1	F2	F3	F4
Stratigraphie	Profondeur (m) / Épaisseur (m) de la couche			
REMBLAI GRANULAIRE – <i>(Structure de chaussée des chemins en gravier existants)</i> Gravier sableux, traces à un peu de silt, brun à brun foncé, humide.	0,00 m – 0,56 m / 0,56 m	-	0,00 m – 0,61 m / 0,61 m	-
GAZON	-	0,00 m – 0,02 m / 0,02 m		0,00 m – 0,02 m / 0,02 m
SOL REMANIÉ : Silt, traces à un peu de sable, traces de gravier, brun clair à brun foncé, humide. Présence de matière organique.		0,02 m – 0,61 m / 0,61 m	-	0,02 m – 0,61 m / 0,61 m

N° Forage	F1	F2	F3	F4
Stratigraphie	Profondeur (m) / Épaisseur (m) de la couche			
SOL NATUREL – « CROÛTE ARGILEUSE PROBABLE » Silt argileux sableux à Argile silteuse sableuse, brun clair à gris, humide.	-	0,61 m – 1,83 m / 1,22 m	0,61 m – 1,22 m / 0,61 m	0,61 m – 1,22 m / 0,61 m
CONSISTANCE	-	-	-	-
SOL NATUREL – « ARGILE INTACTE » Argile à Argile silteuse, brun grisâtre à gris, humide à saturé.	-	1,83 m – 11,99 m / 10,16 m	1,22 m – 10,67 m / 9,45 m	1,22 m – 8,53 m / 7,31 m
CONSISTANCE (IN-SITU)	-	Ferme à raide	-	-
CONSISTANCE (LABORATOIRE)	-	Molle	Ferme	
ROC – Granite rose à Anorthosite grise	0,56 m – 4,88 m / 4,88 m	11,99 m – 13,72 m / 1,73 m	-	8,56 m – 10,21 m / 1,65 m
QUALITÉ DU ROC	Moyenne à excellente	Moyenne	-	Bonne
Profondeur d'arrêt des forages	4,88 m (Arrêt du carottage)	13,72 m (Arrêt du carottage)	10,67 m (Arrêt du forage)	10,21 m (Arrêt du carottage)

3.1.1 GAZON (FORAGES F2 ET F4)

Une couche de gazon a été rencontrée directement sous la surface du terrain, au droit des forages F2 et F4, et présente une épaisseur de l'ordre de 0,02 m.

3.1.2 REMBLAI GRANULAIRE (FORAGES F1 ET F3 -CORPS DE CHAUSSÉE EXISTANT)

Directement depuis la surface, les forages F1 et F3 ont rencontré une couche de matériaux correspondant à un remblai granulaire. Cette couche est interprétée comme la structure de chaussée des chemins en gravier existant (non asphaltés). Les matériaux rencontrés sont principalement constitués de sable et de gravier en proportions variables avec des traces à un peu de silt, brun à brun foncé, humide. L'épaisseur de cette couche varie entre 0,56 m et 0,61 m respectivement au droit des forages F1 et F2.

Deux (2) analyses granulométriques par tamisage ont été réalisées sur des échantillons du remblai afin d'en connaître leur composition. Les résultats obtenus sont récapitulés au Tableau 4 (détails à l'Annexe D).

TABLEAU 4 – RÉSULTATS DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES PAR TAMISAGE – REMBLAI GRANULAIRE

Forage/Échantillon	Représentation granulométrique (%)		
	Gravier (5 mm < Ø < 75 mm)	Sable (80 µm < Ø < 5 mm)	Silt et Argile (Ø < 80 µm)
F1/CF-01 (Gravier sableux, traces de silt)	69,0	26,2	4,8
F3/CF-01 (Sable graveleux, un peu de silt)	27,0	54,9	18,1

Note : Ø : Diamètre des particules

3.1.3 SOLS REMANIÉS : SILT

Sous la couche de surface de gazon (mentionné dans la section 3.1.1), une couche de sols remaniés a été observée au droit des forages F2 et F4. Ces sols sont principalement composés de silt, traces à un peu de sable, traces de gravier, de couleur brun clair à brun foncé, humide. Ces sols contiennent également de la matière organique et ont possiblement été remaniés (retravaillés) en raison de la nature agricole du site. Cette couche a été observée au droit des forages F2 et F4 jusqu'à une profondeur de l'ordre de 0,61 m par rapport au niveau du terrain au moment des travaux.

3.1.4 SOLS NATURELS : ARGILE SILTEUSE À ARGILE

Sous le remblai granulaire au droit du forage F3 et sous les sols remaniés au droit des forages F2 et F4, il a été rencontré un dépôt naturel cohérent composé d'argile silteuse à argile. Ce dépôt s'étend jusqu'à des profondeurs comprises entre 8,53 m et 11,99 m.

La portion supérieure du dépôt est composée principalement de silt argileux sableux et d'argile silteuse sableuse, de couleur brun clair à gris. Cette portion est interprétée comme étant une croûte argileuse (argile desséchée et fissurée).

Cette couche a été observée jusqu'à une profondeur de 1,83 m au droit du forage F2 et une profondeur de 1,22 m au droit des forages F3 et F4. La consistance de la croûte argileuse n'a pas pu être évaluée aussi bien de manière in-situ qu'en laboratoire, du fait de la présence de sable et de l'impossibilité d'enfoncer le scissomètre ou le tube à paroi mince dans ces matériaux.

Deux (2) analyses granulométriques par tamisage et sédimentation ont été réalisées par Nvira sur des échantillons sélectionnés du dépôt naturel. Les résultats obtenus sont présentés au Tableau 5 (détails à l'Annexe D).

TABLEAU 5 — RÉSULTATS DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES RÉALISÉES — CROÛTE ARGILEUSE

Forage/ Échantillon	Représentation granulométrique (%)			
	Gravier (5 mm < Ø < 75 mm)	Sable (80 µm < Ø < 5 mm)	Silt (2 µm < Ø < 80 µm)	Argile (Ø < 2 µm)
F3/CF-02 Silt argileux et sableux, traces de gravier	0,04	22,90	47,51	29,55
F4/CF-02 Argile silteuse et sableuse	0,00	25,03	29,03	45,94

Note : Ø : Diamètre des particules

Sous la croûte argileuse, le dépôt argileux sous-jacent est interprété comme étant une argile intacte de couleur grise. D'après les résultats des essais in situ de résistance au cisaillement, la consistance apparente de cette couche de sol naturel est généralement évaluée comme ferme à raide.

De plus, sept (7) mesures des limites de liquidité et de plasticité (incluant les teneurs en eau naturelle) ont été réalisées sur des échantillons sélectionnés. Le résultat de ces analyses est présenté dans le Tableau 6 (détails à l'Annexe D).

TABEAU 6 – RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES LIMITES D'ATTERBERG – ARGILE SILTEUSE À ARGILE

Forage / Échantillon	Teneur en eau (%)	Limite de liquidité (%)	Limite de plasticité (%)	Indice de plasticité (%)	Indice de liquidité (%)
F2 / CF-05 (Argile silteuse)	44,7	48,9	27,0	21,9	0,81
F2 / TM-08 (Argile silteuse)	26,6	41,4	23,8	17,6	0,15
F2 / CF-16 (Argile)	70,9	54,6	28,5	26,0	1,63
F3 / CF-05 (Argile silteuse)	53,6	40,4	24,9	15,4	1,86
F3 / TM-13 (Argile silteuse)	68,1	43,7	20,9	22,8	2,07
F4 / CF-04 (Argile silteuse)	50,0	39,8	24,3	15,5	1,66
F4 / CF-08 (Argile silteuse)	60,4	42,9	25,5	17,4	2,00

Ces résultats indiquent que ce dépôt naturel cohérent est de type argile silteuse à argile, de plasticité moyenne à élevée. Par ailleurs, il est possible d'observer que les teneurs en eau mesurées sur les échantillons d'argile sont générales très proches ou supérieures aux limites de liquidité déterminées en laboratoire, excepté pour l'échantillon F2/TM-08 où la teneur en eau mesurée était significativement inférieure à la limite de liquidité. Nous recommandons de considérer cette dernière avec prudence du fait que la teneur en eau ait pu être impacté lors de son transport ou lors de la préparation de l'échantillon au laboratoire.

La résistance au cisaillement non drainé de ces matériaux a été estimée à partir des données obtenues lors de la réalisation des essais in situ, à l'aide d'un scissomètre Nilcon modèle M-1000 à côté du forage F2 à des profondeurs comprises entre 3,0 m et 7,0 m par rapport au terrain au moment des travaux. La Figure 1 montre les valeurs de résistance au cisaillement non drainé (C_u) obtenues. À partir cette figure, il est possible de constater que les valeurs de résistance au cisaillement (c_u) entre les profondeurs de 3,0 m et 7,0 m se situent entre 34,7 kPa et 73,4 kPa; ce qui suggère des consistances ferme à raide.

Des valeurs de résistance au cisaillement non drainé remaniée (C_{ur}) variant entre 4,1 kPa et 9,7 kPa ont également été calculées à partir des données prélevées à l'aide du scissomètre Nilcon. La sensibilité (S_t) des sols cohérents a été estimée à partir des valeurs de résistance au cisaillement non drainé intact et remanié. Les valeurs obtenues sont comprises entre 4,6 et 9,5, ce qui suggère que les sols argileux-silteux rencontrés au site du projet sont sensibles à très sensibles au remaniement selon la classification du MCIF 2013.

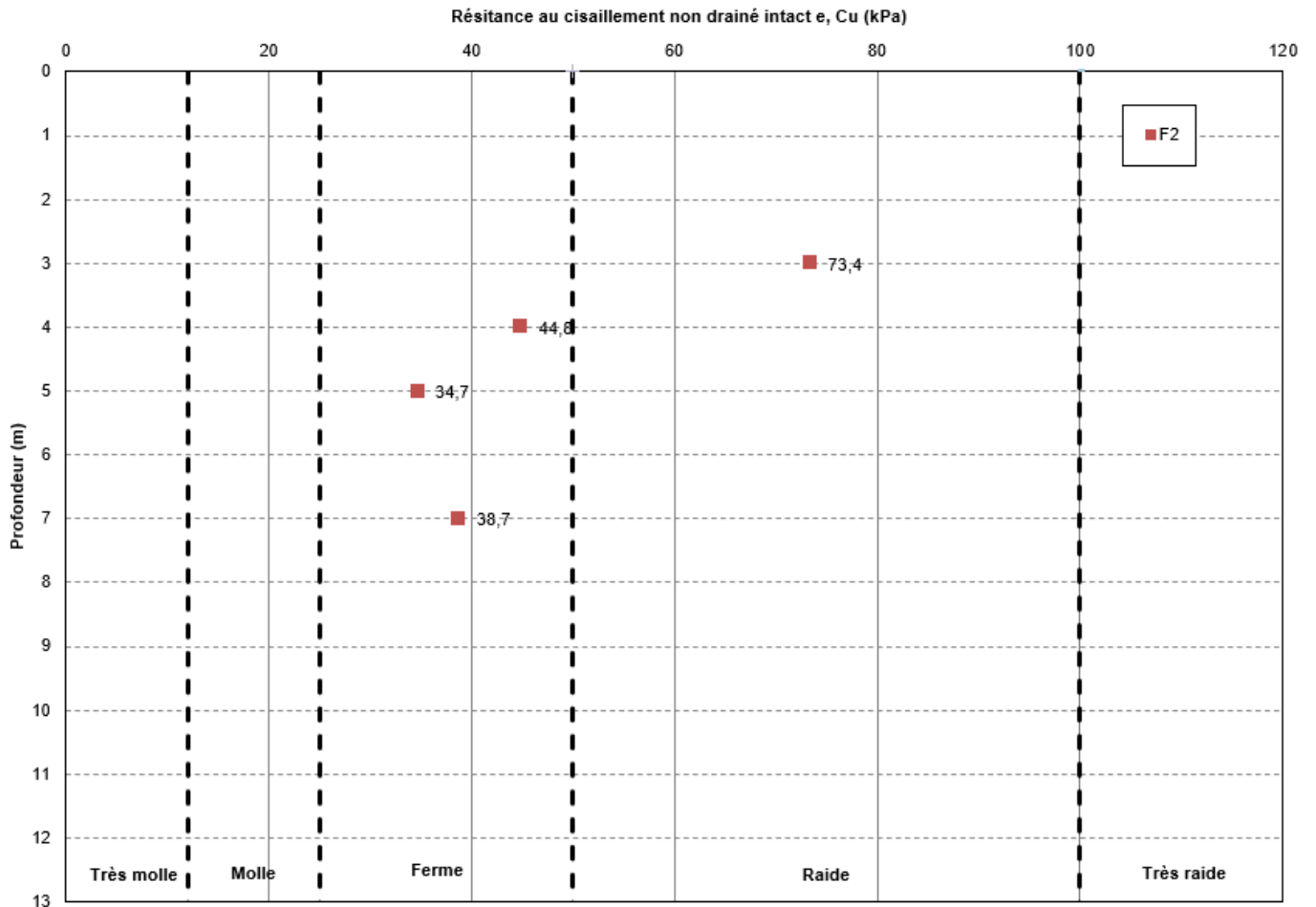


FIGURE 1 – RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ (C_u) INTACTE MESURÉE DANS LES SOLS COHÉRENTS DU DÉPÔT MEUBLE.

Par ailleurs, deux (2) tubes minces ont été prélevés lors des travaux d'investigation au droit des forages F2 et F3. Deux (2) échantillons du dépôt naturel principalement argileux prélevés à l'aide de tubes minces au droit des forages F2 et F3. Ces derniers ont été extraits afin d'évaluer la résistance au cisaillement des matériaux cohésifs. Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons F2/TM-08 et F3/TM-13 sont récapitulés dans le Tableau 7 (détails à l'Annexe D).

TABLEAU 7 – RÉSULTATS DES ESSAIS DE RÉSISTANCE AU CISAILEMENT NON DRAINÉ ET SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS

Forage/ Éch.	Résistance au cisaillement sur sols intacts C_u (kPa)	Résistance au cisaillement sur sols remaniés C_{ur} (kPa)	Sensibilité du sol S_t
F2/TM-08	26,4	1,19	22
F3/TM-13	30,6	0,65	47

Les résultats indiquent que les échantillons analysés provenant de l'argile intacte au droit de F2 et F3 sont de consistance ferme. La sensibilité des échantillons analysés, définie comme étant le quotient de la résistance au cisaillement du matériau intact par rapport à celle après remaniement, suggère une sensibilité qualifiée « d'argile liquide » selon la classification présentée au MCIF 2013¹, soit la catégorie de sensibilité la plus élevée sur l'échelle proposée.

Des mesures de la résistivité électrique ont été réalisées en laboratoire sur des échantillons de sols prélevés dans le dépôt naturel au droit des forages F2 et F3.

Le Tableau 8 présente le récapitulatif des résultats obtenus sur les échantillons analysés. Les fiches détaillées des essais sont jointes à l'Annexe D.

TABLEAU 8 – MESURES DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE EN LABORATOIRE

Sondage/Échantillon	Valeurs en fonction de l'état du sol (Ohm.centimètre)		
	Profondeur	Sol tel que prélevé	Sol saturé
F2/CF-03	De 1,22 m à 1,83 m	3 800	3 100
F3/TM-13	De 7,32 m à 8,24 m	2 500	3 100

3.1.5 REFUS/SOCLE ROCHEUX

Le refus sur roc a été rencontré au droit des forages F1, F2 et F4 à des élévations respectives de 193,89 m (0,56 m de profondeur par rapport à la surface) au droit du forage F1, de 153,75 m (11,99 m de profondeur par rapport à la surface) au droit du forage F1, et de 152,33 m (8,53m de profondeur par rapport à la surface) au droit du forage F4.

¹ Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF), 2013. 4^e édition, Société canadienne de géotechnique.

Le roc a été carotté à la suite de l'obtention du refus sur une longueur d'environ 4,32 m au droit du forage F1, sur longueur d'environ 1,73 m au droit du forage F2 et sur longueur d'environ 1,65 m au droit du forage F4. Notre analyse visuelle des récupérations de roc suggère une roche mafique de type granite au droit de droit du forage F1 et anorthositique au droit des forages F2 et F4.

Les valeurs RQD (Rock Quality Designation) calculées pour les différentes carottes de roc récupérées indiquent une valeur qui varie de 61 % à 92 % ; ce qui suggère un roc d'une qualité moyenne à excellente sur les profondeurs carottées.

Trois (3) mesures de résistance en compression uniaxiale (UCS) ont été réalisées en laboratoire sur des carottes sélectionnées des forages F1, F2 et F4. Les résultats sont récapitulés dans le Tableau 9 (détails à l'Annexe D).

TABLEAU 9 – RÉSULTATS DE L'ESSAI DE RÉSISTANCE EN COMPRESSION SUR CAROTTE DE ROC

Essais de résistance en compression sur roc		
Forage/Éch.	Résistance en compression (MPa)	Poids volumique (g/cm ³)
F1/CD-03	150	2,60
F1/CD-02	136	2,66
F4/CD-16	95	2,70

3.2 EAU SOUTERRAINE

Les niveaux de l'eau souterraine ont été relevés le 21 novembre 2025 dans les tubes d'observation installés dans les forages F2 et F4. Les profondeurs et les élévations de l'eau souterraine sont compilées au Tableau 10.

TABLEAU 10 – NIVEAUX D'EAU MESURÉS DANS LES FORAGES F2 ET F4

Sondage	Élévation de la surface du sol (m)	Date (jj-mm-aaaa)	Eau souterraine	
			Profondeur (m)	Élévation (m)
F2	165,74	21-11-2025	Rencontrée	
			0,70	165,04
F4	160,86	21-11-2025	Rencontrée	
			0,50	160,36

Cependant, il convient de noter que le niveau d'eau est susceptible de varier au cours des saisons et à la suite d'intempéries. Il est par ailleurs à noter que les niveaux d'eau mesurés ne représentent pas des niveaux stabilisés. Les



niveaux d'eau dans des puits installés dans l'argile peuvent nécessiter plusieurs semaines, voire des mois, avant de se stabiliser.

Le dépôt d'argile intacte grise a par ailleurs été observé comme étant saturé lors de la récupération d'échantillons.

Il est donc possible que le niveau d'eau rencontrée lors des travaux de construction soit différent de celui observé durant les investigations de terrain.

Le texte « Portée de l'étude géotechnique » présenté à l'annexe A contient des commentaires importants à considérer pour bien interpréter les conditions d'eau souterraine.



4. RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES

4.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

Le projet a été réalisé dans le cadre d'un projet d'installation d'une nouvelle conduite souterraine GNR du réseau Énergir à Saint-Bruno (Québec).

Pour rappel, cette conduite sera le prolongement d'une conduite souterraine ayant déjà fait l'objet d'une précédente étude géotechnique réalisée par Nvira, dont le rapport référencé 4252-02-01-0F et daté du 11 juillet 2024. Le raccordement entre les deux (2) tronçons devra faire l'objet d'une attention particulière et les recommandations géotechniques formulées dans ce rapport devront également être respectées.

Selon les informations transmises par le Client, les travaux projetés sont relatifs à l'installation d'une conduite en époxy de 110 mm de diamètre sur une longueur totale d'environ 850 mètres linéaires, soit approximativement 400 m en excavation en tranchée et 450 m en forage dirigé.

Les recommandations de ce rapport sont basées sur les conditions telles que rencontrées au droit des forages et font également l'hypothèse que la surface finale du terrain sera similaire à celle du terrain naturel au moment des forages et donc qu'aucun rehaussement de la surface du terrain ne sera pris en considération par rapport au niveau du terrain existant.

Il est par ailleurs fortement recommandé d'éviter tout rehaussement (remblayage) du terrain au-dessus de son niveau actuel le long de la conduite projetée. Un tel rehaussement pourrait induire des contraintes additionnelles dans le dépôt argileux sous-jacent et engendrer des tassements de consolidation, et par conséquent des mouvements excessifs de la future conduite.

Selon les termes et notre compréhension du mandat approuvé, le volet géotechnique de ce rapport vise principalement à fournir un aperçu factuel des conditions souterraines, telles que présentées à la section 3 du présent rapport, à l'intention du concepteur du projet. Toutefois, certaines recommandations générales sont fournies dans la présente section en ce qui concerne la protection contre le gel, les excavations temporaires et le remblayage des tranchées.

La conduite projetée sera implantée sur une partie des lots 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 et 6 356 053 du cadastre du Québec, à proximité des forages F1 à F4 qui ont été réalisés (voir plan à l'Annexe B).

Remarque sur le tracé de la conduite : D'après les informations fournies, le tracé initial du projet a été modifié à la suite de nos investigations géotechniques sur le site. Dans ce contexte, compte tenu de la modification du tracé et de la variation latérale importante de la stratigraphie du site à l'étude, nous recommandons la réalisation de forages et/ ou de sondages complémentaires à proximité du nouveau tracé.

4.2 PROTECTION CONTRE LE GEL

Pour les conduites projetées, une couverture de sol minimale de 2,41 m de protection contre le gel doit être généralement respectée dans le secteur du site à l'étude (Municipalité de Saint-Bruno).

4.3 EXCAVATION ET GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

4.3.1 CONDITIONS D'EXCAVATION TEMPORAIRES

Selon notre compréhension du projet, des excavations temporaires seront nécessaires pour la mise en place des conduites.

Sur la base des résultats des travaux de sondages, les excavations pour la mise en place des conduites seront réalisées dans la couche de surface (terre végétale), dans les sols remaniés sableux-silteux contenant de la matière organique, dans les matériaux de remblai composé principalement de sable et de gravier ainsi que dans les sols naturels cohérents argileux très sensibles au remaniement.

Les excavations nécessiteront de la part de l'entrepreneur une méthode de travail appropriée ainsi que des équipements adaptés aux matériaux en place. Il est à noter que la présence de matériaux cohérents sensibles au remaniement a été rencontrée au droit des forages et qu'ils sont à prévoir dans les excavations. Il est important d'utiliser un godet lisse dans ces sols sensibles au remaniement.

Les pentes recommandées dans les prochaines sections s'adressent uniquement au concepteur à des fins d'études techniques et économiques (calculs de volume et de coûts).

4.3.2 EXCAVATIONS TEMPORAIRES

Dans les conditions de sol non saturé, les pentes temporaires d'excavation ne devront pas excéder une unité verticale pour deux unités horizontales à partir du fond d'excavation (1V:2H). Toutefois, ces dernières devront être ajustées sur place en fonction des conditions existantes. Un ingénieur géotechnicien doit être consulté à ce sujet au besoin.

Il est à noter que ces pentes d'excavation, recommandées au vu des observations des matériaux de forage, sont données à titre indicatif puisque dans la mesure où il s'agit de pente temporaire; l'entrepreneur est le seul responsable de la stabilité des pentes d'excavation ainsi que de la sécurité des travailleurs.

L'inclinaison des pentes des excavations doit être adoucie s'il y a apparition de signes d'instabilité. Les parois des excavations doivent donc être inspectées régulièrement afin de déceler tout élément susceptible de s'en détacher et de constituer un danger pour les travailleurs. De plus, la circulation des véhicules et de la machinerie de chantier ainsi que le stockage des matériaux de construction et la mise en pile des sols excavés doivent être évités à proximité de la crête de l'excavation, et ce, sur une distance au moins égale à la profondeur de l'excavation. Selon les exigences de la CNESST, tout matériau excavé devra être empilé de façon à ne pas entraîner l'instabilité des parois d'excavation. Il est important de s'assurer de garder une distance d'au moins 1,2 m entre le sommet et la base du talus pour déposer les matériaux en chantier. Une distance de 3,0 m à partir du sommet de l'excavation est également applicable pour le passage de machineries lourdes près des excavations.

4.3.3 ASSÈCHEMENT (DRAINAGE COURT TERME)

Les profondeurs des eaux souterraines ont été mesurées approximativement à 0,7 m sous le niveau du terrain au droit du forage F2 (soit à environ l'élévation de 165,04 m), et à 0,5 m sous le niveau du terrain au droit du forage F4 (soit à environ l'élévation de 160,36 m).

Tel que mentionné à la section 3.2, il est cependant à noter que ces niveaux pourraient ne pas être stabilisés et que des conditions de sols saturées ont été rencontrées dans les forages, particulièrement au sein du dépôt d'argile intacte grise. Ce type de conditions (sols argileux) est par ailleurs propice à la formation de nappes perchées dans les sols de surface, au-dessus de l'argile.

En ce sens, les arrivées d'eau ainsi que les accumulations devront inévitablement être évacuées de l'excavation au moyen d'un système de pompage temporaire.

De plus, il est possible que des accumulations d'eau dues aux précipitations et au ruissellement induisent un niveau d'eau plus important et plus élevé sur le terrain au cours des travaux.

Les sols naturels au niveau des assises des conduites sont à prédominance argileuse et silteuse et très sensible au remaniement. Un contrôle adéquat des eaux souterraines sera critique afin de maintenir la stabilité des parois et des fonds d'excavation. Un contrôle déficient entraînera inévitablement des difficultés (et coûts) durant la construction. En présence de sols instables, ceux-ci devront être excavés avant la mise en place du coussin de propreté.

L'entrepreneur devra donc prendre les mesures appropriées afin de maintenir le fond d'excavation sec et stable tout au long des travaux. L'entrepreneur sera responsable de la sélection de la méthode de pompage temporaire.

4.3.4 RÉUTILISATION DES PRODUITS D'EXCAVATIONS

Comme mentionné précédemment, les excavations anticipées devraient rencontrer principalement la terre végétale, les dépôts naturels cohérents de silt et d'argile ainsi que la couche de remblai rencontré au droit des forages F1 et F3. Les matériaux d'excavation provenant de ce sol naturel cohérent ne pourront pas être réutilisés en tant qu'assise ou enrobage des conduites en raison de leur forte proportion en particules fines. Le cas échéant pour les matériaux de remblai étant donné que l'on ne connaît pas leurs provenances et leurs tenances en matière organiques.

De toute façon, les sols naturels sont sensibles et seront par ailleurs difficiles à compacter et à travailler et leur potentiel de réutilisation en tant que remblayage de tranchée (au-dessus de l'enrobage) sera également limité.

4.3.5 GESTION DE MATÉRIAUX EXCAVÉS

Les matériaux excavés et ceux transportés en dehors du site devront être gérés en conformité avec les lois et règlements environnementaux en vigueur.

4.4 CONDUITES EN TRANCHÉES

4.4.1 PRÉPARATION DES FONDS D'EXCAVATION

Le fond d'excavation doit être stable et sec. Il doit être nettoyé de tout débris ou matière végétale avant la mise en place de l'assise granulaire. De plus, celui-ci devra être vérifié et approuvé par le géotechnicien ou son représentant de façon à détecter toute zone impropre à la construction et à procéder aux correctifs appropriés.

En présence éventuelle de matériaux impropres au fond des excavations, ils devront être enlevés et remplacés par un emprunt granulaire approuvé compacté par couches d'au plus 300 mm d'épaisseur à au moins 90 % de la masse volumique sèche déterminée à partir de l'essai *Proctor modifié*.

Tel que mentionné ci-haut, les sols argileux silteux rencontrés seront très sensibles au remaniement et devront être préparés avec soin au moyen d'un godet lisse. Il est recommandé de placer un géotextile de séparation sur les fonds d'excavations argileux approuvés avant la mise en place de l'assise granulaire afin de réduire le risque de migration de particules fines vers l'assise et l'enrobage de la conduite.

4.4.2 ASSISE ET ENROBAGE DES CONDUITES

Pour l'assise des conduites dans les matériaux cohérents, un matériau d'emprunt granulaire selon les exigences d'Énergir devra être utilisé en fonction du type de conduite. Les matériaux de l'assise doivent être compactés à au moins 90 % de la masse volumique sèche déterminée à partir de l'essai *Proctor modifié*. L'épaisseur de l'assise pour les conduites doit être le plus uniforme possible et être conforme aux exigences du BNQ 1809-300. La conduite doit, sur toute sa longueur, reposer sur l'assise.

Advenant la présence de roc au niveau d'assise de la conduite de gaz projetée (dans la zone du forage F1), le fond d'excavation devra être préparé avec soin afin d'assurer un support uniforme et de prévenir tout endommagement de la conduite (par ex. écrasement de la conduite). Les surfaces rocheuses devront être nettoyées, nivelées et débarrassées de toute pointe en saillie, fragment détaché ou irrégularité susceptible de créer des charges ponctuelles sur la conduite. Lorsque requis, le roc devra être surcreusé localement afin de permettre la mise en place d'une assise adéquate.

Un coussin de pose constitué d'un matériau granulaire, propre, non gélif et exempt de blocs, fragments rocheux ou autres éléments susceptibles d'endommager la conduite devra être installé sur toute la largeur de la tranchée. La conduite devra ensuite être posée sur cette assise de manière à obtenir un appui continu sur toute sa longueur.

Si des conditions mixtes (sol-roc) sont rencontrées dans les fonds des tranchées (dans la zone du forage F1), il est recommandé de profiler la surface du roc à au moins 1 H:4V afin d'aménager une pente de transition au contact sol-roc.

Après la mise en place de la conduite sur l'assise, le remblai entre l'assise et la mi-hauteur de la conduite doit être placé de façon à s'assurer qu'il ne reste aucun espace vide sous la conduite. Le matériau de remblai doit être suffisamment tassé pour assurer un support adéquat. Le remblayage de la tranchée jusqu'à 300 mm au-dessus de la conduite (ou plus si requis par Énergir) doit être fait par couches d'au plus 300 mm avant compactage à l'aide d'un remblai matériau d'emprunt granulaire rencontrant les exigences d'Énergir, compacté à au moins 90 % du *Proctor modifié* sur toute la largeur.

d'excavation. L'enrobage doit être fait au même rythme de chaque côté de la conduite. Le remblayage devra se faire avec soin (engins légers) au-dessus et sur le périmètre de la conduite.

4.4.3 REMBLAYAGE DES TRANCHÉES

Au-dessus de l'enrobage des conduites, le remblayage de l'excavation peut être poursuivi avec un remblai granulaire de type MG 112 (ou les déblais adéquats, quoique leur potentiel de réutilisation est limité tel que discuté à la section 4.3.4), jusqu'à l'atteinte de la ligne d'infrastructure ou de la surface du terrain en place. Le matériau de remblai devra se faire par couches de 300 mm d'épaisseur maximale avant compactage à une masse volumique sèche minimale de 90 % du *Proctor modifié*. Le compactage des 300 derniers millimètres sous la ligne d'infrastructure (si une chaussée est à aménager) sera augmenté à une masse volumique sèche minimale de 95 % du *Proctor modifié*.

Tel que discuté à la section 4.1, il est important de garder le niveau final du terrain similaire au niveau existant et qu'aucun rehaussement ne soit réalisé. Un rehaussement du terrain à ces endroits pourrait engendrer des tassements de consolidation excessifs dans la couche d'argile, et par conséquent, des dommages potentiels aux infrastructures enfouies.

4.5 INSTALLATION SANS TRANCHÉES

D'après les informations fournies par le Client, une section de la conduite pourrait être installée par méthode sans tranchée pour assurer la traverse des cours d'eau situées aux sections entre les forages F2, F3 et F4 sur un linéaire de l'ordre de 450 m.

Selon les conditions géotechniques rencontrées, il est de notre avis que les enjeux géotechniques suivants devront être envisagés durant la conception (incluant la sélection de la méthode sans tranchée à utiliser) et la construction du tronçon sans tranchée dans le cadre du projet :

- Les forages F2, F3 et F4 ont été avancés jusqu'à des profondeurs respectives d'environ 13,72 m, de 10,67 m et de 10,21 m selon les instructions du Client. Les forages ont rencontré principalement des sols cohérents argileux. Les analyses de laboratoires réalisées sur ces matériaux argileux silteux ont par ailleurs mis en évidence une sensibilité très élevée au remaniement.
- Une installation sans tranchée peut mener à des tassements en surface. La conception devra tenir compte de ceci et maintenir une couverture de sol adéquate au-dessus du tracé pour réduire les risques de tassements en surface. Si des structures sensibles aux tassements sont présentes le long du tracé, il serait prudent de prévoir un programme de suivi des tassements.
- Si une méthode incluant une boue de forage est utilisée (p. ex. forage directionnel), la conception et la construction devront tenir compte des risques de "frac-out" à la surface (ou dans le cours d'eau dans le cas d'une traverse). La couverture minimale de sol et la pression de boue maximale devront être évaluées par le concepteur en tenant compte de cet aspect.
- Le site présente des différentiels topographiques importants au niveau des ruisseaux existants (hauteur des berges importantes de part et d'autre des cours d'eau). Du fait de la présence de matériaux argileux sur des épaisseurs importantes dans ce secteur, il serait prudent de considérer une analyse de la stabilité des berges afin que le tracé de la conduite évite des masses de sols possiblement instables.

5. CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES SOLS

Comme mentionné précédemment, des travaux de caractérisation environnementale des sols ont été effectués conjointement avec les travaux de géotechniques.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons de sol, comparés aux critères du *Guide du MELCCFP*, aux valeurs du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT) et aux valeurs du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC), sont présentés sur la figure 3 de l'annexe B ainsi que dans le tableau 11, et les certificats des analyses chimiques insérés en annexe E.

5.1 CRITÈRES D'INTERPRÉTATION RETENUS

Considérant l'utilisation projetée du site soit le prolongement de conduites de gaz, les valeurs du critère générique « C » du *Guide du MELCCFP* ont été utilisées pour l'interprétation des résultats analytiques comme valeurs au-delà desquelles des travaux de réhabilitation pourraient être requis afin que la qualité des sols soit conforme. Notons que les valeurs du critère générique « C » du *Guide* correspondent aux valeurs de l'annexe II du RPRT.

5.2 QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES SOLS

Tous les résultats analytiques obtenus ont montré des concentrations, pour tous les paramètres analysés, inférieures aux valeurs du critère générique « C » du *Guide*.

Des concentrations en HP C₁₀-C₅₀, HAM et/ou en métaux situées dans la plage « A-B » des critères ont été obtenues au droit des échantillons F2-CF1, F2-CF12, F3-CF4, F3-CF9, F4-CF1 et F4-CF-6.

Autrement, tous les résultats pour tous les paramètres analysés ont montré des concentrations inférieures au critère « A », lesquelles correspondent généralement aux limites de détection du laboratoire. Notons que, dans le cas des métaux, les valeurs du critère générique « A » du *Guide* correspondent aux teneurs de fond naturelles pour la province géologique de Grenville.

5.3 INTERPRÉTATION

Ainsi, sur la base des résultats analytiques obtenus au cours des présents travaux, la qualité environnementale des sols à l'emplacement sondé est conforme par rapport à l'utilisation actuelle et projetée sur le site (*Guide*).

5.4 RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE QUALITÉ

Tel que mentionné précédemment, un programme d'assurance et de contrôle de la qualité a été suivi par Nvira et le laboratoire analytique. Le programme d'assurance qualité de Nvira a comporté l'analyse d'un (1) échantillon de sol de type duplicata de chantier. Le duplicata de sol, identifié DCS-1 correspond à l'échantillon F2-CF1.

L'écart relatif entre un duplicata de terrain et son échantillon de sols ou d'eau correspondant est jugé acceptable lorsqu'il est inférieur ou égal à la valeur suggérée de 30 % du MELCCFP dans le cas d'un échantillon relativement homogène. Dans le cas où les résultats analytiques sont près de la valeur de la limite de quantification de la méthode (LQM), un faible écart entre les résultats du duplicata de terrain et de son échantillon correspondant peut entraîner un grand écart relatif.

Dans ce cas, une valeur seuil doit être utilisée, laquelle correspond à 10 fois la valeur de la LQM. Si la moyenne des résultats du duplicata de terrain et de son échantillon correspondant est supérieure à la valeur seuil, l'écart relatif de 30 % doit être utilisé. Dans le cas inverse, l'écart relatif sera considéré comme étant non significatif et aucune justification ne sera requise bien que celui-ci soit supérieur à 30 %. Dans le cadre du présent mandat, les valeurs seuils utilisées pour les différents paramètres analytiques correspondent à celles déterminées en fonction des limites de détection de la méthode établies par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

Ainsi, les concentrations en HP C₁₀₋₅₀ et en HAP du duplicata, DCS-1, et de son échantillon correspondant F2-CF1 sont inférieures à la limite de détection du laboratoire, les écarts relatifs entre ces concentrations ne peuvent être calculés. Lorsque les concentrations en métaux du duplicata DCS-1 et de son échantillon correspondant F2-CF1 n'étaient pas inférieures à la limite de détection du laboratoire, les écarts relatifs ont été calculés. Ceux-ci sont tous inférieurs à la valeur suggérée de 30 % du MELCCFP. Ces résultats permettent d'attester de la conformité des techniques d'échantillonnage utilisées.

D'autre part, les résultats du programme de contrôle de qualité du laboratoire d'analyse pour les essais de récupération de surrogates sont jugés acceptables par le laboratoire. Ceux-ci confirment la validité des résultats analytiques du laboratoire. Ce programme est présenté dans les certificats d'analyses chimiques à l'annexe E. Dans l'ensemble, les résultats d'analyses obtenus dans le cadre du programme d'assurance et de contrôle de la qualité confirment que les résultats obtenus sont valides.

5.5 RECOMMANDATIONS

Considérant que le tracé final de la conduite projetée a été modifié en cours de projet, à la suite des travaux de forage, et qu'il pourrait encore faire l'objet de modifications, il est recommandé d'effectuer des sondages complémentaires dans l'emprise définitive du tracé après validation de celle-ci par le client. L'objectif étant d'évaluer la qualité environnementale des sols en place dans les secteurs où des sols seront effectivement excavés et d'évaluer le volume de sols contaminés en place (si présents).

Une mise à jour du rapport incluant cette estimation de volumes pourra être proposée après confirmation du tracé final des travaux et réalisation d'éventuels sondages complémentaires.

En fonction des résultats obtenus dans la présente étude, les sols peuvent être réutilisés sur le site conformément aux recommandations de la *Grille de gestion des sols excavés* du *Guide*, sous réserve qu'ils soient conformes d'un point de vue géotechnique.

Toutefois, advenant que des sols de la propriété doivent être excavés et éliminés hors du site et que ces sols présentent des concentrations supérieures au critère générique « A » du *Guide* du MELCCFP, ceux-ci devront être gérés selon les modalités présentées dans la *Grille de gestion des sols excavés* du *Guide*, du *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés* (RSCTSC) et du *Règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés* (RCTSCE).

ANNEXE A – PORTÉE ET LIMITATIONS



PORTÉE ET LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Le présent document a été préparé par Nvira Environnement inc. au bénéfice du client et pour son utilisation par celui-ci, et ce, exclusivement pour les fins auxquelles il est destiné. Ce document doit être utilisé dans son intégralité et Nvira Environnement inc. se dégage de toute responsabilité en cas d'utilisation partielle.

Le contenu du présent document s'appuie sur les informations et les données disponibles et obtenues au moment de la réalisation du mandat et il ne vise que la propriété et les travaux décrits aux présentes. Également, les conclusions de ce document ne s'appliquent qu'au moment de la réalisation des travaux et à l'endroit où ceux-ci ont été réalisés et elles ne peuvent être extrapolées dans le temps ou à des endroits qui n'ont pas été investigués.

Les travaux réalisés dans le cadre de cette étude ont été menés afin d'atteindre les objectifs du client, et ce, à la connaissance des signataires. Toutefois, il n'existe aucune garantie indiquant que cette étude a permis de révéler tout le passif environnemental de la propriété visée. Si l'état du site venait à changer ou si de nouvelles informations devenaient disponibles ultérieurement, il pourrait être requis de modifier en conséquence le présent document et de réévaluer, le cas échéant, les conclusions de cette étude.

Toute utilisation de ce document par un tiers ainsi que toute décision basée sur les informations contenues dans ce document est l'unique responsabilité de ce tiers. Nvira Environnement inc. ne saurait être tenue responsable d'éventuels dommages subis par un tiers résultant d'une décision ou action basée sur ce document.

Finalement, toute disposition présentée dans ce document n'est pas et ne doit en aucun cas être considérée comme un avis juridique.



Interprétation des conditions souterraines

Les descriptions du sol et du roc présentées dans ce rapport proviennent de méthodes d'identification et de classification reconnues et utilisées dans la pratique de la géotechnique. Elles font souvent appel au jugement et à l'interprétation du géotechnicien ayant réalisé l'étude. NVIRA assure que les descriptions sont exactes en ce qui est communément utilisé dans le domaine professionnel de la géotechnique, mais ne peut garantir que les descriptions soient identiques à celles faites par un autre géotechnicien possédant les mêmes connaissances du domaine.

Caractéristiques des sols et du roc

Les caractéristiques et propriétés des sols et du roc présentées dans ce rapport sont basées sur les résultats des sondages et forment la base des recommandations du rapport. Ces caractéristiques reflètent les conditions du sous-sol à l'emplacement et à la période donnée des sondages seulement. Ces caractéristiques peuvent varier de façon importante entre les points de sondage. Les limites entre les couches présentées sur les rapports doivent donc être considérées comme approximatives, puisqu'elles correspondent plutôt à des transitions que des limites fixes. La précision de ces limites dépend de la méthode de sondage et d'échantillonnage, le nombre de sondages et leur espacement ainsi que de l'uniformité du terrain sondé. Ces différents éléments ont été déterminés en fonction des considérations budgétaires qui sont hors du contrôle de NVIRA.

Les formations de sols et de roc présentent également une variabilité naturelle sur une plus ou moins grande distance. Les conditions souterraines entre les différents points de sondage font donc l'objet d'une interprétation et peuvent conduire à la découverte de conditions différentes de celles qui étaient prévues. NVIRA peut en effet garantir les résultats qu'à l'endroit où les sondages ont été effectués.

De plus, les caractéristiques et les propriétés des sols et du roc peuvent être modifiées de façon significative par les travaux de construction (excavation, dynamitage, circulation, drainage, etc.) sur le site ou sur les sites adjacents. Pendant la construction, il est important de protéger les sols et le roc contre une exposition aux intempéries et au gel. Les conditions des sols et de roc décrites dans ce rapport sont donc celles observées au moment de l'étude.

Eau souterraine

Les niveaux d'eau souterraine présentés dans ce rapport s'appliquent seulement au moment et à l'emplacement indiqués dans ce rapport. Les niveaux d'eau souterraine sont susceptibles de varier selon les saisons, les précipitations et suite aux travaux de construction sur le site ou les sites adjacents.

Utilisation du rapport

Les commentaires et recommandations données dans ce rapport s'adressent uniquement à l'ingénieur concepteur pour le guider dans sa conception. Le nombre de sondage et d'essais en laboratoire nécessaires pour déterminer l'ensemble des conditions souterraines qui peuvent influencer les travaux de construction (coûts, techniques de construction et planification) devrait normalement être plus élevé que pour les besoins de conception.

Les entrepreneurs qui soumissionnent ou effectuant des travaux doivent réaliser leur propre interprétation des données factuelles des rapports de sondages et au besoin leurs propres sondages pour apprécier de quelle façon les conditions souterraines peuvent influencer leurs travaux et méthodes de travail.

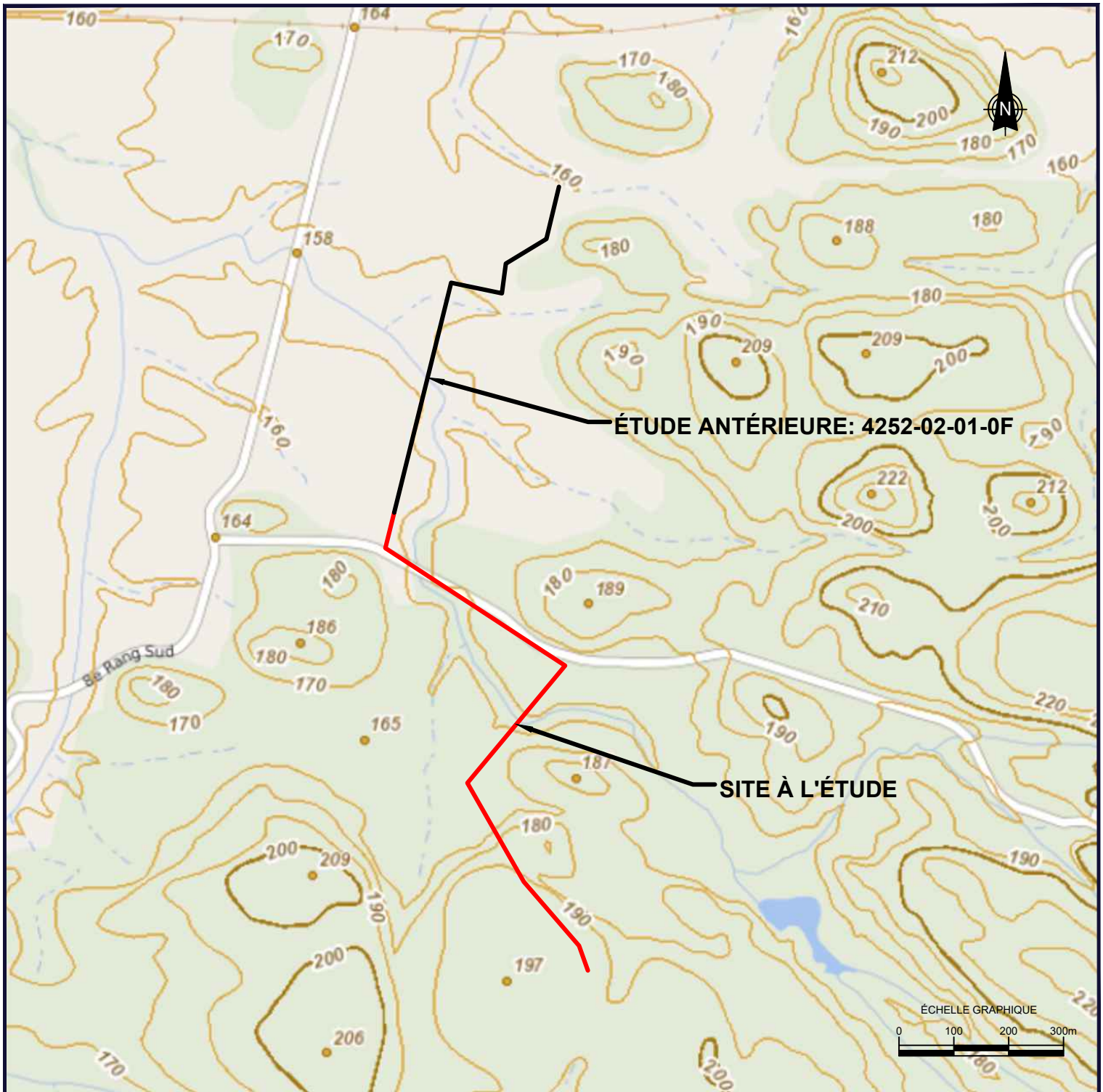
Les données factuelles, les interprétations et les recommandations présentées dans ce rapport se rapportent uniquement au projet et au site décrit dans ce rapport. NVIRA devra être avisé de toute modification au projet concernant la conception, l'emplacement et l'élévation des ouvrages afin de confirmer la validité des recommandations et les réviser au besoin. Suite à des modifications au projet, des travaux complémentaires pourraient s'avérer nécessaires.

Suivi du projet

Tous les paramètres de conception et de construction ne sont normalement pas déterminés au moment de la rédaction de ce rapport. Les recommandations présentées dans ce rapport ont donc été fondées sur les informations et documentations disponibles au moment de l'étude. Il est recommandé que les services de NVIRA soient retenus pendant la construction afin de confirmer au fur et à mesure de l'avancement des travaux que les conditions de terrain sur l'ensemble du site ne sont pas différentes des conditions décrites dans le rapport.

Si des conditions géotechniques différentes de celles décrites dans ce rapport sont rencontrées au cours des travaux de construction, NVIRA devrait avoir l'opportunité de vérifier sur le site les conditions, de déterminer les impacts sur l'ouvrage à construire et de réviser les recommandations au besoin. Si une telle vérification est impossible, NVIRA ne prendra aucune responsabilité de l'interprétation géotechnique que des tiers feront des recommandations et des conditions de terrains comprises de ce rapport.

ANNEXE B – PLANS DE LOCALISATION, DE SITUATION DES FORAGES ET DES RÉSULTATS ANALYTIQUES DES SOLS



SOURCE : © VGO, COURBES DE NIVEAU 20K

Nvira

CLIENT

energir

NOM DU PROJET

PROJET DE PROLONGEMENT D'UNE CONDUITE SOUTERRAINE
GNR - WAGA HÉBERTVILLE - STATION 88046577
PARTIE DES LOTS 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 ET 6 356 053 DU CADASTRE DU
QUÉBEC
PRÈS DES 8E ET 9E RANG SUD, SAINT-BRUNO (QC)

TITRE DE LA FIGURE

PLAN DE SITUATION

N° PROJET
10549

DATE
2026-02-20

PRÉPARÉ PAR
F. PALOPOLI

N° FIGURE

1/4

N° LIVRABLE
10549-00-01-0F

NOTES

- 1) CE PLAN SERT À LA LOCALISATION DES SONDAGES UNIQUEMENT;
- 2) CE DOCUMENT DOIT ÊTRE UTILISÉ CONJOINTEMENT AVEC L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE.

LÉGENDE

- Limite de lot
- ⊕ Forage
- ⊕ Forage aménagé en puits d'observation
- Conduite projetée (plan en date du 2025-12-11)

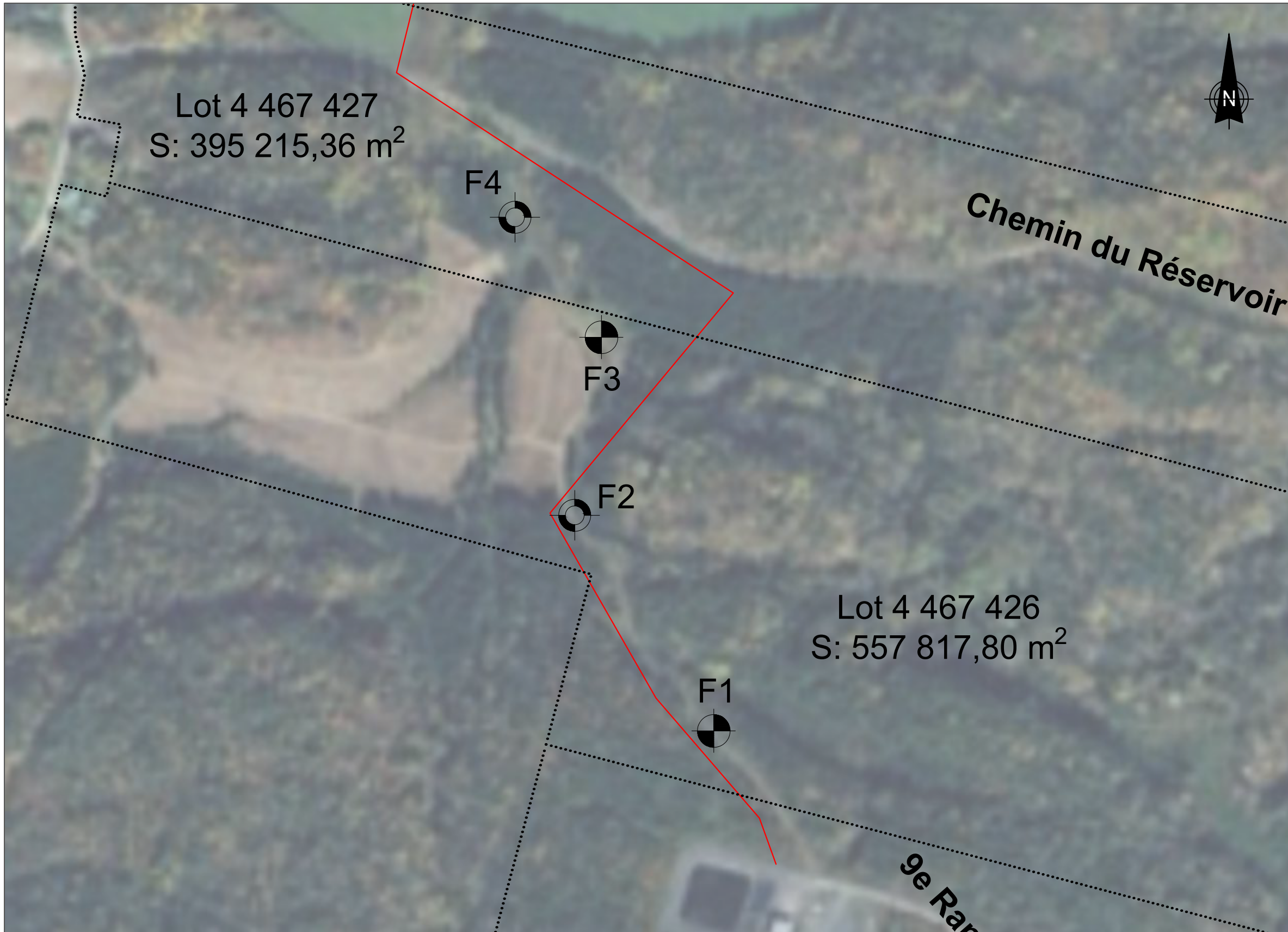
N° LIVRABLE	RÉVISION	DATE	AUTEUR
10549-00-01-1F	REV-0	2026-02-20	F. PALOPOLI

CLIENT	
--------	--

NOM DU PROJET	PROJET DE PROLONGEMENT D'UNE CONDUITE SOUTERRAINE GNR - WAGA HÉBERTVILLE - STATION 88046577 PARTIE DES LOTS 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 ET 6 356 053 DU CADASTRE DU QUÉBEC PRÈS DES 8E ET 9E RANG SUD, SAINT-BRUNO (QC)
---------------	---

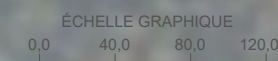
TITRE DE LA FIGURE	PLAN DE LOCALISATION DES FORAGES
--------------------	----------------------------------

PROJETÉ PAR	M. MORIN	N° PROJET	10549
PRÉPARÉ PAR	F. PALOPOLI	VÉRIFIÉ PAR	H. BOUTAIB
DATE	2026-02-20	N° FIGURE	2/4



COORDONNÉES ET ÉLÉVATIONS DES SONDAGES (MTM ZONE 7)

SONDAGES	EST (M)	NORD (M)	ÉLÉVATIONS (M)
F1	224 256,41	5 367 218,82	194,45
F2	224 126,49	5 367 430,92	165,74
F3	224 155,81	5 367 603,07	160,23
F4	224 074,24	5 367 719,47	160,86



SOURCE(S)
 - Google Earth, imagerie satellite 2025
 - Déméter 2.0, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2025
 Le tracé de la conduite provient du client (Énergir)

Lot 4 467 427
S: 395 215,36 m²

Chemin du Réservoir



F3-CF1 (0,00 - 0,61)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●
F3-CF4 (2,44 - 3,05)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	■
F3-CF9 (5,49 - 6,10)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	■

F4-CF1 (0,00 - 0,61)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	■
BTEX	●
HAP	●
Métaux	●
F4-CF2 (0,61 - 1,22)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●
F4-CF6 (3,66 - 4,27)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	■
F4-CF11 (6,71 - 7,32)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●

F2-CF1 (0,00 - 0,61)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
BTEX	■
HAP	●
Métaux	●
F2-CF3 (1,22 - 1,83)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●
F2-CF6 (3,05 - 3,66)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●
F2-CF12 (7,32 - 7,93)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	■

F1-CF1 (0,00 - 0,56)	
Paramètre	Niveau
HP C10-C50	●
HAP	●
Métaux	●



Lot 4 467 426
S: 557 817,80 m²

9e Rang Sud

Lot 6 356 053
S: 596 182,07 m²



SOURCE(S)
- Google Earth, imagerie satellite 2025
- Déméter 2.0, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2025
Le tracé de la conduite provient du client (Énergir)

NOTES

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Intervalle de profondeur de l'échantillon (mètre)

Nom de l'échantillon (XX,XX - XX,XX)	
Paramètre	Niveau
Paramètre analytique	(*) ou (**)

SOL : Niveau de concentration

● ≤A ■ A-B ▲ B-C ◆ >C ◆* >RESC

(*) : Le niveau de concentration indiqué est le niveau maximal mesuré pour le paramètre analytique. L'interprétation des concentrations obtenues est basée sur les critères génériques du Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés du MELCCFP. Les valeurs des critères «B» et «C» correspondent respectivement aux valeurs limites des annexes I et II du (RPRT).

Notes

- Les polygones présentés à titre indicatif sur cette figure ont été préparés à des fins d'évaluation des volumes et ne peuvent être utilisés directement pour des fins de ségrégation et d'élimination des matériaux à excaver.
- L'étendue horizontale et la profondeur réelles des secteurs d'excavations ainsi que le mode de gestion des sols, pourraient varier sur la base des résultats obtenus lors du suivi environnemental des travaux d'excavation effectué par une firme spécialisée en surveillance environnementale: observations de chantier (indice visuel et olfactif, stratigraphique, pourcentage de débris, etc.), résultats de caractérisation complémentaire, etc.
- Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

LÉGENDE

- Limite de lot
- ⊗ Forage
- ⊗ Forage aménagagé en puits d'observation
- Conduite projetée (plan en date du 2025-12-11)

N° LIVRABLE	RÉVISION	DATE	AUTEUR
10549-00-01-1F	REV-0	2026-02-20	G. AMIEZI

CLIENT

NOM DU PROJET

PROJET DE PROLONGEMENT D'UNE CONDUITE SOUTERRAINE
GNR - WAGA HÉBERTVILLE - STATION 88046577
PARTIE DES LOTS 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 ET 6 356 053 DU CADASTRE DU QUÉBEC PRÈS DES 8E ET 9E RANG SUD, SAINT-BRUNO (QC)

TITRE DE LA FIGURE

RÉSULTATS ANALYTIQUES DES SOLS

PROJETÉ PAR	M. MORIN	N° PROJET
PRÉPARÉ PAR	G. AMIEZI	10549
VÉRIFIÉ PAR	G. AMIEZI	N° FIGURE
DATE	2026-02-20	3/4



Lot 4 467 427
S: 395 215,36 m²

F4



F3



F2



F1



Lot 4 467 426
S: 557 817,80 m²

Chemin du Réservoir

9e Rang



SOURCE(S)
- Google Earth, imagerie satellite 2025
- Déméter 2.0, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2025
Le tracé de la conduite provient du client (Énergir)

NOTES PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Intervalle de profondeur de l'échantillon (mètre)	
Nom de l'échantillon (XX,XX - XX,XX)	
Paramètre	Niveau
Paramètre analytique	(*) ou (**)

SOL : Niveau de concentration

● ≤A ■ A-B ▲ B-C ◆ >C ◆* >RESC

(*) : Le niveau de concentration indiqué est le niveau maximal mesuré pour le paramètre analytique. L'interprétation des concentrations obtenues est basée sur les critères génériques du Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés du MELCCFP. Les valeurs des critères «B» et «C» correspondent respectivement aux valeurs limites des annexes I et II du (RPRT).

- Notes
- Les polygones présentés à titre indicatif sur cette figure ont été préparés à des fins d'évaluation des volumes et ne peuvent être utilisés directement pour des fins de ségrégation et d'élimination des matériaux à excaver.
 - L'étendue horizontale et la profondeur réelles des secteurs d'excavations ainsi que le mode de gestion des sols, pourraient varier sur la base des résultats obtenus lors du suivi environnemental des travaux d'excavation effectué par une firme spécialisée en surveillance environnementale: observations de chantier (indice visuel et olfactif, stratigraphique, pourcentage de débris, etc.), résultats de caractérisation complémentaire, etc.
 - Ce plan doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

LÉGENDE

- Limite de lot
- ⊙ Forage
- ⊙ Forage aménagé en puits d'observation
- Conduite projetée (plan en date du 2025-12-11)
- Emprise estimée des sols A-B
- Emprise estimée des sols ≤A

N° LIVRABLE	RÉVISION	DATE	AUTEUR
10549-00-01-1F	REV-0	2026-02-20	G. AMIEZI

CLIENT

NOM DU PROJET
PROJET DE PROLONGEMENT D'UNE CONDUITE SOUTERRAINE
GNR - WAGA HÉBERTVILLE - STATION 88046577
PARTIE DES LOTS 4 467 179, 4 467 426, 4 467 427 ET 6 356 053 DU CADASTRE DU QUÉBEC PRÈS DES 8E ET 9E RANG SUD, SAINT-BRUNO (QC)

TITRE DE LA FIGURE
PLAN DES POLYGONES A-B

PROJETÉ PAR	M. MORIN	N° PROJET	10549
PRÉPARÉ PAR	G. AMIEZI	N° FIGURE	4/4
VÉRIFIÉ PAR	G. AMIEZI		
DATE	2026-02-20		

ANNEXE C – JOURNAUX DES FORAGES

DESCRIPTION DES SOLS

CLASSES GRANULOMÉTRIQUES	
Bloc	>300 mm
Cailloux	75 – 300 mm
Gravier	5 – 75 mm
Sable	80 µm – 5 mm
Silt	2 µm – 80 µm
Argile	< 2 µm

QUALIFICATIFS DES COMPOSANTES SECONDAIRES ET MINEURS	
Traces	< 10 %
Un peu	10 % – 20 %
Adjectif (...eux)	20 % – 35 %
Et (ex. : ... et silt)	35 %

CLASSIFICATION DU ROC	
Qualité	RQD(%) ¹
Excellente	90 - 100
Bonne	75 - 90
Moyenne	50 - 75
Mauvaise	25 - 50
Très mauvaise	< 25

CONDITION D'HUMIDITÉ AU CHANTIER	
Terme	Description
Sec	Le sol s'écoule librement entre les doigts.
Humide	Le sol est plus foncé qu'à l'état sec et peut sembler frais au toucher.
Saturé	Semblable à humide, mais avec présence d'eau libre lorsque manipulé.

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS

COMPACTITÉ DES SOLS PULVÉREULENTS

Elle est évaluée à l'aide de l'indice de pénétration « N » obtenu par l'essai de pénétration standard.

Compacité	Indice « N » ²
Très lâche	0 - 4
Lâche	4 - 10
Moyenne	10 - 30
Dense	30 - 50
Très dense	>50

CONSISTANCE DES SOLS COHÉRENTS

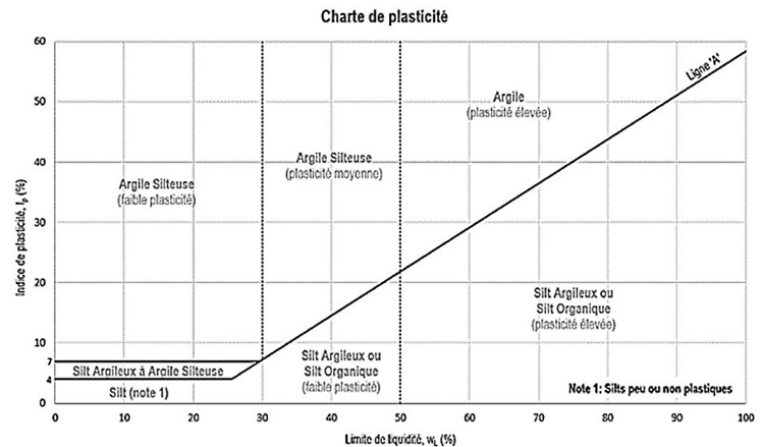
Elle est évaluée à partir de la résistance au cisaillement.

Consistance	Indice « N »	Cu (kPa)
Très molle	< 2	< 12
Molle	2 - 4	12 - 25
Ferme	4 - 8	25 - 50
Raide	8 - 15	50 - 100
Très raide	15 - 30	100 - 200
Dure	>30	>200

¹ $RQD = \frac{\sum \text{longueur des morceaux} > 10 \text{ cm}}{\text{longueur totale du forage}} \times 100$ N.B. Le RQD est défini comme le pourcentage de morceaux intacts de longueur supérieure à 10 cm, sur la longueur totale du forage.

² Valeurs "N" conformes à la norme ASTM D 1586, mais non corrigées pour les effets de la contrainte verticale ou le transfert d'énergie.

PLASTICITÉ DES SOLS COHÉRENTS	
Plasticité	Limite de liquidité (%)
Faible	< 30
Moyenne	30 - 50
Élevée	> 50



ÉCHANTILLONS

IDENTIFICATION

- CF - Cuillère fendue
- CD - Carottier diamanté
- TM - Tube mince
- TA - Tarière
- EM - Échantillonnage manuel

CALIBRE

- B - Cuillère 51 mm
- N - Cuillère 63 mm
- H - Cuillère 75 mm
- BQ - Diamètre de carottier 36 mm
- NQ - Diamètre de carottier 48 mm
- HQ - Diamètre de carottier 63 mm

ÉTAT

- Intact
- Remanié
- Perdu
- Carotte de roc
- Vrac

ABBREVIATIONS

- AG : Analyse granulométrique
- W : Teneur en eau
- Cu : Résistance au cisaillement à l'état intact (kPa)
- C : HP C10 - C50
- H : HAP
- CN : Cyanure
- CP : Composés phénoliques

- S : Sédimentométrie
- L : Limite de consistance
- Cr : Résistance au cisaillement à l'état remanié (kPa)
- B : BTEX, HAM ou COV
- M : Métaux
- F : Fluorure
- A : Amiante

OBSERVATIONS ORGANOLEPTIQUES

Odeur
Aucune
Faible
Moyenne
Forte

Visuelle
Aucune
Disséminée
Saturé



RAPPORT DE FORAGE

Feuille : 1 de 1
 No de projet : 10549
 No de forage : F1

Client : Énergir **Référence :** MTM NAD83 7 **Équipement de forage :** Foreuse sur chenilles
Projet : Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR - Waga Hébertville-Station 88046577 **Est (X) :** 224256.41 **Technicien :** Braham Zouaoui
Adresse : Chemin du réservoir, près des 8E et 9E Rang Sud, Saint-Bruno (QC) **Nord (Y) :** 5367218.82 **Projeté par :** Maeva Morin
Date de début du forage : 17 novembre 2025 **Élévation (Z) :** 194.45 **Vérifié par :** Hamza Boutaib
Date de fin du forage : 18 novembre 2025 **Élévation de l'eau (m) :** **Profondeur du puits (m) :**
Date du niveau d'eau : **Profondeur de l'eau (m) :** **Longueur du tubage (m) :** **Longueur de la crépine (m) :**

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons						COV (ppm)	Obs. organo léptiques	Odeur	Visuel	Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)	Nombre de coups / 0,15 m							
0.00	194.45	Niveau														
1	0.56	193.89	<p>REMBLAI GRANULAIRE: GRAVIER sableux, traces de silt, brun foncé, humide. Présence de matière organique et de fragments de roc.</p> <p>ROC: Granite rose, de qualité moyenne à excellente.</p>		CF-01 N			18	11-18-24-50 Refus 50/0,10m		AG C-H-M	0				
2					CD-02 NQ		99		81	Résistance en compression sur roc d = 2,66 UCS = 136 MPa						
3					CD-03 NQ		97		61	Résistance en compression sur roc d = 2,60 UCS = 150 MPa					Pierre concassée	
4					CD-04 NQ		98		92							
5	4.88	189.57	Fin du forage à 4,88 m.													
6																
7																

Remarques :

Client : Énergir **Référence :** MTM NAD83 7 **Équipement de forage :** Foreuse sur chenille
Projet : Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR - Waga Hébertville-Station 88046577 **Est (X) :** 224126.49 **Technicien :** Braham Zouaoui
Adresse : Chemin du réservoir, près des 8E et 9E Rang Sud, Saint-Bruno (QC) **Nord (Y) :** 5367430.92 **Projeté par :** Maeva Morin
Date de début du forage : 18 novembre 2025 **Élévation (Z) :** 165.74 **Vérifié par :** Hamza Boutaib
Date de fin du forage : 19 novembre 2025 **Élévation de l'eau (m) :** 165.04 **Profondeur du puits (m) :** 9.14
Date du niveau d'eau : 21 novembre 2025 **Profondeur de l'eau (m) :** 0.70 **Longueur du tubage (m) :** 4.57
Longueur de la crépine (m) : 4.57

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons						COV (ppm)	Obs. organo léptiques		Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)	Nombre de coups / 0,15 m	N ou RQD (%)		Paramètres Analysés	Odeur			
0.00	165.74	Niveau													
0.02	165.72	GAZON		CF-01 B	DCS1	X	62	3-3-7-7	10	C-B-H-M C-H-M	0				
0.61	165.13	SOL REMANIÉ: SILT, un peu de sable, traces de gravier, brun clair, compact. Présence de matière organique. CROÛTE ARGILEUSE: SILT argileux, brun clair, humide.		CF-02 B	DCS2	X	74	3-5-4-3	9		0				
1				CF-03 B	DCS3	X	98	5-5-4-5	9	Résistivité C-H-M	0				
2	1.83	163.91	ARGILE INTACTE: Argile silteuse, brun grisâtre, consistance raide, humide.	CF-04 B	DCS4	X	98	1-2-1-3	3		0				
3				CF-05 B	DCS5	X	98	1-1-1-1	2	W-L	0				
3	3.05	162.69	ARGILE à ARGILE silteuse, grise, consistance ferme, saturée.	CF-06 B		X	98	0-0-0-0	0	C-H-M	0				
4				CF-07 B		X	98	0-0-0-0	0		0				
5				TM-08		X	66			W-L-Cu-Cur	0				
6				CF-09		X	98	0-0-0-0	0		0				
6				CF-10 B		X	98	0-0-0-0	0		0				
7				CF-11 B		X	98	0-0-0-1	0		0				
7				CF-12 B		X	98	0-0-0-3	0	C-H-M	0				
7				CF-13 B		X	98	0-0-0-0	0		0				

Remarques :

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons					Paramètres Analysés	COV (ppm)	Obs. organo léptiques	Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique	
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)							Nombre de coups / 0,15 m
9					CF-14 B		X	98	0-0-0-0	0					
					CF-15 B		X	98	0-0-0-0	0					
					CF-16 B		X	98	0-0-0-0	0	W-L				
10					CF-17 B		X	98	0-0-0-0	0					
					CF-18 B		X	98	0-0-0-3	0					
11					CF-19 B		X	33	0-0-0-0	0					
	11.58	154.16	ARGILE sableuse, un peu de gravier, grise, saturée. Présence de fragments de roc.		CF-20 B		X	37	4-18-50 Refus 50/0,10m	68					
12	11.99	153.75	ROC: Anorthosite grise de qualité moyenne.												
13					CD-21 NQ			71		71					
14	13.72	152.02	Fin du forage à 13,72 m.												
15															

Graphique

- ✕ Pénétration dynamique
- ▽ Cône suédois intact (kPa)
- ◂ Cône suédois remanié (kPa)
- ◇ Scissomètre intact (kPa)
- ◆ Scissomètre remanié (kPa)
- Tenue en eau et limites (%)

20 40 60 80

Pierre concassée

Cient : Énergir **Référence :** MTM NAD83 7 **Équipement de forage :** Foreuse sur chenilles
Projet : Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR - Waga Hébertville-Station 88046577 **Est (X) :** 224155.81 **Technicien :** Braham Zouaoui
Adresse : Chemin du réservoir, près des 8E et 9E Rang Sud, Saint-Bruno (QC) **Nord (Y) :** 5367603.07 **Projeté par :** Maeva Morin
Date de début du forage : 20 novembre 2025 **Élévation (Z) :** 160.23 **Préparé par :** Francisco Palopoli
Date de fin du forage : 20 novembre 2025 **Élévation de l'eau (m) :** **Profondeur du puits (m) :** **Vérifié par :** Hamza Boutaib
Date du niveau d'eau : **Profondeur de l'eau (m) :** **Longueur du tubage (m) :** **Longueur de la crépine (m) :**

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons						COV (ppm)	Obs. organo léptiques	Odeur Visuel	Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique	
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)	Nombre de coups / 0,15 m							N ou RQD (%)
0.00	160.23	Niveau														
		REMBLAI GRANULAIRE: Sable graveleux, traces de silt, brun, humide.		CF-01 N	DCS6		57	5-6-7-7		AG C-H-M	0					
1	0.61	159.62	CROÛTE ARGILEUSE: SILT argileux et sableux, gris, humide.		CF-02 B	DCS7		98	5-3-4-2	7	S	0				
	1.22	159.01	ARGILE INTACTE: Argile silteuse, traces de sable, gris, saturé.		CF-03 B			98	0-0-0-0	0		0				
2					CF-04 B			98	0-0-0-0	0	C-H-M	0				
					CF-05 B			98	0-0-0-0	0	W-L	0				
3					CF-06 B			98	0-0-0-0	0		0				
					CF-07 B			98	0-0-0-0	0		0				
4					CF-08 B			87	0-0-0-0	0		0				
					CF-09 B			80	0-0-0-0	0		0				
5					CF-10 B			82	0-0-0-0	0	C-H-M	0				
					CF-11 B			90	0-0-0-0	0		0				
6					CF-12 B			98	0-0-0-0	0		0				
					CF-13 B			98	0-0-0-0	0		0				
7					TM-13			66			W-L-Cu-Cr Résistivité					

Remarques :

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons					COV (ppm)	Obs. organo-physiques		Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique	
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)		Nombre de coups / 0,15 m	N ou RQD(%)				Paramètres Analysés
9					CF-14 B			98	0-0-2-4	2					
					CF-15 B			66	0-0-0-0	0					
10					CF-16 B			98	0-0-2-2	2					
	10.06	150.17	ARGILE silteuse, un peu de sable, traces de gravier, grise, saturée.		CF-17 B			98	1-1-3-2	4					
	10.67	149.56	Fin du forage à 10,67 m												
11															
12															
13															
14															
15															

Graphique

- Pénétration dynamique
- Cône suédois intact (kPa)
- Cône suédois remanié (kPa)
- Scissomètre intact (kPa)
- Scissomètre remanié (kPa)
- Teneur en eau et limites (%)

20 40 60 80

Client : Énergir **Référence :** MTM NAD83 7 **Équipement de forage :** Foreuse sur chenilles
Projet : Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR - Waga Hébertville-Station 88046577 **Est (X) :** 224074.24 **Technicien :** Braham Zouaoui
Adresse : Chemin du réservoir, près des 8E et 9E Rang Sud, Saint-Bruno (QC) **Nord (Y) :** 5367719.47 **Projeté par :** Maeva Morin
Date de début du forage : 20 novembre 2025 **Élévation (Z) :** 160.86 **Vérifié par :** Hamza Boutaib
Date de fin du forage : 21 novembre 2025 **Élévation de l'eau (m) :** 160.36 **Profondeur du puits (m) :** 8.23
Date du niveau d'eau : 21 novembre 2025 **Profondeur de l'eau (m) :** 0.50 **Longueur du tubage (m) :** 5.18
Longueur de la crépine (m) : 3.05

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons						COV (ppm)	Obs. organo leptiques	Odeur	Visuel	Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)	Nombre de coups / 0,15 m							
0.00	160.86	Niveau														
0.02	160.84	GAZON														
0.61	160.25	SOL REMANIÉ: SILT, traces de sable, brun foncé, humide. Présence de matière organique et de racicules.		CF-01 B			28	1-2-2-3	4	C-B-H-M	0					
1		CROÛTE ARGILEUSE: Argile silteuse et sableuse, brun clair, humide.		CF-02 B	DCS8		87	3-4-4-4	8	S C-H-M	0					
1.22	159.64	ARGILE INTACTE: Argile silteuse, gris, humide à saturé.		CF-03 B	DCS9		90	0-0-0-0	0		0					
2				CF-04 B	DCS10		98	0-0-0-0	0	W-L	0				Pierre concassée	
3				CF-05 B			98	0-0-0-0	0		0					
4				CF-06 B			82	0-0-0-0	0	C-H-M	0					
5				CF-07 B			98	0-0-0-0	0		0					
5				CF-08 B			98	0-0-0-0	0	W-L	0				Bentonite	
6				CF-09 B			98	0-0-1-1	1		0					
6				CF-10 B			90	0-0-0-1	0		0					
7				CF-11 B			98	0-0-1-1	1	C-H-M	0				Sable de silice	
7				CF-12 B			98	0-0-0-0	0		0					
				CF-13 B			98	0-0-2-3	2		0					

Remarques :

Échelle de profondeur	Stratigraphie			Échantillons						COV (ppm)	Obs. organo- léptiques	Construction du puits	Matériaux utilisés	Graphique	
	Profondeur (m)	Élévation (m)	Description	Symbole	Identification Calibre	Sous-échantillon	État	Récupération (%)	Nombre de coups / 0,15 m						N ou RQD(%)
			ARGILE sableuse, un peu de gravier, grise, saturée.		CF-14 B		49	0-2-3-5	5						
	8.53 8.56	152.33 152.30	Forage destructif. ROC : Anorthosite grise de bonne qualité.		CF-15 B		0	50 Refus 50/0,03m							
9					CD-16 NQ		92		78	Résistance en compression sur roc d = 2,7 UCS = 95 MPa			Pierre concassée		
10	10.21	150.65	Fin du forage à 10,21 m.												
11															
12															
13															
14															
15															

ANNEXE D – RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

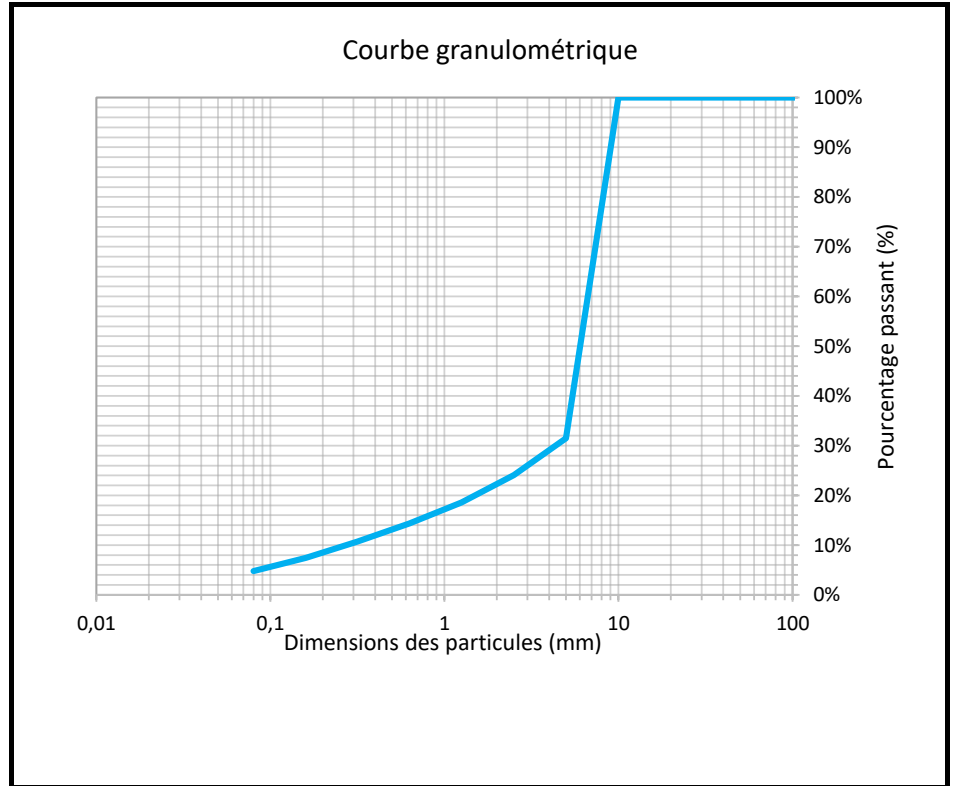


Essais sur sols, granulats et autres matériaux
Analyse granulométrique (LC 21-040)

Client : Energir
 Nom du projet : Prolongement d'une conduite
 : souterraine de gaz
 Adresse du projet: Près du 8E et 9E RANG S
SAINT-BRUNO, QC, G0W 2L0

No. Projet : 10549
 No. Échantillon : 6169 A
 Date échantillonnage : 2025-11-17
 Échantillonné par : Braham Zouaoui
 Forage / Tranchée : F1 - CF01

Tamis (mm)	Tamisat (%)		
	Passant cumulatif	Exigences	
		Min.	Max.
112	100%		
80	100%		
56	100%		
40	100%		
31,5	100%		
20	100%		
14	100%		
10	100%		
5	31%		
2,5	24%		
1,25	19%		
0,630	14%		
0,315	11%		
0,160	7%		
0,080	4,8%		



Argile et silt	4,8%	Autre essai	Résultat
Sable	26,2%	Teneur en eau	-
Gravier	69,0%		
Remarques			
D10 (mm)	0,276		
D30 (mm)	4,643		
D50 (mm)	6,377		
D60 (mm)	7,101		
D85 (mm)	8,913		

Préparé par:
 Bouketab Moulai Ali

Vérifié par:
 Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-10

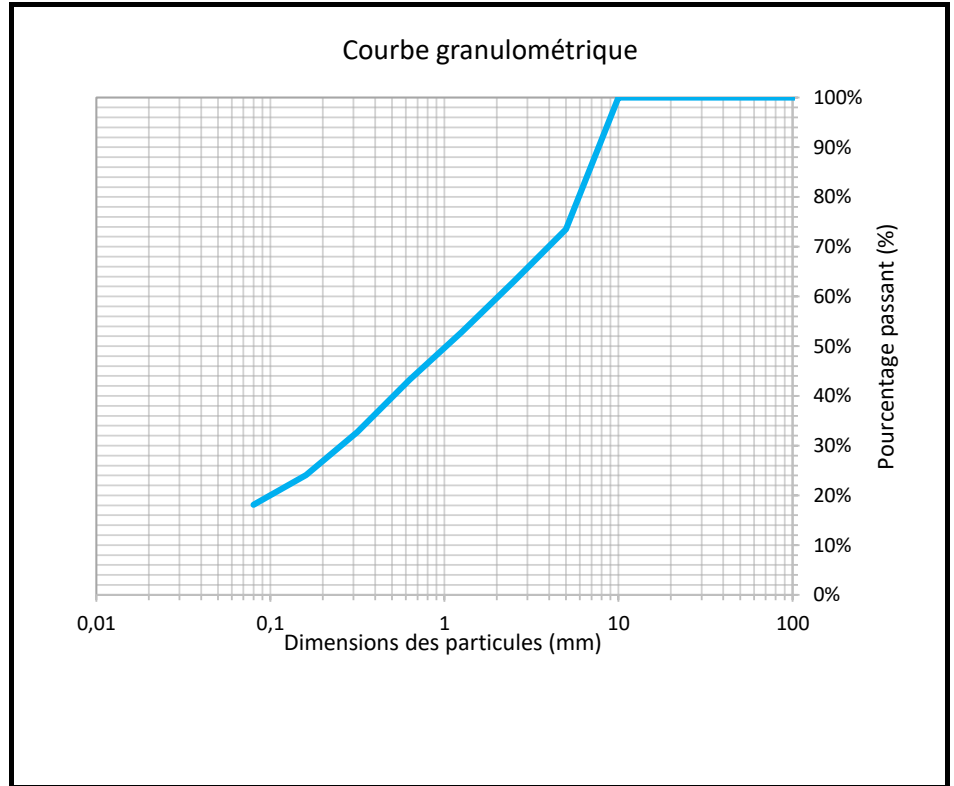


Essais sur sols, granulats et autres matériaux
Analyse granulométrique (LC 21-040)

Client : Energir
 Nom du projet : Prolongement d'une conduite
souterraine de gaz
 Adresse du projet: Près du 8E et 9E RANG S
SAINT-BRUNO, QC, G0W 2L0

No. Projet : 10549
 No. Échantillon : 6169 G
 Date échantillonnage : 2025-11-20
 Échantillonné par : Braham Zouaoui
 Forage / Tranchée : F3 - CF01

Tamis (mm)	Tamisat (%)		
	Passant cumulatif	Exigences	
		Min.	Max.
112	100%		
80	100%		
56	100%		
40	100%		
31,5	100%		
20	100%		
14	100%		
10	100%		
5	73%		
2,5	63%		
1,25	53%		
0,630	43%		
0,315	33%		
0,160	24%		
0,080	18,1%		



Argile et silt	18,1%	Autre essai	Résultat	D10 (mm)	Inconnu
Sable	54,9%	Teneur en eau	-	D30 (mm)	0,263
Gravier	27,0%			D50 (mm)	1,064
				D60 (mm)	2,125
				D85 (mm)	7,222

Remarques

Préparé par:
 Bouketaf Moulai Ali

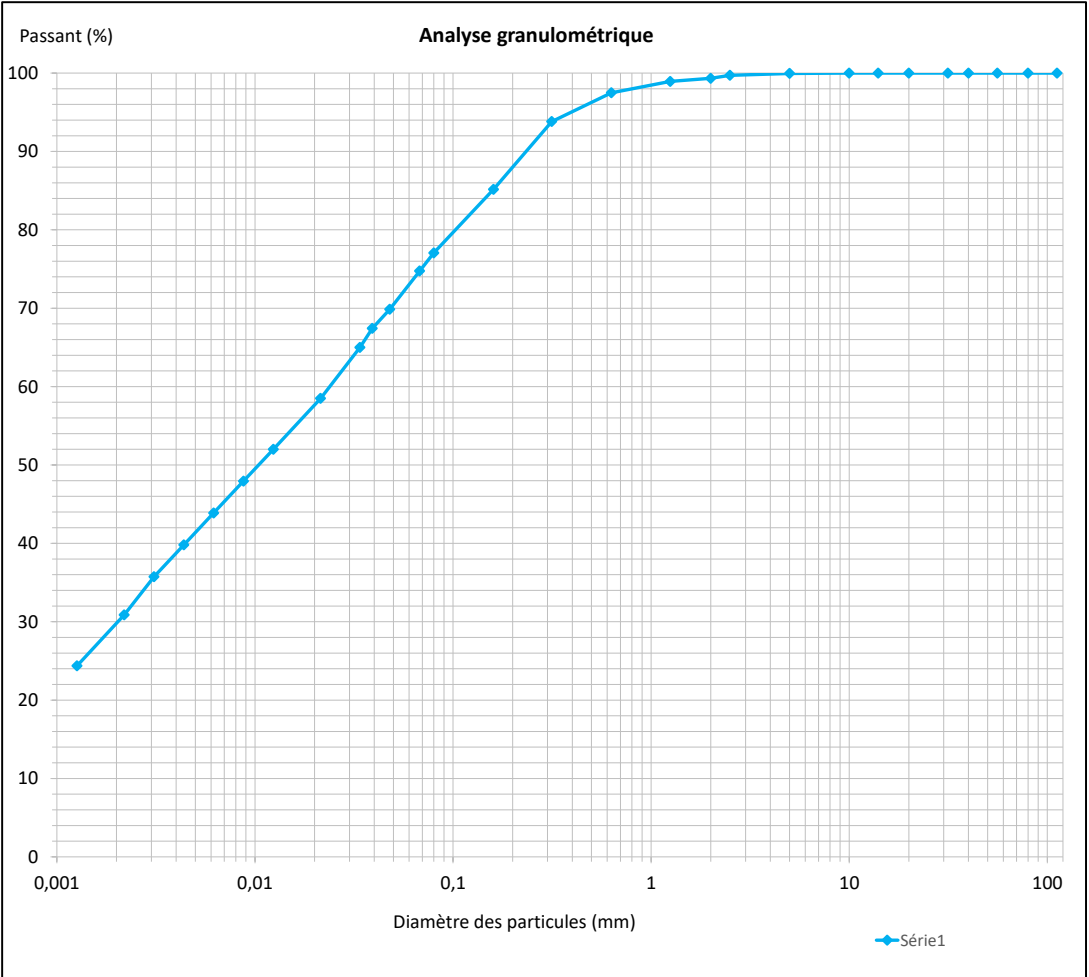
Vérifié par:
 Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-10

Analyse granulométrique des sols inorganiques BNQ 2501-025

Client :	Energir	No. Projet :	10549
Nom du projet :	Prolongement conduite souterraine de gaz	No. Échantillon :	6169-H
Adresse du projet :	Près du 8E et 9E Rang, Saint-Bruno	Date d'échantillonnage :	2025-11-20
Lieux d'échantillonnage :	Saint-Bruno (QC)	Échantillonné par :	Braham Zouaoui
		Forage / Tranchée :	F3 CF-02

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	100
5	100
2,5	100
2	99
1,25	99
0,63	97
0,315	94
0,160	85
0,080	77
0,0678	75
0,0479	70
0,0391	67
0,0339	65
0,0214	58
0,0124	52
0,0088	48
0,0062	44
0,0044	40
0,0031	36
0,0022	31
0,0013	24,4



Diamètre (mm)	
D10	Inconnu
D30	0,002
D50	0,011
D60	0,025
D85	0,160

Composition (%)	
Gravier (5 à 100 mm)	0,04
Sable (0,080 à 5 mm)	22,90
Silt (0,002 à 0,080 mm)	47,51
Argile (< 0,002 mm)	29,55

Limite d'Atterberg	
Teneur en eau naturelle (%)	0,0
Limite de liquidité (%)	0,0
Limite de plasticité (%)	0,0
Indice de liquidité	0
Indice de plasticité (%)	0,0

Remarque :

Préparé par: Samuel Paradis
Samuel Paradis

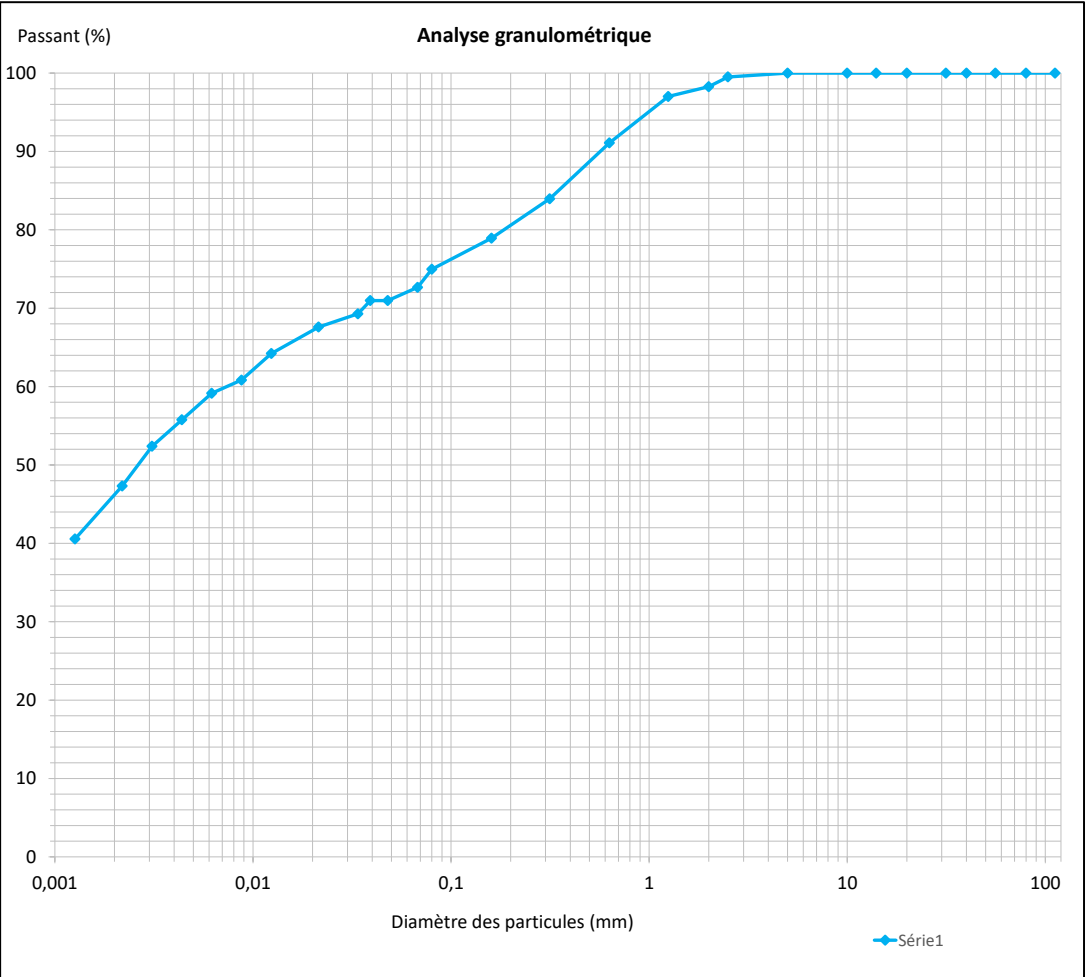
Vérifié par: Sara Boudali
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-02

Analyse granulométrique des sols inorganiques BNQ 2501-025

Client :	Energir	No. Projet :	10549
Nom du projet :	Prolongement conduite souterraine de gaz	No. Échantillon :	6169-K
Adresse du projet :	Près du 8E et 9E Rang, Saint-Bruno	Date d'échantillonnage :	2025-11-20
Lieux d'échantillonnage :	Saint-Bruno (QC)	Échantillonné par :	Braham Zouaoui
		Forage / Tranchée :	F4 CF-02

Diamètre (mm)	Passant (%)
112	100
80	100
56	100
40	100
31,5	100
20	100
14	100
10	100
5	100
2,5	100
2	98
1,25	97
0,63	91
0,315	84
0,160	79
0,080	75
0,0678	73
0,0479	71
0,0391	71
0,0339	69
0,0214	68
0,0124	64
0,0088	61
0,0062	59
0,0044	56
0,0031	52
0,0022	47
0,0013	40,6



Diamètre (mm)	
D10	Inconnu
D30	Inconnu
D50	0,003
D60	0,007
D85	0,360

Composition (%)	
Gravier (5 à 100 mm)	0,00
Sable (0,080 à 5 mm)	25,03
Silt (0,002 à 0,080 mm)	29,03
Argile (< 0,002 mm)	45,94

Limite d'Atterberg	
Teneur en eau naturelle (%)	0,0
Limite de liquidité (%)	0,0
Limite de plasticité (%)	0,0
Indice de liquidité	0
Indice de plasticité (%)	0,0

Remarque :

Préparé par: Samael Paradis
Samael Paradis

Vérfié par: Sara Boudali
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

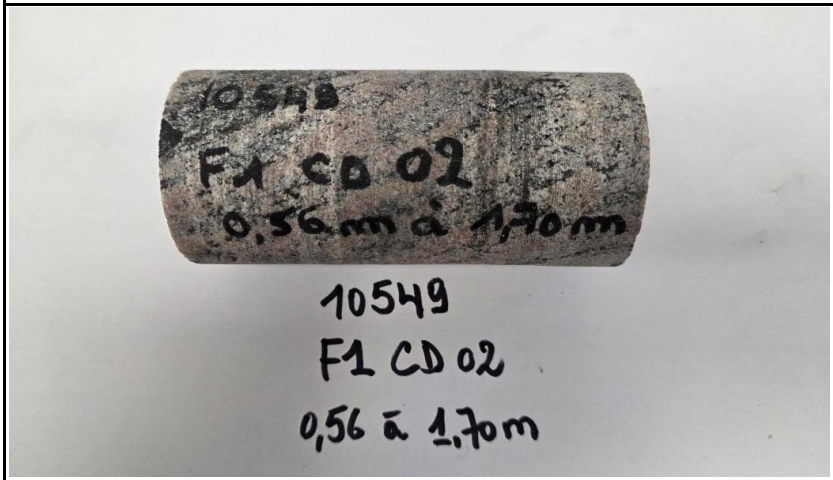
Date : 2025-12-02

CLIENT : Energir		No. PROJET : 10549	
SITE :		No. D'ÉCHANTILLON LABORATOIRE : 6169 B	
REALISÉ PAR : Bouketab Moulai Ali	DATE : 2025-11-27	DATE D'ÉMISSION : 2025-11-27	

INFORMATIONS GÉNÉRALES			
LOCALISATION :		No. D'ÉCHANTILLON : F1 CD 02	
PROFONDEUR : 0,56 m à 1,7 m			
PRÉLEVÉ PAR : Braham Zouaoui	DATE : 2025-11-18		

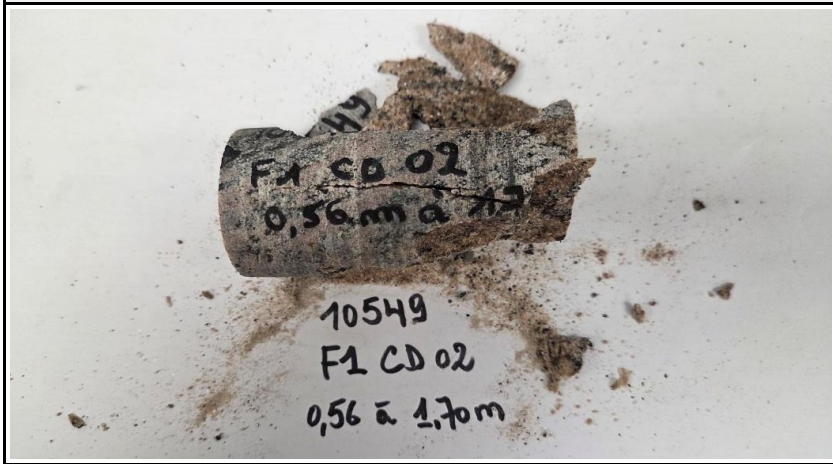
RÉSULTATS							
DIAMÈTRE 1 (mm)	DIAMÈTRE 2 (mm)	LONGUEUR (mm)	RATIO L/D 2,0 < L/D < 2,5	MASSE (g)	MASSE VOLUMIQUE g/cm ³	CHARGE (kN)	RÉSISTANCE (MPa)
47,2	47,3	105,44	2,23	491,8	2,66	238,5	136

CAROTTE À L'ÉTAT INTACT



COMMENTAIRES :

CAROTTE APRÈS RUPTURE



COMMENTAIRES :


Préparé par : Fehem Othmani Vérifié par : Sara Boudali, ing., M.Sc. 

CLIENT : Energir		No. PROJET : 10549	
SITE :		No. D'ÉCHANTILLON LABORATOIRE : 6169 C	
REALISÉ PAR : Bouketab Moulai Ali	DATE : 2025-11-27	DATE D'ÉMISSION : 2025-11-27	

INFORMATIONS GÉNÉRALES			
LOCALISATION :		No. D'ÉCHANTILLON : F1 CD 03	
PROFONDEUR : 1,70 m A 3,31 m			
PRÉLEVÉ PAR : Braham Zouaoui	DATE : 2025-11-18		

RÉSULTATS							
DIAMÈTRE 1 (mm)	DIAMÈTRE 2 (mm)	LONGUEUR (mm)	RATIO L/D 2,0 < L/D < 2,5	MASSE (g)	MASSE VOLUMIQUE g/cm ³	CHARGE (kN)	RÉSISTANCE (MPa)
47,2	47,1	109,17	2,31	495,9	2,60	261,6	150

CAROTTE À L'ÉTAT INTACT

 <p align="center">10549 F1 - CD 03 1.70m à 3.31m</p>	COMMENTAIRES :

CAROTTE APRÈS RUPTURE

 <p align="center">10549 F1 - CD 03 1.70m à 3.31m</p>	COMMENTAIRES :

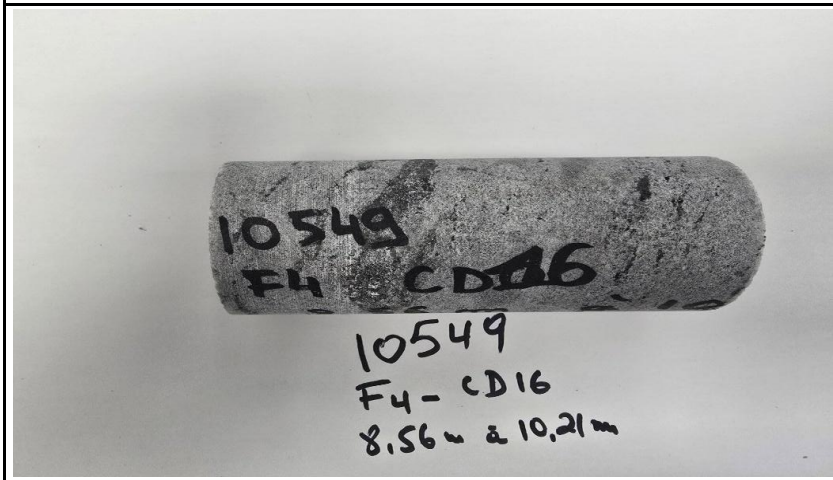
Préparé par : Fehem Othmani Vérifié par : Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD 

CLIENT : Energir		No. PROJET : 10549	
SITE :		No. D'ÉCHANTILLON LABORATOIRE : 6169 N	
REALISÉ PAR : Bouketab Moulai Ali	DATE : 2025-11-27	DATE D'ÉMISSION : 2025-11-27	

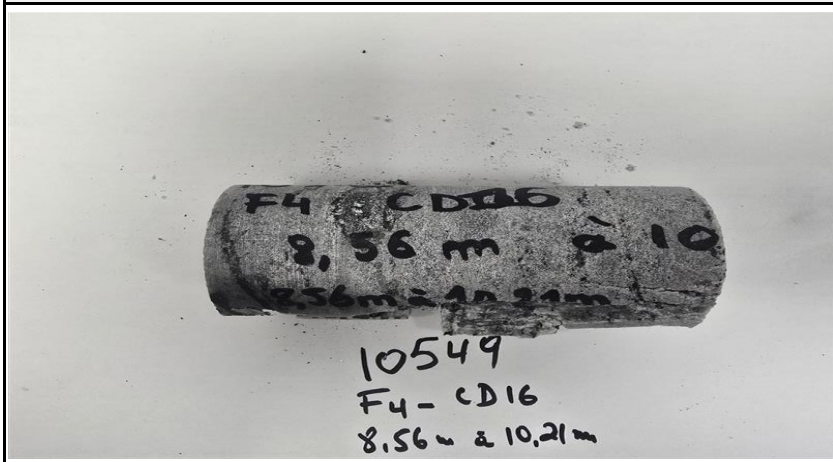
INFORMATIONS GÉNÉRALES			
LOCALISATION :		No. D'ÉCHANTILLON : F4 CD 16	
PROFONDEUR : 8,56 m a 10,21 m			
PRÉLEVÉ PAR : Braham Zouaoui	DATE : 2025-11-21		

RÉSULTATS							
DIAMÈTRE 1 (mm)	DIAMÈTRE 2 (mm)	LONGUEUR (mm)	RATIO L/D 2,0 < L/D < 2,5	MASSE (g)	MASSE VOLUMIQUE g/cm ³	CHARGE (kN)	RÉSISTANCE (MPa)
47,2	47,0	109,89	2,33	516,5	2,70	165,6	95

CAROTTE À L'ÉTAT INTACT

	COMMENTAIRES :

CAROTTE APRÈS RUPTURE

	COMMENTAIRES :

Préparé par : Fehem Othmani Vérifié par : Sara Boudali, ing., M.Sc.A. *Sara Boudali*



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-D

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F2 CF-5

Date de prélèvement : 2025-11-18

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : 44,7%

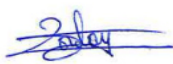
Limite de liquidité : 48,9%


Indice de liquidité : 0,81

Limite de plasticité : 27,0%

Indice de plasticité : 21,9%

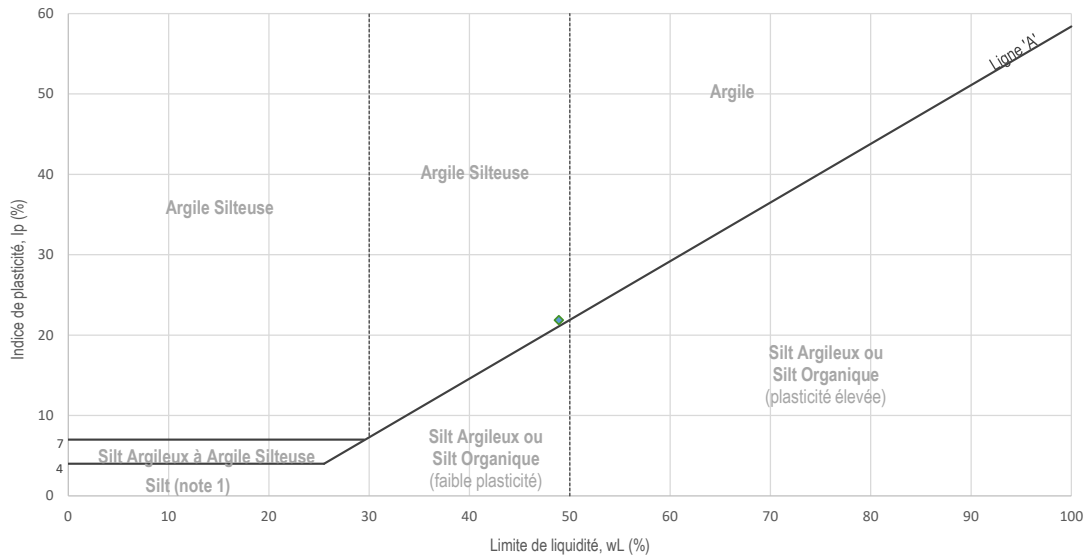
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-01

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **48,9** Limite de liquidité

I_p (%) **21,9**

Projet : 10549

0

0

Numéro échantillon : 6169-D

0

0

Localisation: F2 CF-5

0

0

0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-E

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F2 TM 08

Date de prélèvement : 2025-11-18

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : **26,6%**


Limite de liquidité : **41,4%**


Indice de liquidité : **0,15**

Limite de plasticité : **23,8%**

Indice de plasticité : **17,6%**

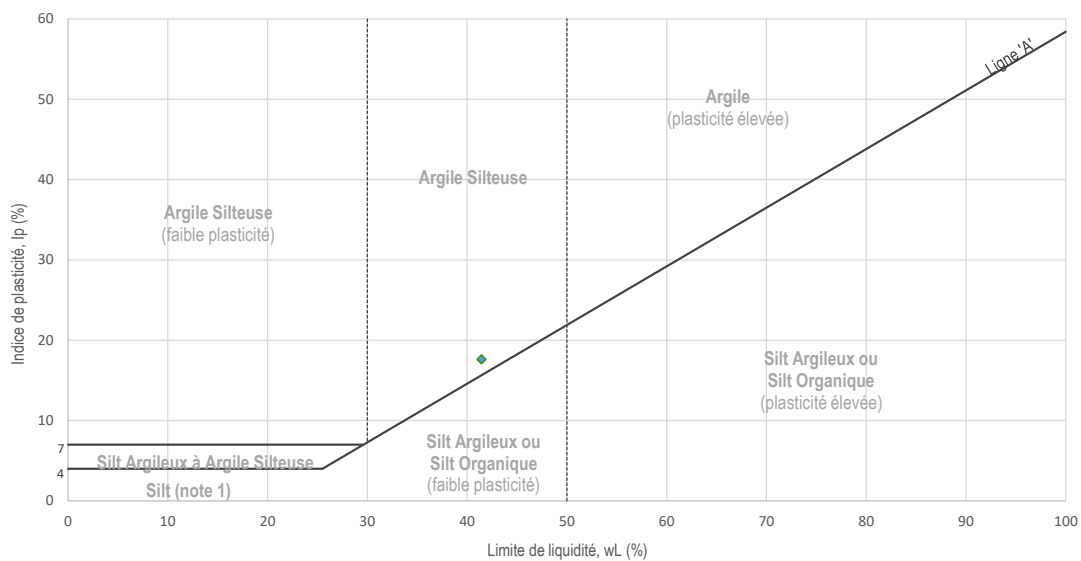
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-10

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **41,4** Limite de liquidité
 I_p (%) **17,6**

Projet : 10549 0 0
 Numéro échantillon : 6169-E 0 0
 Localisation: F2 TM 08 0 0 0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-F

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F2 CF-16

Date de prélèvement : 2025-11-19

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : **70,9%**

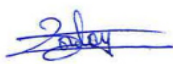
Limite de liquidité : **54,6%**

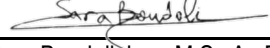
Indice de liquidité : **1,63**

Limite de plasticité : **28,5%**

Indice de plasticité : **26,0%**

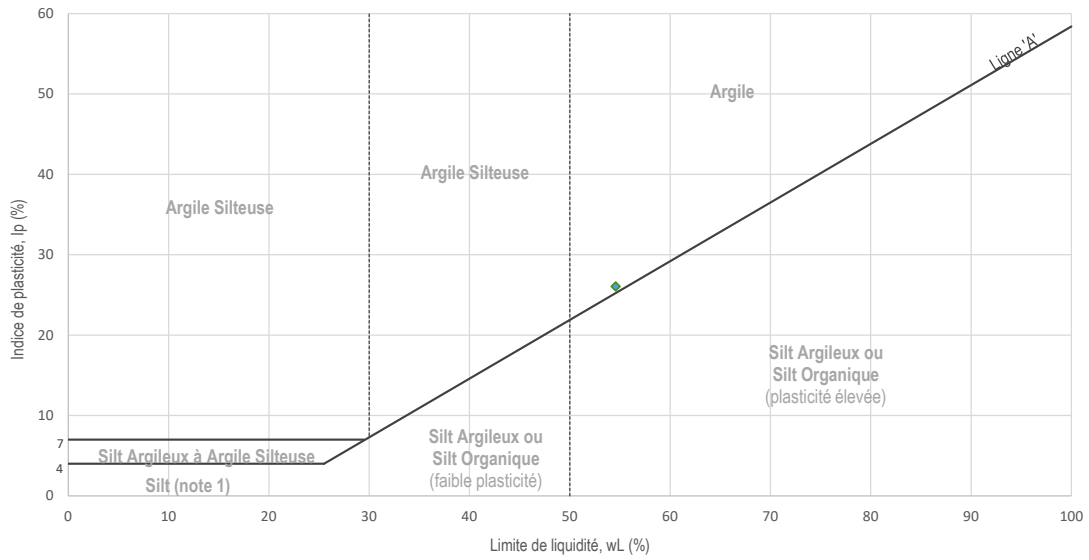
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-01

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **54,6** Limite de liquidité

I_p (%) **26,0**

Projet : 10549	0	0
Numéro échantillon : 6169-F	0	0
Localisation: F2 CF-16	0	0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-I

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F3 CF5

Date de prélèvement : 2025-11-20

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : **53,6%**

Limite de liquidité : **40,4%**

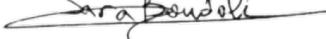
Indice de liquidité : **1,86**

Limite de plasticité : **24,9%**

Indice de plasticité : **15,4%**

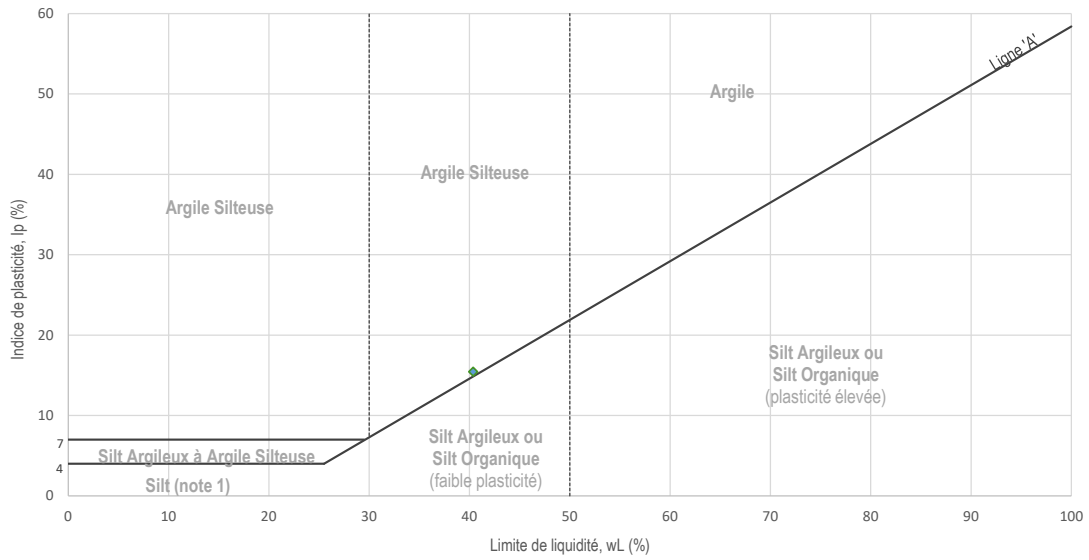
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, Ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-01

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **40,4** Limite de liquidité

I_p (%) **15,4**

Projet : 10549

0

0

Numéro échantillon : 6169-I

0

0

Localisation: F3 CF5

0

0

0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-J

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F3 TM13

Date de prélèvement : 2025-11-20

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : **68,1%**


Limite de liquidité : **43,7%**

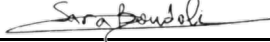
Indice de liquidité : **2,07**

Limite de plasticité : **20,9%**

Indice de plasticité : **22,8%**

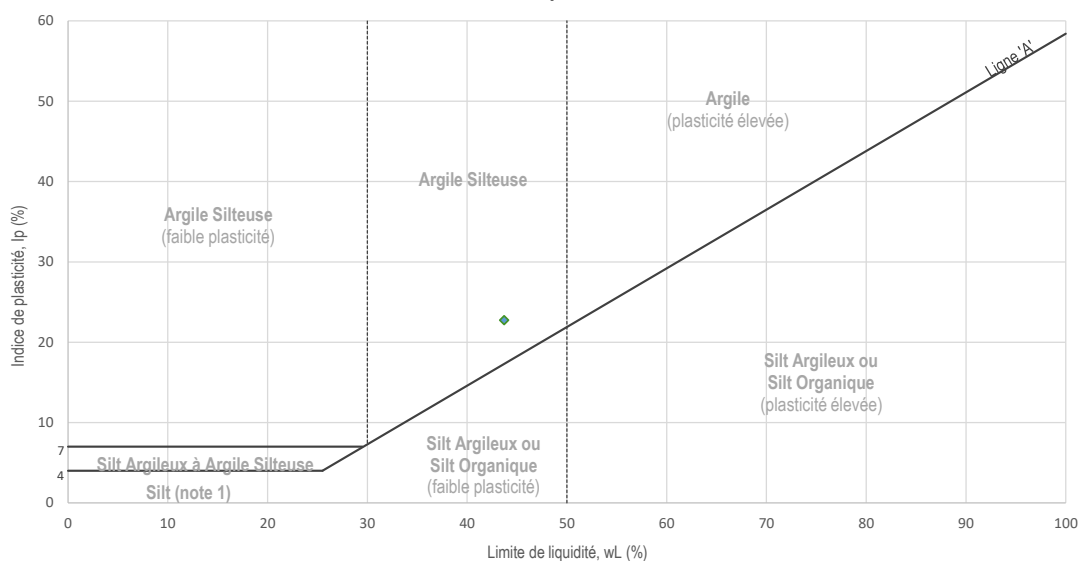
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-10

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **43,7** Limite de liquidité
 I_p (%) **22,8**

Projet : 10549 0 0
 Numéro échantillon : 6169-J 0 0
 Localisation: F3 TM13 0 0 0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-L

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F4 CF-4

Date de prélèvement : 2025-11-20

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : 50,0%

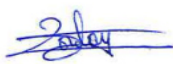
Limite de liquidité : 39,8%


Indice de liquidité : 1,66

Limite de plasticité : 24,3%

Indice de plasticité : 15,5%

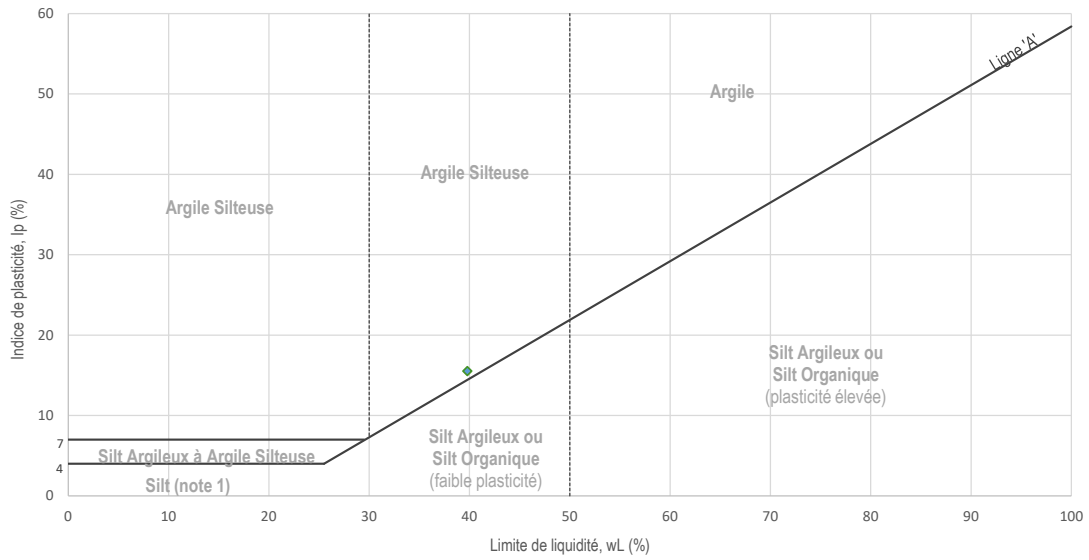
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-01

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **39,8** Limite de liquidité

I_p (%) **15,5**

Projet : 10549	0	0
Numéro échantillon : 6169-L	0	0
Localisation: F4 CF-4	0	0



Limite de liquidité et limite de plasticité
BNQ 2501-092

No. Échantillon : 6169-M

Client : 10549

Provenance de l'échantillon : Près du 8E et 9E Rang S, Saint-Bruno

Localisation de l'échantillon : F4 CF-8

Date de prélèvement : 2025-11-210

La limite de liquidité a été calculée via la méthode à plusieurs points.

Teneur en eau naturelle : **60,4%**

Limite de liquidité : **42,9%**


Indice de liquidité : **2,00**

Limite de plasticité : **25,5%**

Indice de plasticité : **17,4%**

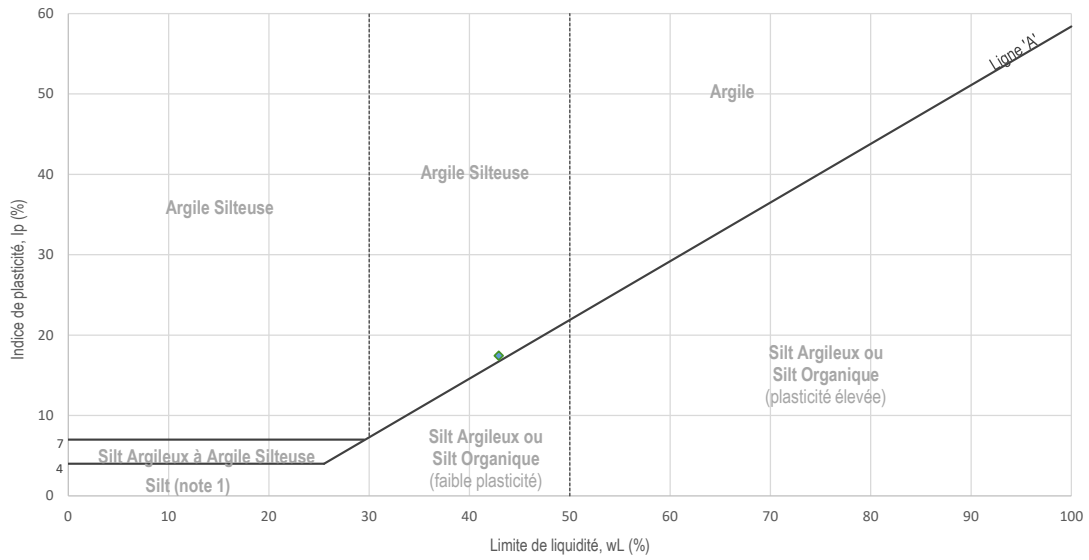
Remarque :

Préparé par : 
Bouketab Moulai Ali

Vérfié par : 
Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD

Date : 2025-12-01

Charte de plasticité



Note 1: Silt peu ou non plastiques

Valeurs:

w_L (%) **42,9** Limite de liquidité

I_p (%) **17,4**

Projet : 10549

0

0

Numéro échantillon : 6169-M

0

0

Localisation: F4 CF-8

0

0

0

**RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ
ET SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS
(PÉNÉTRMÈTRE À CÔNE)
CAN/BNQ 2501-110**

CLIENT : Energir		MATERIAUX / CALIBRE :	
No. PROJET : 10549		USAGE :	
DATE DE L'ESSAI : 2025-12-04	RÉALISÉ PAR : Nvira	No. D'ÉCHANTILLON LABORATOIRE : 6169 E	

DESCRIPTION VISUELLE	
F2 TM08	

TENEUR EN EAU NATURELLE (w)									
Tare #		Mtare (g)	21,66	Mtare + sol hum. (g)	123,42	Mtare + sol sec (g)	102,07	Teneur en eau w (%)	26,55

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL À L'ÉTAT INTACT (Cu)	
---	--

Essai de pénétration*				
*Précision estimé au 0,1g Distance ≥ à 10mm entre les essais				
6,24	6,3	6,9	5,46	5,45
Cônes				
<input checked="" type="checkbox"/> 100g et 30° (Pén. ≥ 5mm)		<input type="checkbox"/> 400g et 30° (Pén. < 5mm avec le 100g)		

Teneur en eau			
Tare #	5	Mtare + sol hum	68,42
Mtare	21,36	Mtare + sol sec	58,52
Teneur en eau, w (%)		26,64	

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu _r)	
--	--

Essai de pénétration*		
*Précision estimé au 0,1g Distance ≥ à 15mm entre les essais		
Pénétration		
12,69	12,53	12,5
12	11,55	11,85
Écart		
0,77		

Teneur en eau			
Tare #		Mtare + sol hum	96,60
Mtare	21,75	Mtare + sol sec	74,24
Teneur en eau, w (%)		42,60	
Cônes			
<input checked="" type="checkbox"/> 60g et 60° (Pén. < 20mm)		<input type="checkbox"/> 10g et 60° (Pén. ≥ 20mm)	

RÉSULTATS	
-----------	--

Cu :	26,4	Kpa,	à	27%	(teneur en eau)
Cu_r :	1,1866	Kpa,	à	43%	(teneur en eau)
S_t :	22				

Remarques	

Préparé Par : Samael Paradis	Vérifié Par : Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD 
------------------------------	--

**RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ
ET SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS
(PÉNÉTRMÈTRE À CÔNE)
CAN/BNQ 2501-110**

CLIENT : Energir		MATERIAUX / CALIBRE :	
No. PROJET : 10549		USAGE :	
DATE DE L'ESSAI : 2025-12-04	RÉALISÉ PAR : Nvira	No. D'ÉCHANTILLON LABORATOIRE : 6169 J	

DESCRIPTION VISUELLE	
F3 TM13	

TENEUR EN EAU NATURELLE (w)									
Tare #		Mtare (g)	21,52	Mtare + sol hum. (g)	77,18	Mtare + sol sec (g)	54,63	Teneur en eau w (%)	68,11

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL À L'ÉTAT INTACT (Cu)

Essai de pénétration*				
*Précision estimée au 0,1g Distance ≥ à 10mm entre les essais				
11,89	11,05	11,77	11,1	10,76
Cônes				
<input type="checkbox"/> # 100g et 30° (Pén. ≥ 5mm)		<input checked="" type="checkbox"/> 400g et 30° (Pén. < 5mm avec le 100g)		

Teneur en eau			
Tare #	9	Mtare + sol hum	61,65
Mtare	21,60	Mtare + sol sec	47,19
Teneur en eau, w (%)		56,51	

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON DRAINÉ DU SOL À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu_r)

Essai de pénétration*		
*Précision estimée au 0,1g Distance ≥ à 15mm entre les essais		
Pénétration		
16,93	16,64	16,26
16,64	16,41	16,1
Écart		
0,23		

Teneur en eau			
Tare #	V	Mtare + sol hum	99,98
Mtare	21,57	Mtare + sol sec	70,15
Teneur en eau, w (%)		61,40	
Cônes			
<input checked="" type="checkbox"/> 60g et 60° (Pén. < 20mm)		<input type="checkbox"/> # 10g et 60° (Pén. ≥ 20mm)	

RÉSULTATS

Cu :	30,6	Kpa,	à	57%	(teneur en eau)
Cu_r :	0,6482	Kpa,	à	61%	(teneur en eau)
S_t :	47				

Remarques	

Préparé Par : Samael Paradis	Vérfié Par : Sara Boudali, ing., M.Sc.A., PhD 
------------------------------	---

RÉSULTATS

Laboratoire

INFORMATIONS DU PROJET

Date: 2026-01-08 & 09
Client: NVIRA
Projet: Energir - 10549 - Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR

No. Projet Englobe: ZZZ00034.EG0.5291.0001-26AD-01
No. projet client : 02404848.000.0200.0201
No. échantillon : F2 / CF-03 (26 AD-01)
Profondeur (m) : 1,22-1,83

OBJECTIF

La résistivité du sol, exprimée en ohm.cm (ou ohm.m), est utilisée pour la conception de systèmes de mise à la terre, de protection cathodique, ainsi que pour évaluer la corrosivité du sol vis-à-vis des structures métalliques enterrées.

Les profondeurs d'analyse doivent être représentatives des conditions auxquelles les structures seront exposées

ÉQUIPEMENTS

Type de boîte à sol : M.C. Miller
Électrode de température : 211160
Numero boîte à sol : 211151
Résistance-mètre : 210 017

RÉSULTATS

Température ambiante : 20,1 °C
Facteur de boîte : 0,01 m

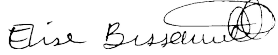
MESURES DE RÉSISTIVITÉ

État	Resistance (Ω)	Résistivité (Ω.cm)	Résistivité (Ω.m)	Commentaires
Tel que reçu	3 800	3 800	38	
Humide	3 100	3 100	31	
Saturé	3 100	3 100	31	
Saturé + 24h	3 400	3 400	34	

Type de sol : Argile et Limon

** Roches de plus de 1.5 cm de diamètre ont été retirées de l'échantillon dû à la grosseur de la boîte

Préparé par : Salvador Ochoa

Vérfié par :  2026-01-09
 Elise Bissonnette Ethier, Tech. Senior

RÉSULTATS

Laboratoire

INFORMATIONS DU PROJET

Date: 2026-01-08 & 09
Client: NVIRA
Projet: Energir - 10549 - Projet de prolongement d'une conduite souterraine GNR

No. Projet Englobe: ZZZ00034.EG0.5291.0001-26AD-02
No. projet client : 02404848.000.0200.0201
No. échantillon : F3 / CF TM-13 (26 AD-02)
Profondeur (m) : 7,32-8,24

OBJECTIF

La résistivité du sol, exprimée en ohm.cm (ou ohm.m), est utilisée pour la conception de systèmes de mise à la terre, de protection cathodique, ainsi que pour évaluer la corrosivité du sol vis-à-vis des structures métalliques enterrées.

Les profondeurs d'analyse doivent être représentatives des conditions auxquelles les structures seront exposées

ÉQUIPEMENTS

Type de boîte à sol : M.C. Miller
Électrode de température : 211160
Numero boîte à sol : 211151
Résistance-mètre : 210 017

RÉSULTATS

Température ambiante : 20,1 °C
Facteur de boîte : 0,01 m

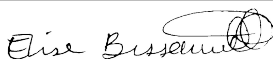
MESURES DE RÉSISTIVITÉ

État	Resistance (Ω)	Résistivité (Ω.cm)	Résistivité (Ω.m)	Commentaires
Tel que reçu	2 500	2 500	25	
Humide	2 900	2 900	29	
Saturé	3 100	3 100	31	
Saturé + 24h	2 600	2 600	26	

Type de sol : Limon

** Roches de plus de 1.5 cm de diamètre ont été retirées de l'échantillon dû à la grosseur de la boîte

Préparé par : Salvador Ochoa

Vérfié par :  2026-01-09
 Elise Bissonnette Ethier, Tech. Senior

**ANNEXE E – TABLEAUX DES RÉSULTATS DES ANALYSES
ENVIRONNEMENTALES ET COPIE DES CERTIFICATS ANALYTIQUES**

Tableau 11 : Résultats analytiques des échantillons de sol

PARAMÈTRES	UNITÉ	Guide (1) / RPR (2)			RESC (3)	RÉSULTATS ANALYTIQUES													
		Critère A	B / Annexe I	C / Annexe II		Annexe I	9267968	9267970	9267972	9267974	9267976	9267978	9267980	9267984	9267986	9267988	9267990	9267991	9267992
Nom d'échantillon						F1-CF1	F2-CF1	DCS-1	F2-CF3	F2-CF6	F2-CF12	F3-CF1	F3-CF4	F3-CF9	F4-CF1	F4-CF2	F4-CF6	F4-CF11	
Date de prélèvement						18-11-2025	19-11-2025	19-11-2025	19-11-2025	19-11-2025	19-11-2025	20-11-2025	20-11-2025	20-11-2025	20-11-2025	21-11-2025	21-11-2025	21-11-2025	21-11-2025
Profondeur (m)						0,00-0,56	0,00-0,61	0,00-0,61	1,22-1,83	3,05-3,66	6,71-7,32	0,00-0,61	1,83-2,44	4,88-5,49	0,00-0,61	0,61-1,22	3,05-3,66	6,10-6,71	
COV (ppm)						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Plage de contamination						<A	A-B	<A	<A	A-B	<A	A-B	A-B	A-B	A-B	<A	A-B	<A	
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)																			
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/kg	100	700	3500	10000	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	186	<100	<100	<100	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM)																			
1,2-Dichlorobenzène	mg/kg	0,2	1	10	10	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
1,3-Dichlorobenzène	mg/kg	0,2	1	10	10	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
1,4-Dichlorobenzène	mg/kg	0,2	1	10	10	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
Benzène	mg/kg	0,2	0,5	5	5	--	<0,1	--	--	--	--	--	--	--	<0,4	--	--	--	
Chlorobenzène	mg/kg	0,2	1	10	10	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
Ethylbenzène	mg/kg	0,2	5	50	50	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
m,p-Xylènes	mg/kg	-	-	-	-	--	<0,4	--	--	--	--	--	--	--	<1,6	--	--	--	
o-Xylène	mg/kg	-	-	-	-	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
Styrène	mg/kg	0,2	5	50	50	--	<0,2	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
Toluène	mg/kg	0,2	3	30	30	--	0,24	--	--	--	--	--	--	--	<0,8	--	--	--	
Xylènes	mg/kg	0,4	5	50	50	--	<0,4	--	--	--	--	--	--	--	<1,6	--	--	--	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques																			
1,2,3,4-Diméthyl-naphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1-Méthyl-naphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3,5-Triméthyl-naphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
2-Chloronaphtalène (PNA)	mg/kg	-	-	-	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
2-Méthyl-naphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
3-Méthyl-naphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
7,12-Diméthylbenzo [a] anthracène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Acénaphthène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Acénaphthylène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Anthracène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
benzo[a]anthracène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b,k]fluoranthène	mg/kg	-	-	-	136	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[c]phenanthrène	mg/kg	0,1	1	10	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg	0,1	1	10	18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[j]fluoranthène	mg/kg	0,1	1	10	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg	0,1	1	10	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Chrysène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenzof[a,h]anthracène	mg/kg	0,1	1	10	82	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenzof[a,h]pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenzof[a,i]pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenzof[a,j]pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Fluoranthène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Fluorène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Indène[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Naphtalène	mg/kg	0,1	5	50	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Phénanthrène	mg/kg	0,1	5	50	56	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Pyène	mg/kg	0,1	10	100	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Métaux extractibles (Critères pour la province Grenville)																			
Argent (Ag)	mg/kg	2	20	40	200	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Arsenic (As)	mg/kg	10	30	50	250	<1,5	1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	1,7	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	1,5	<1,5	
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2000	10000	65	145	138	178	160	219	35	220	232	120	164	220	124	
Cadium	mg/kg	0,9	5	20	100	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	
Chrome (Cr)	mg/kg	45	250	800	4000	17	30	30	26	26	39	<10	31	37	25	31	33	22	
Cobalt (Co)	mg/kg	25	50	300	1500	13	11	11	11	10	13	<10	12	13	<10	12	12	<10	
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	2500	33	15	16	24	24	30	31	13	27	31	13	26	29	
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	1500	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	11000	201	393	446	432	365	444	238	454	485	296	381	443	363	
Molybdène (Mo)	mg/kg	6	10	40	200	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	
Nickel (Ni)	mg/kg	30	100	500	2500	29	21	21	25	22	31	14	26	30	17	27	27	21	
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1000	5000	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Sélénium (Se)	mg/kg	3	3	10	50	0,6	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,1	<0,5	0,8	0,7	<0,5	
Zinc	mg/kg	120	500	1 500	7 500	44	56	55	83	63	80	23	80	92	51	72	82	58	

(1) Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (MELCCFP, 2021)

(2) Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (Gouvernement du Québec)

(3) Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (Gouvernement du Québec)

- Aucun critère

-- Non analysé

123	Concentration située dans la plage A-B
123	Concentration située dans la plage B-C
123	Concentration supérieure au critère C et inférieure à la norme du RESC
123	Concentration supérieure à la norme du RESC

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL : 4561422
DEMANDE D'ANALYSE : 100405483
Date d'émission du certificat : 2025-12-09

Nvira - Environnement Inc.
 5165, rue John Molson, suite #100
 Québec, Québec
 G1X 3X4
 Attention : Fanny Desbiens

Date de réception : 2025-12-03
 Projet : 10549
 Nom du préleveur : Braham Zouaoui
 Bon de commande : Non fourni

Analyses	Quantité	Méthode de référence	Méthode interne
COV-HAM par Headspace ou Purge and Trap *	2	MA. 400 - COV 2.0	ENVX-CHM-40
Hydrocarbures aromatiques polycycliques *	13	MA. 400 - HAP 1.1	ENVX-CHM-61
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50) *	13	MA. 400 - HYD 1.1	ENVX-CHM-38
Métaux extractibles *	13	MA 200 - MÉT 1.2	ENVX-CHM-35

Les critères ABC se réfèrent aux critères du secteur : Grenville

État des échantillons à la réception :

9267968 9267970 9267972 9267974 9267976 9267978 9267980 9267984 9267986 9267988 9267990 9267991 9267992

Conforme
Commentaires de certificat :

9267988

L'échantillon a été congelé par le client et à la réception au laboratoire.
COV-HAM: En raison d'un poids d'extraction insuffisant, les limites de détection ont été augmentées et les résultats peuvent être sous-estimés.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques : Le matériau de référence le 7,12-Diméthylbenzo[a]anthracène est hors critères d'acceptabilité, mais aucun impact sur le résultat de l'échantillon.

9267968 9267972 9267974 9267976 9267978 9267980 9267984 9267986 9267990 9267991 9267992

L'échantillon a été congelé par le client et à la réception au laboratoire.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques : Le matériau de référence le 7,12-Diméthylbenzo[a]anthracène est hors critères d'acceptabilité, mais aucun impact sur le résultat de l'échantillon.

9267970

L'échantillon a été congelé par le client et à la réception au laboratoire.
L'analyse des COV-HAM a été effectuée dans un délai dépassé.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques : Le matériau de référence le 7,12-Diméthylbenzo[a]anthracène est hors critères d'acceptabilité, mais aucun impact sur le résultat de l'échantillon.
Notes :

- Ce certificat d'analyse est la seule référence valide et les résultats présentés ont préséance en cas de différence avec tous les autres documents transmis .
- Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.
- Les critères présentés sur ce certificat, le cas échéant, ainsi que la comparaison des résultats d'analyses à ceux-ci est à titre indicatif seulement. De plus, les critères ABC se réfèrent aux critères du secteur Basses-Terres du Saint-Laurent, à moins d'avis contraire.
- Eurofins EnvironeX détient les accréditations requises pour l'analyse des paramètres présentés sur ce certificat lorsqu' indiqué à cet effet.

Légende :

LR : Limite rapportée
 MR : Matériaux de référence
 N/A : Non applicable

PNA : Paramètre non accrédité
 TNI : Colonies trop nombreuses pour être identifiées
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées

Méthode Interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

* Analyse accréditée par le MELCCFP

** Analyse accréditée par le CCN

¹ Analyse réalisée par EnvironeX Québec
 4495, boul. Wilfrid-Hamel, suite 150, Québec, QC

² Analyse réalisée par EnvironeX Longueuil
 2325, boul. Fernand-Lafontaine, Longueuil, QC

³ Analyse réalisée par EnvironeX Sherbrooke
 3705, boul. Industriel, Sherbrooke, QC

^a Analyse réalisée en sous-traitance externe

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

		No échantillon :		9267970		9267988				
		Nature :		Sol		Sol				
		Date de prélèvement :		2025-11-19		2025-11-21				
		Date d'analyse :		2025-12-04		2025-12-04				
		Identification de l'échantillon :		F2-CF1		F4-CF1				
COV-HAM par Headspace ou Purge and Trap *	Unité	Critère				<0.1	<0.4			
		A	B	C	RESC					
Benzène	mg/kg	0.2	0.5	5	5	<0.1	<0.4			
Toluène	mg/kg	0.2	3	30	30	0.24	<0.8			
Éthylbenzène	mg/kg	0.2	5	50	50	<0.2	<0.8			
Xylènes	mg/kg	0.4	5	50	50	<0.4	<1.6			
m,p-Xylènes	mg/kg	-	-	-	-	<0.4	<1.6			
o-Xylène	mg/kg	-	-	-	-	<0.2	<0.8			
Chlorobenzène	mg/kg	0.2	1	10	10	<0.2	<0.8			
1,2-Dichlorobenzène	mg/kg	0.2	1	10	10	<0.2	<0.8			
1,3-Dichlorobenzène	mg/kg	0.2	1	10	10	<0.2	<0.8			
1,4-Dichlorobenzène	mg/kg	0.2	1	10	10	<0.2	<0.8			
Styrène	mg/kg	0.2	5	50	50	<0.2	<0.8			
Récupération (%)	-----	-	-	-	-	<>	<>			
D8-Toluène (%)	%	-	-	-	-	85	86			
4-Bromofluorobenzène (%)	%	-	-	-	-	85	85			
D4-1,2-Dichloroéthane (%)	%	-	-	-	-	92	90			

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

		No échantillon :				9267968	9267970	9267972	9267974	9267976
		Nature :				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
		Date de prélèvement :				2025-11-18	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19
		Date d'analyse :				2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04
		Identification de l'échantillon :				F1-CF1	F2-CF1	DCS-1	F2-CF3	F2-CF6
Hydrocarbures aromatiques polycycliques *	Unité	Critère								
		A	B	C	RESC					
Acénaphène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Acénaphylène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
benzo[a]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[a]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[j]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[b,j,k]fluoranthène	mg/kg	-	-	-	136	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[c]phenanthrène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg	0.1	1	10	18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2-Chloronaphtalène (PNA)	mg/kg	-	-	-	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	82	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,h]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,i]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,l]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
7,12-Diméthylbenzo [a] anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	150	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[e]pyrène	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Pérylène (PNA)	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Récupération (%)	-----	-	-	-	-	<>	<>	<>	<>	<>
D12-Pérylène (%)	%	-	-	-	-	94	86	105	84	109
D8-Naphtalène (%)	%	-	-	-	-	106	98	103	98	104
D14-Terphényle (%)	%	-	-	-	-	137	112	156	142	95

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

		No échantillon :				9267978	9267980	9267984	9267986	9267988
		Nature :				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
		Date de prélèvement :				2025-11-19	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-21
		Date d'analyse :				2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04
		Identification de l'échantillon :				F2-CF12	F3-CF1	F3-CF4	F3-CF9	F4-CF1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques *	Unité	Critère								
		A	B	C	RESC					
Acénaphène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Acénaphylène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
benzo[a]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[a]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[j]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[b,j,k]fluoranthène	mg/kg	-	-	-	136	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[c]phenanthrène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg	0.1	1	10	18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2-Chloronaphtalène (PNA)	mg/kg	-	-	-	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	82	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,h]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,i]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dibenzo[a,l]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
7,12-Diméthylbenzo [a] anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	150	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo[e]pyrène	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Pérylène (PNA)	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Récupération (%)	-----	-	-	-	-	<>	<>	<>	<>	<>
D12-Pérylène (%)	%	-	-	-	-	100	100	90	101	87
D8-Naphtalène (%)	%	-	-	-	-	100	107	104	103	109
D14-Terphényle (%)	%	-	-	-	-	97	119	117	109	114

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

						No échantillon :	9267990	9267991	9267992		
						Nature :	Sol	Sol	Sol		
						Date de prélèvement :	2025-11-21	2025-11-21	2025-11-21		
						Date d'analyse :	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04		
						Identification de l'échantillon :	F4-CF2	F4-CF6	F4-CF11		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques *	Unité	Critère									
		A	B	C	RESC						
Acénaphène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
Acénaphylène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
benzo[a]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[a]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[j]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	-	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[b,j,k]fluoranthène	mg/kg	-	-	-	136	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[c]phenanthrène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg	0.1	1	10	18	<0.1	<0.1	<0.1			
2-Chloronaphtalène (PNA)	mg/kg	-	-	-	56	<0.1	<0.1	<0.1			
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg	0.1	1	10	82	<0.1	<0.1	<0.1			
Dibenzo[a,h]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Dibenzo[a,i]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Dibenzo[a,l]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1			
7,12-Diméthylbenzo [a] anthracène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg	0.1	1	10	34	<0.1	<0.1	<0.1			
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1			
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1			
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	150	<0.1	<0.1	<0.1			
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1			
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	56	<0.1	<0.1	<0.1			
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	100	<0.1	<0.1	<0.1			
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	56	<0.1	<0.1	<0.1			
Benzo[e]pyrène	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1			
Pérylène (PNA)	mg/kg	-	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1			
Récupération (%)	-----	-	-	-	-	<>	<>	<>			
D12-Pérylène (%)	%	-	-	-	-	99	100	131			
D8-Naphtalène (%)	%	-	-	-	-	110	98	112			
D14-Terphényle (%)	%	-	-	-	-	106	131	125			

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

No échantillon :					9267968	9267970	9267972	9267974	9267976	
Nature :					Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	
Date de prélèvement :					2025-11-18	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19	
Date d'analyse :					2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	
Identification de l'échantillon :					F1-CF1	F2-CF1	DCS-1	F2-CF3	F2-CF6	
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50) *	Unité	Critère								
		A	B	C	RESC					
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/kg	100	700	3500	10000	<100	<100	<100	<100	<100
No échantillon :					9267978	9267980	9267984	9267986	9267988	
Nature :					Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	
Date de prélèvement :					2025-11-19	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-21	
Date d'analyse :					2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	
Identification de l'échantillon :					F2-CF12	F3-CF1	F3-CF4	F3-CF9	F4-CF1	
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50) *	Unité	Critère								
		A	B	C	RESC					
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/kg	100	700	3500	10000	<100	<100	<100	<100	186
No échantillon :					9267990	9267991	9267992			
Nature :					Sol	Sol	Sol			
Date de prélèvement :					2025-11-21	2025-11-21	2025-11-21			
Date d'analyse :					2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04			
Identification de l'échantillon :					F4-CF2	F4-CF6	F4-CF11			
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50) *	Unité	Critère								
		A	B	C	RESC					
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/kg	100	700	3500	10000	<100	<100	<100		

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

						No échantillon :	9267968	9267970	9267972	9267974	9267976
						Nature :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
						Date de prélèvement :	2025-11-18	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19	2025-11-19
						Date d'analyse :	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04
						Identification de l'échantillon :	F1-CF1	F2-CF1	DCS-1	F2-CF3	F2-CF6
Métaux extractibles *	Unité	Critère									
		A	B	C	RESC						
Argent (Ag)	mg/kg	2	20	40	200	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Arsenic (As)	mg/kg	10	30	50	250	<1.5	1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2000	10000	65	145	138	178	160	160
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.9	5	20	100	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Chrome (Cr)	mg/kg	45	250	800	4000	17	30	30	26	26	26
Cobalt (Co)	mg/kg	25	50	300	1500	13	11	11	11	10	10
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	2500	33	15	16	24	24	24
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	1500	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	11000	201	393	446	432	365	365
Molybdène (Mo)	mg/kg	6	10	40	200	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Nickel (Ni)	mg/kg	30	100	500	2500	29	21	21	25	22	22
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1000	5000	<10	10	<10	<10	<10	<10
Sélénium (Se)	mg/kg	3	3	10	50	0.6	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5
Zinc (Zn)	mg/kg	120	500	1500	7500	44	56	55	83	63	63

						No échantillon :	9267978	9267980	9267984	9267986	9267988
						Nature :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
						Date de prélèvement :	2025-11-19	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-20	2025-11-21
						Date d'analyse :	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04
						Identification de l'échantillon :	F2-CF12	F3-CF1	F3-CF4	F3-CF9	F4-CF1
Métaux extractibles *	Unité	Critère									
		A	B	C	RESC						
Argent (Ag)	mg/kg	2	20	40	200	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Arsenic (As)	mg/kg	10	30	50	250	<1.5	1.7	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2000	10000	219	35	220	232	120	120
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.9	5	20	100	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Chrome (Cr)	mg/kg	45	250	800	4000	39	<10	31	37	25	25
Cobalt (Co)	mg/kg	25	50	300	1500	13	<10	12	13	<10	<10
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	2500	30	13	27	31	13	13
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	1500	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	11000	444	238	454	485	296	296
Molybdène (Mo)	mg/kg	6	10	40	200	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Nickel (Ni)	mg/kg	30	100	500	2500	31	14	26	30	17	17
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1000	5000	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sélénium (Se)	mg/kg	3	3	10	50	<0.5	<0.5	0.6	1.1	<0.5	<0.5
Zinc (Zn)	mg/kg	120	500	1500	7500	80	23	80	92	51	51

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - RÉSULTATS

						No échantillon :	9267990	9267991	9267992		
						Nature :	Sol	Sol	Sol		
						Date de prélèvement :	2025-11-21	2025-11-21	2025-11-21		
						Date d'analyse :	2025-12-04	2025-12-04	2025-12-04		
						Identification de l'échantillon :	F4-CF2	F4-CF6	F4-CF11		
Métaux extractibles *	Unité	Critère									
		A	B	C	RESC						
Argent (Ag)	mg/kg	2	20	40	200	<0.5	<0.5	<0.5			
Arsenic (As)	mg/kg	10	30	50	250	<1.5	1.5	<1.5			
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2000	10000	164	220	124			
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.9	5	20	100	<0.9	<0.9	<0.9			
Chrome (Cr)	mg/kg	45	250	800	4000	31	33	22			
Cobalt (Co)	mg/kg	25	50	300	1500	12	12	<10			
Cuivre (Cu)	mg/kg	50	100	500	2500	26	29	21			
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	1500	<5	<5	<5			
Manganèse (Mn)	mg/kg	1000	1000	2200	11000	381	443	363			
Molybdène (Mo)	mg/kg	6	10	40	200	<1.5	<1.5	<1.5			
Nickel (Ni)	mg/kg	30	100	500	2500	27	27	21			
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1000	5000	<10	<10	<10			
Sélénium (Se)	mg/kg	3	3	10	50	0.8	0.7	<0.5			
Zinc (Zn)	mg/kg	120	500	1500	7500	72	82	58			

Approuvé par :



 Leadina Sanchez, Ph. D.
 Chimiste, Site de Québec


CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - CONTRÔLE QUALITÉ

Paramètre	Unité	Blanc	LR	MR obtenu %	MR écart acceptable %
COV-HAM par Headspace ou Purge and Trap					
Benzène	mg/kg	<0.1	0.1	90.7%	70-130%
Toluène	mg/kg	<0.2	0.2	85.3%	70-130%
Éthylbenzène	mg/kg	<0.2	0.1	94%	70-130%
Xylènes	mg/kg	<0.4	0.1	93.3%	70-130%
m,p-Xylènes	mg/kg	<0.4	0.1	92.7%	70-130%
o-Xylène	mg/kg	<0.2	0.1	94.7%	70-130%
Chlorobenzène	mg/kg	<0.2	0.1	100.7%	70-130%
1,2-Dichlorobenzène	mg/kg	<0.2	0.15	90%	70-130%
1,3-Dichlorobenzène	mg/kg	<0.2	0.1	102.7%	70-130%
1,4-Dichlorobenzène	mg/kg	<0.2	0.1	92%	70-130%
Styrène	mg/kg	<0.2	0.1	88.7%	70-130%
D8-Toluène (%)	%	85		89%	70-130%
4-Bromofluorobenzène (%)	%	85		90%	70-130%
D4-1,2-Dichloroéthane (%)	%	92		90%	70-130%
Échantillons associés : 9267970, 9267988					
Hydrocarbures aromatiques polycycliques					
Acénaphène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
Acénaphylène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Anthracène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
benzo[a]anthracène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Benzo[a]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Benzo[j]fluoranthène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg	<0.1	0.1	116.7%	75-125%
Benzo[b,j,k]fluoranthène	mg/kg	<0.1	0.1	111.1%	75-125%
Benzo[c]phenanthrène	mg/kg	<0.1	0.1	125%	75-125%
Benzo[g,h,i]pérylène	mg/kg	<0.1	0.1	91.7%	75-125%
2-Chloronaphtalène (PNA)	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
Chrysène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg	<0.1	0.1	83.3%	75-125%
Dibenzo[a,h]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
Dibenzo[a,i]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	82%	75-126%
Dibenzo[a,l]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	83.3%	75-125%
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
7,12-Diméthylbenzo [a] anthracène	mg/kg	<0.1	0.1	133.3%	75-125%
Fluoranthène	mg/kg	<0.1	0.1	125%	75-125%
Fluorène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	91.7%	75-125%
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
Naphtalène	mg/kg	<0.1	0.1	125%	75-125%
Phénanthrène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	125%	75-125%
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	<0.1	0.1	91.7%	75-125%
Benzo[e]pyrène	mg/kg	<0.1	0.1	108.3%	75-125%
Pérylène (PNA)	mg/kg	<0.1	0.1	100%	75-125%
D12-Pérylène (%)	%	74		89%	60-140%

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL - CONTRÔLE QUALITÉ

Paramètre	Unité	Blanc	LR	MR obtenu %	MR écart acceptable %
D8-Naphtalène (%)	%	88		101%	60-140%
D14-Terphényle (%)	%	109		126%	60-140%
Échantillons associés : 9267968, 9267970, 9267972, 9267974, 9267976, 9267978, 9267980, 9267984, 9267986, 9267988, 9267990, 9267991, 9267992					
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)					
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	mg/kg	<100	100	91.3%	70-130%
Échantillons associés : 9267968, 9267970, 9267972, 9267974, 9267976, 9267978, 9267980, 9267984, 9267986, 9267988, 9267990, 9267991, 9267992					
Métaux extractibles					
Aluminium (Al)	mg/kg	<30	30	121%	80-120%
Antimoine (Sb)	mg/kg	<1.0	1	108.2%	80-120%
Argent (Ag)	mg/kg	<0.5	0.5	81.8%	80-120%
Arsenic (As)	mg/kg	<1.5	1.5	101%	80-120%
Baryum (Ba)	mg/kg	<10	10	98%	80-120%
Béryllium (Be)	mg/kg	<0.5	0.5	100.5%	80-120%
Bismuth (Bi)	mg/kg	<10	10	104%	80-120%
Bore (B)	mg/kg	<10	10	98%	80-120%
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0.9	0.9	98.5%	80-120%
Calcium (Ca)	mg/kg	<50	50	117.5%	80-120%
Chrome (Cr)	mg/kg	<10	10	105%	80-120%
Cobalt (Co)	mg/kg	<10	10	106%	80-120%
Cuivre (Cu)	mg/kg	<10	10	103.5%	80-120%
Étain (Sn)	mg/kg	<5	5	97.5%	80-120%
Fer (Fe)	mg/kg	<50	50	112.5%	80-120%
Lithium (Li)	mg/kg	<1	1	106.5%	80-120%
Magnésium (Mg)	mg/kg	<20	20	110%	80-120%
Manganèse (Mn)	mg/kg	<10	10	107.5%	80-120%
Mercuré (Hg)	mg/kg	<0.2	0.2	106%	80-120%
Molybdène (Mo)	mg/kg	<1.5	1.5	98%	80-120%
Nickel (Ni)	mg/kg	<10	10	103.5%	80-120%
Plomb (Pb)	mg/kg	<10	10	102.5%	80-120%
Potassium (K)	mg/kg	<50	50	105.5%	80-120%
Sélénium (Se)	mg/kg	<0.5	0.5	101.5%	80-120%
Silicium (Si)	mg/kg	<50	50		
Sodium (Na)	mg/kg	<50	50	105%	80-120%
Strontium (Sr)	mg/kg	<10	10	103%	80-120%
Tellure (Te)	mg/kg	<1	1	97.5%	80-120%
Thallium (Tl)	mg/kg	<10	10	102.5%	80-120%
Titane (Ti)	mg/kg	<10	10	101%	80-120%
Uranium (U)	mg/kg	<10	10	104.5%	80-120%
Vanadium (V)	mg/kg	<10	10	108%	80-120%
Zinc (Zn)	mg/kg	<10	10	106%	80-120%
Échantillons associés : 9267968, 9267970, 9267972, 9267974, 9267976, 9267978, 9267980, 9267984, 9267986, 9267988, 9267990, 9267991, 9267992					

ANNEXE F – RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Association canadienne de normalisation

- Norme CAN/CSA-Z769-F00 (C2018) – Évaluation environnementale de site, phase II, CSA Group, émise en 2000, confirmée en 2018, 23 pages

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)

- *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités*, Québec : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2008, 58 p, 3 annexes, [en ligne], <http://www.ceaeg.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/generalitesC1.pdf>
- *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols*, Québec : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, émis en 2008, révisé en 2010, 57 pages, 3 annexes, [en ligne], <http://www.ceaeg.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/solsC5.pdf>
- *Liste des méthodes suggérées pour réaliser des analyses en laboratoire – Sols*, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés – Plan d'action 2017- 2021, [en ligne], http://www.ceaeg.gouv.qc.ca/methodes/list_sols1.htm
- *Liste des méthodes suggérées pour réaliser des analyses en laboratoire – Eaux souterraines*, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés – Plan d'action 2017-2021, [en ligne], http://www.ceaeg.gouv.qc.ca/methodes/list_sols2.htm
- *Modes de conservation pour l'échantillonnage des sols* (DR-09-02), Québec : Gouvernement du Québec, 2013, 6 pages.

Lois et règlements du Québec (RLRQ)

- *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ), c. Q-2, à jour au 20 octobre 2020, [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2020
- *Règlement adopté en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement*, Q-2, r.37, à jour au 1^{er} septembre 2020, [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2020

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)

- Beaulieu M., *Guide d'intervention — Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, mai 2021, 326 p; <http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protection-rehab.pdf>
 - *Guide de caractérisation des terrains*, Québec: Les Publications du Québec, 2003, 130 p.
-