Annexe 3

Valeur d'accélération sismique pour le site minier du lac Bachelor (CNB, 2015)

Calcul de l'aléa sismique - Code National du Bâtiment 2015

INFORMATION: Canada de l'Est Français (613) 995-0600 Anglais (613) 995-5548 Télécopieur (613) 992-8836
Canada de l'Ouest Anglais (250) 363-6500 Télécopieur (250) 363-6565

December 01 , 2016

Site: 49.4983 N, 76.1408 W Demandeur: Stéphane Côté, WSP

Bibliographie fichier utilisateur: Ressources Méthanor

Mouvements du sol CNB : Probabilité de dépassement de 2% sur 50 ans (0.000404 par année)

Sa(0.05)	Sa(0.1)	**Sa(0.2)**	Sa(0.3)	**Sa(0.5)**	**Sa(1.0)**	**Sa(2.0)**	**Sa(5.0)**	**Sa(10.0)**	**PGA (g)**	**PGV (m/s)**
0.057	0.080	**0.081**	0.073	**0.066**	**0.045**	**0.025**	**0.0063**	**0.0029**	**0.047**	**0.057**

Remarques. Spectral (Sa (T), où T est la période en secondes) et l'accélération maximale du sol (PGA) sont données en unités de g (9.81 m/s^2). La vitesse maximale du sol est donnée en m/s. Les valeurs sont pour la "terre ferme" (CNBC2015 Site Classe C, la vitesse moyenne des ondes de cisaillement de 450 m/s). Les valeurs du CNBC2015 et de CSAS6-14 sont spécifiés en caractères **gras**. Trois périodes supplémentaires sont fournis - leur utilisation est documenté dans les commentaires CNBC2015. Seuls 2 chiffres significatifs doivent être utilisés. ***Ces valeurs ont été interpolées à partir d'une grille de points de 10 km de distance. Selon le gradient des points à proximité, les valeurs peuvent varier. Plus de 95 pour cent des valeurs interpolées sont à 2 pour cent des valeurs calculées.***

Mouvements du sol pour d'autres probabilités :

Probabilité de dépassement par année	0.010	0.0021	0.001
Probabilité de dépassement dans 50 ans	40%	10%	5%
Sa(0.05)	0.0090	0.023	0.034
Sa(0.1)	0.015	0.035	0.051
Sa(0.2)	0.018	0.040	0.055
Sa(0.3)	0.017	0.038	0.051
Sa(0.5)	0.015	0.034	0.047
Sa(1.0)	0.0083	0.022	0.031
Sa(2.0)	0.0037	0.011	0.017
Sa(5.0)	0.0008	0.0027	0.0040
Sa(10.0)	0.0005	0.0012	0.0018
PGA	0.0085	0.021	0.030
PGV	0.0092	0.026	0.038

Bibliographie

Le code national du bâtiment du Canada 2015 NRCC no. 56190F;
Annexe C: Information climatique pour la conception des bâtiments au Canada - table dans l'Annexe C

Manuel d'utilisateur - CNB 2015, Commentaires structuraux CNRC no. xxxxxx (en preparation)
Commentaire J: Conception pour des effets sismiques
Commission Géologique du Canada Dossier public 7893 Cinquième génération du modèle des risques sismiques au Canada: Valeurs de grille pour être utilisés avec le Code national du bâtiment du Canada 2015

Voir les sites webs *www.SeismesCanada.ca* et *www.nationalcodes.ca* pour plus d'information

Also available in english

ANNEXE

D

RAPPORT D'INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE 2016 : INVESTIGATION GÉOTECHIQUE, REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS MINE BACHELOR, RÉVISION 2, # 11128109-A1-PRT-1-FINAL-REV02(NOTARIUS), GHD, 2017 (24-04-2017)

Révision 2

Investigation géotechnique

Rehaussement de la cellule no 1 du parc à résidus
Mine Bachelor
200, chemin de la Mine
Desmaraisville, Québec

Ressources Métanor

GHD |4600, boul. de la Côte-Vertu, Montréal, Québec H4S 1C7
11128109 A1 | Rapport no 1 | Révision 2 | 24 avril 2017

Ressources Métanor

200, chemin de la Mine
Desmaraisville, Québec
J0Y 1H0

Investigation géotechnique

Rehaussement de la cellule no 1 du parc à résidus
Mine Bachelor
200, chemin de la Mine
Desmaraisville, Québec

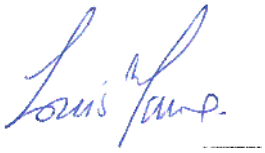
N/Réf. : 11128109-A1 (1)

Le 24 avril 2017

Préparé par :

Vincent Baron, ing. jr
No OIQ : 5044641

Approuvé par :



Louis Maure, ing.
No OIQ : 143936

Alexander Fiorilli, ing.
No OIQ : 146002

VB/LM/AF/mm

Distribution : Ressources Métanor – Mme Julie Raiche

(Copie par courriel : jraiche@metanor.ca)

WSP Canada Inc. – M. Jean-François St-Laurent, ing., M.Sc.

(Copie par courriel : Jean-Francois.St-Laurent@wspgroup.com)

Table des matières

1. Introduction 1
2. Localisation et description du site 1
3. Méthode de reconnaissance 2
   - 3.1 Travaux d'implantation 2
   - 3.2 Forages 2
   - 3.3 Profils scissométriques 3
   - 3.4 Sondages au piézocône 3
   - 3.5 Essai de perméabilité en bout de tubage 4
   - 3.6 Essais de laboratoire géotechniques sur les échantillons prélevés 4
   - 3.7 Essais de laboratoire géotechniques sur les échantillons fournis 4
4. Description sommaire des sols en place 5
   - 4.1 Digue médiane 5
     - 4.1.1 Remblai 5
     - 4.1.2 Tourbe 6
     - 4.1.3 Couche de silt 6
     - 4.1.4 Dépôt d'argile 7
     - 4.1.5 Dépôt de till 9
   - 4.2 Cellule no 1 9
     - 4.2.1 Remblai 9
     - 4.2.2 Résidus miniers 10
     - 4.2.3 Tourbe 10
     - 4.2.4 Dépôt d'argile 10
     - 4.2.5 Dépôt de till 12
5. Description sommaire des matériaux reçus 12
   - 5.1 Stériles miniers 12
   - 5.2 Résidus miniers 12
6. Eau souterraine 13
7. Portée et limitations de l'investigation 14

Liste des tableaux

Tableau 4.1 Synthèse des résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le remblai 6

Tableau 4.2 Synthèse des résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le dépôt d'argile 7

Tableau 4.3 Synthèse des résultats de la détermination des limites de consistance 7

Tableau 4.4 Synthèse des résultats du poids volumique et de la résistance au cisaillement au pénétromètre à cône 8

Tableau 4.5 Paramètres de consolidation œdométrique 8

Tableau 4.6 Paramètres de consolidation oedométrique (c_v) 8

Tableau 4.7 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique et de teneurs en eau sur le dépôt de till 9

Tableau 4.8 Synthèse des résultats de la détermination des limites de consistance 10

Tableau 4.9 Synthèse des résultats du poids volumique et de la résistance au cisaillement au pénétromètre à cône 11

Tableau 4.10 Paramètres de consolidation œdométrique 11

Tableau 4.11 Paramètres de consolidation oedométrique (c_v) 11

Tableau 5.1 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique sur les stériles 12

Tableau 5.2 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique sur les résidus 13

Tableau 6.1 Mesure du niveau d'eau dans les installations 13

Liste des annexes

Annexe A Rapports de forage

Annexe B Rapports de sondage au piézocône

Annexe C Résultats des essais géotechniques de laboratoire des échantillons prélevés

Annexe D Résultats des essais géotechniques de laboratoire des stériles fournis

Annexe E Résultats des essais géotechniques de laboratoire des résidus fournis

Annexe F Papiers d'enregistrement du scissomètre de chantier

Annexe G Synthèse de la stratigraphie (*tableau A*)

Annexe H Localisation des sondages (*dessin no 11128109-A1-1*)

1. Introduction

Les services professionnels de **GHD**, ont été retenus par Ressources Métanor (« Client »), représentée par Madame Julie Raiche, afin de réaliser une investigation géotechnique des sols dans le cadre de de la gestion, et plus précisément de l'agrandissement du parc à résidus miniers de la Mine Bachelor de Ressources Métanor localisée au 200, chemin de la Mine à Desmaraisville, Québec.

L'envergure de l'étude réalisée est décrite dans notre offre de services professionnels adressée à Madame Julie Raiche, portant le numéro 11108000-A00572-1 datée du 14 septembre 2016.

Les travaux de sondage effectués dans le cadre de cette investigation géotechnique avaient pour but de déterminer la nature et les caractéristiques géotechniques des sols au site afin d'aider le concepteur dans la réalisation d'études de capacité portante des sols de soutien et de stabilité des talus à construire à la cellule no 1 du parc à résidus de la mine.

Ce rapport rend compte des travaux effectués sur le site et présente les résultats obtenus.

Le texte du rapport est accompagné d'une série de huit (8) annexes où l'on retrouve :

Annexe A	Rapports de forage
Annexe B	Rapports de sondage au piézocône
Annexe C	Résultats des essais géotechniques de laboratoire des échantillons prélevés
Annexe D	Résultats des essais géotechniques de laboratoire des stériles fournis
Annexe E	Résultats des essais géotechniques de laboratoire des résidus fournis
Annexe F	Papiers d'enregistrement du scissomètre de chantier
Annexe G	Synthèse de la stratigraphie (*tableau A*)
Annexe H	Localisation des sondages *(dessin no 11128109-A1-1)*

Ce rapport est assujetti à un certain nombre de conditions limitatives découlant de la nature inhérente aux profils géologique, géotechnique et hydrogéologique de tout site faisant l'objet d'investigations par sondages. La portée de l'étude réalisée et les limitations qui s'y appliquent sont énoncées à la fin du texte technique. Ces conditions limitatives font partie intégrante de ce rapport et le lecteur est prié d'en prendre connaissance afin de faciliter sa compréhension, son interprétation et son utilisation du présent document.

2. Localisation et description du site

Le site à l'étude correspond à la cellule no 1 du parc à résidus de la mine Bachelor se trouvant au 200, chemin de la Mine à Desmaraisville, Québec.

Plus spécifiquement, la cellule à l'étude est bordée au sud par la cellule no 2, par le bassin principal à l'est, par le bassin sédimentation au nord et par les bâtiments de la mine à l'ouest. La cellule no 1 est de forme irrégulière et consiste à un parc à résidus ceinturé par des digues (internes, médianes, etc.). La cellule est à un niveau plus élevé que le terrain naturel.

Les principales caractéristiques du site sont illustrées sur le dessin de localisation des sondages no 11128109-A1-1, joint à l'annexe H.

3. Méthode de reconnaissance

Le programme de sondages (nombre, emplacement et profondeurs), dans le cadre de cette étude, a été établi par le concepteur du projet. Le nombre de sondages a toutefois été ajusté au courant de la campagne d'investigation.

Les travaux de chantier ont consisté en la réalisation de cinq (5) forages (identifiés nos F-A-1-2016, F-A-2-2016, F-A-3-2016, F-E-1-2016 et F-F-1-2016) ainsi que de la réalisation de huit (8) sondages au piézocône (identifiés nos SCPTU-A-1-2016, CPTU-A-3-2016, CPTU A 4 2016, CPTU-B-1-2016, CPTU-B-2-2016, CPTU-B-3-2016, CPTU-C-1-2016, CPTU C 3 2016 et CPTU-E-2-2016) et se sont déroulés entre le 27 septembre et le 2 octobre 2016, sous la surveillance d'un membre du personnel technique de **GHD**.

Le dessin de localisation no 11128109-A1-1, joint à l'annexe H, illustre la localisation des différents sondages sur le terrain étudié.

Chacun des sondages a fait l'objet d'une description stratigraphique complète décrivant la nature et la composition des différentes formations rencontrées et toute information supplémentaire pertinente.

Des notes explicatives relativement aux rapports de sondages, à la description des unités stratigraphiques et à la méthodologie des essais in situ sont présentées à l'annexe A de ce rapport.

Les sections suivantes décrivent les travaux de terrain effectués lors des sondages.

3.1 Travaux d'implantation

Un plan du site à l'étude nous a d'abord été transmis par le concepteur du projet, avant le début des travaux de terrain. Ce plan a servi de document de base à notre personnel technique pour procéder à l'implantation et au positionnement approximatif des sondages sur le site à investiguer suite à la construction de chemins d'accès par le client. De plus, il est à mentionner que tel qu'entendu aucun arpentage n'a été réalisé par GHD, ainsi seules les données disponibles ont été intégrées au rapport.

3.2 Forages

Les forages ont été effectués à l'aide d'une foreuse de type CME 75 montée sur un chenillard et ont atteint des profondeurs variant entre 12,40 m et 17,49 m. L'avancement des forages s'est fait par l'ajout de sections de tarières rempli d'eau et de boue de forage.

Des échantillons remaniés (CF) ont été prélevés dans les forages à l'aide d'une cuillère fendue de calibre « N » (79 mm de diamètre). Lors des prélèvements, les valeurs d'indice « N » de l'essai de pénétration standard ont été mesurées pour chaque échantillon prélevé conformément à la norme BNQ-2501-140. Cet indice correspond au nombre de coups requis pour faire pénétrer le carottier de 300 mm lorsqu'il est battu à l'aide d'un marteau pesant 63,5 kg et tombant en chute libre d'une hauteur de 760 mm. Les valeurs d'indices « N » obtenues avec la cuillère « N » ont été ajustées pour correspondre aux indices de « N » de l'essai de pénétration standard de la norme BNQ 2501 140. Les indices « N » mesurés sont présentés sur les rapports de forages à l'annexe A.

Des échantillons intacts (TM) ont aussi été prélevés à des profondeurs jugées pertinentes à l'aide d'un tube à paroi mince de type Shelby (75 mm de diamètre) monté sur un échantillonneur.

Des piézomètres casagrande ont été installés dans les forages nos F A-1-2016 et F-A-2-2016 afin de pouvoir mesurer le niveau piézométrique de l'eau souterraine aux profondeurs correspondantes. Les schémas types des installations réalisées dans les forages sont présentés sur les rapports de forage correspondants.

3.3 Profils scissométriques

Au droit des tous les forages, des mesures au scissomètre ont été réalisées dans le dépôt argileux au moyen d'un scissomètre de chantier de marque Nilcon, et ce conformément à la norme BNQ 2501-200. L'objectif de ces sondages est de déterminer la résistance au cisaillement non drainé intacte et remaniée du dépôt argileux. Les papiers d'enregistrement de chantier sont présentés à l'annexe F.

3.4 Sondages au piézocône

Des sondages au piézocône ont été réalisés sur le site à l'étude, conformément aux dispositions de la norme ASTM D5778-95. Ce sondage a été effectué avec une sonde de marque *Hogentogler* (modèle DDG1091), d'une section de 10 cm^2 et d'une capacité maximale de 10 tonnes. Le fonçage de la sonde a été réalisé à l'aide d'un équipement portatif aménagé pour effectuer des sondages au piézocône. La vitesse moyenne d'enfoncement utilisée pour le sondage a été maintenue à 120 cm/min.

Lors des essais, les paramètres suivants ont été mesurés et enregistrés par intervalle d'enfoncement de 1 cm :

- la résistance à la pointe brute, q_c (kPa);
- le frottement latéral s'appliquant sur le manchon, f_s (kPa);
- la pression interstitielle à la base du cône, u (kPa).

De plus, dans chacun des sondages, un ou des essais de dissipation ont été réalisés.

Les sondages au piézocône ont atteint des profondeurs allant jusqu'à 18,91 m à la suite de la confirmation d'un refus d'enfoncement. Les sondages au piézocône sont présentés à l'annexe B.

3.5 Essai de perméabilité en bout de tubage

À proximité du forage no F-A-1-2016, deux (2) essais de perméabilité en bout de tubage ont été réalisés au sein des résidus, et ce conformément à la norme BNQ-2501-130. L'objectif de ces essais est de déterminer la perméabilité des sols. Les résultats des essais sont présentés à la section 4.

3.6 Essais de laboratoire géotechniques sur les échantillons prélevés

Tous les échantillons de sol recueillis lors des travaux de sondages ont été acheminés à notre laboratoire afin d'être soumis à un examen visuel plus approfondi.

Des échantillons représentatifs des sols en place ont été sélectionnés afin de procéder aux analyses en laboratoire suivantes :

- quatre (4) analyses granulométriques par tamisage (norme LC 21-040);
- cinq (5) analyses granulométriques par sédimentométrie (norme NQ 2501-025);
- six (6) déterminations des limites d'Atterberg (norme NQ 2501-092);
- vingt et une (21) déterminations de la teneur en eau (norme NQ 2501-170);
- une (1) détermination de la densité relative (norme NQ 2501-070);
- deux (2) essais de consolidation (norme ASTM D 2435);
- deux (2) essais de perméabilité à l'oedomètre (durant la consolidation) (norme LC-22-230);
- six (6) déterminations de la résistance au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône (norme NQ 2501-110);
- dix (10) déterminations du poids volumique;
- deux (2) essais de conductivité hydraulique d'échantillons granulaires (norme ASTM D2434).

Les essais de laboratoire ont été réalisés afin de compléter les informations recueillies sur chantier au cours de notre investigation au moyen des forages. Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à la section 4, de même qu'à l'annexe C de ce rapport.

Les échantillons prélevés dans les forages seront conservés pour une période de six (6) mois à partir de la date d'émission de ce rapport, après quoi nous en disposerons à moins d'avis contraire de la part du client.

3.7 Essais de laboratoire géotechniques sur les échantillons fournis

Le client nous a transmis des échantillons de stériles et de résidus miniers afin de réaliser des essais sur les matériaux qui seront utilisés lors des travaux.

Ainsi, les analyses en laboratoire suivantes ont été réalisées sur les stériles :

- deux (2) analyses granulométriques par tamisage (norme LC 21-040);

- deux (2) déterminations de la teneur en eau (norme NQ 2501-170);
- une (1) détermination de la densité relative (norme NQ 2501-070);
- une (1) détermination du Proctor standard (norme ASTM D698);
- un (1) essai de cisaillement horizontal (norme ASTM 4767).

Les analyses en laboratoire suivantes ont été réalisées sur les résidus :

- une (1) analyse granulométrique par tamisage (norme LC 21-040);
- une (1) analyse granulométrique par sédimentométrie (norme NQ 2501-025);
- deux (2) déterminations de la teneur en eau (norme NQ 2501-170);
- une (1) détermination de la densité relative (norme NQ 2501-070);
- une (1) détermination du Proctor standard (norme ASTM D698);
- une (1) mesure de la conductivité hydraulique au triaxial avec compression de type CIU (norme ASTM D3080);
- un (1) essai de cisaillement horizontal (norme ASTM 4767).

Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à la section 5, de même qu'aux annexes D et E de ce rapport.

4. Description sommaire des sols en place

La description détaillée des sols observés au droit des sondages est indiquée sur les rapports de forages et de sondages au piézocône individuels joints aux annexes A et B. Une description sommaire de la stratigraphie rencontrée dans les forages est présentée dans les paragraphes suivants.

Le tableau A présenté à l'annexe G de ce rapport résume la stratigraphie des sols à l'emplacement des sondages de la présente étude.

4.1 Digue médiane

La digue médiane investiguée avec les forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016 est localisé au nord de la cellule no 1 et elle a une hauteur de l'ordre de 5 m.

4.1.1 Remblai

En surface, à l'emplacement des forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016, des matériaux de remblai ont été rencontrés sur des épaisseurs variables. Dans le cas des forages nos F-A-2-2016 et F-F-1-2016, réalisés sur le centre ligne de la digue médiane, les matériaux ont été rencontrés jusqu'à des profondeurs respectives de 8,48 m et 8,93 m et sont constitués d'un sable et gravier avec des traces de silt. De plus, des cailloux et/ou blocs sont présents au sein du remblai de la digue médiane.

Dans le forage no F-A-3-2016, réalisé au pied de la digue médiane, les sols de remblai rencontrés sur une épaisseur de 3,0 m sont constitués d'une couche de stériles reposant sur des résidus miniers silteux.

Le tableau suivant résume les résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le remblai des forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016.

Tableau 4.1 Synthèse des résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le remblai

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Granulométrie (%)			
				Gravier	Sable	Silt	Argile
				> 4,75 mm	*4,75 mm – 0,075 mm*	*0,075 mm – 0,002 mm*	*< 0,002 mm*
F-A-2-2016	CF-3	1,52-2,13	1	--	--	--	--
F-A-2-2016	CF-5	3,05-3,66	4	40	54	6	
F-A-2-2016	CF-9	6,10-6,71	8	47	51	2	
F-A-2-2016	CF-11	7,62-8,23	6	--	--	--	--
F-F-1-2016	CF-3	1,52-2,13	1	--	--	--	--
F-F-1-2016	CF-5	3,05-3,66	3	--	--	--	--
F-F-1-2016	CF-6	3,81-4,42	--	37	57	6	
F-F-1-2016	CF-9	6,10-6,71	11	34	61	5	

Dans les résidus miniers du forage no F-A-3-2016, une teneur en eau de 20 % a été mesurée.

Les matériaux de remblai constituant la digue médiane sont dans un état qualifié de lâche à compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 9 et 24, mais généralement près de 10. Localement, ces derniers sont denses.

Les matériaux de remblai du forage no F-A-3-2016 sont dans un état qualifié de lâche avec des valeurs d'indices « N » variant entre 4 et 7.

4.1.2 Tourbe

Un horizon organique a été identifié sous les matériaux de remblai dans les forages nos F A 2 2016 et F-A-3-2016 sur des épaisseurs respectives de 60 mm et 250 mm. Celui-ci est composé d'une tourbe fibreuse de couleur brune. Dans la tourbe, une teneur en eau de 110 % a été mesurée.

4.1.3 Couche de silt

Sous l'horizon organique aux droits des forages nos F-A-2-2016 et F-A-3-2016, une couche naturelle de silt avec des traces de sable a été rencontrée sur des épaisseurs respectives de 0,69 m et 1,20 m.

Des valeurs d'indice « N » de 5 et 14 ont été mesurées.

4.1.4 Dépôt d'argile

Un dépôt naturel cohésif varvé, composé de lits subhorizontaux d'argile et de silt a été noté sous les sols décrits précédemment jusqu'à des profondeurs variant entre 8,00 m et 12,45 m dans les forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016.

La consistance de ce dépôt varie de raide à ferme en profondeur, mais certains horizons présentent des consistances molles. Selon les essais au scissomètre de chantier (Nilcon) et de laboratoire, le dépôt d'argile possède des résistances au cisaillement non drainées (cu) oscillant majoritairement entre 30 kPa et 50 kPa dans les forages nos F-A-2-2016 et F-F-1-2016 et de l'ordre de 20 kPa dans le forage no F-A-3-2016. Le tableau suivant résume les résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le dépôt d'argile.

Tableau 4.2 Synthèse des résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur le dépôt d'argile

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Granulométrie (%)			
				Gravier	Sable	Silt	Argile
				> 4,75 mm	*4,75 mm – 0,075 mm*	*0,075 mm – 0,002 mm*	*< 0,002 mm*
F-A-2-2016	CF-13	9,14-9,75	--	0	4	32	64
F-A-2-2016	CF-15	10,67-11,28	--	0	0	43	57
F-A-3-2016	CF-7	4,57-5,18	65	--	--	--	
F-F-1-2016	CF-13	9,14-9,75	49	0	2	24	74
F-F-1-2016	TM-16	11,43-12,04	31	0	3	69	28

Le tableau suivant résume les résultats des limites de consistance (limites Atterberg).

Tableau 4.3 Synthèse des résultats de la détermination des limites de consistance

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Indice de liquidité	Teneur en eau (%)
F-F-1-2016	TM-14	10,26-10,41	24	53	29	0,97	52
F-F-1-2016	TM-16	11,63-11,78	18	28	10	1,3	31

La classification unifiée des sols indique que l'argile est classifiée « CL » et « CH », soit une argile silteuse inorganique de plasticité faible à élevée.

Le tableau suivant présente les résultats des essais de détermination du poids volumique ainsi que des résistances au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône.

Tableau 4.4 Synthèse des résultats du poids volumique et de la résistance au cisaillement au pénétromètre à cône

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Résistance au cisaillement intact (kPa)	Résistance au cisaillement remanié (kPa)	Sensibilité (Cu/Cur)	Poids volumique (kN/m^3)
F-A-3-2016	TM-8	5,57-5,72	--	--	--	16,0
F-A-3-2016	TM-9	6,32-6,47	--	--	--	16,6
F-A-3-2016	TM-10	7,08-7,23	--	--	--	16,2
F-A-3-2016	TM-11	7,83-7,98	--	--	--	17,1
F-F-1-2016	TM-14	10,26-10,41	27,8	3,6	7,7	16,9
F-F-1-2016	TM-16	11,63-11,78	72,9	2,1	34,7	19,4

Un (1) essai de consolidation œdométrique et de perméabilité a été réalisé sur l'échantillon TM-14 du forage no F-F-1-2016. Le tableau suivant résume les divers paramètres calculés à partir de cet essai.

Tableau 4.5 Paramètres de consolidation œdométrique

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	σ'_p (kPa)	e_o	C_r	C_c	σ'_{vo} (kPa)	OCR	Perméabilité (cm/s)
F-F-1-2016	TM-14	10,26-10,41	109	1,38	0,06	0,42	160	0,7	$7,9 \times 10^{-8}$

Notes : *σ'_p : contrainte de préconsolidation*
C_c : indice de compression
σ'_{vo} : contrainte effective verticale (poids des terres)
e_o : indice des vides initiaux
C_r : indice de recompression
OCR : rapport de surconsolidation

D'après ces résultats, il s'agit d'un dépôt d'argile normalement consolidé.

Tableau 4.6 Paramètres de consolidation oedométrique (c_v)

Chargement (kPa)	c_v (m^2/s)
16,1	$1,64 \times 10^{-7}$
24,2	$9,94 \times 10^{-8}$
36,3	$8,64 \times 10^{-7}$
54,4	$1,10 \times 10^{-8}$
81,7	$6,11 \times 10^{-8}$
123	$6,58 \times 10^{-8}$
184	$6,42 \times 10^{-8}$
276	$6,01 \times 10^{-8}$
414	$6,67 \times 10^{-8}$
620	$6,64 \times 10^{-8}$
930	$7,52 \times 10^{-8}$
1 400	$8,75 \times 10^{-8}$
414	$2,17 \times 10^{-7}$
16,1	$5,86 \times 10^{-8}$

4.1.5 Dépôt de till

Un dépôt d'origine glaciaire, communément appelé till, composé d'une matrice sableuse a été rencontré directement sous le dépôt d'argile.

Le tableau suivant résume les résultats d'une analyse granulométrique et de teneurs en eau sur le dépôt de till.

Tableau 4.7 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique et de teneurs en eau sur le dépôt de till

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Granulométrie (%)			
				Gravier	Sable	Silt	Argile
				> 4,75 mm	*4,75 mm – 0,075 mm*	*0,075 mm – 0,002 mm*	*< 0,002 mm*
F-A-2-2016	CF-17	7,62-8,23	9	80		17	3
F-A-2-2016	CF-18	13,71-14,32	7	--	--	--	--
F-A-3-2016	CF-12	8,33-8,99	8	--	--	--	--
F-F-1-2016	CF-18	13,72-14,12	7	--	--	--	--

De plus, des cailloux et/ou blocs sont présents au sein du dépôt de till.

Le dépôt de till est dans un état qualifié généralement de compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 11 et 29. En profondeur, ce dernier devient dense à très dense.

Les forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016 ont été terminés au sein du dépôt de till à des profondeurs respectives de 17,42 m, 12,40 m et 15,49 m avec des refus d'enfoncement sur roc probable.

4.2 Cellule no 1

Tous les sondages, à l'exception des forages nos F-A-2-2016, F-A-3-2016 et F-F-1-2016, ont été réalisés sur la cellule no 1. Il est toutefois à noter que le forage no F-E-1-2016 a été effectué sur la digue interne principale d'une hauteur de 3 m reposant sur les résidus miniers.

4.2.1 Remblai

En surface, à l'emplacement de tous les sondages, des matériaux de remblai ont été rencontrés sur des épaisseurs variables. Celui-ci est constitué de stériles miniers mis en place avant notre arrivé, pour faciliter l'accès aux emplacements de ces sondages, à l'exception du forage no F-E-1-2016 sur la digue interne principale d'une hauteur de 3 m.

Les matériaux de remblai mis en place pour nos travaux sont à l'état lâche, alors que ceux de la digue interne principale sont considérés compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 15 et 29.

4.2.2 Résidus miniers

Dans les forages nos F-A-1-2016 et F-E-1-2016, des résidus miniers constitués majoritairement d'un silt avec des proportions variables en sable, gravier et argile ont été observés sur une épaisseur évaluée de l'ordre de 6 m.

Un essai pour déterminer la densité relative des grains sur un échantillon provenant des résidus miniers a été effectué. Une densité relative de 2,77 a été mesurée.

Les résidus miniers sont dans un état qualifié de très lâche à lâche avec des valeurs d'indices « N » variant entre 1 et 7.

Selon les essais de perméabilité réalisés en laboratoire et en chantier, les résidus possèdent une perméabilité de l'ordre de 1,0 x 10^{-6} cm/s à 5,0 x 10^{-6} cm/s.

4.2.3 Tourbe

Un horizon organique a été identifié sous les résidus miniers dans les forages nos F-A-1-2016 et F-E-1-2016 sur des épaisseurs respectives de 760 mm et 160 mm. Celui-ci est composé d'une tourbe fibreuse de couleur brune.

4.2.4 Dépôt d'argile

Un dépôt naturel cohésif varvé, composé de lits subhorizontaux d'argile et de silt a été noté sous les sols décrits précédemment jusqu'à des profondeurs variant entre 11,4 m et 14,5 m.

La consistance de ce dépôt s'avère ferme. Selon les essais au scissomètre de chantier (Nilcon), de laboratoire et des sondages au piézocône, le dépôt d'argile possède des résistances au cisaillement non drainées (c_u) oscillant majoritairement entre 25 kPa et 35 kPa.

Le tableau suivant résume les résultats des limites de consistance (limites Atterberg).

Tableau 4.8 Synthèse des résultats de la détermination des limites de consistance

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Indice de liquidité	Teneur en eau (%)
F-A-1-2016	TM-13	9,50-9,67	19	39	20	0,9	37
F-A-1-2016	TM-15	11,02-11,17	22	41	19	0,95	40
F-E-1-2016	TM-14	10,12-10,27	22	58	36	1,0	58
F-E-1-2016	CF-17	12,19-12,80	26	64	43	0,88	64

La classification unifiée des sols indique que l'argile est classifiée « CL » et « CH », soit une argile silteuse inorganique de plasticité faible à élever.

Le tableau suivant présente les résultats des essais de détermination du poids volumique ainsi que des résistances au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône.

Tableau 4.9 Synthèse des résultats du poids volumique et de la résistance au cisaillement au pénétromètre à cône

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	Résistance au cisaillement intact (kPa)	Résistance au cisaillement remanié (kPa)	Sensibilité (Cu/Cur)	Poids volumique (kN/m^3)
F-A-1-2016	TM-13	9,50-9,67	123,5	7	17,7	17,9
F-A-1-2016	TM-15	11,02-11,17	29,1	2,1	13,9	18,0
F-E-1-2016	TM-14	10,12-10,27	34,9	2,6	13,4	16,0
F-E-1-2016	TM-15	10,89-11,04	19,5	2	9,8	15,6

Un (1) essai de consolidation œdométrique et de perméabilité a été réalisé sur l'échantillon TM-13 du forage no F-A-1-2016. Le tableau suivant résume les divers paramètres calculés à partir de cet essai.

Tableau 4.10 Paramètres de consolidation œdométrique

Forage no	Échantillon no	Profondeur (m)	σ'_p (kPa)	e_o	C_r	C_c	σ'_{vo} (kPa)	OCR	Perméabilité (cm/s)
F-A-1-2016	TM-13	9,50-9,67	252	0,96	0,02	0,32	110	2,3	$1,3 \times 10^{-7}$

Note : $\sigma'p$: contrainte de préconsolidation — eo : indice des vides initiaux
Cc : indice de compression — Cr : indice de recompression
$\sigma'vo$: contrainte effective verticale (poids des terres) — OCR : rapport de surconsolidation

D'après ces résultats, il s'agit d'un dépôt d'argile surconsolidé.

Tableau 4.11 Paramètres de consolidation oedométrique (c_v)

Chargement (kPa)	c_v (m^2/s)
16,1	$2,72 \times 10^{-7}$
24,2	$3,73 \times 10^{-8}$
36,3	$1,24 \times 10^{-7}$
54,4	$1,20 \times 10^{-7}$
81,7	$1,57 \times 10^{-7}$
123	$1,15 \times 10^{-7}$
184	$1,19 \times 10^{-7}$
276	$1,64 \times 10^{-7}$
414	$1,18 \times 10^{-7}$
620	$1,11 \times 10^{-7}$
930	$1,02 \times 10^{-7}$
1 400	$8,70 \times 10^{-8}$
414	$3,69 \times 10^{-7}$
16,1	$7,75 \times 10^{-8}$

4.2.5 Dépôt de till

Un dépôt d'origine glaciaire, communément appelé till, composé d'une matrice sableuse a été rencontré directement sous le dépôt d'argile.

Des cailloux et/ou blocs sont présents au sein du dépôt de till.

Le dépôt de till est dans un état qualifié généralement de compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 20 et 26. En profondeur, ce dernier devient dense à très dense.

Les forages nos F-A-1-2016 et F-E-1-2016 ont été terminés au sein du dépôt de till à des profondeurs respectives de 15,33 m et 17,49 m avec des refus d'enfoncement sur roc probable. Tous les sondages au piézocône ont été arrêtés au refus sur la partie sommitale du dépôt de till.

5. Description sommaire des matériaux reçus

Le client nous a transmis des échantillons de stériles et de résidus miniers afin de réaliser des essais sur les matériaux qui seront utilisés lors des travaux.

5.1 Stériles miniers

Le tableau suivant résume les résultats d'une analyse granulométrique sur les stériles.

Tableau 5.1 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique sur les stériles

Granulométrie (%)			
Gravier	Sable	Silt	Argile
> 4,75 mm	*4,75 mm – 0,075 mm*	*0,075 mm – 0,002 mm*	*< 0,002 mm*
78	24	4	
80	16	4	

Un essai pour déterminer la densité relative des grains sur un échantillon provenant des résidus miniers a été effectué. Une densité relative de 2,81 a été mesurée.

Des teneurs en eau de 2 % e 3 % ont été obtenues sur deux échantillons différents.

Un essai de cisaillement horizontal et une détermination du Proctor standard ont également été réalisés. L'essai de cisaillement horizontal a permis de déterminer une cohésion de 0 kPa et un angle de frottement interne de 52°, alors qu'une masse volumique sèche maximale de 2 418 kg/m^3 et une teneur en eau optimale de 4,6 % ont été déterminées lors du Proctor standard.

Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à l'annexe D de ce rapport.

5.2 Résidus miniers

Le tableau suivant résume les résultats d'une analyse granulométrique sur les résidus.

Tableau 5.2 Synthèse des résultats d'une analyse granulométrique sur les résidus

Granulométrie (%)			
Gravier	Sable	Silt	Argile
> 4,75 mm	*4,75 mm – 0,075 mm*	*0,075 mm – 0,002 mm*	*< 0,002 mm*
0	9	81	10

Un essai pour déterminer la densité relative des grains sur un échantillon provenant des résidus miniers a été effectué. Une densité relative de 2,79 a été mesurée.

Des teneurs en eau de 28 % e 29 % ont été obtenues sur deux échantillons différents.

Selon l'essai de perméabilité réalisé en laboratoire, les résidus possèdent une perméabilité de l'ordre de 4,0 x 10^{-6} cm/s.

Une compression triaxiale de type CIU, un essai de cisaillement horizontal et une détermination du Proctor standard ont également été réalisés. L'essai de cisaillement horizontal a permis de déterminer une cohésion de 45 kPa et un angle de frottement interne de 25°, alors qu'une masse volumique sèche maximale de 1 666 kg/m^3 et une teneur en eau optimale de 17,7 % ont été déterminées lors du Proctor standard. La compression triaxiale de type CIU a permis de déterminer une cohésion de 39 kPa et un angle de frottement interne de 38°. Il est à mentionner que le mode de rupture entre une compression triaxiale et un essai de cisaillement horizontal est différent ce qui explique les différences de valeurs.

Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à l'annexe E de ce rapport.

6. Eau souterraine

Des mesures du niveau de l'eau souterraine ont été prises le 3 octobre 2016 dans les installations laissées en place dans les forages nos F-A-1-2016 et F-A-2-2016. Les niveaux d'eau mesurés sont présentés au tableau 6.1 suivant.

Tableau 6.1 Mesure du niveau d'eau dans les installations

Forage no	Relevé du 3 octobre 2016
	Profondeur en m (élévation en m)
F-A-1-2016/PZ-01	2,72 (329,31)
F-A-1-2016/PZ-02	8,83 (323,20)
F-A-2-2016/PZ-01	5,29 (326,36)
F-A-2-2016/PZ-02	9,83 (321,82)

Il est à noter qu'au tableau 6.1, le PZ-01 correspond au piézomètre Casagrande installé à moindre profondeur du PZ-02.

Selon les mesures du niveau de l'eau souterraine dans les installations, il est possible de constater un fort gardien hydraulique vers le bas, tant dans les résidus que sur la digue médiane.

Il est à noter que le niveau de l'eau dans le sol est susceptible de fluctuer selon les saisons et/ou les conditions climatiques et peut donc être rencontré à des élévations différentes en d'autres périodes de l'année.

7. Portée et limitations de l'investigation

Le présent rapport s'adresse exclusivement à Ressources Métanor inc. et aux autres parties identifiées explicitement dans ce rapport et l'utilisation de celui-ci par une tierce partie est interdite, sans le consentement écrit de **GHD** au préalable. En émettant le présent rapport, **GHD** affirme être l'auteure du rapport pour le projet tel que décrit. Ce rapport est un document professionnel et doit demeurer la propriété exclusive de **GHD**. Toute réutilisation ou redistribution non autorisée du rapport constitue un risque qui incombe uniquement au Client et à son destinataire et pour lequel **GHD** ne peut être tenue responsable. Le Client assumera la responsabilité de défendre, d'indemniser, ainsi que de dégager **GHD** de toute responsabilité résultant de la distribution non autorisée du rapport par le Client.

Le rapport doit être pris comme un tout et doit inclure tous les plans et annexes correspondants. Aucune partie du rapport ne peut être utilisée séparément.

Il est important de souligner qu'une investigation géotechnique consiste en un échantillonnage aléatoire et ponctuel d'un site et que les données incluses dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus aux emplacements des sondages réalisés uniquement. Les conditions géologiques présentées aux emplacements sont celles qui ont été observées au moment de la réalisation des sondages et peuvent toutefois être modifiées de façon significative par des travaux de construction (excavation, drainage, dynamitage, fonçage de pieux) sur le site ou sur les sites adjacents. Elles peuvent aussi être modifiées par l'exposition des sols et du roc à l'humidité, au séchage ou au gel. Les conditions de sol et d'eau souterraine entre les sondages et au-delà de l'endroit investigué peuvent varier autant en plan qu'en profondeur par rapport aux résultats obtenus à l'emplacement des sondages. De plus, certaines conditions qui n'ont pu être observées ou prévues au moment de l'étude pourraient être rencontrées durant la construction.

Dans l'éventualité où les conditions rencontrées sur le site devaient différer de celles observées à l'emplacement des sondages, nous demandons d'être immédiatement avisés par écrit afin de permettre une réévaluation.

Annexes

Annexe A
Rapports de forage

Méthodologie des essais in situ en géotechnique

A- Prélèvement d'échantillons

Les échantillons de sol sont généralement récupérés dans les forages au moyen soit d'un échantillonneur de type cuillère fendue ou à l'aide de tubes d'acier à paroi mince de type «Shelby». La cuillère fendue procure des échantillons de sol remaniés mais représentatifs de la nature des sols en place. L'enfoncement de l'échantillonneur permet également la réalisation simultanée de l'essai de pénétration standard qui est décrit à la section suivante. Les tubes à paroi mince sont enfoncés délicatement dans le sol et permettent la récupération d'échantillons non remaniés au sein des dépôts argileux, ce qui ne peut être le cas avec la cuillère fendue. Les échantillons de roc sont prélevés au moyen de tubes carottiers munis de trépans diamantés et procurent des échantillons sous forme de carottes dont les diamètres varient en fonction du calibre de l'outil utilisé.

B- Essai de pénétration standard («SPT»)

L'essai de pénétration standard consiste à enfoncer dans le sol un échantillonneur normalisé de type cuillère fendue au moyen d'un marteau de 140 lb (63,5 kg) qui le percute après une chute libre de 30 po (76 cm). L'échantillonneur est ainsi foncé dans le sol sur une distance de 18 po (45 cm) et le nombre de coups de marteau nécessaire à l'enfoncement est noté pour chaque intervalle de 6 po (15 cm). Le nombre de coups requis pour enfoncer les derniers 12 po (30 cm) correspond à l'indice de pénétration standard («N»). L'essai est répété à intervalle régulier et les indices obtenus sont des valeurs caractéristiques à partir desquelles on peut estimer la densité, la compressibilité et la résistance des différentes couches de sol traversées. (La procédure est peu applicable cependant aux dépôts argileux).

C- Essai de pénétration dynamique

L'essai de pénétration dynamique est similaire à l'essai de pénétration standard, sauf que l'échantillonneur est remplacé par une pointe conique de 10 cm^2 de surface. Le nombre de coups est noté de façon continue pour chaque pi (30 cm) d'enfoncement et les résultats obtenus donnent un relevé systématique de la densité relative des matériaux traversés. L'essai permet également de révéler la profondeur d'une couche de sol très dense ou parfois du socle rocheux.

Note : La présence de particules grossières, telles que de gros graviers, des cailloux ou des blocs au sein des couches de sol peut affecter les résultats de l'essai de pénétration standard ou dynamique en produisant des valeurs de résistance anormalement élevées. Dans certains cas, la pénétration peut même devenir impossible et un refus «R» est alors noté.

D- Essai de résistance au cisaillement

L'essai de résistance au cisaillement non drainé est réalisé en introduisant dans un sol argileux non remanié un scissomètre constitué de 4 palettes en forme de croix, et en mesurant, à partir de la surface, le couple (force de rotation) nécessaire pour cisailler une surface cylindrique. L'essai est répété à différentes profondeurs et les valeurs de couple obtenues sont converties pour déterminer les résistances au cisaillement non drainé pour chacun des essais effectués. Les profils de résistance recueillis permettent de calculer la capacité portante admissible des dépôts d'argile. L'appareil utilisé pour effectuer les mesures est du type «Nilcon», d'origine scandinave.

E- Essai de perméabilité (LeFranc)

Cet essai consiste à déterminer le coefficient de perméabilité K du sol autour d'une poche perméable (la lanterne) de dimensions connues qui a été formée sous le sabot de battage. La méthode retenue est celle à niveau d'eau variable descendant. Les essais de type LeFranc sont réalisés dans des sols à granulométrie moyenne et à perméabilité moyenne.

F- Essai d'eau sous pression

L'essai d'eau sous pression dans le rocher à palier de pression unique a pour objectif de déterminer le débit d'eau que peut absorber une zone définie de la masse rocheuse pour un palier de pression unique. Cet essai est exécuté afin d'apprécier l'absorptivité du rocher à l'intérieur de zones définies d'un trou de forage effectué dans le cadre d'une reconnaissance géotechnique. L'essai consiste à injecter de l'eau dans une zone de la masse rocheuse définie par une cavité cylindrique de longueur et de diamètre connus et réalisée par forage. Les débits d'eau absorbés sont mesurés pour une pression unique et pour des durées d'injection définies.

G- Essai au pressiomètre Ménard

L'essai pressiométrique, développé par Ménard (1956), est un essai de chargement latéral effectué dans un forage par dilatation d'une sonde cylindrique. L'essai permet de déterminer des caractéristiques effort-déformation du sol, et en particulier le module pressiométrique E_M, et la pression limite p_l, qui mesurent la résistance du sol et peuvent être utilisés pour évaluer la capacité portante et le tassement des fondations.

Notes explicatives sur les rapports de sondage

Description des sols :
Chacune des couches de mort-terrain est décrite selon la terminologie d'usage énumérée ci-après. La compacité des sols granulaires est définie par la valeur de l'indice de pénétration standard "N", et la consistance des sols cohérents par la résistance au cisaillement non drainé à l'état non remanié (Cu).

Classification (Système unifié)

Argile	< 0.002 mm		
Silt	de 0.002 à 0.075 mm		
Sable	de 0.075 à 4.75 mm	fin	de 0.075 à 4.25 mm
		moyen	de 0.425 à 2.0 mm
		grossier	de 2.0 à 4.75 mm
Gravier	de 4.75 à 75 mm	fin	de 4.75 à 19 mm
		grossier	de 19 à 75 mm
Cailloux	de 75 à 300 mm		
Blocs	>300 mm		

Terminologie

"traces"	1-10%
"un peu"	10-20%
adjectif (silteux, sableux)	20-35%
"et"	35-50%

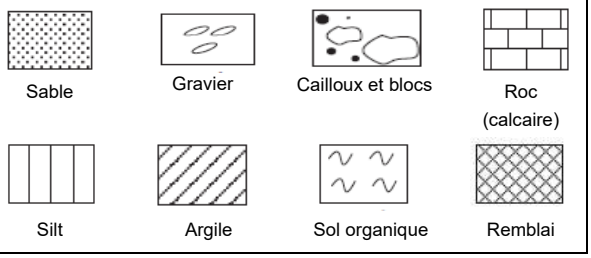
Compacité des sols granulaires	Indice de pénétration standard "N" (COUPS/pi. – 300 mm)
Très lâche	0-4
Lâche	4-10
Compact	10-30
Dense	30-50
Très dense	>50

Consistance des sols cohérents	Résistance au cisaillement (Cu) (lb./pi.^{2})	(kPa)
Très molle	<250	<12
Molle	250-500	12-25
Ferme	500-1000	25-50
Raide	1000-2000	50-100
Très raide	2000-4000	100-200
Dure	>4000	>200

Indice de qualité du roc

Valeur "RQD" (%)	Qualificatif
<25	Très mauvais
25-50	Mauvais
50-75	Moyen
75-90	Bon
>90	Excellent

Légende stratigraphique



Échantillons:

Type et numéro

Le type d'échantillonneur utilisé est défini par l'abréviation indiquée ci-après. La numérotation est continue pour chacun des types.

CF: Cuillère fendue
CFE, VRE, TAE: Échantillonnage environnemental
TM: Tube à paroi mince
PS: Tube à piston (Osterberg)
TA: Tarière
CR: Carottier diamanté
VR: Vrac

Récupération

La récupération de l'échantillon est le rapport exprimé en pourcentage de la longueur récupérée dans l'échantillonneur à la longueur enfoncée.

RQD

Les indices de qualité du roc ("Rock Quality Designation" ou "RQD") sont définis comme étant le rapport exprimé en pourcentage de la longueur cumulée de tous les fragments de carottes de 4 pouces (10 cm) ou plus à la longueur totale de la course.

Essais de chantier:

N: Indice de pénétration standard
R: Refus à la pénétration
N_c: Indice de pénétration dynamique au cône
Cu: Résistance au cisaillement non drainé
Pr: Pressiomètre
k: Perméabilité
ABS: Absorption (eau sous pression)

Essais de laboratoire:

I_p: Indice de plasticité
W_l: Limite liquide
Wp: Limite plastique
SD: Sédimentométrie
AG: Analyse granulométrique
A: Limites d'Atterberg
w: Teneur en eau
γ: Poids volumique
C:Consolidation
CS: Cône suédois
AC: Analyse chimique
VO: Vapeur organique

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417198.3
Y : 5483410.6
Z : 332.03

▼ - NIVEAU D'EAU
Date : 2016-10-03
Profondeur (m) : 2.72 ; 8.83

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-30
Date (fin) : 2016-09-30

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS	
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	Niveau d'eau
0.00	332.03		Surface du sol							○ Teneur en eau (%) △ C_u (Terrain, kPa) ⊢⊣ Limites d'Atterberg (%) □ C_u (Lab, kPa) W_P W_L ● Indice "N" standard ▲ Indice "N_C" dynamique 10 20 30 40 50 60 70 80 90	
			Remblai: Pierre concassée, grise, humie, lâche		CF-1	60			3-3-3-4 (N)	4 *	
0.61	331.42		**Résidus miniers:** Silt, traces de sable, gris, très humide, très lâche		CF-2	65			1-1-1-1 (N)	1 *	
1.83	330.20		devenant gris-brun		CF-3	60			2-2-1-2 (N)	2 *	
2.44	329.59		devenant avec présence de débris (bois)		CF-4	62			2-2-3-4 (N)	3 *	2.72 m
3.05	328.98		devenant gris-noir		CF-5	71			1-2-1-3 (N)	2 *	
3.59	328.44		Silt, traces de sable, gris, très humide, très lâche		CF-6	60			1-1-2-4 (N)	2 *	
4.27	327.76		devenant avec traces de gravier, saturé		CF-7	81			2-1-2-1 (N)	2 *	
4.88	327.15		Silt, traces de sable, gris-brun, saturé, très lâche		CF-8	70			3-2-3-3 (N)	1 *	
					CF-9	60			2-1-1-1 (N)	3 *	
6.71	325.32		**Sol organique:** Tourbe, brune, saturée								

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417198.3
Y : 5483410.6
Z : 332.03

▼ - NIVEAU D'EAU
Date : 2016-10-03
Profondeur (m) : 2.72 ; 8.83

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-30
Date (fin) : 2016-09-30

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD
7.00	325.03		Surface du sol							
					CF-10	88			5-3-3-5 (N)	4 *
7.47	324.56		**Sol naturel:** Argile silteuse, grise, saturé, ferme							
8.0					CF-11	62			3-3-4-3 (N)	5 *
					CF-12	66			2-2-2-2 (N)	3 *
9.0					TM-13	100	A w C50 y = 1.83 g/cm³ Cu = 123.5 Kpa Cur = 7 Kpa			
10.0					CF-14	62			1-0-1-1 (N)	1 *
10.67	321.36		devenant avec interlit de silt							
11.0					TM-15	100	A w y = 1.84 g/cm³ Cu = 29.1 Kpa Cur = 2.1 Kpa			
11.43	320.60		Sable, un peu de silt, traces de gravier, gris, saturé, compact		CF-16	43			8-9-8-13 (N)	11*
12.0					CF-17	65			13-10-19-10 (N)	19*
13.0										

RÉSULTATS DES ESSAIS

Teneur en eau (%) △ C_u (Terrain, kPa)
Limites d'Atterberg (%) □ C_u (Lab, kPa)
W_P W_L
Indice "N" standard
Indice "N_C" dynamique

10 20 30 40 50 60 70 80 90

123.5

Niveau d'eau

8.83 m

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417198.3
Y : 5483410.6
Z : 332.03

▼ - NIVEAU D'EAU
Date : 2016-10-03
Profondeur (m) : 2.72 ; 8.83

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-30
Date (fin) : 2016-09-30

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS		
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) ⊢⊣ Limites d'Atterberg (%) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N_C" dynamique △ C_u (Terrain, kPa) □ C_u (Lab, kPa) 10 20 30 40 50 60 70 80 90	Niveau d'eau
14.00	318.03		Surface du sol									
					CF-18	80			20-19-21-30 (N)	26*		
15.33	316.70		Refus tarière sur roc probable Fin du forage Note: -* Indice de pénétration "N" corrigé en fonction du calibre de la cuillière utilisée.									

15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-2-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417286.2
Y : 5483567.6
Z : 331.65

▼ - NIVEAU D'EAU
Date : 2016-10-03
Profondeur (m) : 5.29 ; 9.83

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-28
Date (fin) : 2016-09-28

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD
0.00	331.65		Surface du sol							
			Remblai: Sable, traces à un peu de silt, un peu de gravier, brun-gris, humide, compact		CF-1	59			7-16-13-21 (N)	19*
0.66	330.99		Pierre concassée de calibre apparent 100-0mm, grise, humide, compacte		CF-2	21			7-10-6-9 (N)	10*
					CF-3	31	w		4-6-10-20 (N)	10*
2.28	329.37		Sable et gravier, traces de silt, brun, humide, compact présence de cailloux		CF-4	0			15-12-9-8 (N)	11*
3.05	328.60		devenant lâche		CF-5	26	AG w		3-7-7-10 (N)	9 *
3.81	327.84		devenant compact avec présence de cailloux		CF-6	23			20-23-14-11 (N)	24*
					CF-7	13			19-18-15-8 (N)	22*
5.33	326.32		devenant saturé		CF-8	7			10-9-8-7 (N)	11*
6.10	325.55		devenant lâche		CF-9	33	AG w		6-5-5-4 (N)	7 *
					CF-10	13			9-3-4-6 (N)	5 *
7.62	324.03		Sable, traces de silt, un peu de gravier, brun, saturé, compact		CF-11	38	w		11-7-17-20 (N)	16*
8.48	323.17		**Sol organique:** Tourbe, brune, très humide		CF-12	48			7-10-11-9 (N)	14*
8.54	323.11		**Sol naturel:** Silt, traces de sable, gris, saturé, compact							
9.23	322.42		Argile silteuse, traces de sable, grise, saturée, raide		CF-13	66	SD		6-4-3-4 (N)	5 *

RÉSULTATS DES ESSAIS

○ Teneur en eau (%) △ C_u (Terrain, kPa)
W_P W_L Limites d'Atterberg (%) □ C_u (Lab, kPa)
● Indice "N" standard
▲ Indice "N_C" dynamique

10 20 30 40 50 60 70 80 90

Niveau d'eau
5.29 m
9.83 m

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-2-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417286.2
Y : 5483567.6
Z : 331.65

▼ - NIVEAU D'EAU
Date : 2016-10-03
Profondeur (m) : 5.29 ; 9.83

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-28
Date (fin) : 2016-09-28

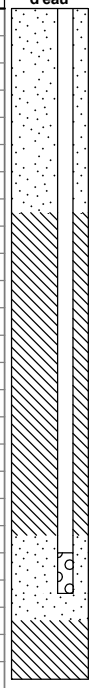
TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD
10.00	321.65		Surface du sol							
					CF-14	5			5-2-2-2 (N)	3 *
10.60	321.05		Argile et silt, gris, saturé, ferme							
11.0					CF-15	100	SD		2-1-1-1 (N)	1 *
					CF-16	28			1-2-16-14 (N)	12*
12.0										
12.19	319.46		Sable, un peu de silt et de gravier, traces d'argile, gris, saturé, compact		CF-17	30	SD w		23-9-11-9 (N)	13*
13.0										
13.73	317.92		devenant graveleux		CF-18	28	w		18-14-12-15 (N)	17*
14.0										
15.0					CF-19	36			15-24 50/8cm (N)	R
16.0										
17.0					CF-20	45			30-33 55/15cm (N)	57*
17.42	314.23		Refus tarière sur roc probable Fin du forage							
18.0										
19.0										

Note:
-* Indice de pénétration "N" corrigé en fonction du calibre de la cuillière utilisée.



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-A-3-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417305.9
Y : 5483589.0
Z : 326.59

▼ - NIVEAU D'EAU
Date :
Profondeur (m) :

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-29
Date (fin) : 2016-09-29

TYPE ÉCHANTILLON
- CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
- CR(E) - Carottier diamanté
- TA(E) - Tarière
- TEE - Tube Échantillonnage Environnement
- TM - Tube à paroi mince
- VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
- Remanié
- Intact
- Forage au diamant
- Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
- AC : analyse chimique
- AG: analyse granulométrique
- SD: analyse sédimentométrique
- W_L: limite liquide
- W_P: limite plastique
- w : teneur en eau
- C_u: cisaillement non drainé
- Dup: éch. duplicata prélevé

Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD
0.00	326.59		Surface du sol							
0.36	326.23		**Remblai:** Pierre concassée de calibre apparent 100-0mm, grise, humide, lâche		CF-1	30			2-5-3-4 (N)	5 *
0.76	325.83		devenant saturée		CF-2	18			2-4-4-6 (N)	5 *
			Résidus miniers: Silt, un peu de sable, brun à gris, saturé, lâche		CF-3	59	w		7-8-3-4 (N)	7 *
2.28	324.31		devenant très lâche avec présence de débris (bois)		CF-4	39			5-3-3-1 (N)	4 *
3.05	323.54		**Sol organique:** Tourbe, brune, humide		CF-5	49	w		5-4-3-5 (N)	5 *
3.30	323.29		**Sol naturel:** Silt, traces de sable, gris, saturé, lâche		CF-6	5			6-4-3-6 (N)	5 *
4.50	322.09		Argile silteuse, grise, saturé, raide		CF-7	52	w		3-4-3-2 (N)	5 *
5.57	321.02		devenant ferme		TM-8	100	y = 1.63 g/cm³			
6.10	320.49		devenant molle		TM-9	100	y = 1.69 g/cm³			
					TM-10	100	y = 1.65 g/cm³			
7.37	319.22		devenant raide		TM-11	100	y = 1.75 g/cm³			
8.00	318.59		Silt, traces de sable, gris, saturé, compact							
8.33	318.26		Sable, un peu de silt, traces de gravier, gris, saturé, compact		CF-12	30	w		2-6-9-7 (N)	10*
9.15	317.44		devenant lâche		CF-13	13			3-8-6-5 (N)	9
9.91	316.68		devenant graveleux et dense		CF-14	20			17 -50/10cm (N)	R
					CF-15	80			20-18 15-21 (N)	22*
12.40	314.19		Refus tarière sur roc probable Fin du forage							

Note:
-* Indice de pénétration "N" corrigé en fonction du calibre de la cuillière utilisée.

RÉSULTATS DES ESSAIS

Teneur en eau (%) ; C_u (Terrain, kPa) ; Limites d'Atterberg (%) ; C_u (Lab, kPa) ; Indice "N" standard ; Indice "N_C" dynamique

10 20 30 40 50 60 70 80 90

Niveau d'eau

110

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-E-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417367.8
Y : 5483367.3
Z : 331.49

▼ - NIVEAU D'EAU
Date :
Profondeur (m) :

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-29
Date (fin) : 2016-09-30

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS	
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	Niveau d'eau
0.00	331.49		Surface du sol							10 20 30 40 50 60 70 80 90	
			Remblai: Pierre concassée de calibre apparent 100-0mm, grise, humide, compact		CF-1	21			11-10-18-10 (N)	18*	
1.0					CF-2	16			7-12-13-16 (N)	16*	
					CF-3	43			8-24-20-15 (N)	29*	
2.0	2.00	329.49	devenant saturée								
					CF-4	13			8-13-11-10 (N)	15*	
3.0	3.05	328.44	**Résidus miniers:** Silt, traces de sable et de gravier, gris, saturé, très lâche		CF-5	43			4-6-3-5 (N)	6 *	
	3.81	327.68	devenant très lâche		CF-6	16			4-2-3-3 (N)	3 *	
4.0											
					CF-7	49			2-2-2-1 (N)	3 *	
5.0					CF-8	16			8-6-2-3 (N)	5 *	
					CF-9	48	Dr = 2.77		2-3-3-3 (N)	4 *	
6.0											
7.0	6.86	324.63	devenant avec présence de débris (bois)		CF-10	66			3-1-2-2 (N)	2 *	
	7.62	323.87	devenant avec traces de matières organiques		CF-11	79			1-1-1-1 (N)	1 *	
8.0											
	8.38	323.11	devenant lâche		CF-12	13			4-4-6-6 (N)	7 *	
9.0											
	9.15	322.34	**Sol organique:**								
	9.31	322.18	Tourbe, brune, humide		CF-13	70			1-1-3-3 (N)	3 *	
			Sol naturel: Argile silteuse, grise, saturé, ferme								

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-E-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417367.8
Y : 5483367.3
Z : 331.49

▼ - NIVEAU D'EAU
Date :
Profondeur (m) :

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-29
Date (fin) : 2016-09-30

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS	
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	Teneur en eau (%) ○ / Limites d'Atterberg (%) W_P W_L / Indice "N" standard ● / Indice "N_C" dynamique ▲ / C_u (Terrain, kPa) △ / C_u (Lab, kPa) □ — 10 20 30 40 50 60 70 80 90
10.00	321.49		Surface du sol								
					TM-14	100	A w y = 1.63 g/cm³ Cu = 35 Kpa Cur = 2.6 Kpa				
11.0					TM-15	100					
					CF-16	100	y = 1.59 g/cm³ Cu = 19.8 Kpa Cur = 2 Kpa A w		1-0-0-1 (N)	1	
12.0					CF-17	100			1-0-0-1 (N)	1	
13.0					CF-18	100			1-0-0-1 (N)	1	
	13.72	317.77	devenant avec interlit de silt								
14.0					CF-19	100			1-1-3-2 (N)	3 *	
	14.48	317.01	Sable, un peu de silt, traces de gravier, gris, saturé, compact		CF-20	51			11-12-18-13 (N)	20*	
15.0											
	15.24	316.25	devenant graveleux		CF-21	5			18-50/5cm (N)	R	
16.0											
17.0					CF-22	25			51-47-40 50/12cm (N)	57*	
	17.49	314.00	Refus tarière sur roc probable Fin du forage								
18.0			Note: -* Indice de pénétration "N" corrigé en fonction du calibre de la cuillière utilisée.								
19.0											

Niveau d'eau

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-F-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417400.7
Y : 5483476.9
Z : 331.54

▼ - NIVEAU D'EAU
Date :
Profondeur (m) :

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-27
Date (fin) : 2016-09-27

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS	
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD	Niveau d'eau
0.00	331.54		Surface du sol							10 20 30 40 50 60 70 80 90	
			Remblai: Sable, un peu de gravier, traces de silt, brun, humide, lâche		CF-1	59			1-3-11-24 (N)	9 *	
0.94	330.60		Pierre concassée de calibre apparent 100-0mm, grise, humide, dense		CF-2	52			16-27 20-16 (N)	31*	
1.73	329.81		Sable et gravier, traces de silt, brun, humide, compact		CF-3	46	w		8-13 11-18 (N)	16*	
					CF-4	16			9-8-8-7 (N)	10*	
					CF-5	30	w		5-11-8-5 (N)	12*	
					CF-6	48	AG		9-10-10-9 (N)	13*	
					CF-7	7			17-12-11-9 (N)	15*	
5.00	326.54		devenant saturé								
5.33	326.21		devenant lâche		CF-8	5			8-5-4-5 (N)	6 *	
6.10	325.44		devenant graveleux		CF-9	36	AG w		7-3-8-12 (N)	7 *	
					CF-10	30			5-6-6-2 (N)	8 *	
					CF-11	0			4-4-5-4 (N)	6 *	
8.38	323.16		devenant compact		CF-12	30			8-10-6-9 (N)	10*	
8.93	322.61		**Sol naturel:** Argile silteuse, traces de sable, gris, saturé, raide		CF-13	100	SD w		2-2-3-2 (N)	3 *	

Teneur en eau (%) ○ — C_u (Terrain, kPa) △
Limites d'Atterberg (%) W_P W_L — C_u (Lab, kPa) □
Indice "N" standard ●
Indice "N_C" dynamique ▲

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-F-1-2016

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR
PROJET: REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS
LOCALISATION: 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC
DÉCRIT PAR: F. ARGUIN VÉRIFIÉ PAR: V. BARON/ L. MAURE

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (UTM, NAD-83) (m)
X : 417400.7
Y : 5483476.9
Z : 331.54

▼ - NIVEAU D'EAU
Date :
Profondeur (m) :

Plan de localisation : 11128109-A2-1

Type de forage : Tarière
Calibre du carottier : N
Type de marteau : Automatique
Rapport d'énergie :
Date (début) : 2016-09-27
Date (fin) : 2016-09-27

TYPE ÉCHANTILLON
CF(E) - Cuillère fendue (Environnement)
CR(E) - Carottier diamanté
TA(E) - Tarière
TEE - Tube Échantillonnage Environnement
TM - Tube à paroi mince
VR(E) - Vrac

ÉTAT ÉCHANTILLON
Remanié
Intact
Forage au diamant
Perdu

ESSAIS RÉALISÉS
AC : analyse chimique
AG: analyse granulométrique
SD: analyse sédimentométrique
W_L: limite liquide
W_P: limite plastique
w : teneur en eau
C_u: cisaillement non drainé
Dup: éch. duplicata prélevé

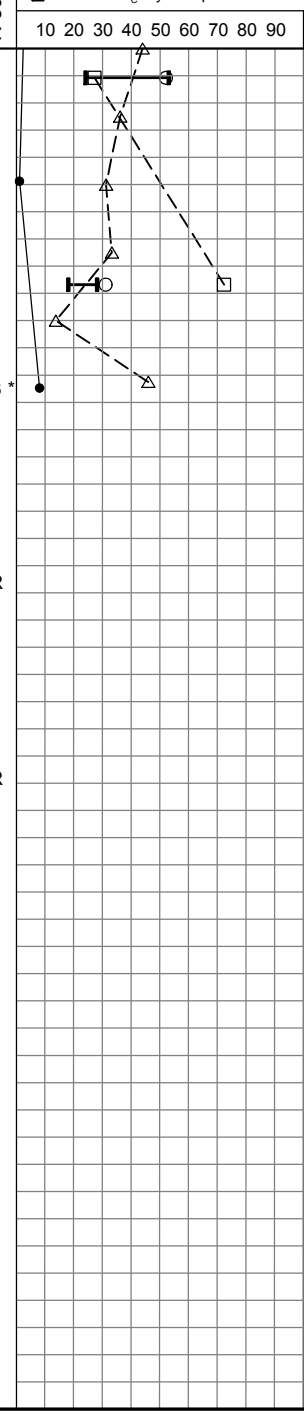
COUPE STRATIGRAPHIQUE / **ÉCHANTILLON** / **RÉSULTATS DES ESSAIS**

Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (Calibre)	N ou RQD
10.00	321.54		Surface du sol							
10.00	321.54		devenant ferme		TM-14	100	A w C50 y = 1.72 g/cm³ Cu = 27.8 Kpa Cur = 3.6 Kpa			
					CF-15	100			1-1-0-1 (N)	1
					TM-16	100	SD A w y = 1.98 g/cm³ Cu = 72.9 Kpa Cur = 2.1 Kpa			
12.45	319.09		Sable, un peu de silt, traces de gravier et d'argile, gris, saturé, lâche		CF-17	39			4-6-7-9 (N)	8 *
13.72	317.82		devenant dense		CF-18	55	w		39-36 50/10cm (N)	R
					CF-19	42			60-50/10cm (N)	R
15.49	316.05		Refus tarière sur roc probable Fin du forage							

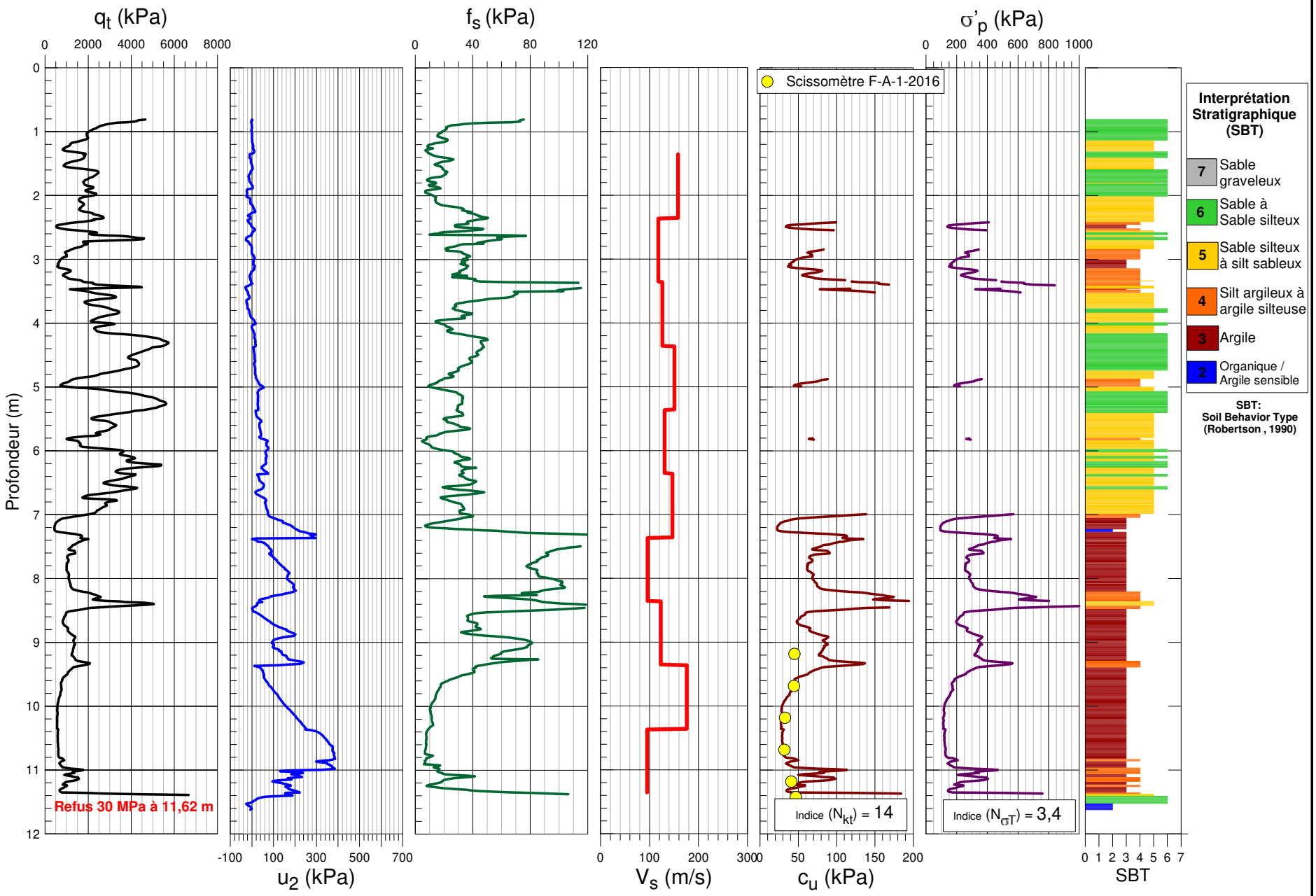
Note:
-* Indice de pénétration "N" corrigé en fonction du calibre de la cuillière utilisée.

RÉSULTATS DES ESSAIS

○ Teneur en eau (%) △ C_u (Terrain, kPa)
W_P W_L Limites d'Atterberg (%) □ C_u (Lab, kPa)
● Indice "N" standard
▲ Indice "N_C" dynamique



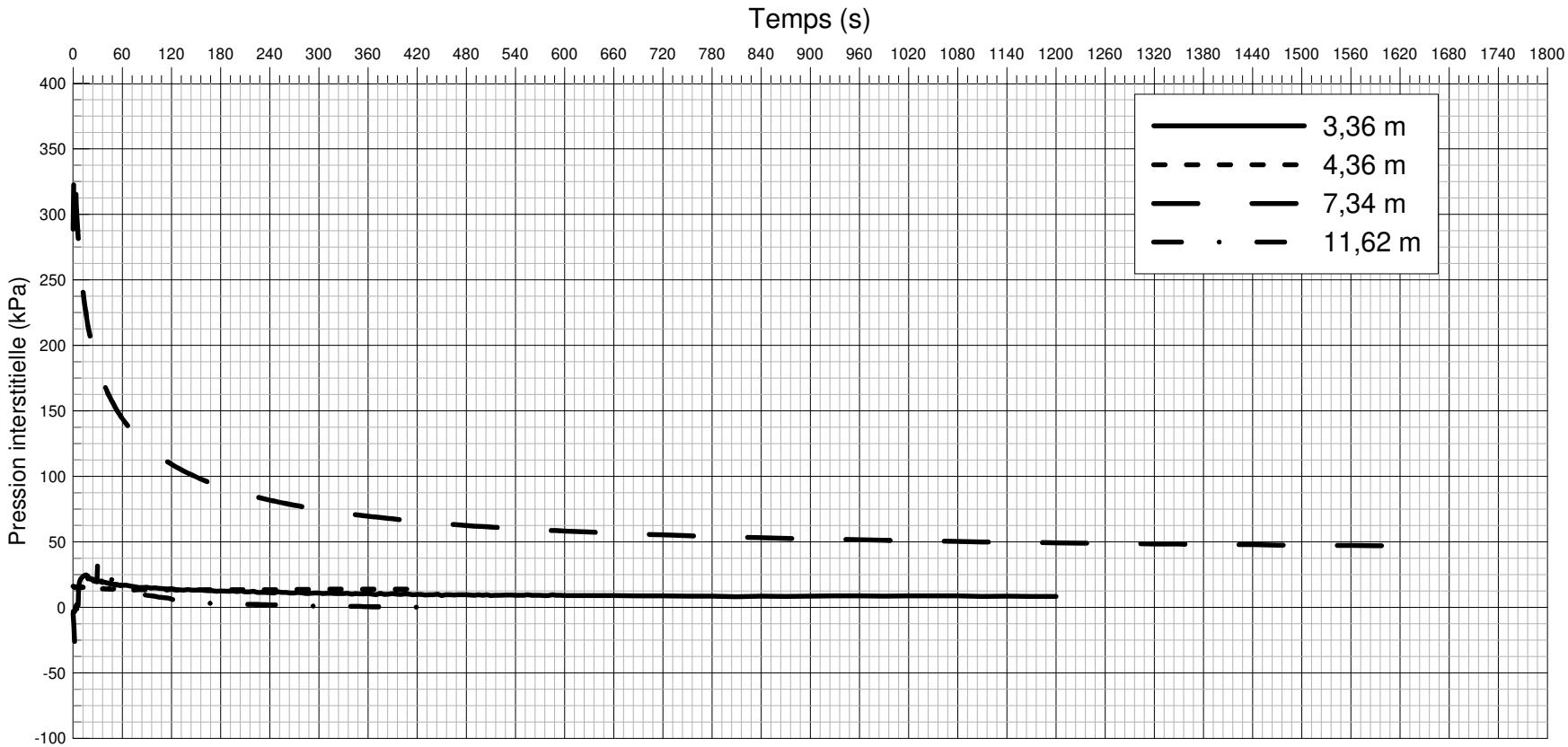
Annexe B
Rapports de sondage au piézocône



GHD	Profondeur initiale : 0.81 m Profondeur finale : 11.62 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **SCPTU-A1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

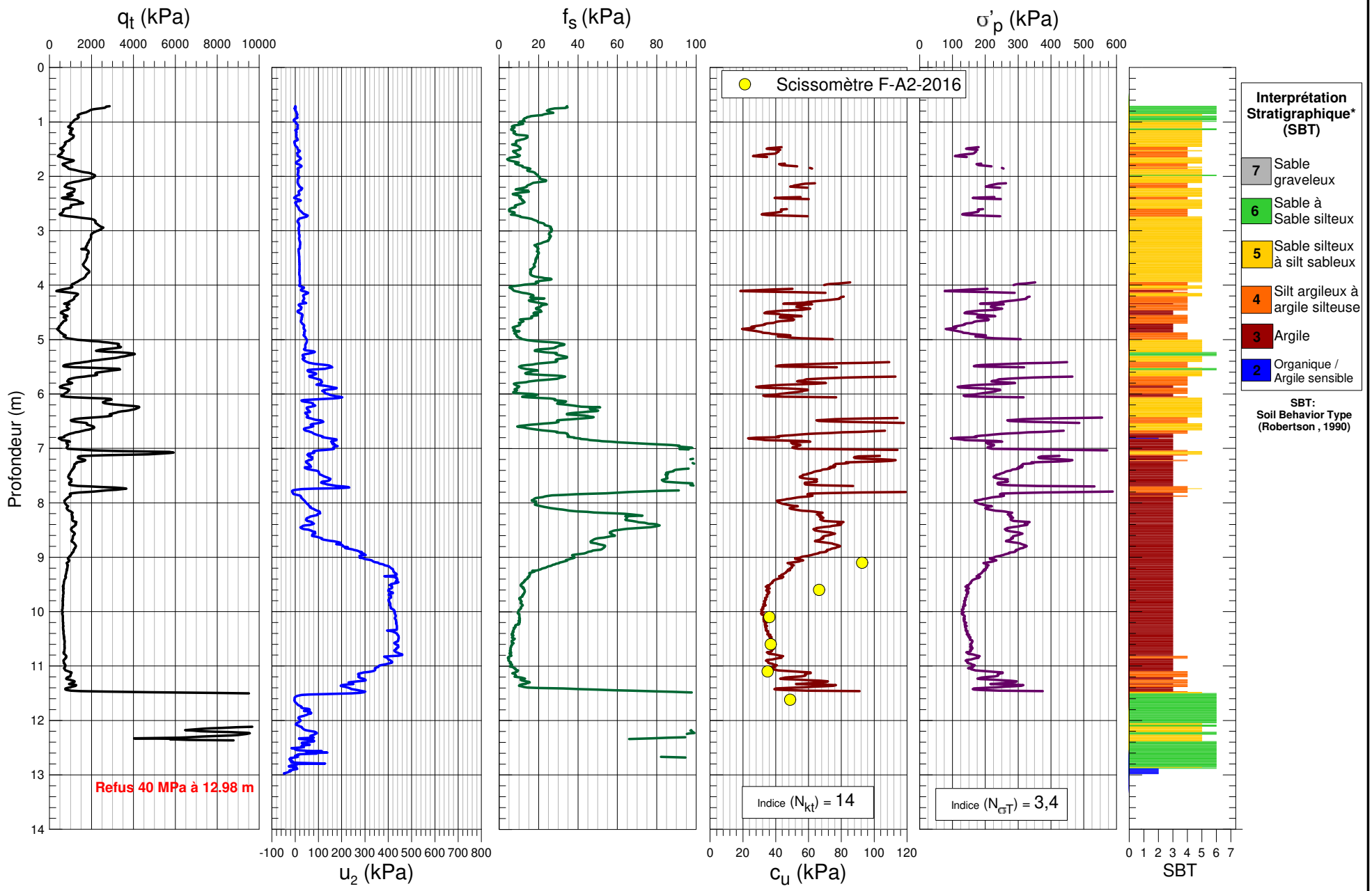
Réalisé par: GHD Consultants Ltée / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph. D./ **Vérifié par**: Kamel K. Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **SCPTU-A1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

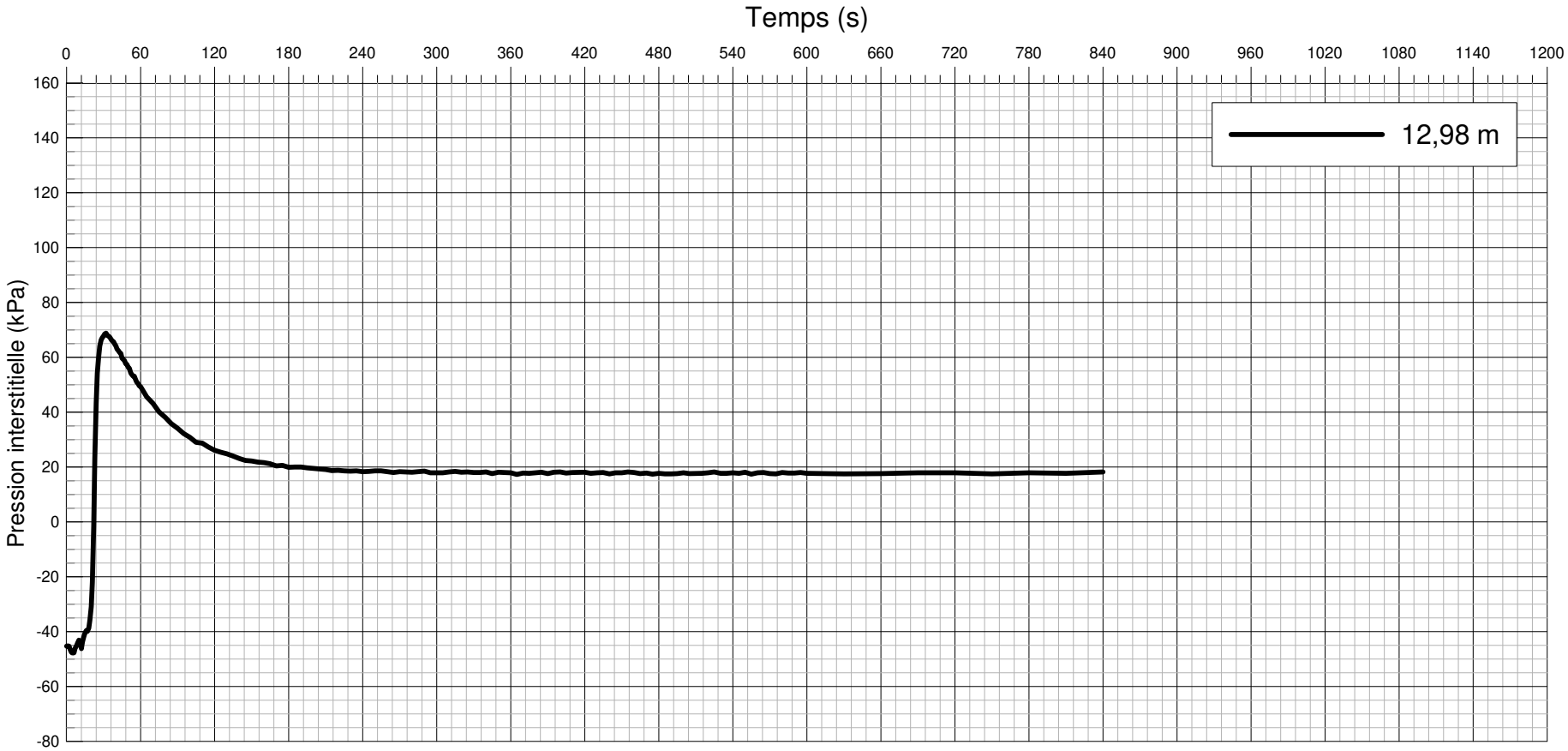
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



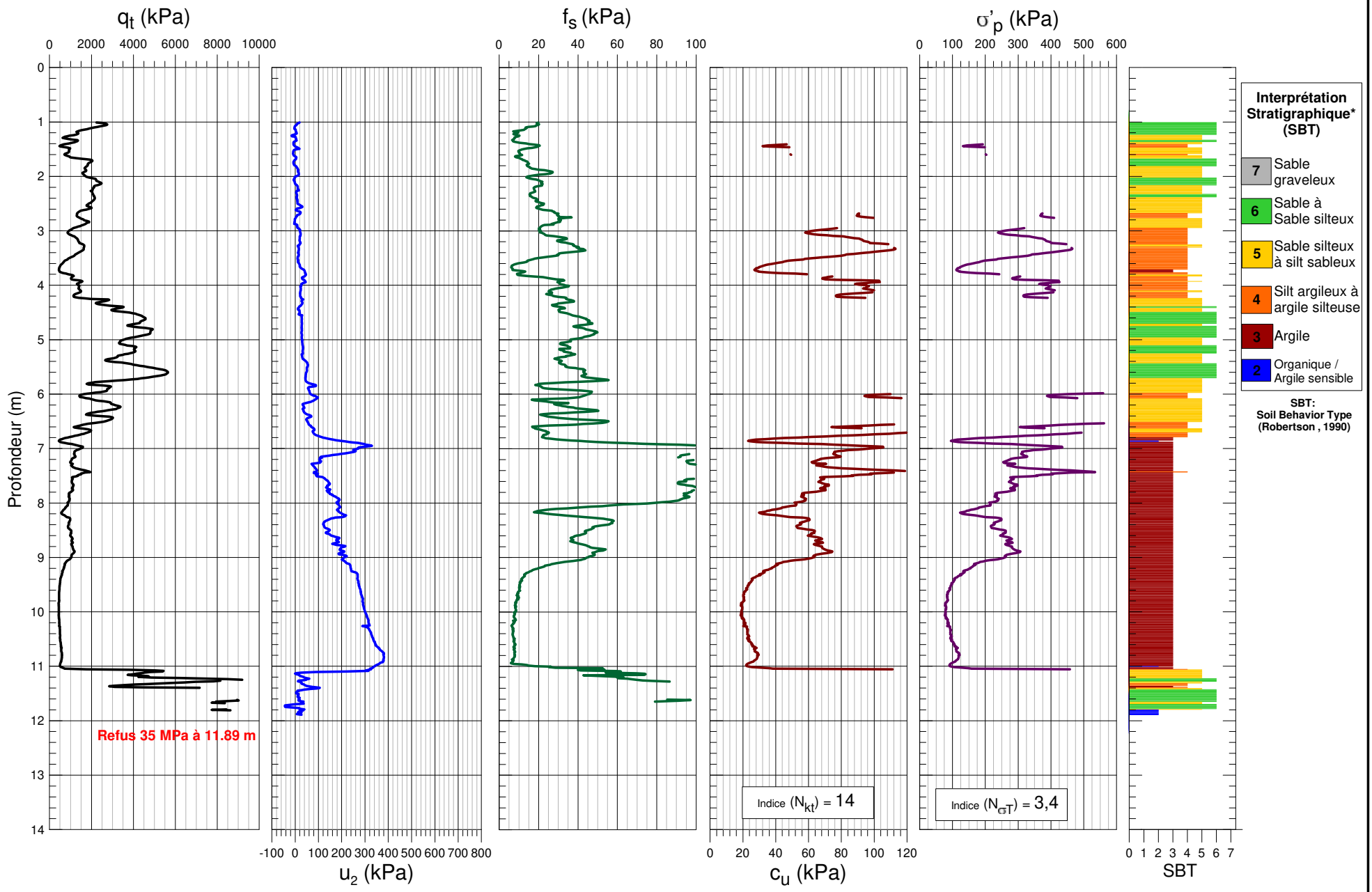
Profondeur initiale : 0.71 m Profondeur finale : 12.98 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-A3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



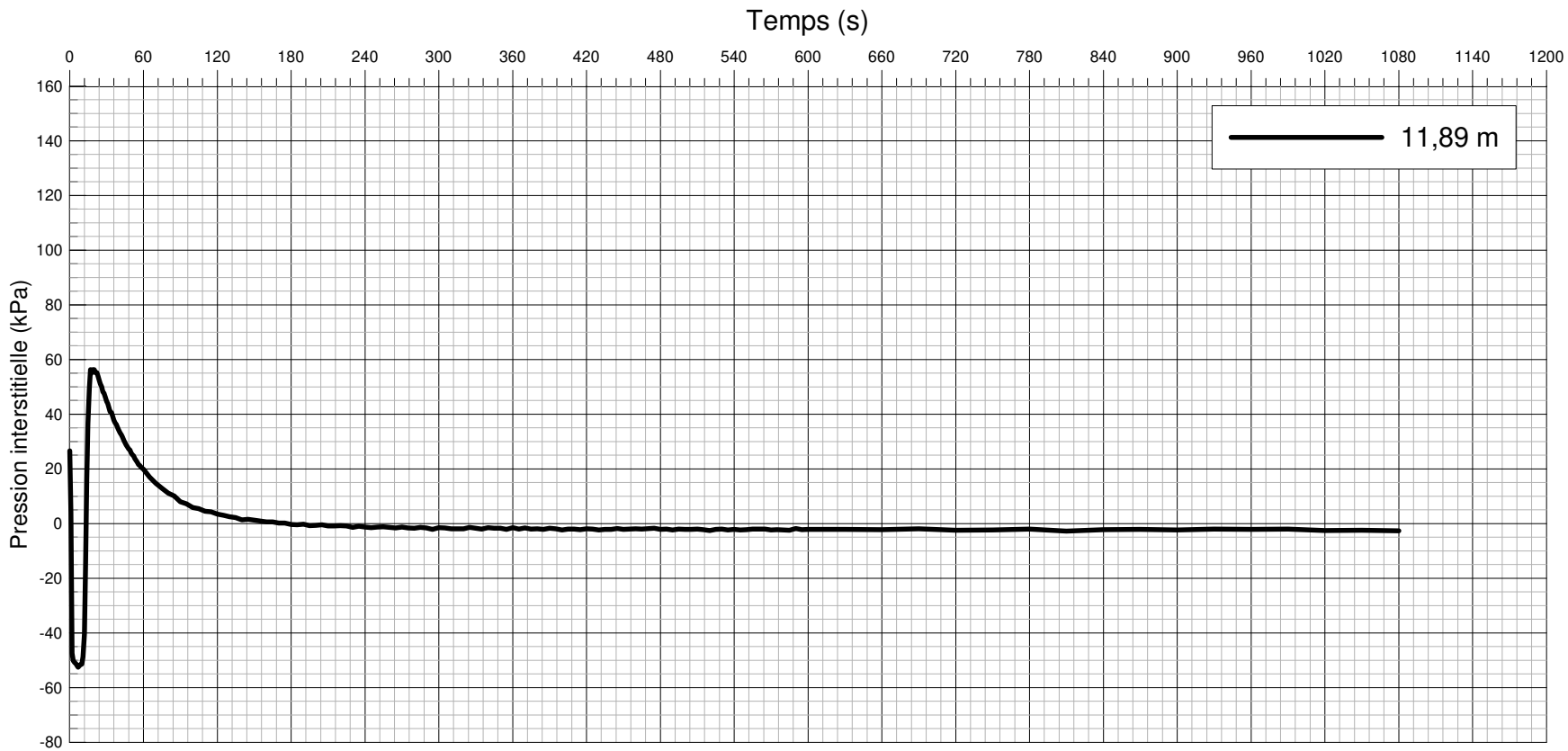
GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-A3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A



Profondeur initiale : 0.71 m Profondeur finale : 12.98 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-A4** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

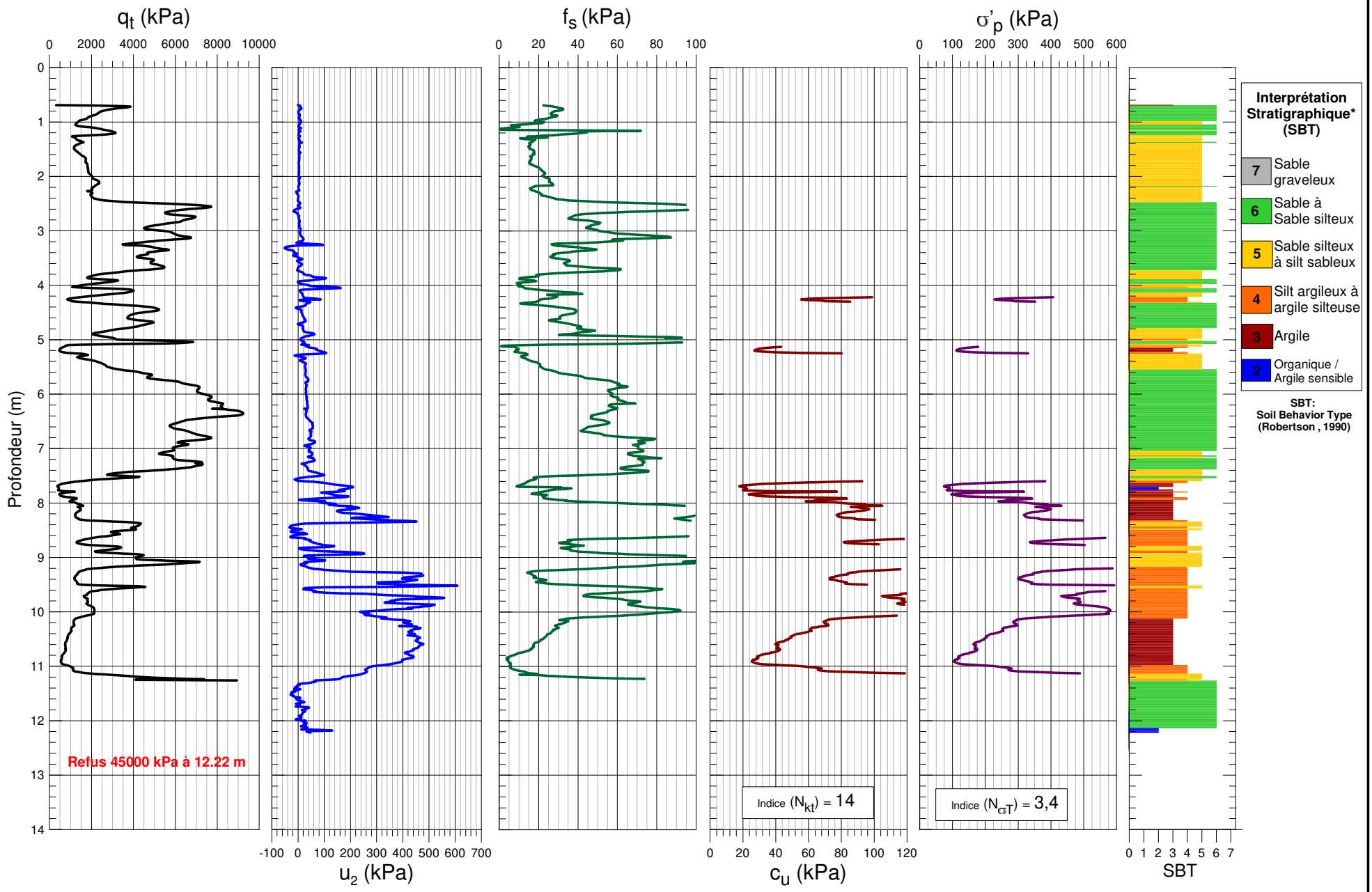
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-A4** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

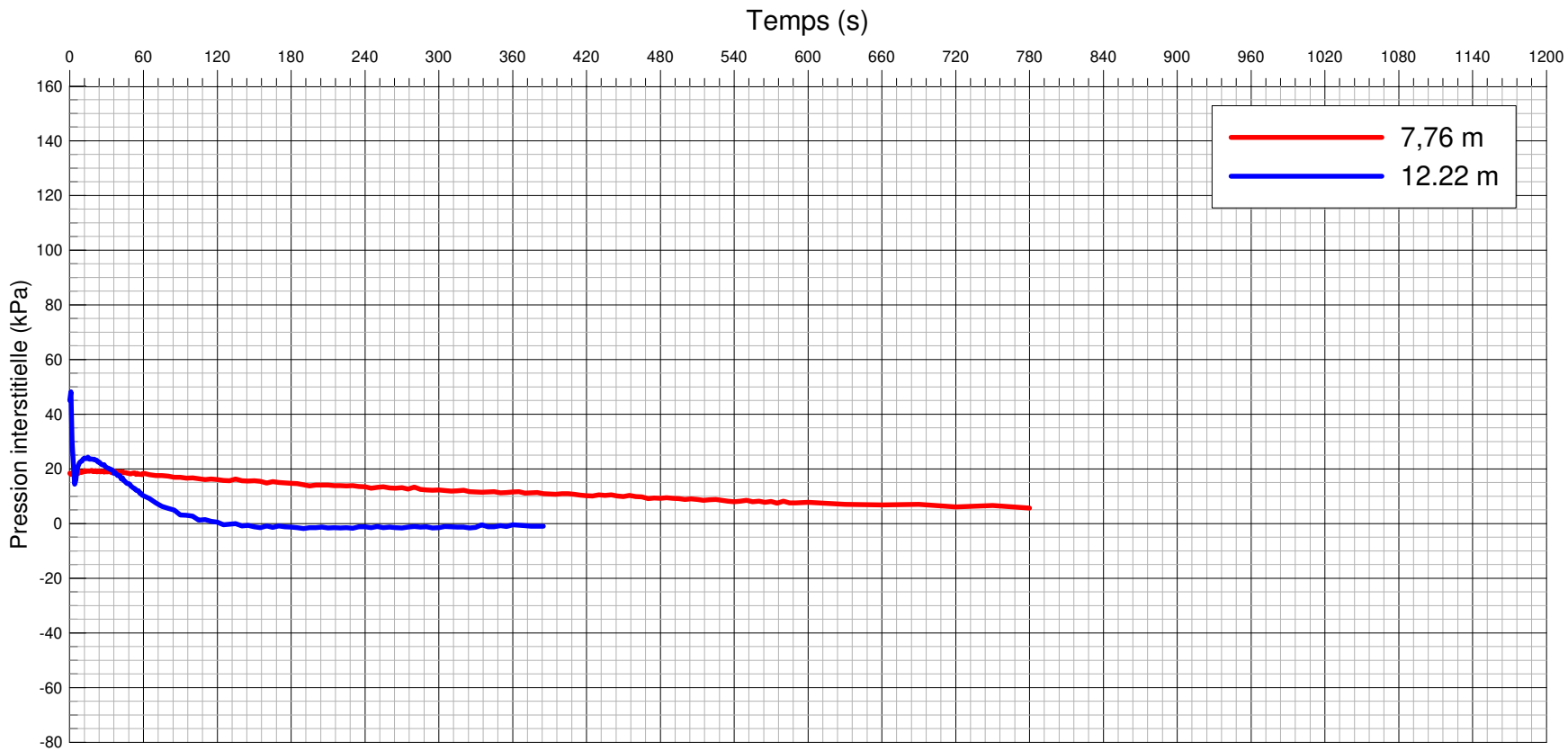
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



Profondeur initiale : 0.69 m Profondeur finale : 12.23 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

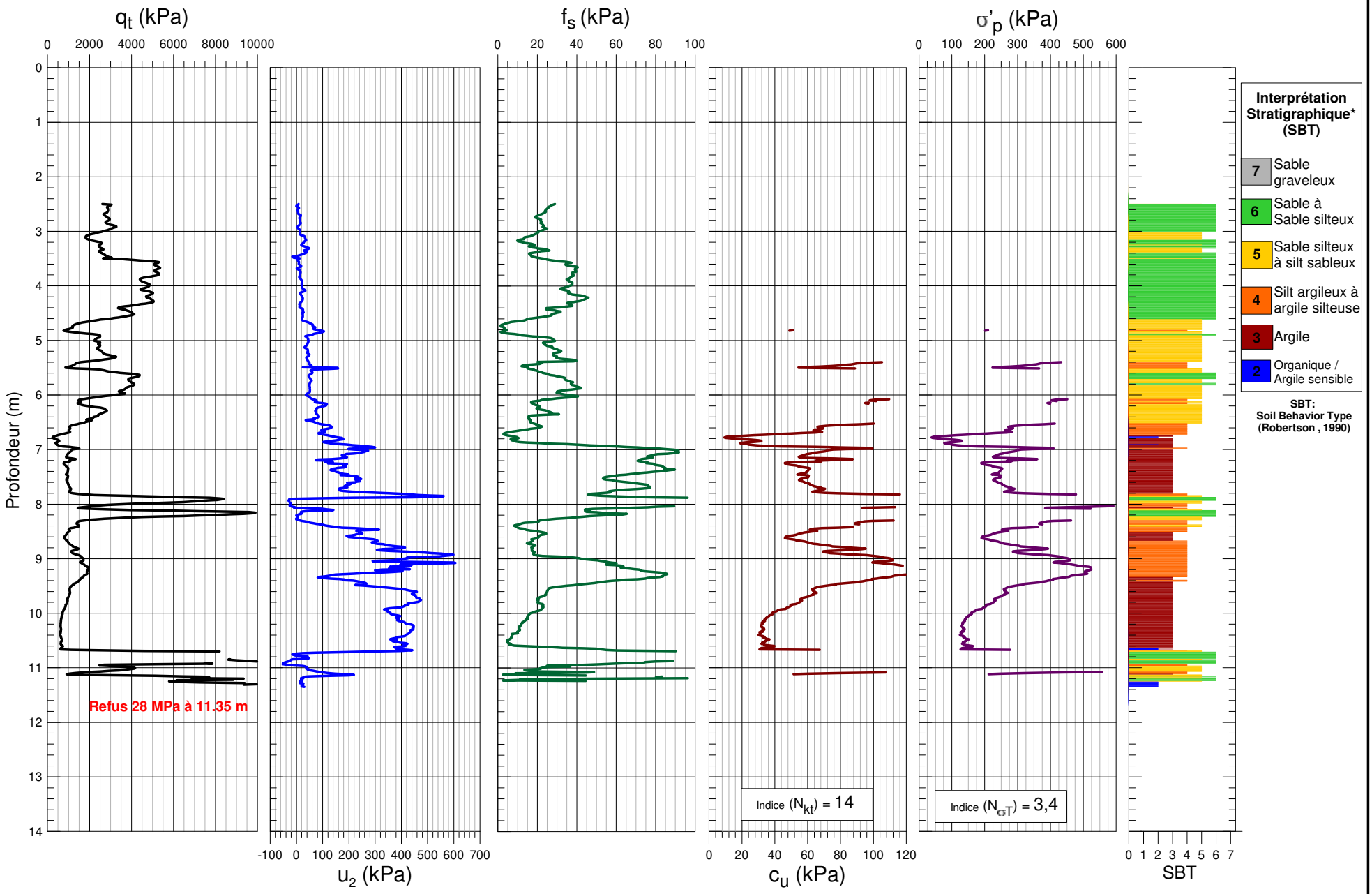
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

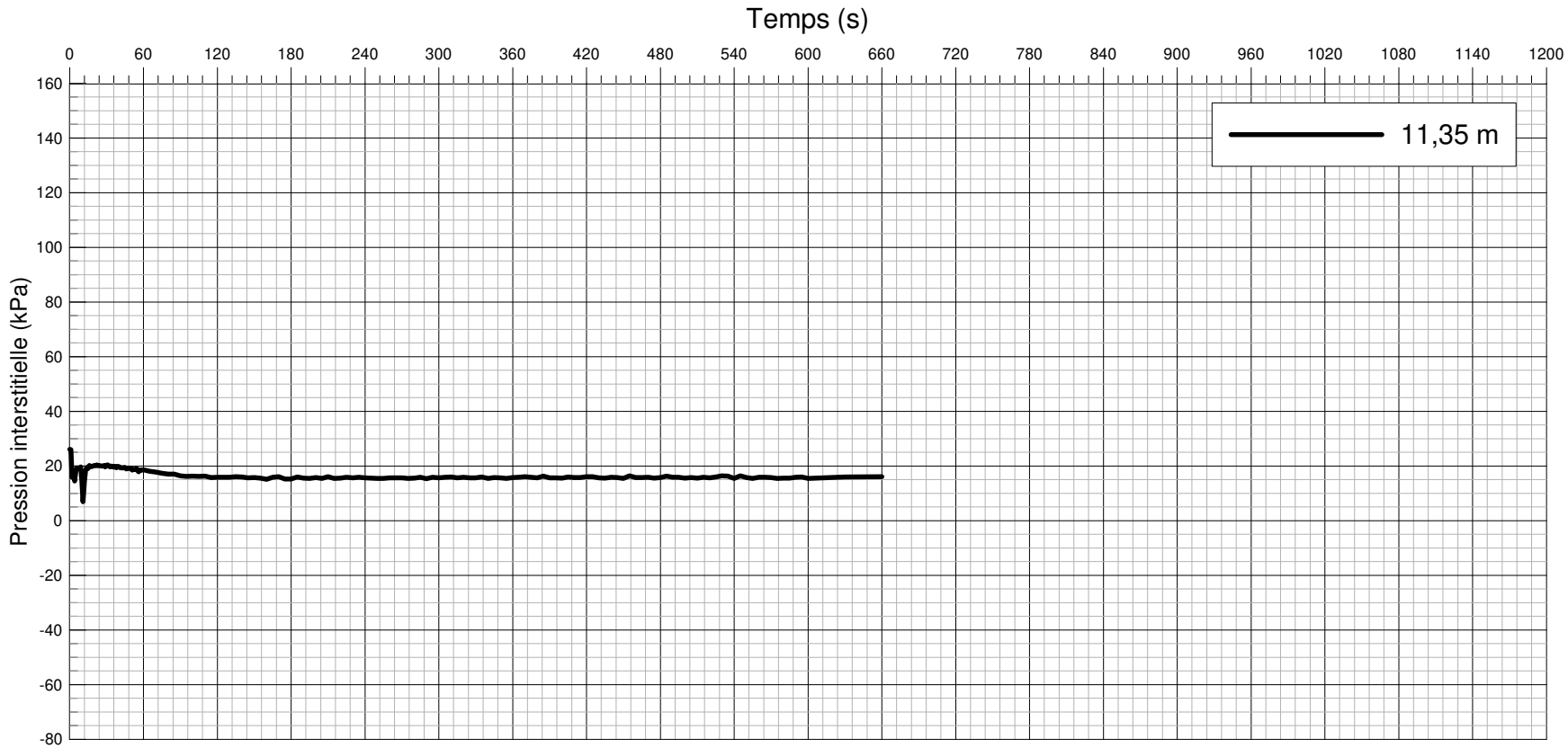
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



Profondeur initiale : 2.5 m Profondeur finale : 11.35 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B2** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

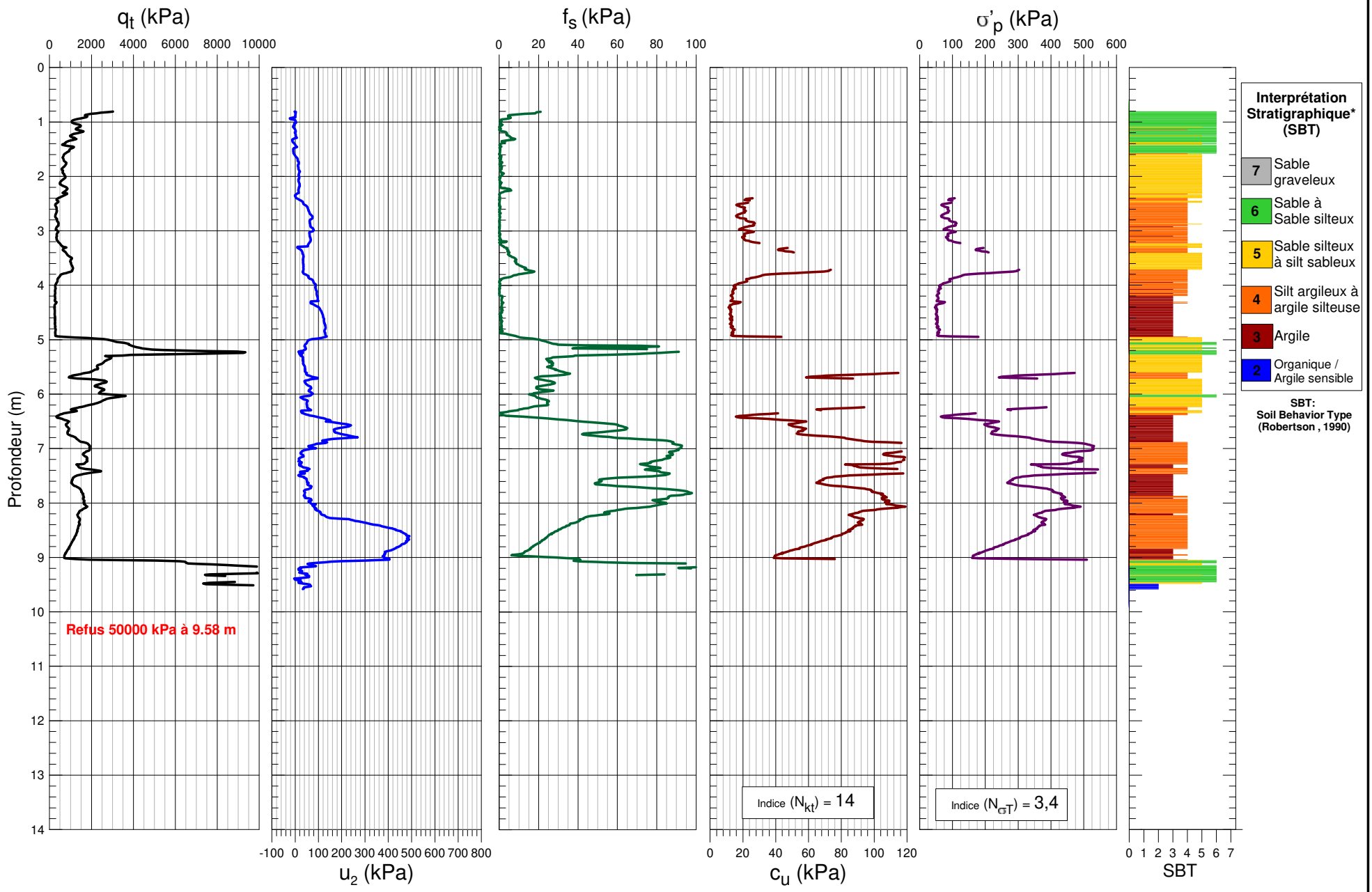
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B2** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

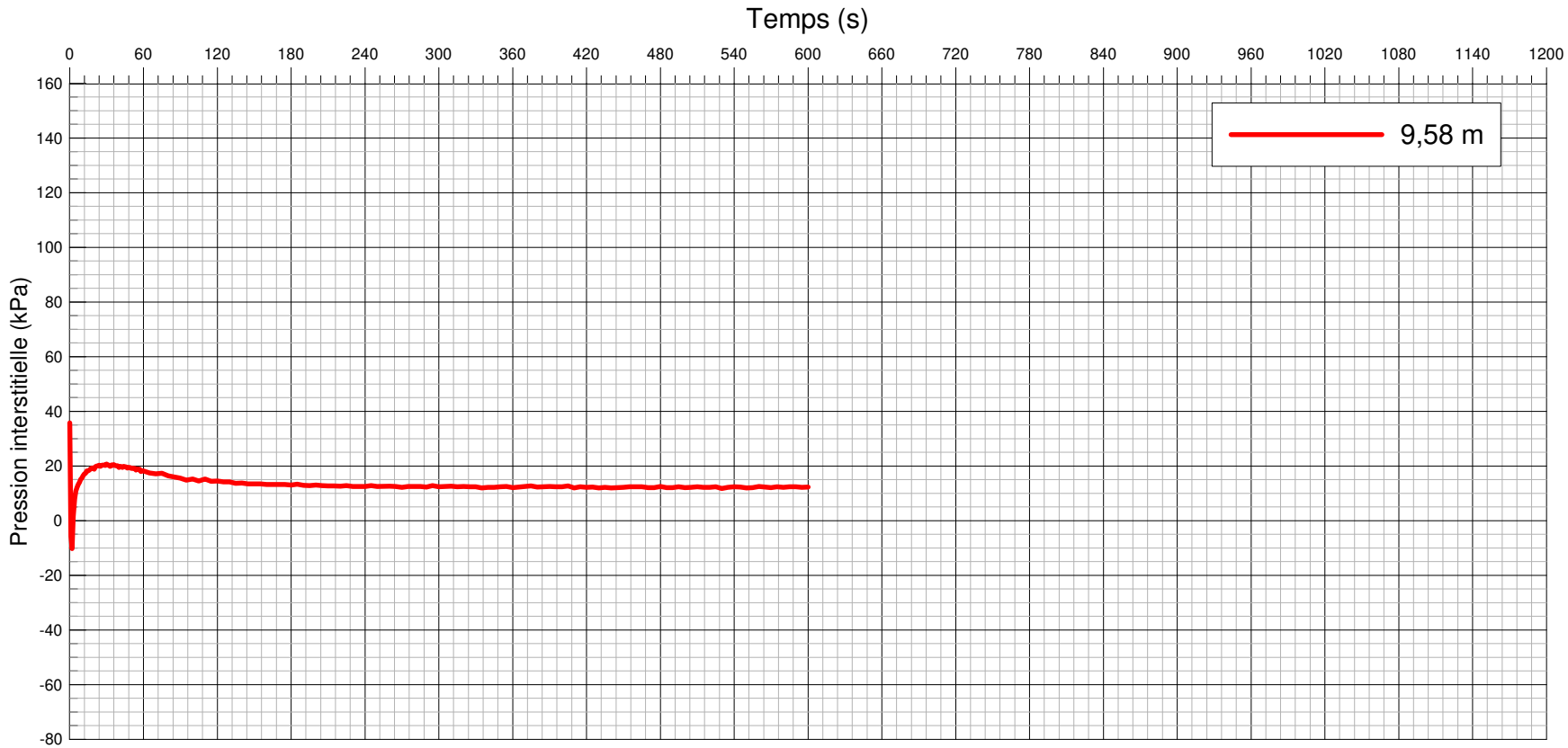
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



Profondeur initiale : 0.81 m Profondeur finale : 9.58 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

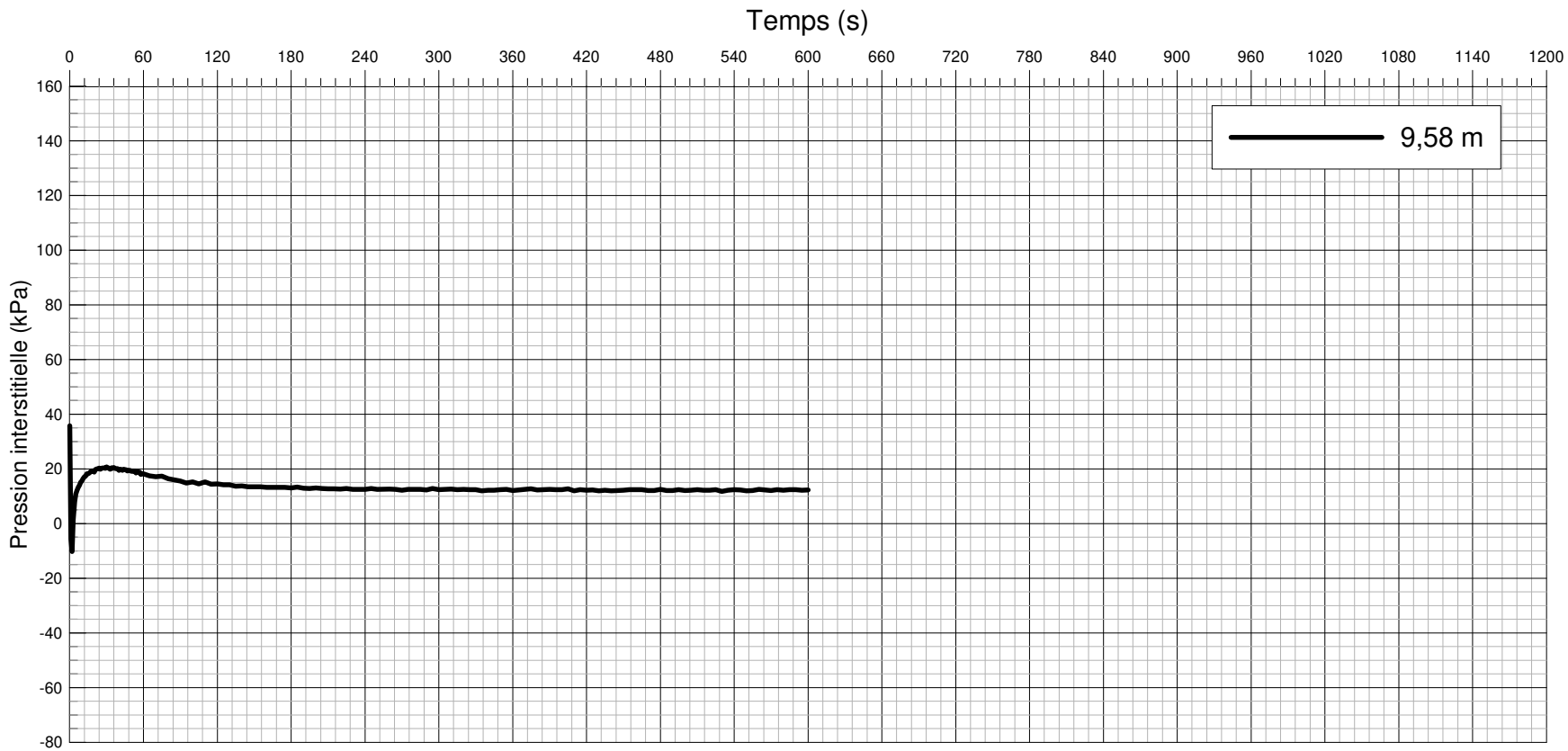
RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

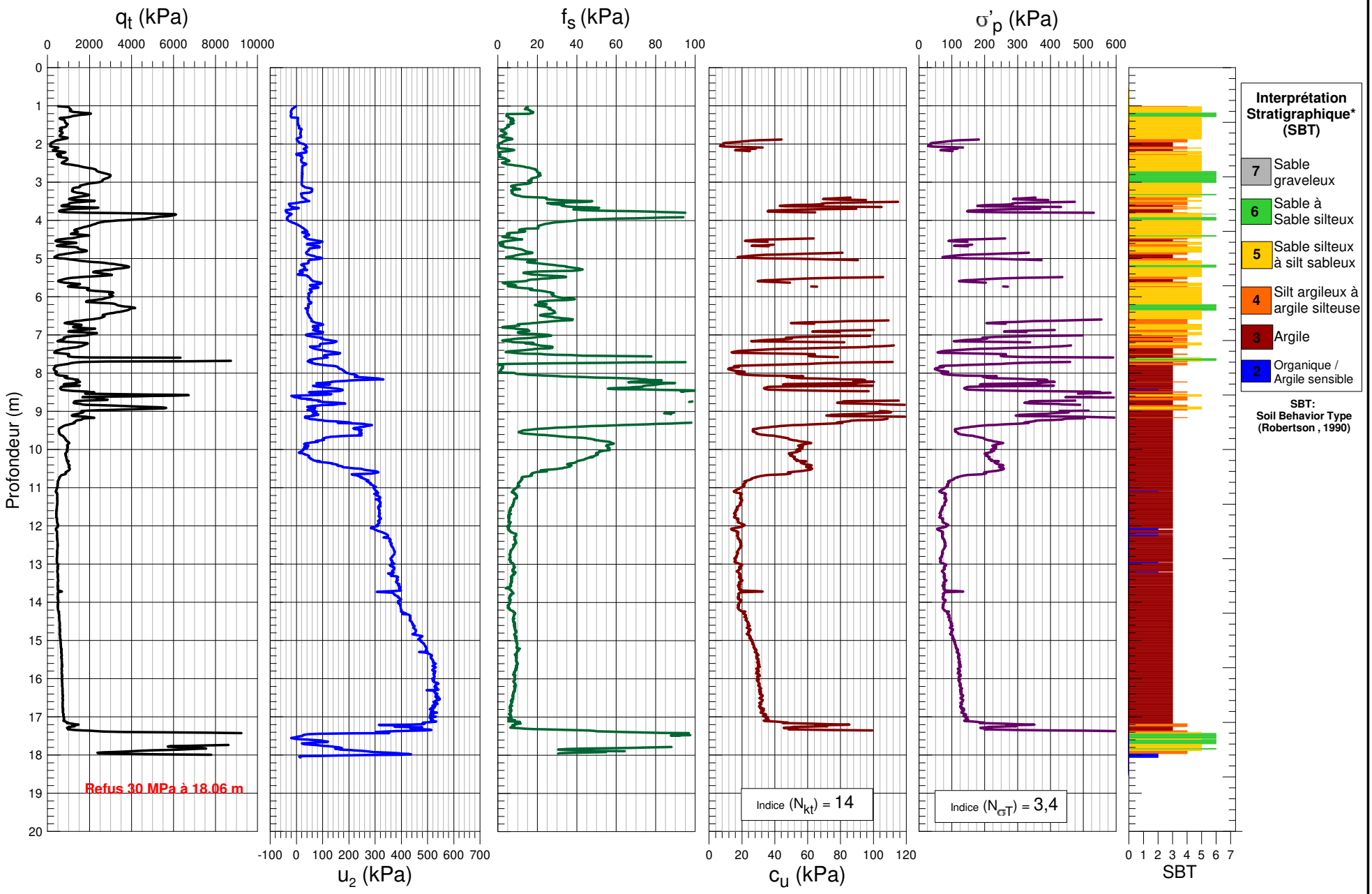
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-B3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

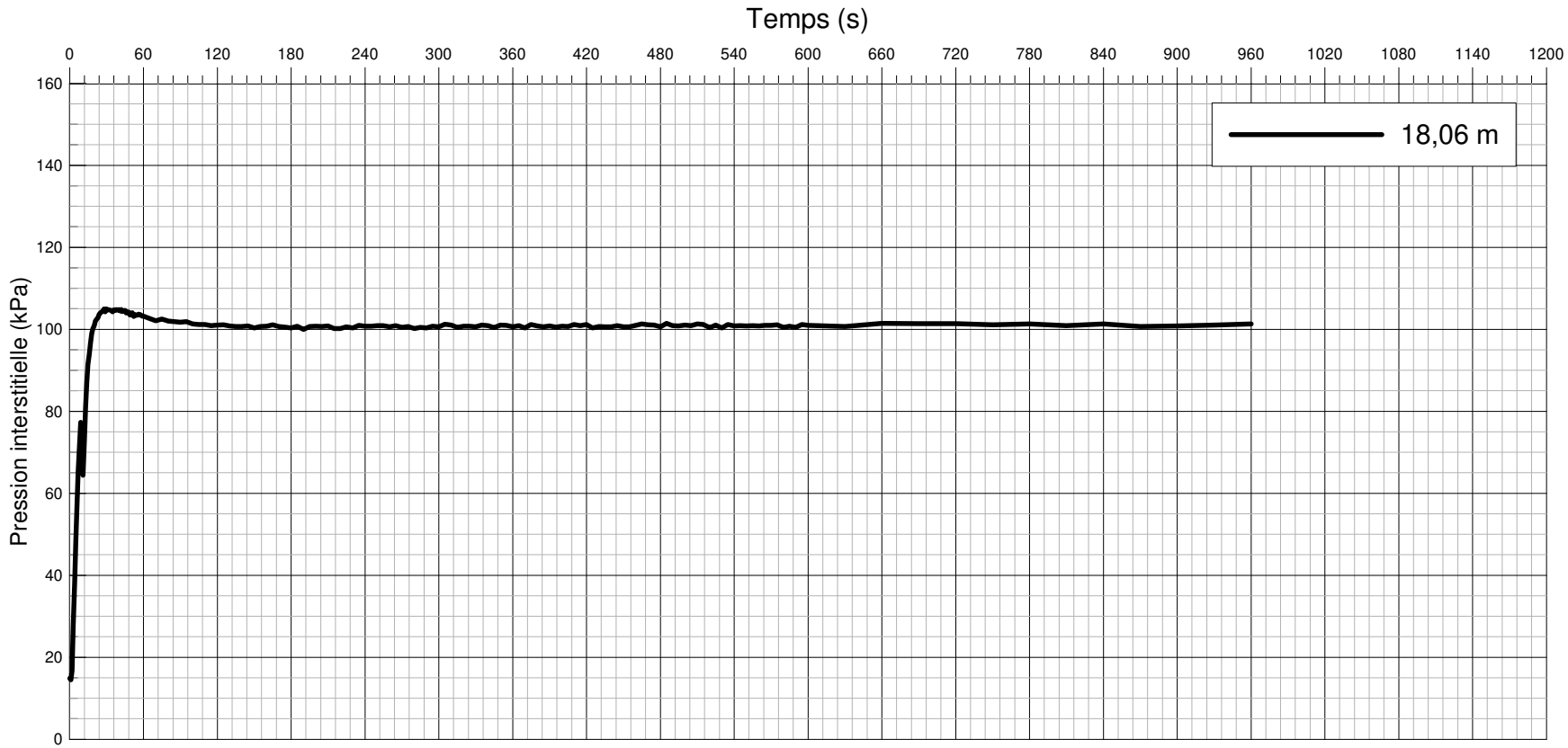
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



Profondeur initiale : 2.5 m Profondeur finale : 11.35 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-C1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

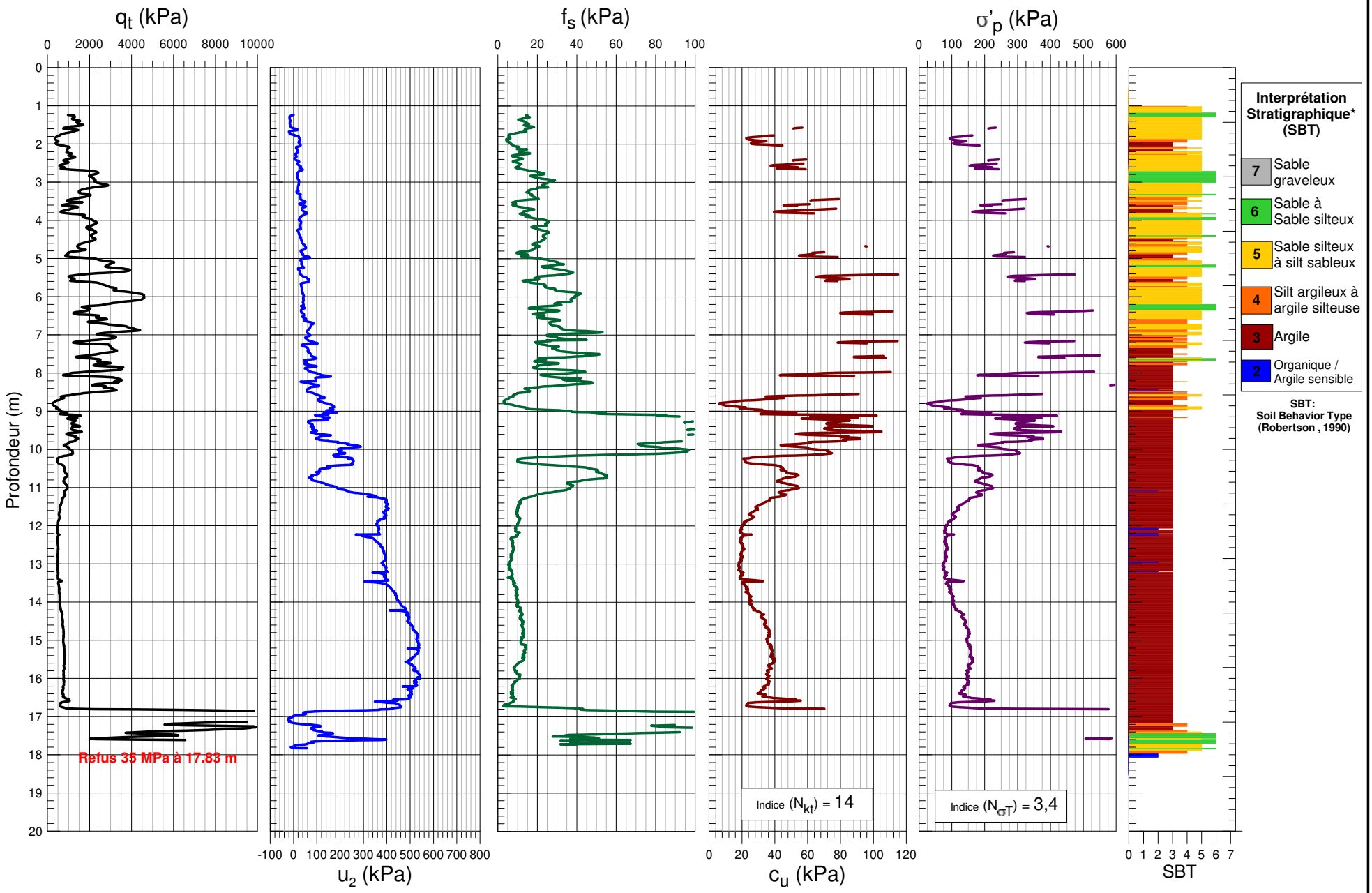
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-C1** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

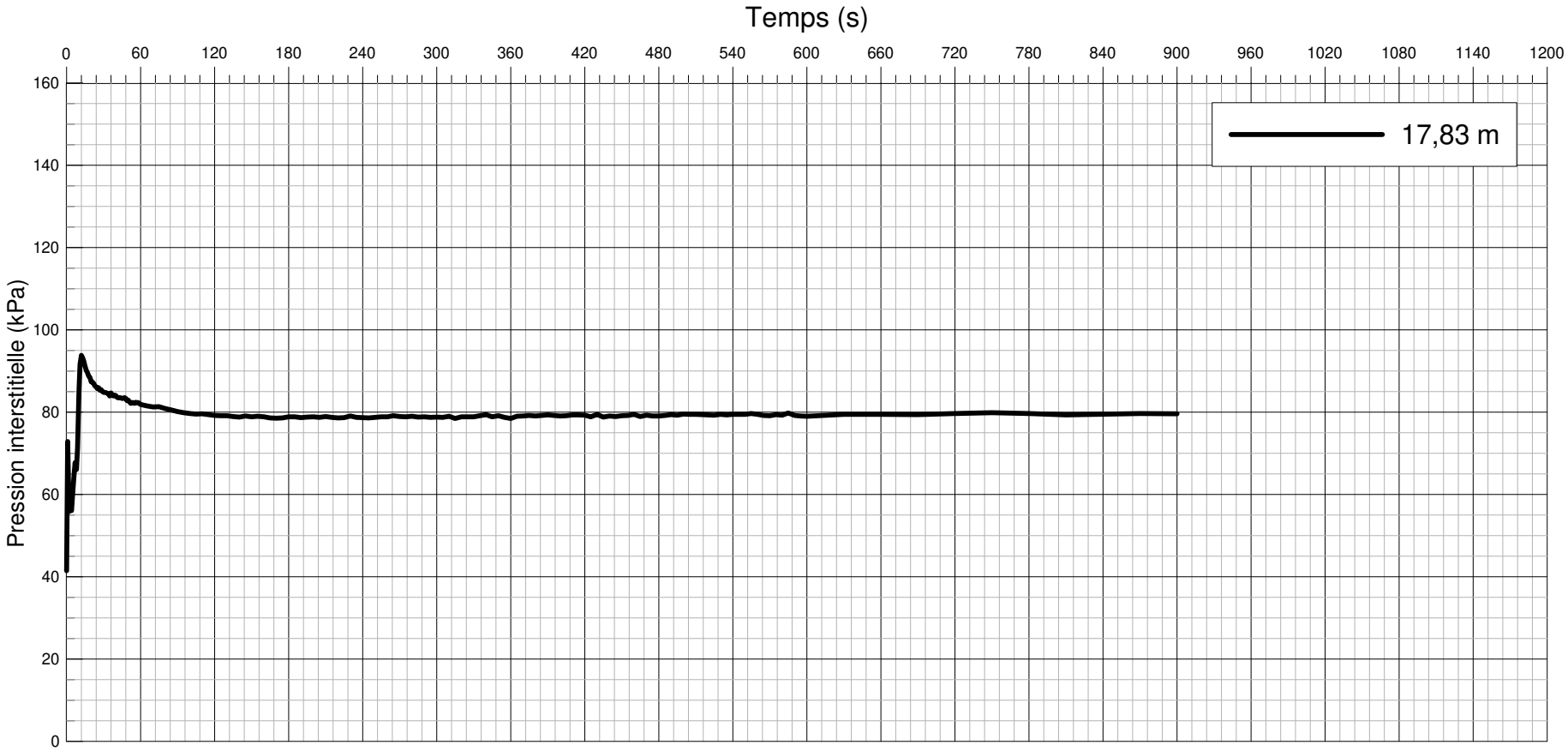
Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.



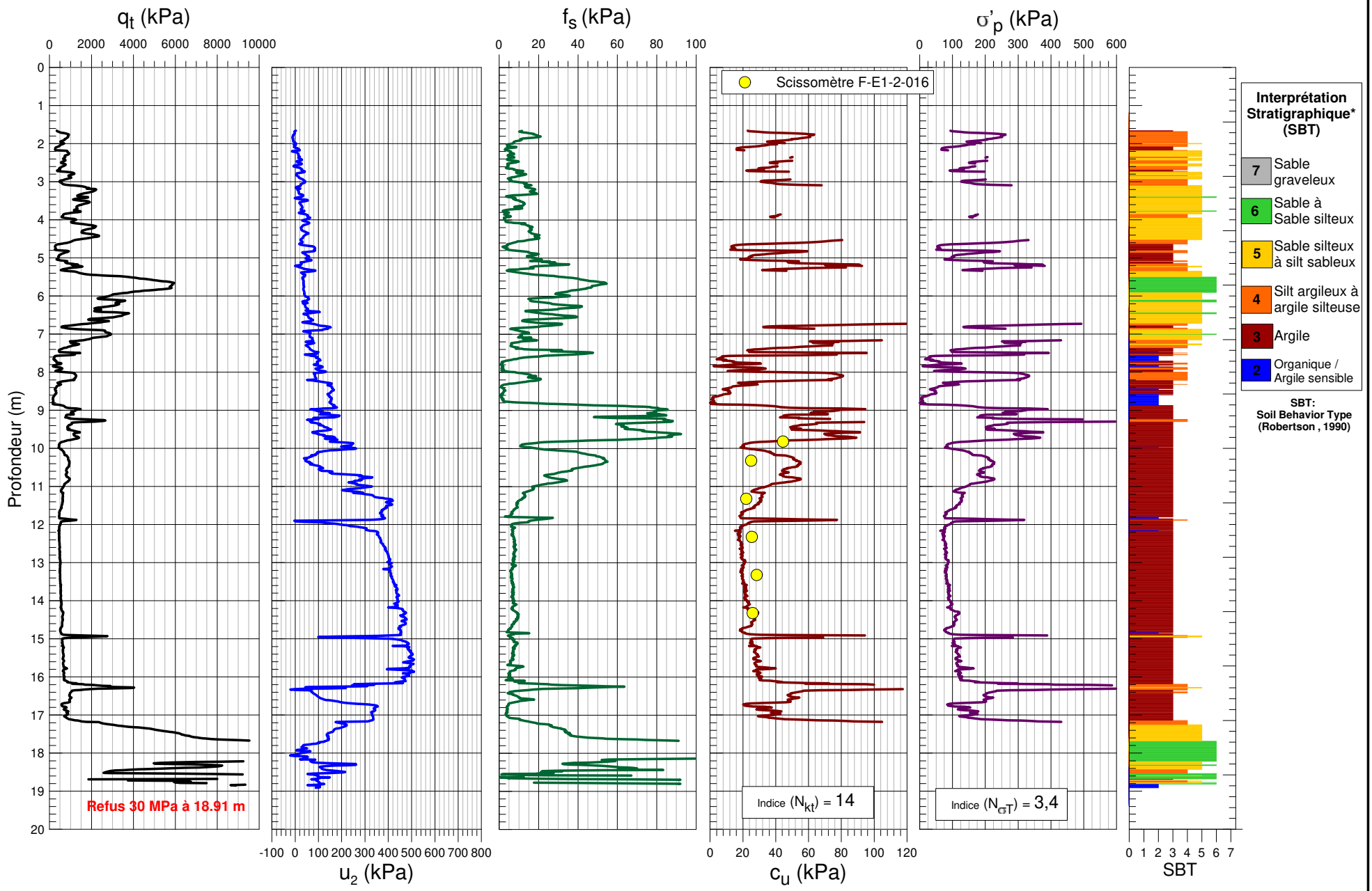
Profondeur initiale : 1.24 m Profondeur finale : 17.83 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-C3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISSIPATION



GHD	Initial depth Final depth Pénétration rate Monitoring increment	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no 1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 29 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-C3** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A



Profondeur initiale : 1.66 m Profondeur finale : 18.91 m Vitesse de fonçage : 120 cm/min Incrément de mesure : 1 cm	Client : Ressources Métanor Projet : Rehaussement de la cellule no1 Site : Mine Bachelor Date d'essai : 30 septembre 2016	Sondage No : **CPTU-E2** Sonde : DSG1091	Projet (No) : 11128109-A1

Réalisé par:GHD Consultants Inc.. / **Traité par:** Kamel K. Hamouche, ing. Ph.D / **Vérifié par**: Kamel Hamouche, ing. Ph. D.

Annexe C
Résultats des essais géotechniques de laboratoire des échantillons prélevés

CLASSIFICATION DES SOLS FINS

CLIENT : RESSOURCES MÉTANOR

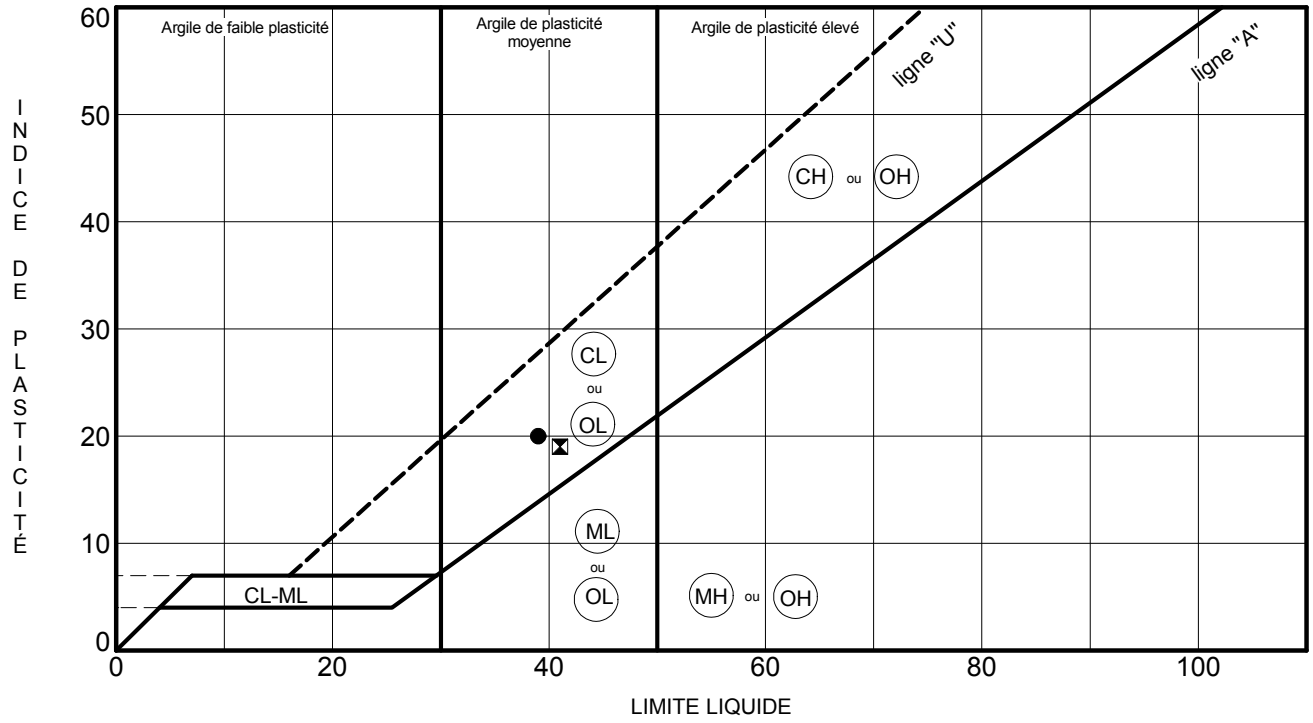
NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

NUMÉRO DE PROJET : 11128109-A2

LOCALISATION : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DATE : 10/31/2016

ABAQUE DE PLASTICITÉ (ASTM D-2487)



Sondage no	Échantillon	Profondeur	w	W_L	W_{L-S}	W_P	I_P	I_L	C_u	C_{ur}	S_T	Classification
● F-A-1-2016	TM-13	9.15	37	39		19	20		124	7.0	17.7	CL
⊠ F-A-1-2016	TM-15	10.67	40	41		22	19		29	2.1	14.0	CL

Légende

(CL) Argile inorganique de faible plasticité
(ML) Silt inorganique
(OL) Silt organique
(OH) Argile organique et silt organique
(CH) Argile inorganique de grande plasticité
(MH) Silt inorganique et sable très fin

w : Teneur en eau (%)
w_{L-S} : Limite liquide séché (%)
w_L : Limite liquide (%)
w_P : Limite plastique (%)
I_P : Indice de plasticité (%)

I_L : Indice de liquidité (%)
C_u : Cisaillement non drainé intact (kPa)
C_{ur} : Cisaillement non drainé remanié (kPa)
S_T : Sensibilité

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

CLASSIFICATION DES SOLS FINS

CLIENT : RESSOURCES MÉTANOR

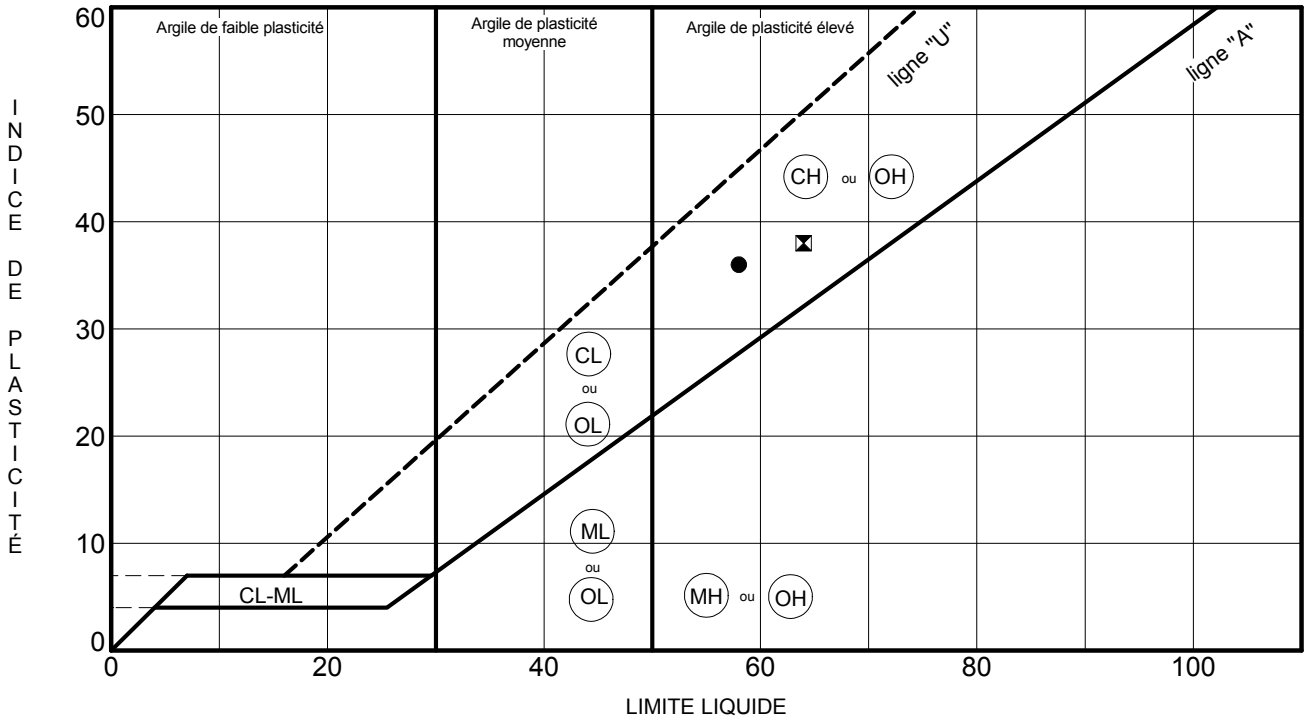
NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

NUMÉRO DE PROJET : 11128109-A2

LOCALISATION : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DATE : 10/31/2016

ABAQUE DE PLASTICITÉ (ASTM D-2487)



Sondage no	Échantillon	Profondeur	w	W_L	W_{L-S}	W_P	I_P	I_L	C_u	C_{ur}	S_T	Classification
● F-E-1-2016	TM-14	9.91	58	58		22	36		35	2.6	13.4	CH
⊠ F-E-1-2016	CF-17	12.19	64	64		26	38					CH

Légende

(CL) Argile inorganique de faible plasticité
(ML) Silt inorganique
(OL) Silt organique
(OH) Argile organique et silt organique
(CH) Argile inorganique de grande plasticité
(MH) Silt inorganique et sable très fin

w : Teneur en eau (%)
w_{L-S} : Limite liquide séché (%)
w_L : Limite liquide (%)
w_P : Limite plastique (%)
I_P : Indice de plasticité (%)

I_L : Indice de liquidité (%)
C_u : Cisaillement non drainé intact (kPa)
C_{ur} : Cisaillement non drainé remanié (kPa)
S_T : Sensibilité

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

CLASSIFICATION DES SOLS FINS

CLIENT : RESSOURCES MÉTANOR

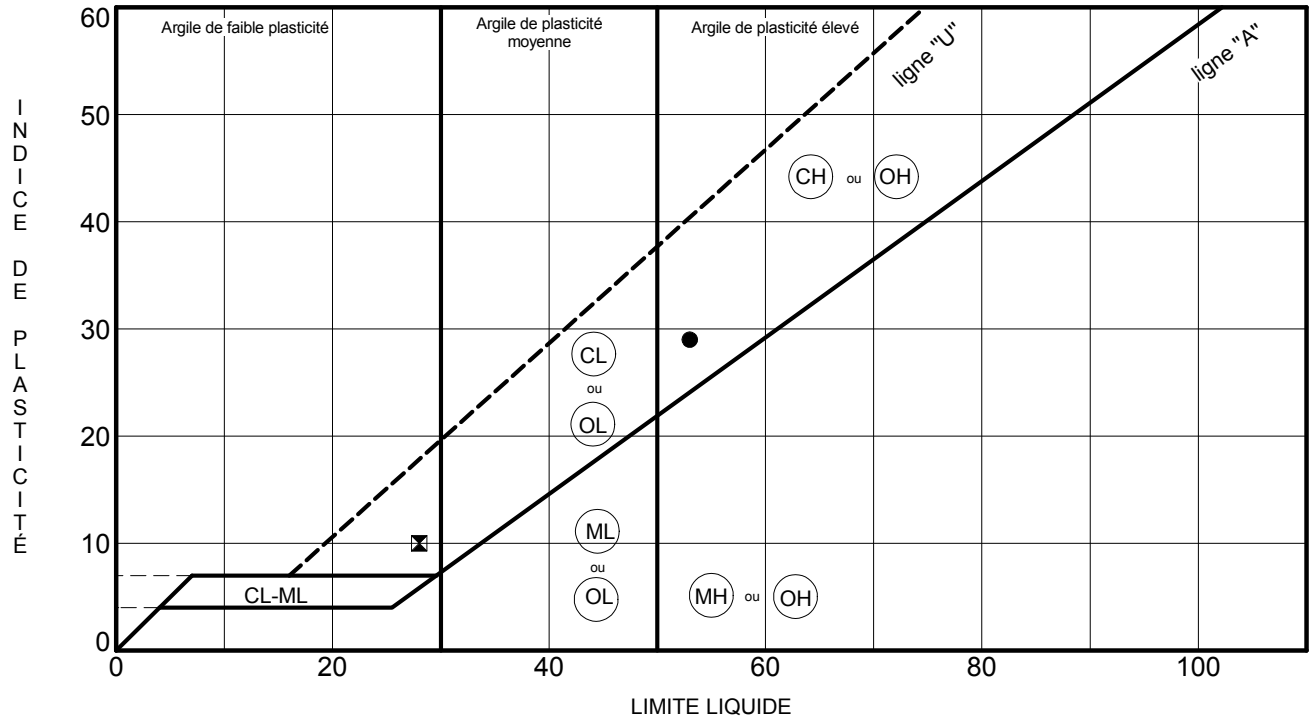
NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

NUMÉRO DE PROJET : 11128109-A2

LOCALISATION : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

DATE : 10/31/2016

ABAQUE DE PLASTICITÉ (ASTM D-2487)



Sondage no	Échantillon	Profondeur	w	W_L	W_{L-S}	W_P	I_P	I_L	C_u	C_{ur}	S_T	Classification
● F-F-1-2016	TM-14	9.91	52	53		24	29		28	3.6	7.7	CH
⧓ F-F-1-2016	TM-16	11.43	31	28		18	10		73	2.1	35.0	CL

Légende

(CL) Argile inorganique de faible plasticité
(ML) Silt inorganique
(OL) Silt organique
(OH) Argile organique et silt organique
(CH) Argile inorganique de grande plasticité
(MH) Silt inorganique et sable très fin

w : Teneur en eau (%)
w_{L-S} : Limite liquide séché (%)
w_L : Limite liquide (%)
w_P : Limite plastique (%)
I_P : Indice de plasticité (%)

I_L : Indice de liquidité (%)
C_u : Cisaillement non drainé intact (kPa)
C_{ur} : Cisaillement non drainé remanié (kPa)
S_T : Sensibilité

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

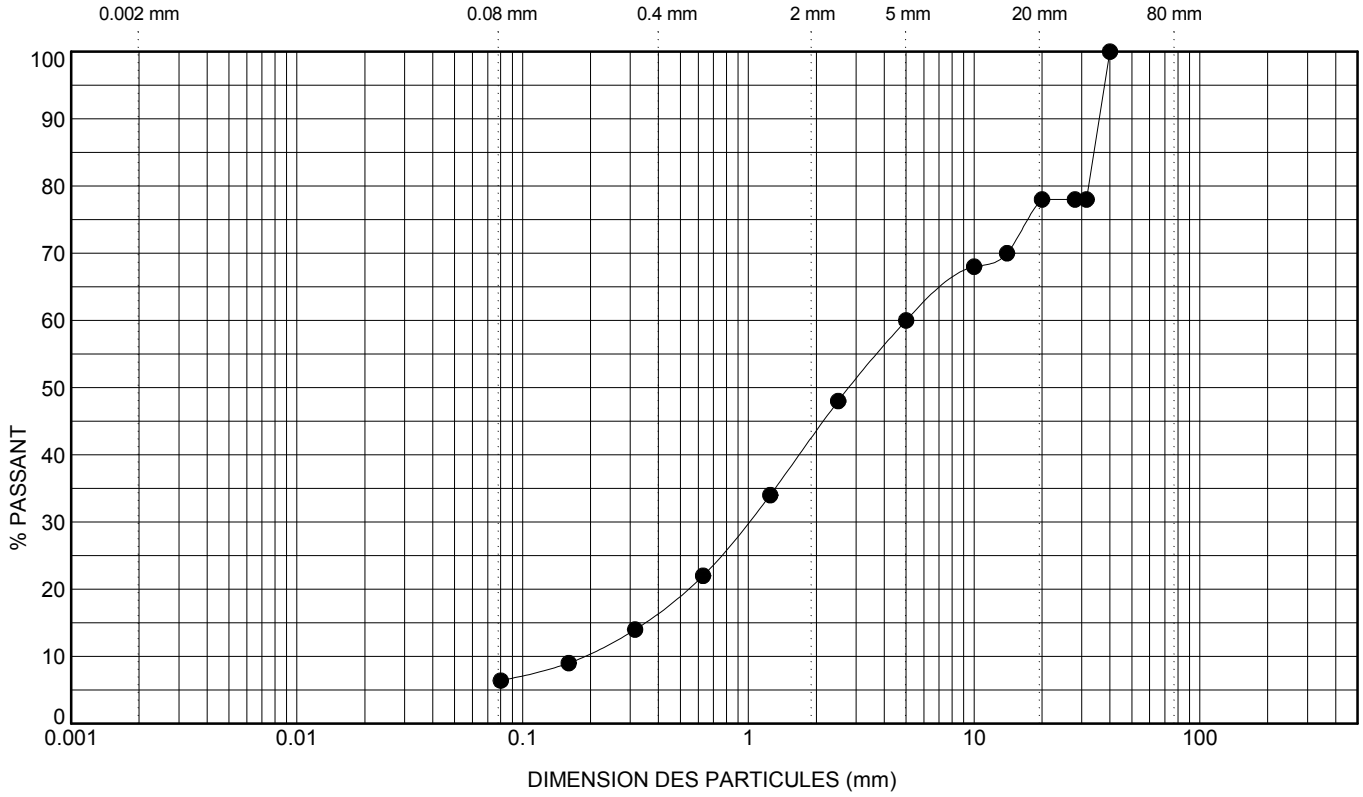
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-A-2-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-5

PROFONDEUR : 3.05 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Sable et gravier, traces de silt	4			SW

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt et % Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
40	54	6								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

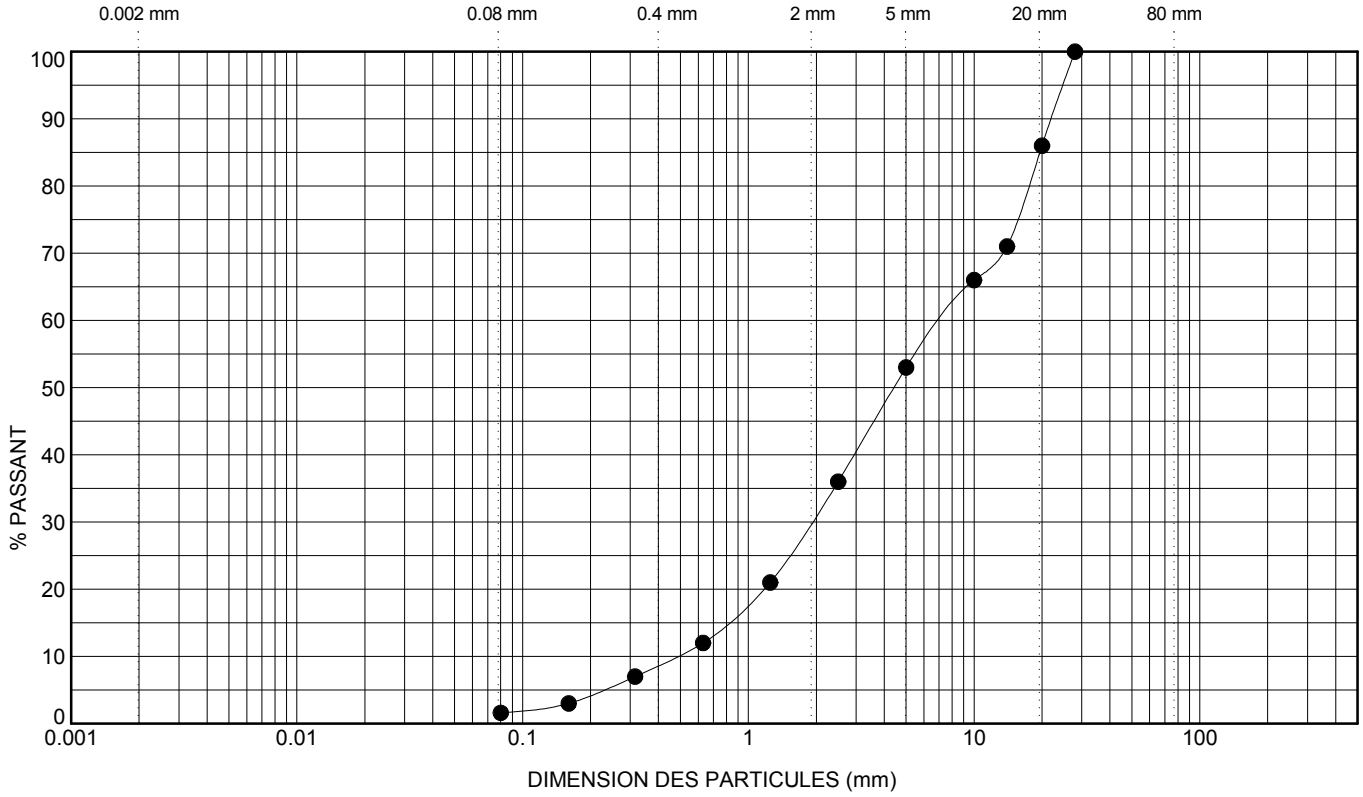
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-A-2-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-9

PROFONDEUR : 6.1 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Sable et gravier, traces de silt	8			SW

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt et % Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
47	51	2								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

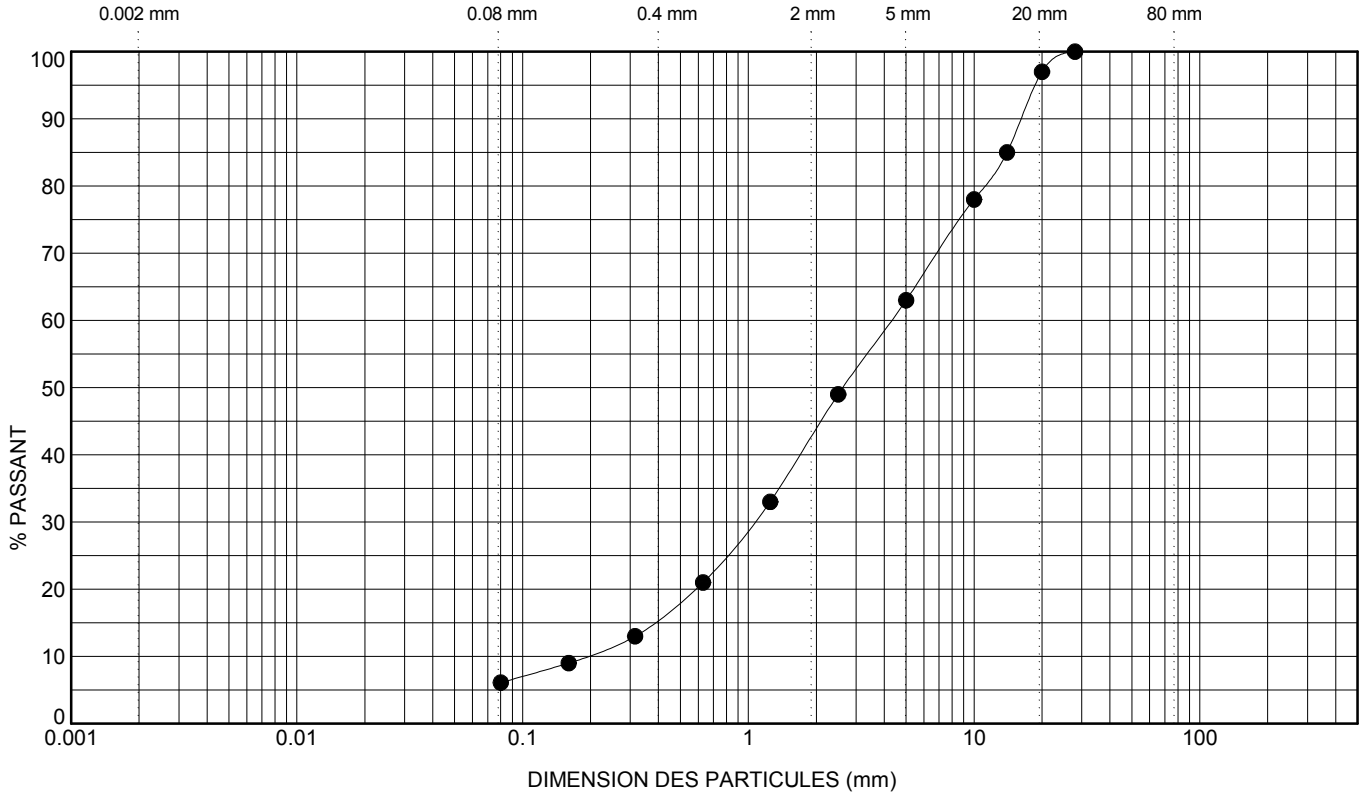
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-F-1-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-6

PROFONDEUR : 3.81 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Sable et gravier, traces de silt				SW

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt et % Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
37	57	6								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

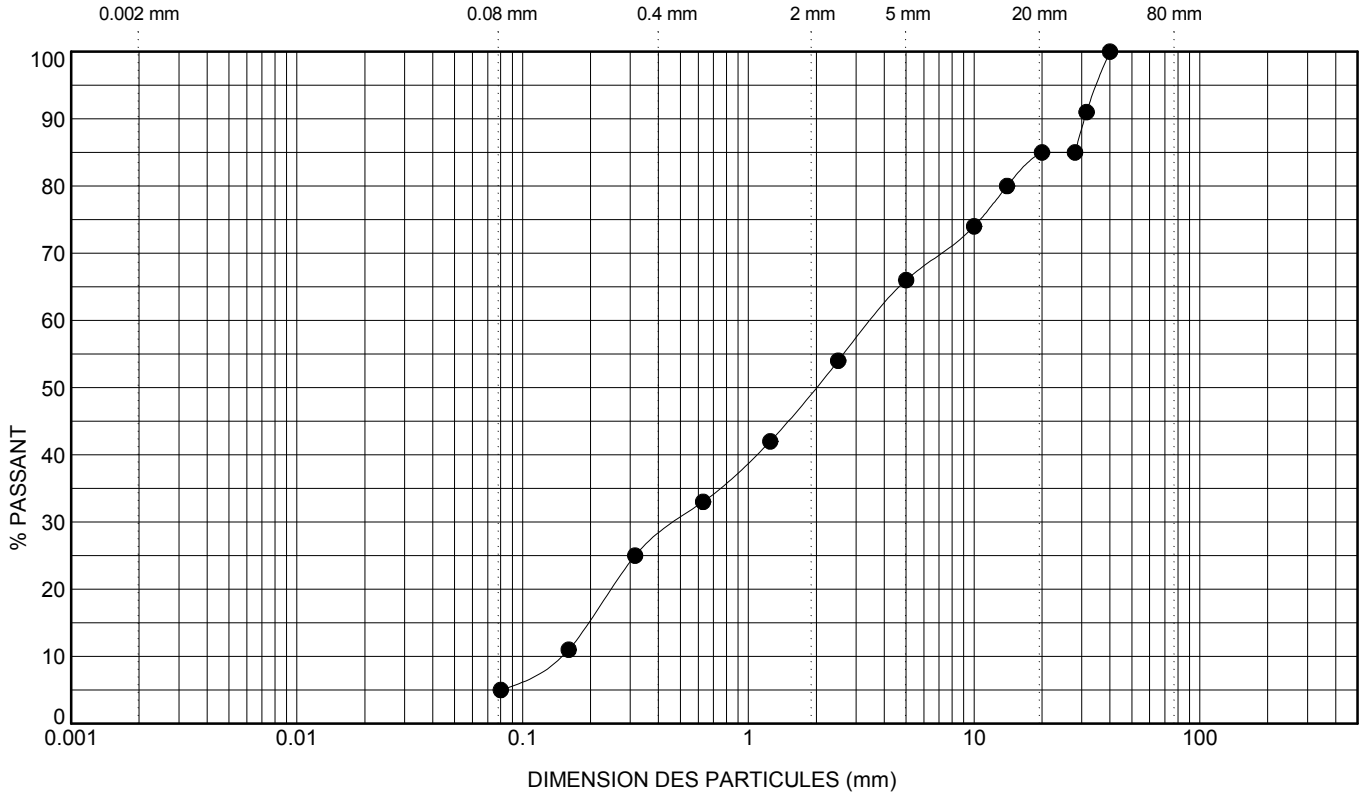
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-F-1-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-9

PROFONDEUR : 6.1 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Sable graveleux, traces de silt	11			SW

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt et % Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
34	61	5								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
(AVEC SÉDIMENTOMÉTRIE)

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

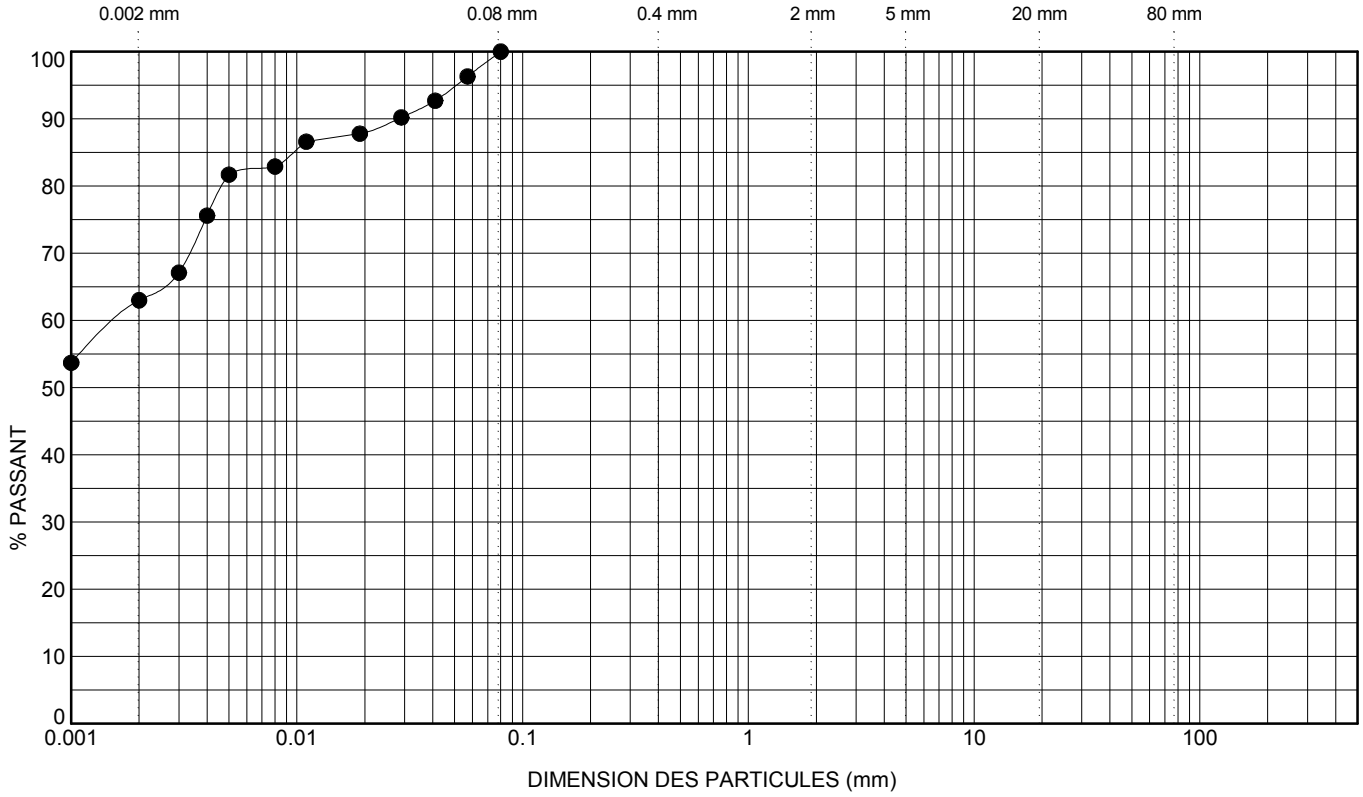
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-A-2-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-13

PROFONDEUR : 9.15 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Argile silteuse, traces de sable				CL

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt	% Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
0	4	32	64								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
(AVEC SÉDIMENTOMÉTRIE)

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

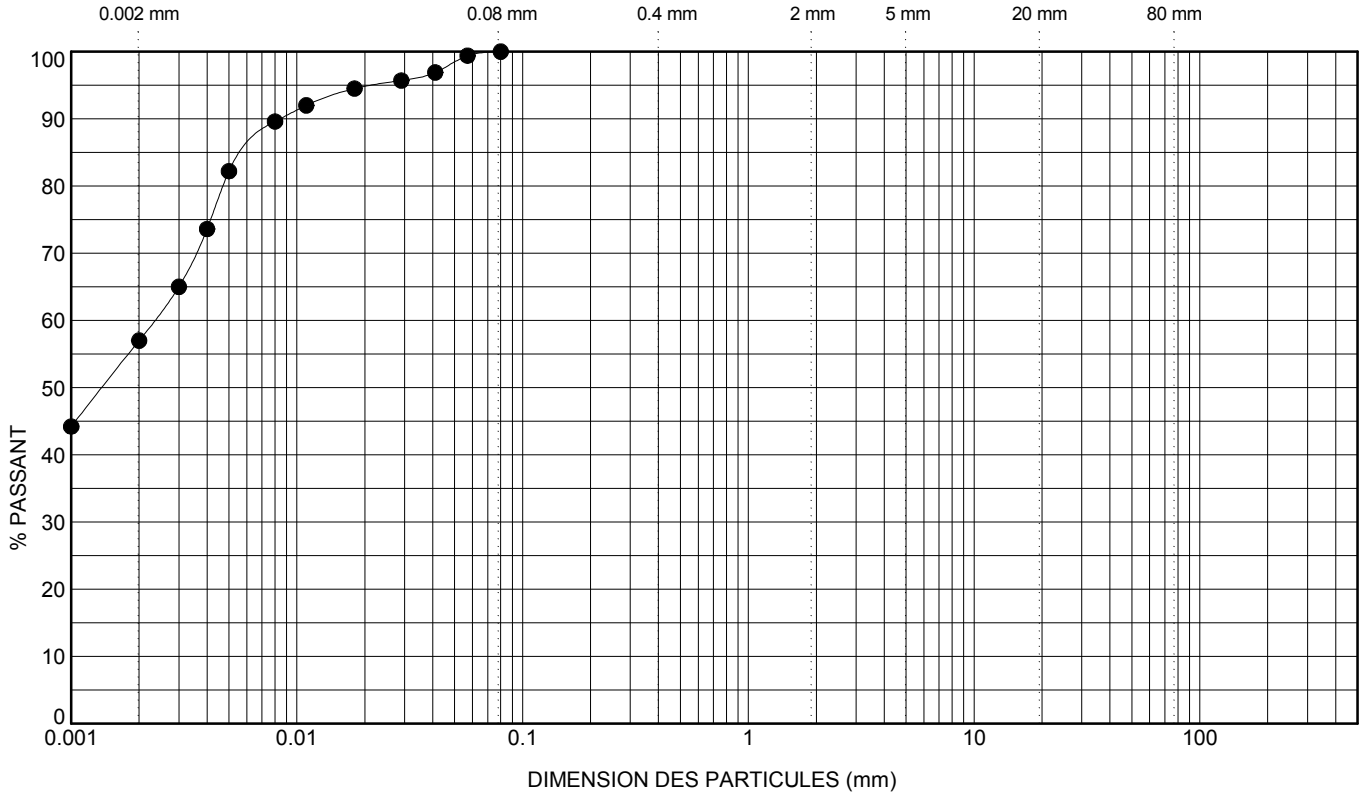
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-A-2-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-15

PROFONDEUR : 10.67 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Argile et silt				CH

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt	% Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
0	0	43	57								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
(AVEC SÉDIMENTOMÉTRIE)

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

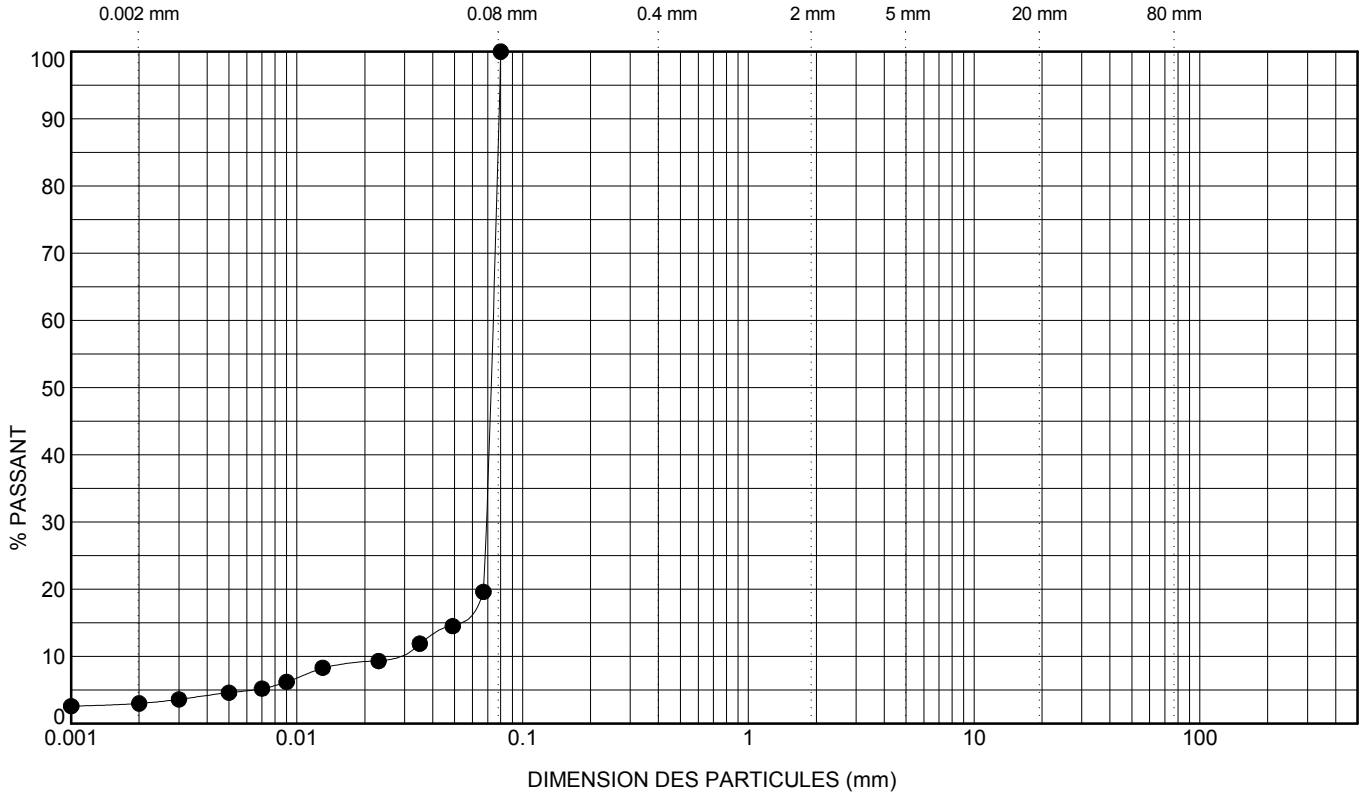
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-A-2-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-17

PROFONDEUR : 12.19 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Sable, un peu de silt et de gravier, tr. d'argile	9			SM/SW

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt	% Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
0	69	13	3								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
(AVEC SÉDIMENTOMÉTRIE)

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

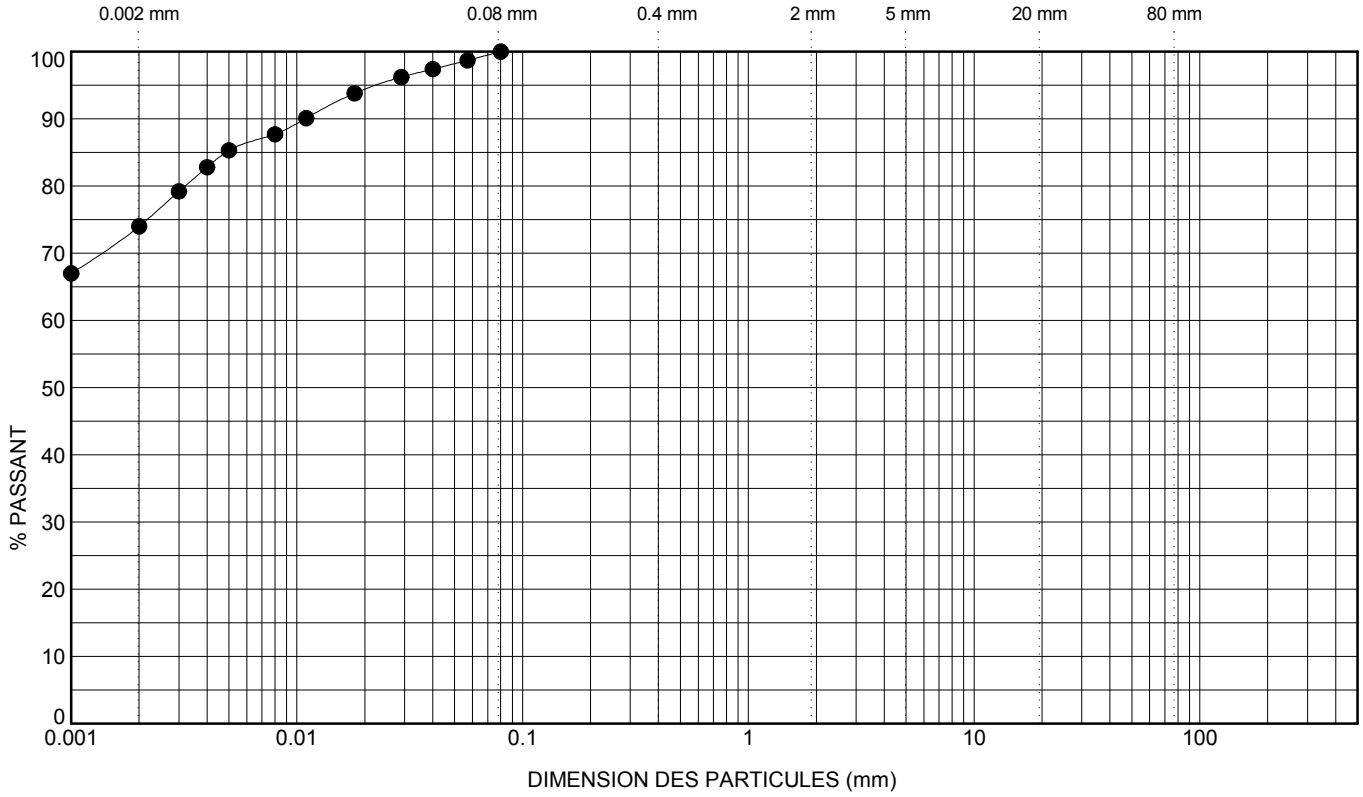
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-F-1-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : CF-13

PROFONDEUR : 9.15 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Argile silteuse, traces de sable	49			CL

(1) USCS

% Gravier	% Sable	% Silt	% Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
0	2	24	74								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

RAPPORT D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
(AVEC SÉDIMENTOMÉTRIE)

CLIENT: RESSOURCES MÉTANOR

NOM DU PROJET : REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

LOCALISATION DU PROJET : 200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC

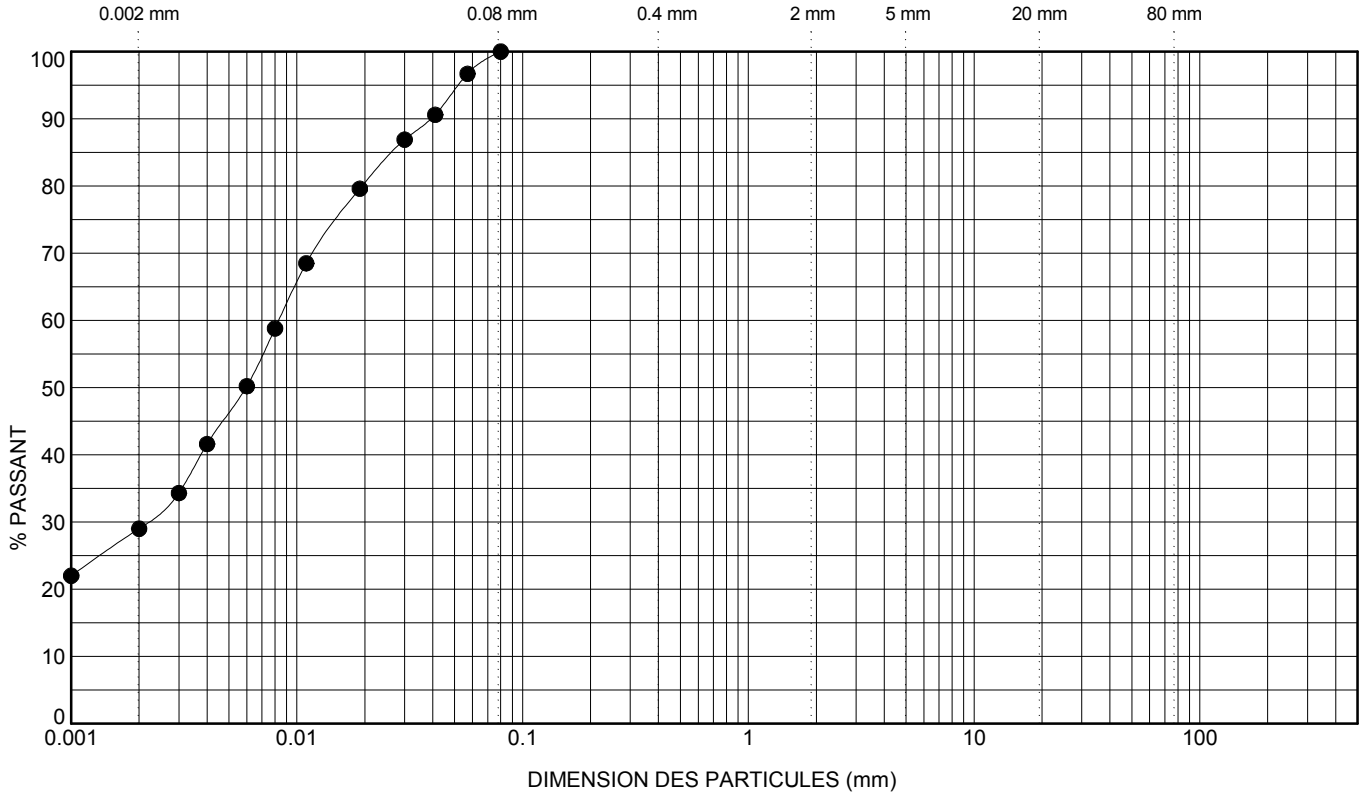
NUMÉRO DE PROJET: 11128109-A1

SONDAGE NUMÉRO : F-F-1-2016

NUMÉRO D'ÉCHANTILLON : TM-16

PROFONDEUR : 11.43 m **DATE :** 10/31/2016

CLASSIFICATION UNIFIÉE DES SOLS (SELON NORME LC 21-040)



ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX ET BLOCS
		fin	moyen	grossier	fin	grossier	

Description	w (%)	W_L (%)	I_P (%)	Classification (1)
Silt argileux, traces de sable	31	28	10	CL

(1) USCS

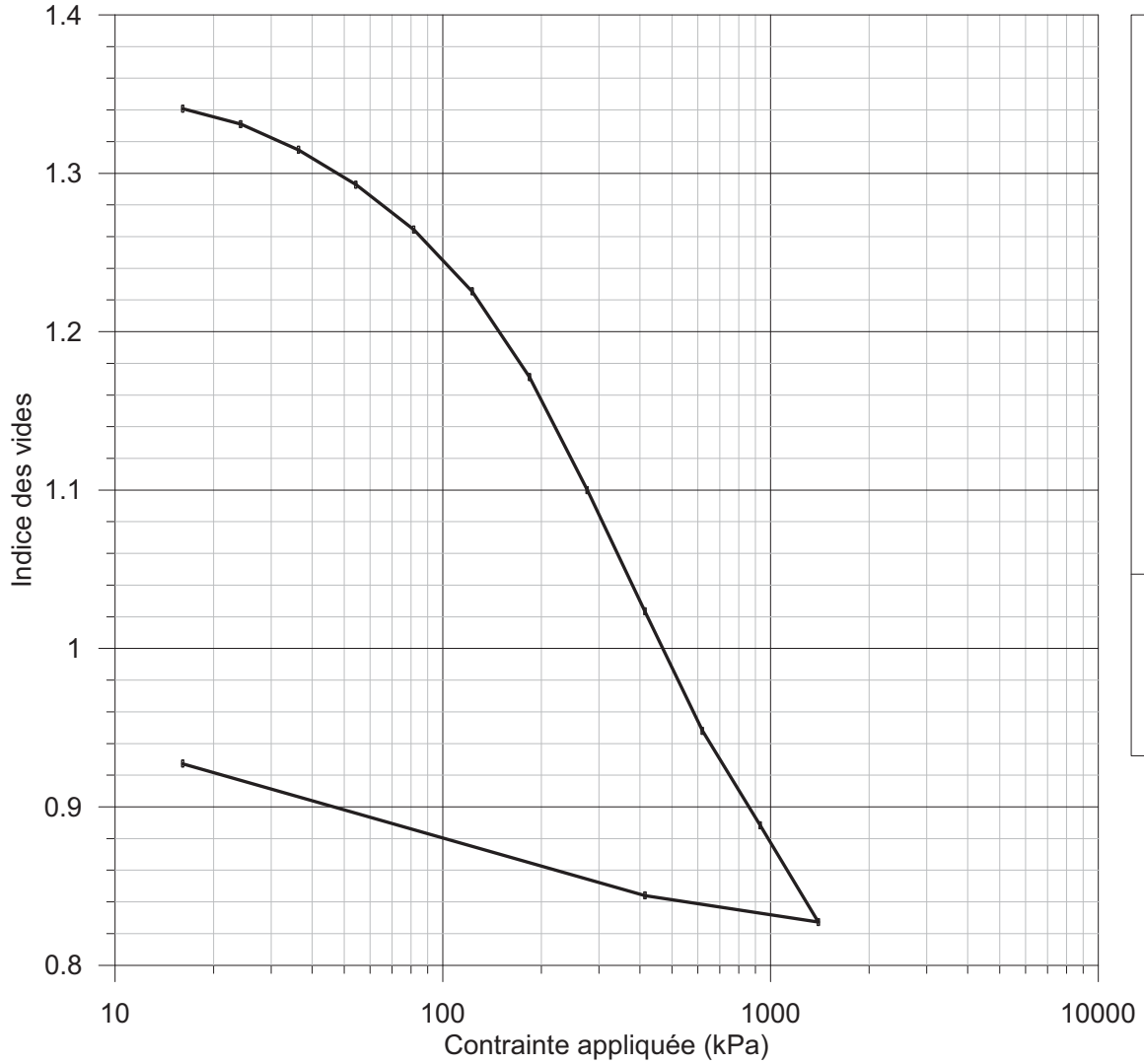
% Gravier	% Sable	% Silt	% Argile	c_U	c_C	D85	D60	D50	D30	D15	D10
0	3	69	28								

Remarques :

Préparé par : Lynne Geoffré

Vérifié par : Benoit Cyr, B.Ac. géologie

Essai de Consolidation Oedométrique - F-F-1-2016 TM-14



Échantillon Initial

Diamètre :	6.35 cm
Hauteur :	2.56 cm
Poids volumique :	16.82 kN/m^3
Teneur en eau :	51.49 %
Indice des vides :	1.38
Degré de saturation :	100 %
Densité des grains solides :	2.7 (supposée)

Échantillon Final

Teneur en eau : 36.44 %

Description du sol

Argile silteuse gris, plastique (CH)

Taux de chargement : 50%

Résultats d'essai

Indice de compression (c_c) : 0.42

Indice de recompression (c_r) : 0.06

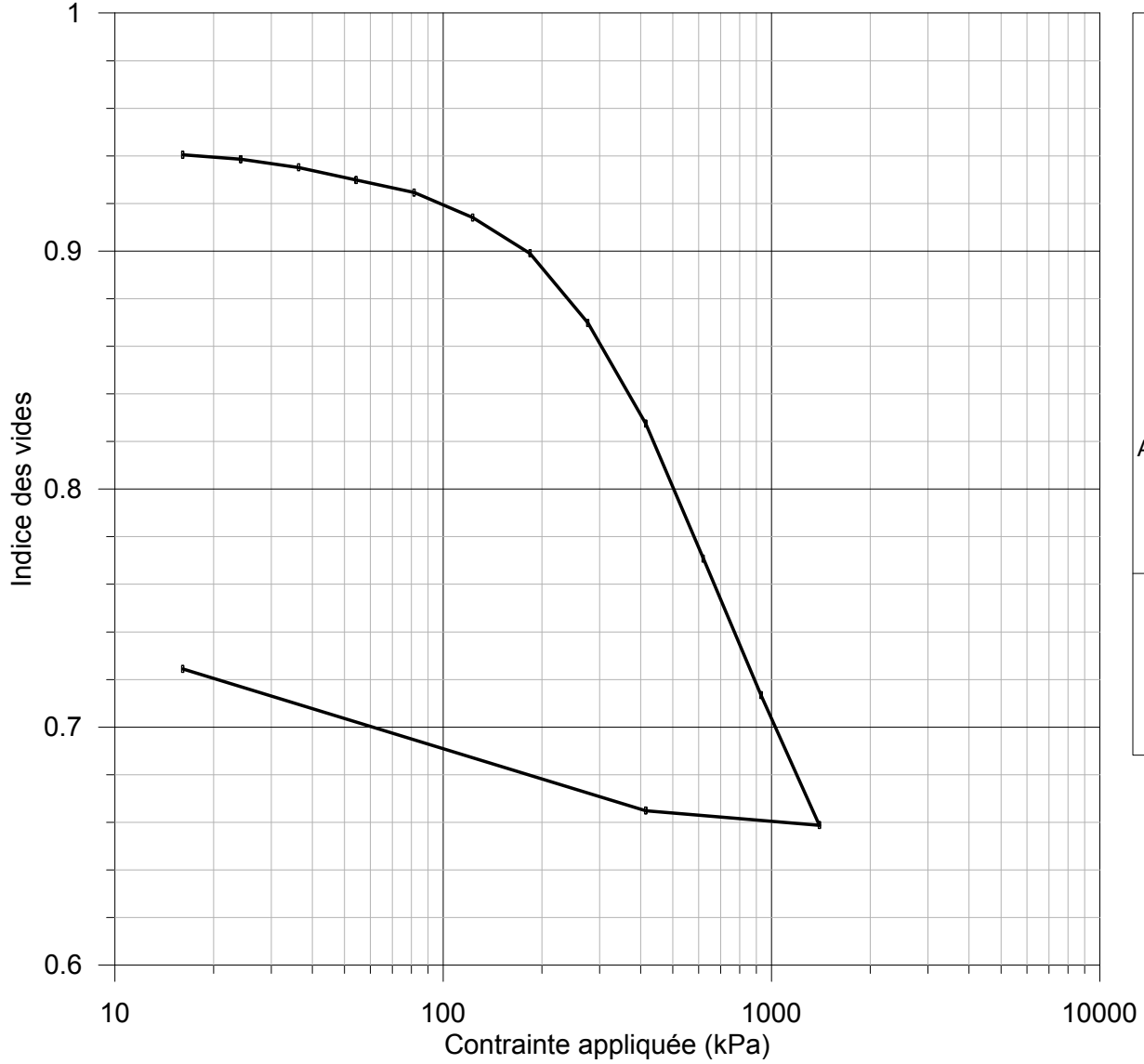
Contrainte de préconsolidation (σ'_p) : 109 kPa

Forage	: F-F-1-2016
Échantillon	: TM-14
Profondeur (m)	: 10.26 -10.41

Projet	: 200, chemin de la Mine
Site	: Desmaraisville, Québec
Client	: Ressources Métanor
Date	: 24 octobre 2016

Projet (No) : 11128109-A1

Essai de Consolidation Oedométrique - F-A-1-2016 TM-13



Échantillon Initial

Diamètre :	6.35 cm
Hauteur :	2.56 cm
Poids volumique :	18.04 kN/m^3
Teneur en eau :	37.14 %
Indice des vides :	0.96
Degré de saturation :	94 %
Densité des grains solides :	2.7 (supposée)

Échantillon Final

Teneur en eau : 28.42 %

Description du sol

Argile silteuse grise, ferme à raide, plastique (CH)

Taux de chargement : 50%

Résultats d'essai

Indice de compression (c_c) : 0.32

Indice de recompression (c_r) : 0.02

Contrainte de préconsolidation (σ'_p) : 252 kPa

Forage	: F-A-1-2016
Échantillon	: TM-13
Profondeur (m)	: 9.50 - 9.67

Projet	: 200, chemin de la Mine
Site	: Desmaraisville, Québec
Client	: Ressources Métanor
Date	: 24 octobre 2016

Projet (No) : 11128109-A1

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SATURATED POROUS MATERIALS (ASTM D5084)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA 715-1
PROJECT/ SITE:	200, chemin de la mine, Desmaraisville (Québec)	**PROJECT No.:**	11128109-A1

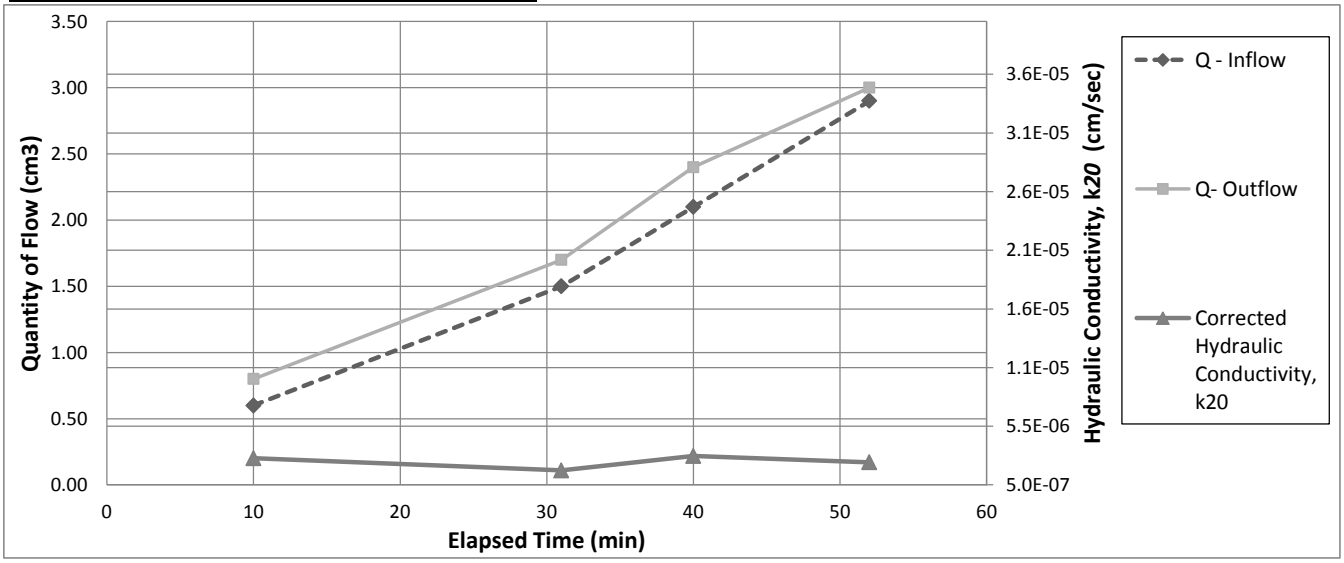
Sample Location:	BH F-E-1 2016	**Sampled By:**	n/a
Sample Height/Depth:	4.57 m- 5.18 m	**Date Sampled:**	October 16, 2016
Sample Identification:	CF10,CF11,CF12	**Date Tested:**	Oct 24 - Oct 28 2016

Method C- Falling Head, Rising Tailwater Elevation

Sample Description:	**Clayey SILT, trace sand trace gravel**

Specimen Parameters	**Initial**	**Final**
Diameter, cm	5.06	
Length, cm	5.15	
Volume, cm^3	103.6	
Wet Mass, g	203.4	
Dry Density, kg/m^3	1546	1559
Moisture, %	27.1	28.8
Specific Gravity	2.8	
Degree of Saturation, %	93	98
Largest Particle Size, mm	9.50	

Permeation Condition	
Cell Pressure, kPa	410.6
Head Pressure, kPa	397.8
Back Pressure, kPa	387.9
B - Value	0.97
Effective Consolidation Pressure, kPa	20.70
Volume under Steady Flow, cm^3	3.5
Hydraulic Gradient, *i*	19.6
Hydraulic Conductivity, k_{20}, cm/sec	**2.3E-06**



REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	November 1, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	November 1, 2016

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SATURATED POROUS MATERIALS (ASTM D5084)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA 715-2
PROJECT/ SITE:	200, chemin de la mine, Desmaraisville (Québec)	**PROJECT No.:**	11128109-A1

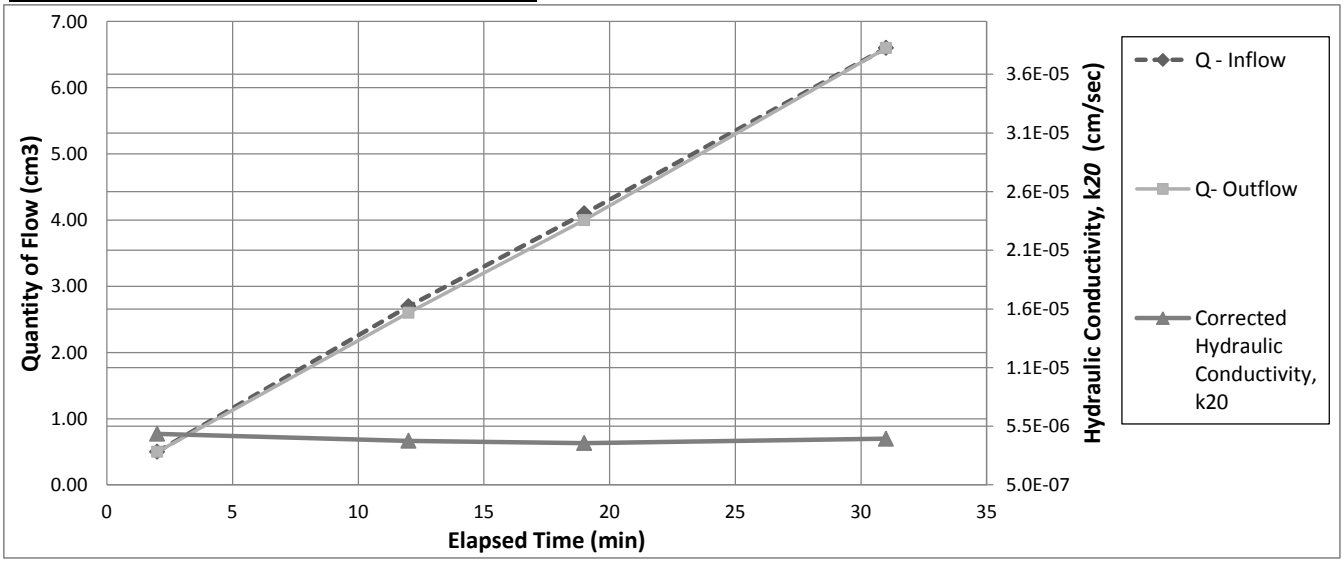
Sample Location:	BH F-E-1-2016	**Sampled By:**	n/a
Sample Height/Depth:	n/a	**Date Sampled:**	October 16, 2016
Sample Identification:	CF5,CF6,CF7,CF8	**Date Tested:**	Oct 24 - Oct 28 2016

Method C- Falling Head, Rising Tailwater Elevation

Sample Description:	**Clayey SILT, trace sand, trace gravel**

Specimen Parameters	**Initial**	**Final**
Diameter, cm	7.00	
Length, cm	7.00	
Volume, cm^3	269.4	
Wet Mass, g	635.9	
Dry Density, kg/m^3	2002	2065
Moisture, %	17.9	17.0
Specific Gravity	2.8	
Degree of Saturation, %	100	100
Largest Particle Size, mm	9.50	

Permeation Condition	
Cell Pressure, kPa	515.4
Head Pressure, kPa	502.2
Back Pressure, kPa	487.9
B - Value	0.96
Effective Consolidation Pressure, kPa	25.50
Volume under Steady Flow, cm^3	8.0
Hydraulic Gradient, *i*	20.8
Hydraulic Conductivity, k_{20}, cm/sec	**4.6E-06**



REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	November 1, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	November 1, 2016

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SATURATED POROUS MATERIALS (ASTM D5084)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA 715-3
PROJECT/ SITE:	200, chemin de la mine, Desmaraisville (Québec)	**PROJECT No.:**	11128109-A1

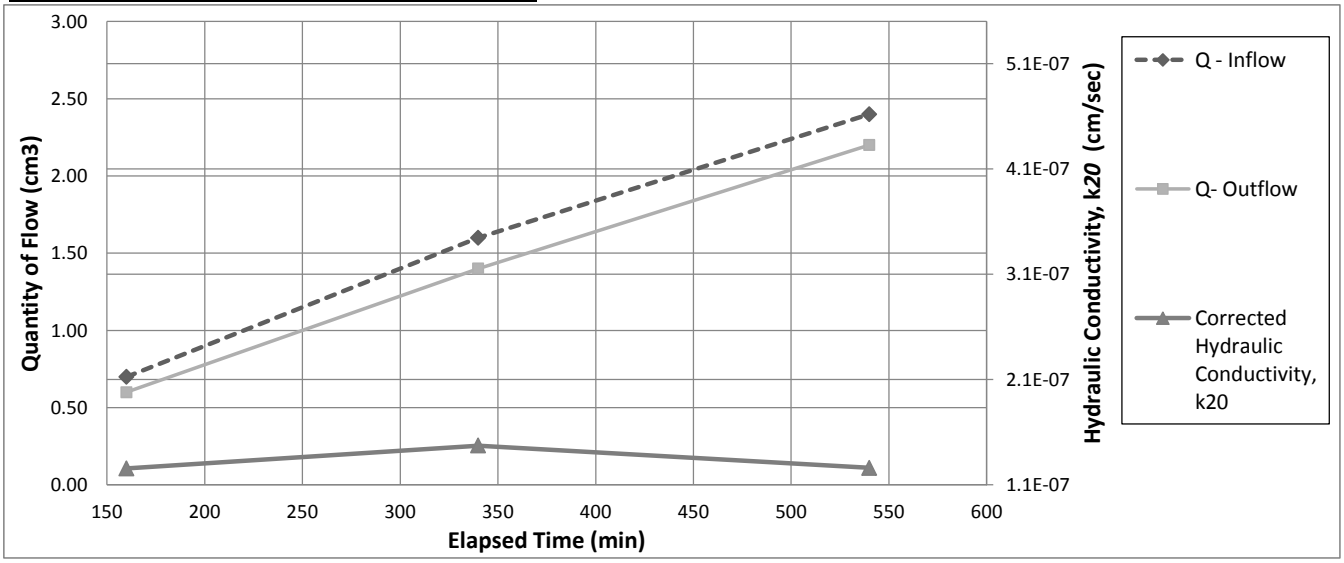
Sample Location:	BH F-A-1-2016	**Sampled By:**	n/a
Sample Height/Depth:	9.20 m - 9.35 m	**Date Sampled:**	October 16, 2016
Sample Identification:	TM13	**Date Tested:**	Oct 20- Oct 27

Method C- Falling Head, Rising Tailwater Elevation

Sample Description:	**clayey SILT**

Specimen Parameters	**Initial**	**Final**
Diameter, cm	4.95	
Length, cm	5.90	
Volume, cm^3	113.4	
Wet Mass, g	212.7	
Dry Density, kg/m^3	1362	1369
Moisture, %	37.8	39.1
Specific Gravity	2.8	
Degree of Saturation, %	100	100
Largest Particle Size, mm	4.75	

Permeation Condition	
Cell Pressure, kPa	314.9
Head Pressure, kPa	303.1
Back Pressure, kPa	287.9
B - Value	0.96
Effective Consolidation Pressure, kPa	25.00
Volume under Steady Flow, cm^3	2.2
Hydraulic Gradient, *i*	26.3
Hydraulic Conductivity, k_{20}, cm/sec	**1.3E-07**



REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	October 28, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	November 1, 2016

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SATURATED POROUS MATERIALS (ASTM D5084)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA 715-4
PROJECT/ SITE:	200, chemin de la mine, Desmaraisville (Québec)	**PROJECT No.:**	11128109-A1

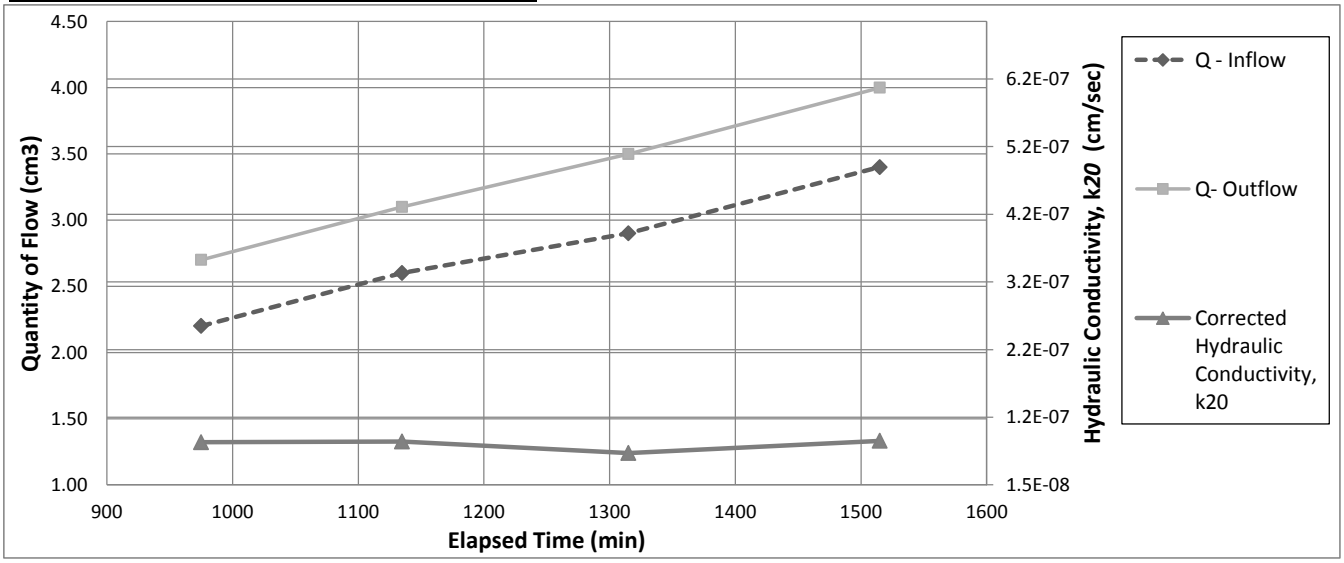
Sample Location:	BH F-F-1-2016	**Sampled By:**	n/a
Sample Height/Depth:	10.11 m - 10.22 m	**Date Sampled:**	October 16, 2016
Sample Identification:	TM14	**Date Tested:**	Oct 20 - Oct 27, 2016

Method C- Falling Head, Rising Tailwater Elevation

Sample Description:	**Silty CLAY**

Specimen Parameters	**Initial**	**Final**
Diameter, cm	5.08	
Length, cm	6.00	
Volume, cm^3	121.7	
Wet Mass, g	210.2	
Dry Density, kg/m^3	1117	1123
Moisture, %	54.7	53.6
Specific Gravity	2.8	
Degree of Saturation, %	100	100
Largest Particle Size, mm	4.75	

Permeation Condition	
Cell Pressure, kPa	215.1
Head Pressure, kPa	201.4
Back Pressure, kPa	186.7
B - Value	0.97
Effective Consolidation Pressure, kPa	26.40
Volume under Steady Flow, cm^3	4.0
Hydraulic Gradient, *i*	25.0
Hydraulic Conductivity, k_{20}, cm/sec	**7.9E-08**



REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	October 28, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	November 1, 2016

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressource Métanor
Labo N° :
Projet / site :
Projet N° : 11128109-A1

Forage N° : F-A-1-2016
Échantillon N° : TH-13
Profondeur : 9.15-9.76m
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18409
Gabarit de taille N° : S-125
Cône N° :
Étuve N° : B-23-4453

Profondeur (cm)	pouce		Description	Essais requis
		9.15m	[(9.20-9.50m Argile varvé, grise, alternance d'argile, silt et de sable, raide à ferme) (9.50-9.75m - Argile silteuse grise très raide à raide)], moyennement sensible moyenne plasticité (CH)	
5	2	9.20		
10	4			
15	6			
20	8	9.35		
25	10			
30	12			
35	14	9.50		
40	16			
45	18			
50	20	9.67		
55	22			
60	24	9.75m		
65	26			
70	28			

remanié
Perméabilité
essais

Teneur en eau

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:
-
-

Essais réalisés :
γ, A, Sc, C50
Perméabilité

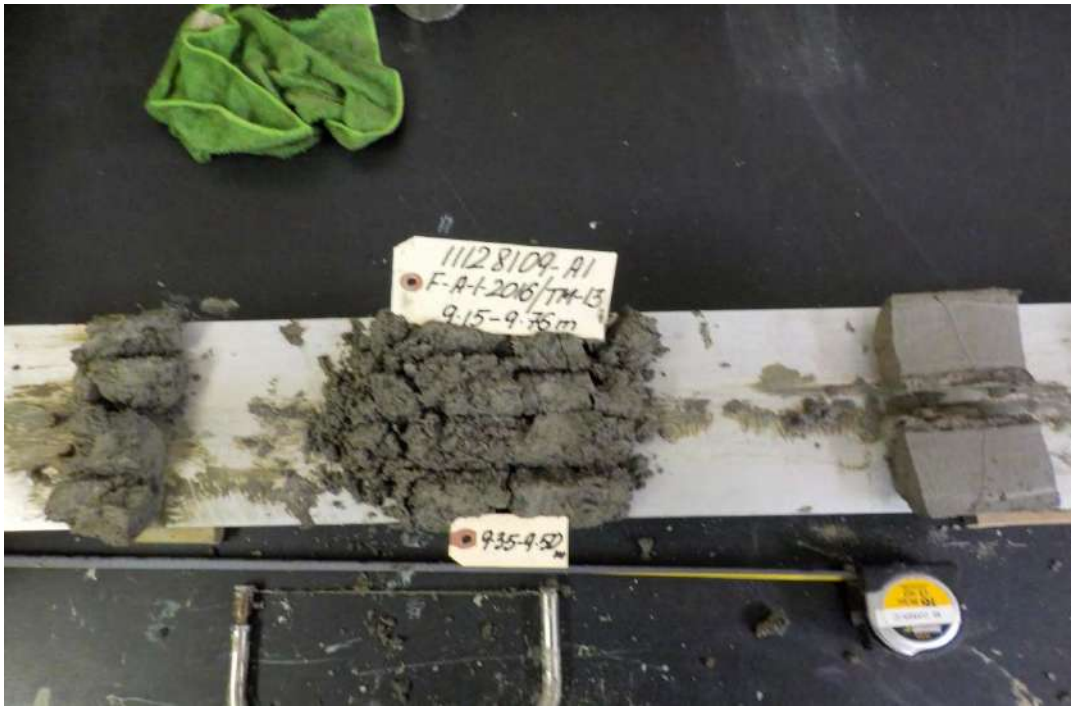
Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 60.0cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi
Date : 25/10/16
Vérifié par :
Date : 28/10/16

F-A-1-2016-TM-13



F-A-1-2016/TM-13
9·15-9·76m
9·35-9·50m

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métanor — Labo N° :

Projet / site : / — Projet N° : 1112809-A1

Forage N° : F-A-1-2016 — Échantillon N° : TM-15 — Profondeur : 10.67 - 11.28m

Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : — Gabarit de taille N° :

Cône N° :

Étuve N° :

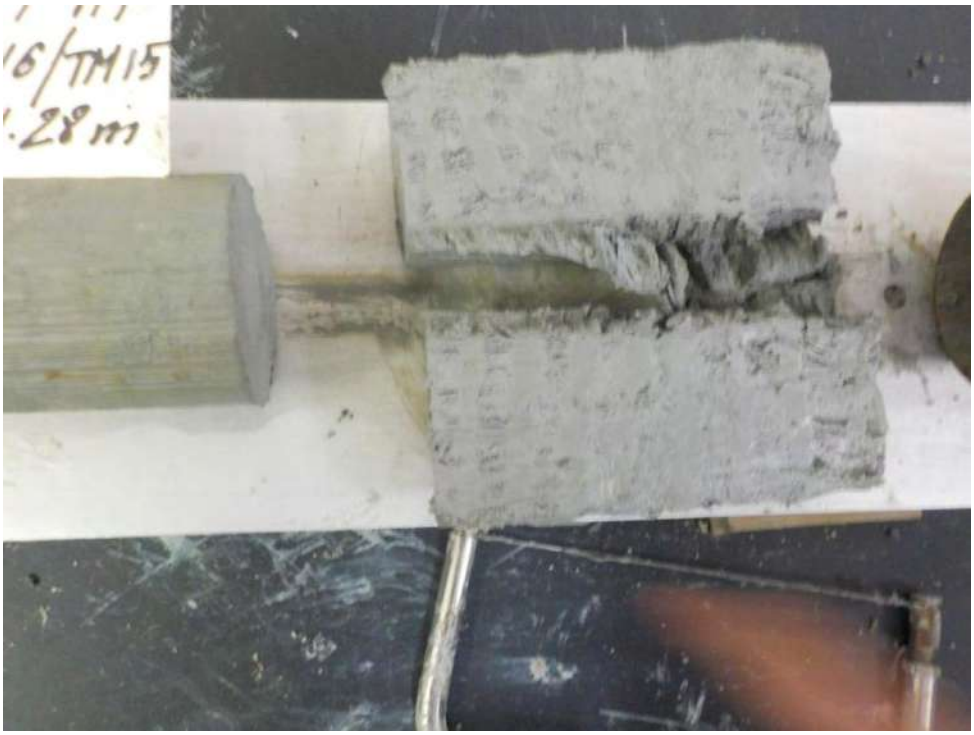
Profondeur (cm)	Profondeur pouce	Profondeur	Description	Essais requis
		10.67m.	10.72 - 11.36m	Teneur en eau
5	2	10.72	Argile varvé (alternance d'argile, silt et un peu de sable) grise.	Capsule N° / W_T + T / W_S + T / W_W / T / W_S / w %
10	4			
15	6			
20	8	10.87		
25	10		Argile ferme, peu à moyennement sensible, moyenne de plasticité (CL)	Teneur en eau A:
30	12			
35	14	11.02		Essais réalisés : S, A, SC
40	16			
45	18			
50	20	1117		
55	22			
60	24			Consistance :
65	26	11.32		Couleur :
70	28	11.36		Terminologie descriptive :
				Récupération : 69.0 cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A-A 2i2 — Date : 20/10/16

Vérifié par : — Date : 20/10/16

F-A-1-2016-TM-15


6/TH15
.28m

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métaron
Labo N° :
Projet / site :
Projet N° : 11128109-A1

Forage N° : F-A-3-2016 Échantillon N° : TM-8 Profondeur 5.33-5.94m.
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18409 Gabarit de taille N° : S-125
Cône N° :
Étuve N° : B23-4453

Profondeur (cm)	pouce		Description	Essais requis
		5.33m	5.42 à 5.95m	
5	2		Argile silteuse grise	
10	4	5.42	Argile molle, peu	
15	6		à moyennement	
20	8		Sensible. grande	
25	10	5.57	plasticité (CH)	
30	12			
35	14			
40	16	5.72		
45	18			
50	20			
55	22	5.87		
60	24	5.95		
65	26			
70	28			

remanié

essais

Teneur en eau

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:
-
-

Essais réalisés :
γ

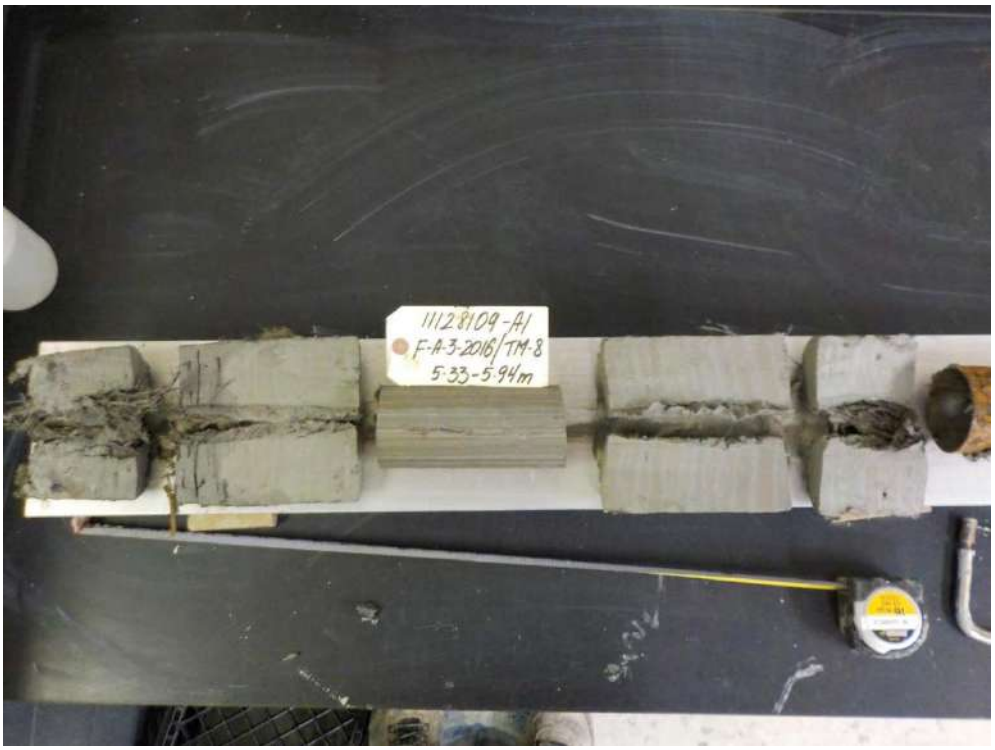
Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 62.0cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi Date : 20/10/16
Vérifié par : Date : 28/10/16

F-A-3-2016-TM-8


11128109-A1
F-A-3-2016/TM-8
5·33-5·94m

11128109-A1
F-A-3-2016/TM-8
5·33-5·94m

Rehaussement de la cellule no 1 du parc à résidus
Mine Bachelor

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métanor — Labo N° :

Projet / site : Desmaraisville, Québec — Projet N° : 1112810-A1

Forage N° : F-A-3-2016 — Échantillon N° : TM-9 — Profondeur : 6.10 à 6.71m.

Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 13409 — Gabarit de taille N° : S-125

Cône N° :

Étuve N° : B23-4453

Profondeur (cm)	Profondeur (pouce)	
		6.10
5	2	remanié
		6.17
10	4	
15	6	
20	8	
		6.32
25	10	
30	12	
35	14	
		6.47
40	16	
45	18	
50	20	
		6.62
55	22	
60	24	
		6.69m
65	26	
70	28	

Description

6.17 à 6.69m

Argile silteuse, grise pâle.

Argile molle, peu sensible, granulaire plasticité (CH)

Essais requis

Teneur en eau

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:

- _____
- _____

Essais réalisés :

8

Consistance : _____

Couleur : _____

Terminologie descriptive : _____

Récupération : 59.0cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

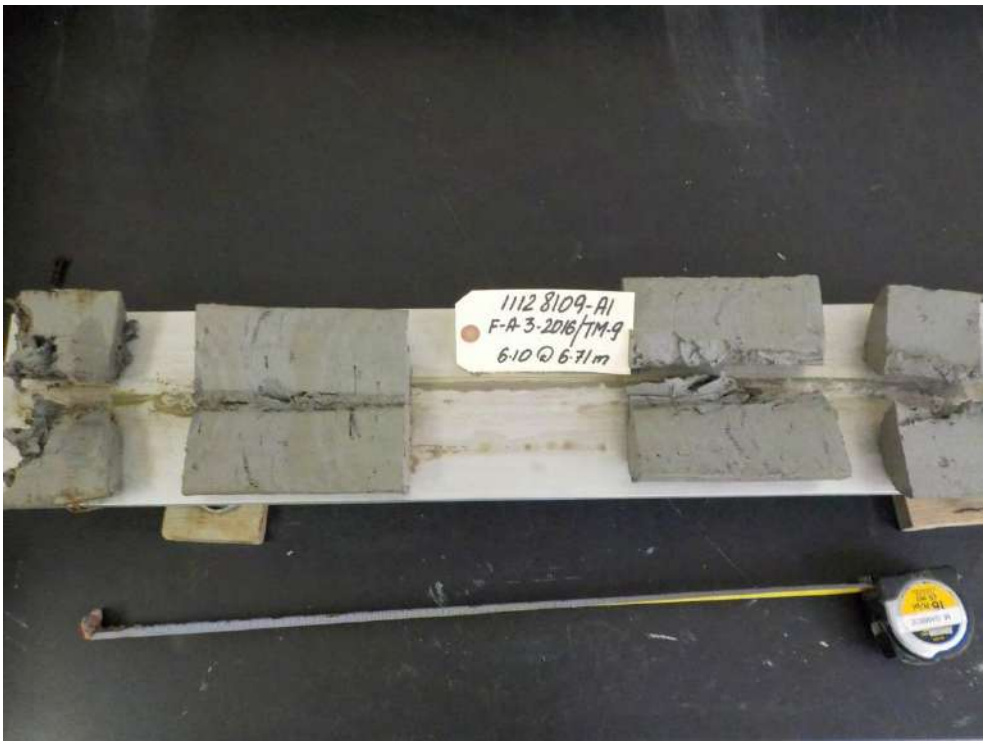
Remarques : _____

Effectué par : A. Azizi — Date : 19/10/16

Vérifié par : _____ — Date : 28/10/16

F-A-3-2016-TM-9

1112 8109-A1
F-A-3-2016/TM-9
6.10 @ 6.71m


1112 8109-A1
F-A-3-2016/TM-9
6.10 @ 6.71m

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métamar — Labo N° :

Projet / site : — Projet N° : 1112810-A1

Forage N° : F-A-3-2016 — Échantillon N° : TM-10 — Profondeur : 6.86-7.47m

Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18409 — Gabarit de taille N° : S-125

Cône N° :

Étuve N° : B28-4453

Profondeur (cm)	Profondeur pouce	Description	Essais requis
5	2	6.86 remanié	6.95-7.47m
10	4	6.95 Argile silteuse grise	Teneur en eau
15	6	Argile molle, peu	
20	8	7.08 sensible, grande	
25	10		
30	12	plasticité (CH)	
35	14	7.23	
40	16		
45	18		
50	20	7.37	
55	22	7.40m	
60	24		
65	26		
70	28		

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:

-

-

Essais réalisés :

Consistance :

Couleur :

Terminologie descriptive :

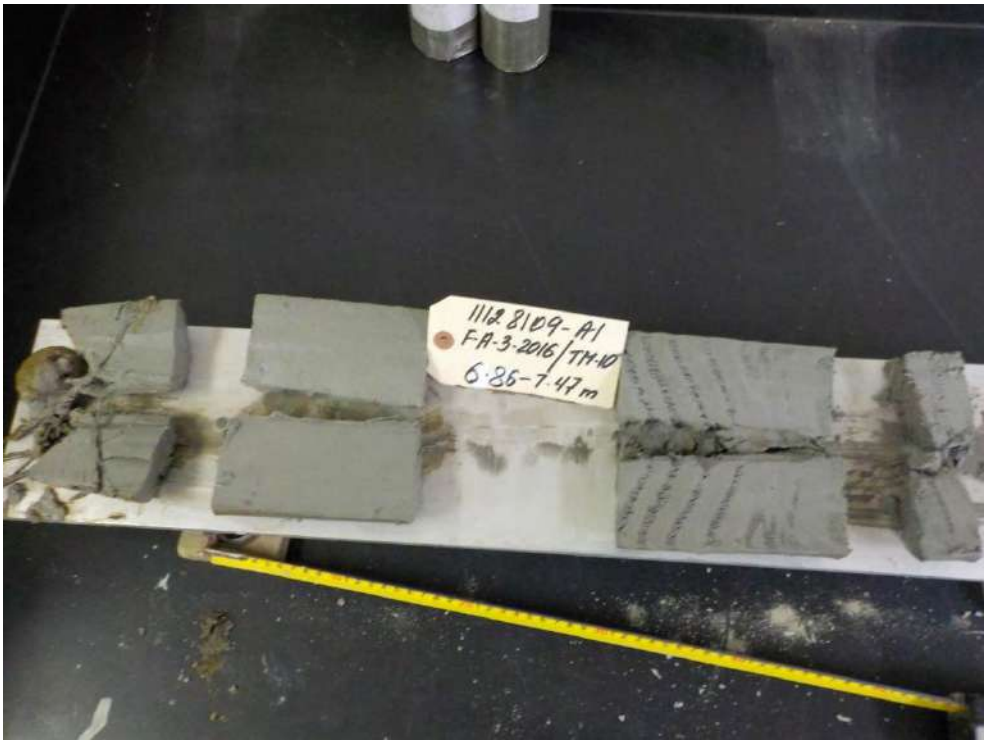
Récupération : 54.0 mm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : AD 2424 — Date : 20/10/16

Vérifié par : — Date : 28/10/16

F-A-3-2016-TM-10



Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métanor
Labo N° :
Projet / site : 200, Chemin de la Mine, Desmarais ville
Projet N° : 1128109-A1.

Forage N° F-A-3-2016
Échantillon N° TM-11
Profondeur : 7.62 @ 8.23 m.
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18409
Gabarit de taille N° : S-125
Cône N° :
Étuve N° : B23-4453

Profondeur (cm)	pouce		Description	Essais requis
		7.62 m	7.68 – 8.23 m	Teneur en eau
5	2	7.68	Argile silteuse, grise-pâle. Argile ferme à molle, moyennement sensible, grande plasticité (CH)	
10	4			
15	6			
20	8	7.83		
25	10			
30	12			
35	14	7.98		
40	16			
45	18			
50	20	8.12		
55	22			
60	24	8.23		
65	26	8.27 m		
70	28			

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À :
-
-

Essais réalisés :
γ.

Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 65.0 cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi
Date : 19/10/16
Vérifié par :
Date : 20/10/16

F-A-3-2016-TM-11

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

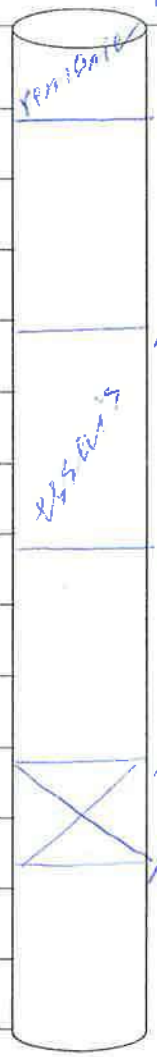
Client : Ressources Métanor
Labo N° :
Projet / site : Desmaraisville, Québec
Projet N° : 11128109-A1

Forage N° : F-E-1-2016
Échantillon N° : TM-14
Profondeur : 9.91 - 10.52 m.
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° :
Gabarit de taille N° :
Cône N° :
Étuve N° :

Profondeur (cm)	pouce	Description	Essais requis
5	2	9.97 @ 10.49 m Argile silteuse, grise-pâle. Argile ferme, peu à moyennement sensible, grande plasticité (CH)	Teneur en eau
10	4		
15	6		
20	8		
25	10		
30	12		
35	14		
40	16		
45	18		
50	20		
55	22		
60	24		
65	26		
70	28		



Teneur en eau			
Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À :
-
-

Essais réalisés :
γ, A, Sc.

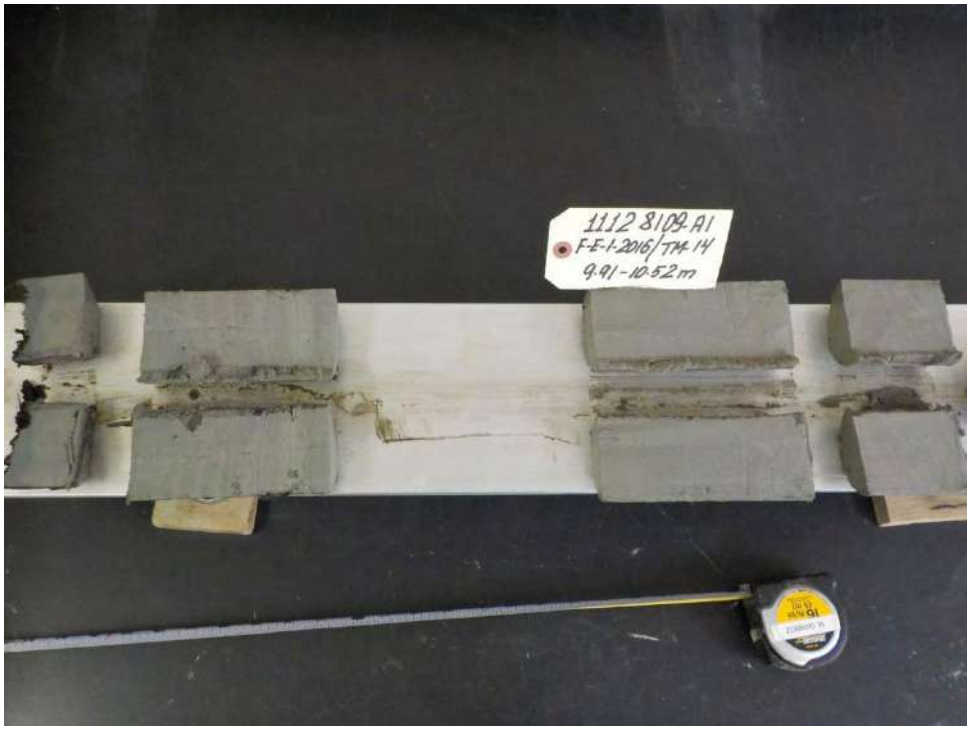
Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 580 cm. / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi
Date : 19/10/16
Vérifié par :
Date : 28/10/16

F-E-1-2016-TM14



Rehaussement de la cellule no 1 du parc à résidus
Mine Bachelor

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métanor
Labo N° :
Projet / site : /
Projet N° : 111281 09-A1.

Forage N° : F-E-1-2016
Échantillon N° : TH-15
Profondeur : 10.67-11.28m.
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18409
Gabarit de taille N° : S-125
Cône N° :
Étuve N° : B23-4453.

Profondeur (cm)	pouce		Description
		10.67	10.74 – 11.24m
5	2	remanie	Argile silteuse, grise pâle.
10	4	10.74	
15	6		
20	8	10.89	Argile molle, peu à moyennement sensible, grande plasticité (CH)
25	10	essais	
30	12		
35	14	11.04	
40	16		
45	18		
50	20	11.19	
55	22	11.24	
60	24		
65	26		
70	28		

Essais requis

Teneur en eau

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:
-
-

Essais réalisés :

γ, Sc.

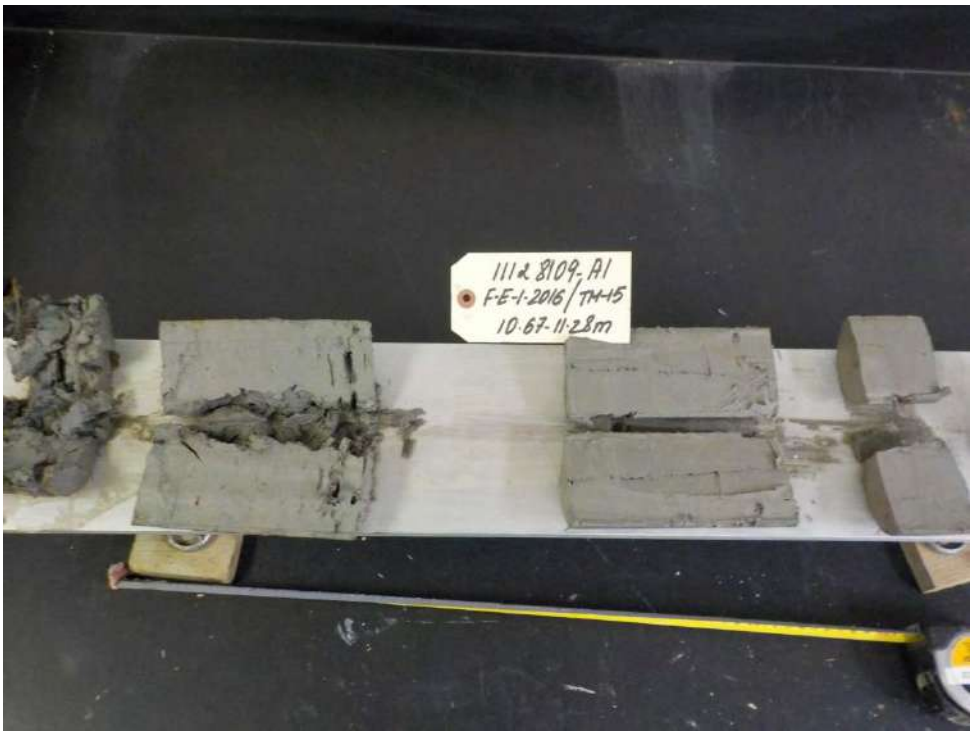
Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 57.0 cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi
Date : 19/10/16.
Vérifié par :
Date : 28/10/16

F-E-1-2016-TM15



Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métamor

Labo N° :

Projet / site : /

Projet N° : 1112870 9-A1

Forage N° : F-F-1-2016 Échantillon N° : TM-14 Profondeur : 9.91 à 10.51m

Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° :

Gabarit de taille N° :

Cône N° :

Étuve N° :

Profondeur (cm)	Profondeur pouce	9.91m	Description
5	2	9.96	9.96 – 10.98m
10	4		Argile silteuse grise.
15	6		Argile ferme à molle peu
20	8	10.11	sensible, grande
25	10		plasticité (CH)
30	12		
35	14	10.26	
40	16		
45	18		
50	20	10.41	
55	22	10.48	
60	24		
65	26		
70	28		

Essais requis

Teneur en eau

Capsule N°			
$W_T + T$			
$W_S + T$			
W_W			
T			
W_S			
w %			

Teneur en eau À:

- _____
- _____

Essais réalisés :

γ, A, Sc, perméabilité

C-50

Consistance : _____

Couleur : _____

Terminologie descriptive : _____

Récupération : 54 cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques : _____

Effectué par : A Azizi Date : 20/10/16

Vérifié par : _____ Date : 20/10/16

F-F-1-2016-TM14

Tube à paroi mince – Extraction, description et entreposage (ASTM D2488)

Client : Ressources Métanor
Labo N° :
Projet / site :
Projet N° : 11128109-A1

Forage N° : F-F-1-2016
Échantillon N° : TM-16
Profondeur : 11.43-12.04 m
Description du matériau : Voir ci-bas

Appareils de mesure utilisés :

Balance N° : 18469
Gabarit de taille N° : S-125
Cône N° :
Étuve N° : 828-4453

Profondeur (cm)	pouce		Description	Essais requis
		11.43	11.48 - 11.98 m	Teneur en eau
5	2	11.48	Argile Varvé silteuse grise.	Capsule N°
10	4		Argile raide, moyennement sensible, faible	$W_T + T$
15	6		plasticité (CI)	$W_S + T$
20	8	11.63		W_W
25	10			T
30	12			W_S
35	14	11.78		w %
40	16			Teneur en eau À:
45	18			
50	20	11.93		Essais réalisés :
55	22	11.98 m		γ, A, Sc, SD
60	24			
65	26			
70	28			

Consistance :
Couleur :
Terminologie descriptive :

Récupération : 55.0 cm / 24" (60 cm) / 28" (70 cm)

Remarques :

Effectué par : A. Azizi
Date : 20/10/16
Vérifié par :
Date : 28/10/16

F-F-1-2016-TM16

Annexe D
Résultats des essais géotechniques de laboratoire des stériles fournis

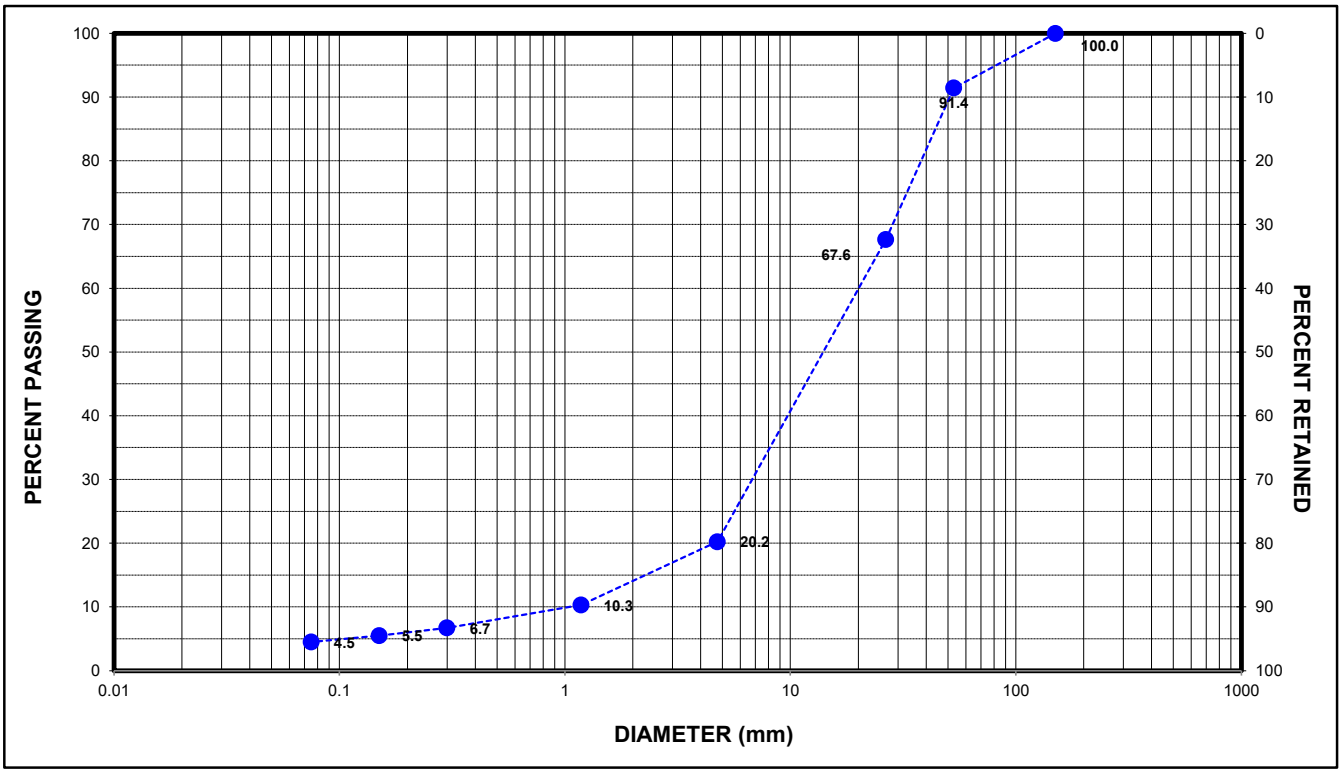
SELECT SUBGRADE MATERIAL - SIEVE ANALYSIS (LS-602)

Client:	Ressources Métanor	**Lab no.:**	WLA 726-1
Project/Site:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**Project no.:**	11128109-A1

Source: N/A

Sampled by: Client Date sampled: N/A

Sieve Size (mm)	Sample % Passing	Minimum % - Maximum %
150.0	**100.0**	
53.0	**91.4**	
26.5	**67.6**	
4.75	**20.2**	
1.18	**10.3**	
0.300	**6.7**	
0.150	**5.5**	
0.075	**4.5**	



Remarks: Moisture content as received 2.5%

Performed by:	Greg Peters / Blayne Stanic	**Date:**	November 28, 2016
Verified by:	Michael Braverman	**Date:**	November 29, 2016

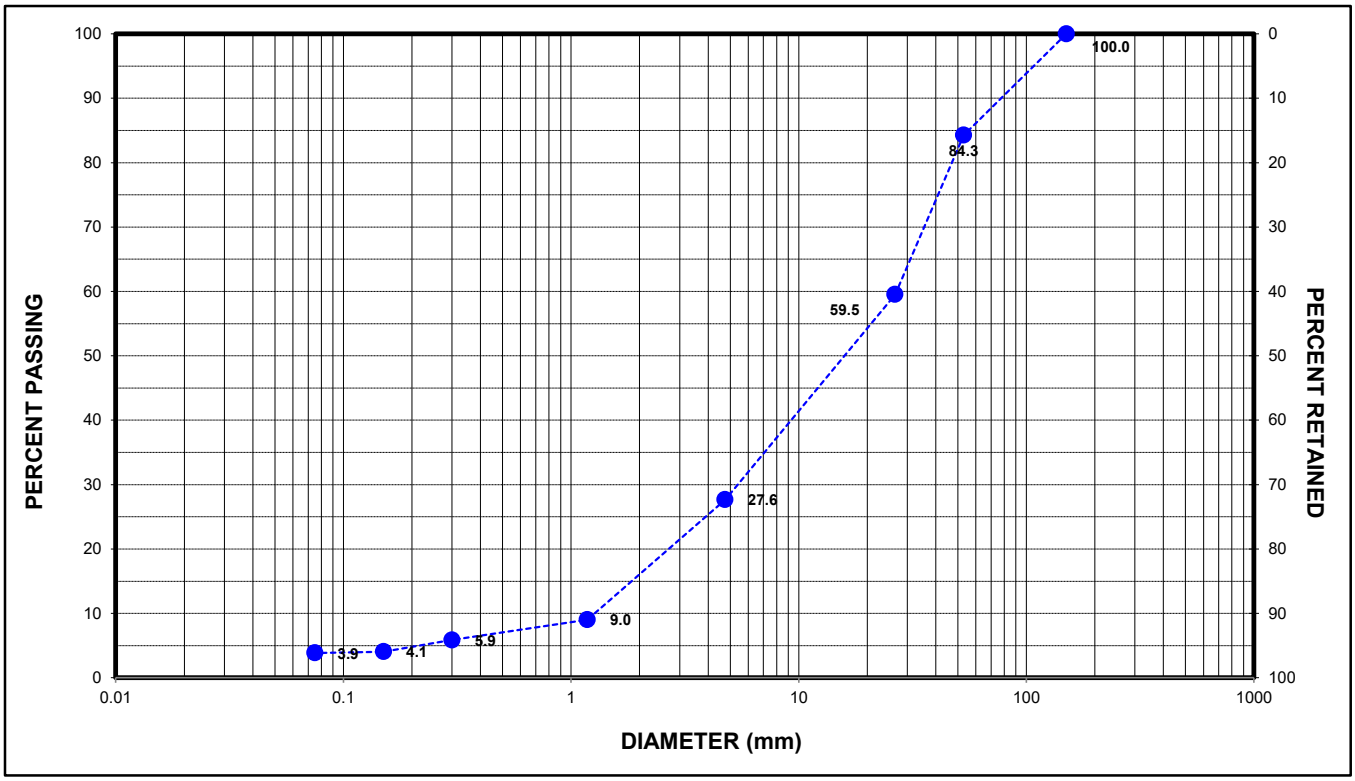
SELECT SUBGRADE MATERIAL - SIEVE ANALYSIS (LS-602)

Client:	Ressources Métanor	**Lab no.:**	WLA 726-2
Project/Site:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**Project no.:**	11128109-A1

Source: N/A

Sampled by: Client Date sampled: N/A

Sieve Size (mm)	Sample % Passing	Minimum % - Maximum %
150.0	**100.0**	
53.0	**84.3**	
26.5	**59.5**	
4.75	**27.6**	
1.18	**9.0**	
0.300	**5.9**	
0.150	**4.1**	
0.075	**3.9**	

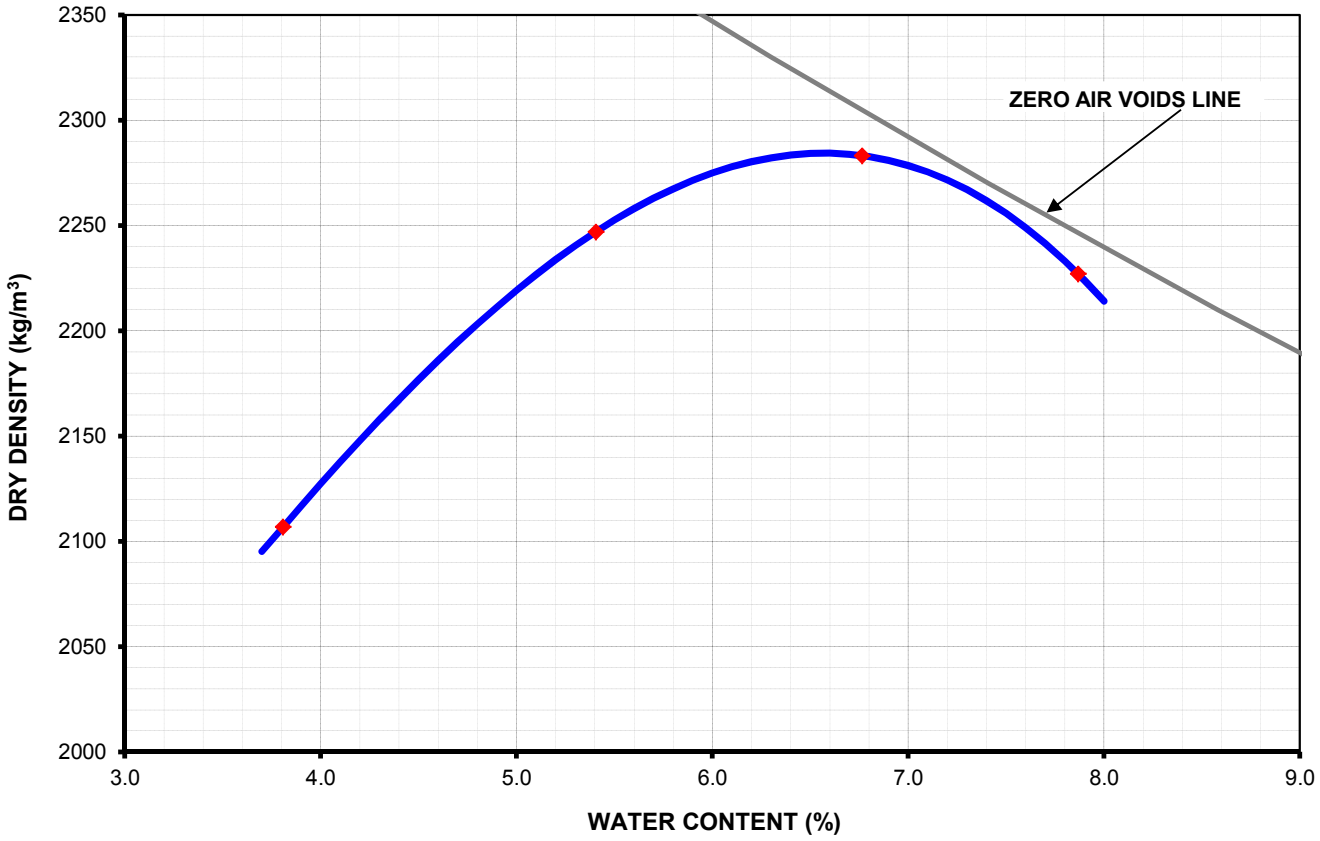


Remarks: Moisture content as received 1.8%

Performed by:	Blayne Stanic	**Date:**	November 22, 2016
Verified by:	Michael Braverman	**Date:**	November 29, 2016

STANDARD PROCTOR TEST
(ASTM D698)

CLIENT	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA 726
PROJECT/SITE:	Rehaussement de la cellule n.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT No.:**	11128109-A1



Prepared Sample:	Dry	X	Moist	--			Provided G_s*:	2.80
ASTM D698 Test Method:	A	--	B	--	C	X	Type of Hammer:	Manual

Soil Type:	GRAVEL, some sand, trace silt
Material:	
Proposed Use:	
Sample Identification:	
Sample Location:	n/a
Aggregate Supplier / Pit Name:	
Sample Date:	n/a
Sampled By:	Client

Max. Dry Density:	**2284**	**kg/m³**
Optimum Moisture:	**6.6**	**%**
% Retained on 19.0mm (	**30.0**	**%**
Corrected Dry Density:	**2418**	**kg/m³**
Corrected Opt. Moist.:	**4.6**	**%**

REMARKS: The tested material has more than 30% of oversize fraction.

The correction applied for 30 % for oversize as maximum allowed by ASTM standard.

PERFORMED BY:	Blayne Stanic	**DATE:**	November 29, 2016
VERIFIED BY:	Abdul Hafeez Khan, P.Eng.; Laboratory Manager	**DATE:**	November 30, 2016

Direct Shear Test of Soils under Consolidated Drained Conditions
(ASTM 3080-11)

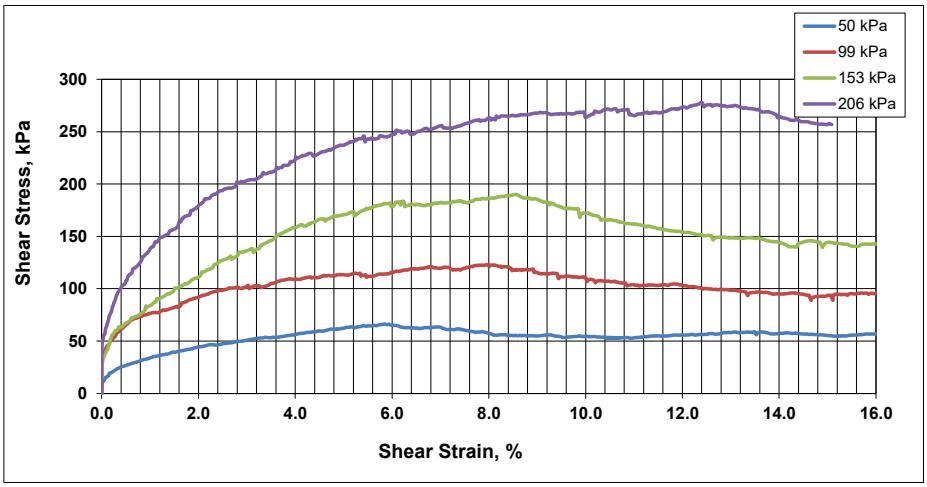
CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB NO.:**	WLA 726-1
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule n.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT NO.:**	11128109-A1

BH No.	**n/a**
Sample No.	**n/a**
Depth, m	**n/a**
Sampling Date	**n/a**
Sample Description	**Sandy GRAVEL trace silt**

Sample Parameters					
Before Test		***50 kPa***	***99 kPa***	***153 kPa***	***206 kPa***
Area	cm^2	*888.0*	*888.0*	*888.0*	*888.0*
Height	cm	*14.00*	*14.00*	*14.00*	*14.00*
Volume	cm^3	12433	12433	12433	12433
Wet Mass	g	*26045*	*26000*	*26000*	*26000*
Moisture Content	%	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.3*
Wet Density	kg/m^3	*2095*	*2091*	*2091*	*2091*
Dry Density	kg/m^3	*2044*	*2040*	*2041*	*2044*
Specific Gravity (Assumed)		*2.80*	*2.80*	*2.80*	*2.80*
Void Ratio		*0.37*	*0.37*	*0.37*	*0.37*
Degree of Saturation	%	*18.9*	*18.8*	*18.7*	*17.4*
Height of the sample after consolidation, cm		*13.9*	*13.8*	*13.7*	*13.7*
Volume change due to the consolidation, cm3		*118.3*	*165.2*	*251.7*	*242.4*

Before Shear					
Volume	cm^3	12314	12267	12181	12190
Dry Density	kg/m^3	*2063*	*2068*	*2083*	*2085*

Shear parameters		***50 kPa***	***99 kPa***	***153 kPa***	***206 kPa***
Normal Stress	kPa	*50.3*	*98.9*	*153.0*	*205.9*
Lateral Stress	kPa	*66.2*	*123.0*	*190.1*	*277.7*
Strain at failure	%	*5.9*	*7.9*	*8.6*	*158.2*
Rate of strain	%/min	*1.7*	*1.6*	*1.6*	*2.1*
Water content	%	*2.5*	*2.5*	*2.3*	*2.3*

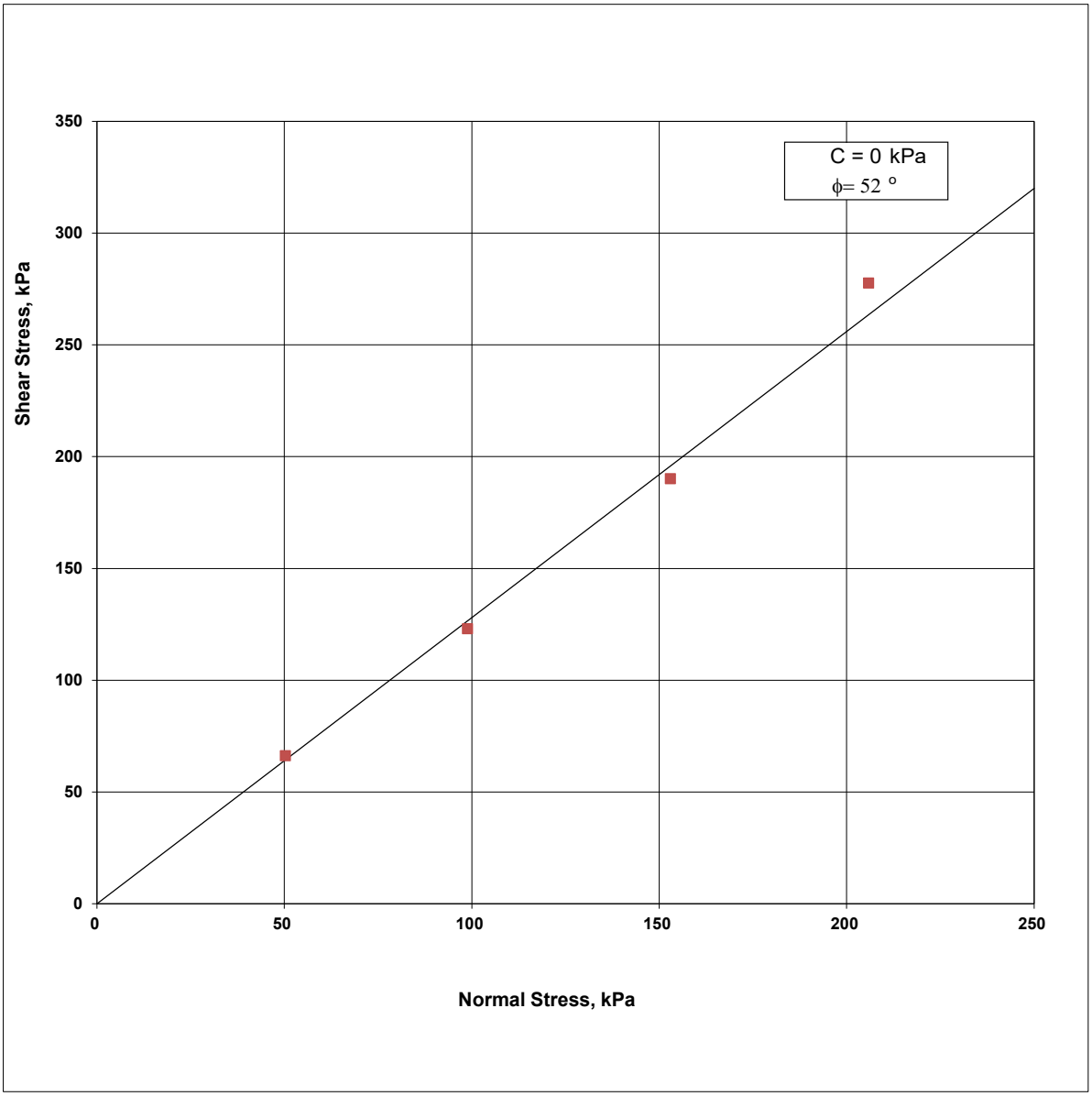


REMARKS

Performed by	Michael Braverman/Casey Adachi	**DATE:**	November 21-25, 2016
Verified by	Michael Braverman	**DATE:**	28-Nov-15

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB NO.:**	WLA 726-1
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule n.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT NO.:**	11128109-A1

BH No.	**n/a**
Sample No.	**n/a**
Depth, m	**n/a**
Sampling Date	**n/a**
Sample Description	**Sandy GRAVEL trace silt**



REMARKS :

Performed by :	Michael Braverman/Casey Adachi	**DATE:**	November 21-25, 2016
Verified by :	Michael Braverman	**DATE:**	November 28, 2015

Annexe E
Résultats des essais géotechniques de laboratoire des résidus fournis

Rapport d'analyse(s) - sols et granulats

Client:	**Ressources Métanor inc.**	**Projet No:**	**11128109-A1**
		Échantillon No:	2016-chaudière
Projet:	Rehaussement de la cellule no. 1 du parc à résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**Date de prélèvement:**	
		Prélevé par:	
Type de matériau:	Silt, traces d'argile, traces de sable	**Localisation du prélèvement:**	9.50-9.67m
Provenance:			
Usage proposé:			

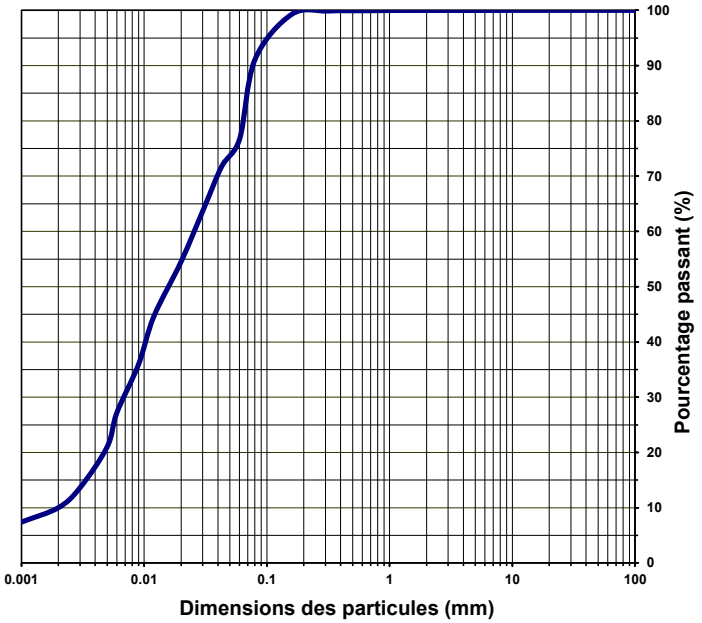
Granulométrie (% passant) (LC 21-040)

Tamis		112 mm	80 mm	56 mm	40 mm	31.5 mm	28 mm	20 mm	14 mm	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.25 mm	630 µm	315 µm	160 µm	80 µm
Résultats cumulatifs		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	91.1
Exigences	min.																
	max.																

Autres essais	Résultats	Exigences	
		min.	max.
Teneur en eau (NQ 2501-170) (%)	28		
Teneur en eau (NQ 2501-170) (%)	29		
Densité relative (NQ 2501-070)	2.798		
Sédimentométrie		diamètre	% passant
		0.06	76.7
		0.043	71.8
		0.031	64.4
		0.02	54.5
		0.012	44.6
		0.009	35.9
		0.006	27.2
		0.005	21.0
		0.003	13.6
		0.002	10.0
		0.001	7.4

Essai Proctor (NQ 2501-255, méthode)	Résultats
Masse volumique sèche maximale	(kg/m^3)
Humidité optimale	(%)

Courbe granulométrique



Argile et silt	Sable	Gravier
91	9	0

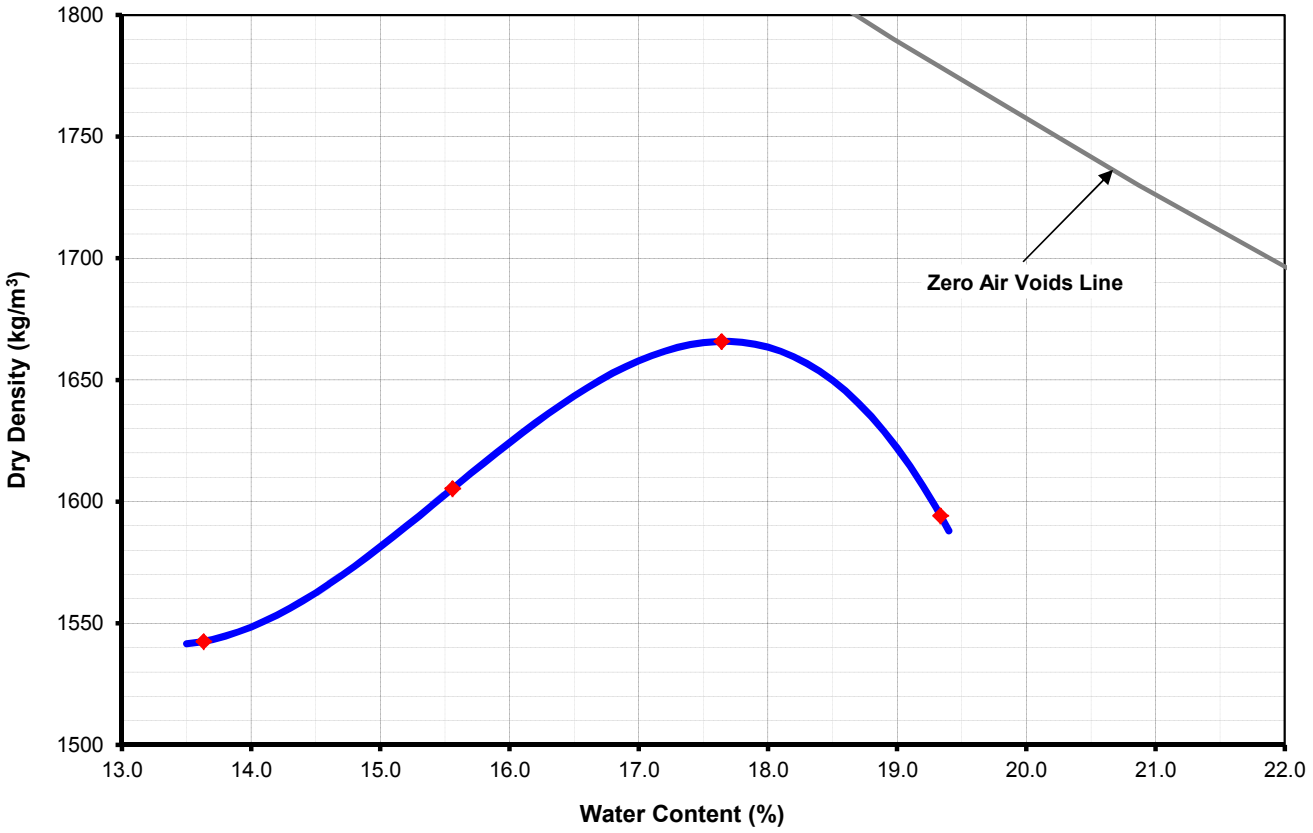
Remarques:

Préparé par: Lynne Geoffré Vérifié par: Benoit Cyr, B.Sc.géologie Date: 2016-10-31

GHD Consultants Ltée. 2385 rue Charbonneau Trois-Rivières Qc G9A 5C9

Standard Proctor Test (ASTM D698)

Client :	Ressources Métanor Inc.	**Lab No :**	WLA 719
Project/Site :	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**Project No :**	11128109-A1



Prepared Sample:	Dry	x	Moist	--			Provided G_s:	2.80
ASTM D698 Test Method:	A	x	B	--	C	--	Type of Hammer:	Manual
		4.75 mm		9.50 mm		19.0 mm		

Soil Type:	SILT, trace sand, trace gravel
Material:	Mine tailings
Proposed Use:	-
Sample Identification:	-
Sample Location:	-
Aggregate Supplier / Pit Name:	-
Sample Date:	n/a
Sampled By:	Client

Max. Dry Density:	**1666**	**kg/m^3**
Optimum Moisture:	**17.7**	**%**
% Retained on 4.75 mm:	**0.2**	**%**
Corrected Dry Density:	**1666**	**kg/m^3**
Corrected Opt. Moist.:	**17.7**	**%**

Remarks :

Performed by :	Blayne Stantic	**Date :**	November 14, 2016
Verified by :	Abdul Hafeez Khan, P.Eng.; Laboratory Manager	**Date :**	November 15, 2016

Direct Shear Test of Soils under Consolidated Drained Conditions
(ASTM 3080-11)

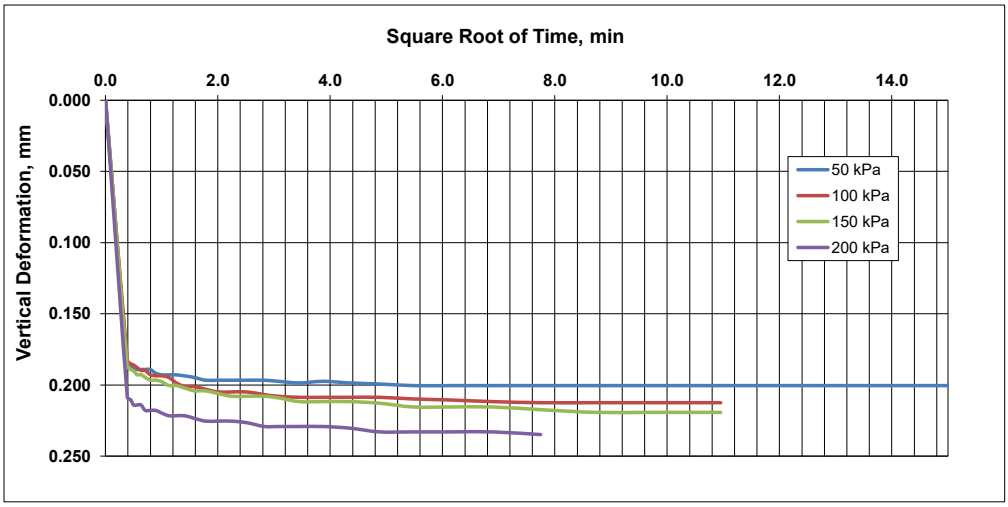
CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB NO.:**	WLA 719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a residus, 200 Chemin de la Mine Demaraisville, Québec	**PROJECT NO.:**	11128109-A1

BH No.	-
Sample No.	-
Depth, m	-
Sampling Date	-
Sample Description	**SILT, trace sand, trace gravel**

Specimen Parameters					
Before Test		***50 kPa***	***100 kPa***	***150 kPa***	***200 kPa***
Area	cm^2	*36.0*	*36.0*	*36.0*	*36.0*
Height	cm	*2.0*	*2.0*	*2.0*	*2.0*
Volume	cm^3	72.0	72.0	72.0	72.0
Wet Mass	g	*150.3*	*147.6*	*149.3*	*148.2*
Moisture Content	%	*19.1*	*18.8*	*19.3*	*19.0*
Wet Density	kg/m^3	*2088*	*2050*	*2074*	*2059*
Dry Density	kg/m^3	*1752*	*1726*	*1738*	*1731*
Specific Gravity		*2.80*	*2.80*	*2.80*	*2.80*
Void Ratio		*0.60*	*0.62*	*0.61*	*0.62*
Degree of Saturation		*89.7*	*84.5*	*88.6*	*85.9*
Height of the specimen after consolidation, cm		*1.98*	*1.98*	*1.98*	*1.98*
Volume change due to the consolidation, cm3		*0.8*	*0.8*	*0.8*	*0.8*

Before Shear					
Volume	cm^3	71.2	71.2	71.2	71.2
Dry Density	kg/m^3	*1772*	*1745*	*1757*	*1751*

Shear parameters		***50 kPa***	***100 kPa***	***150 kPa***	***200 kPa***
Normal Stress	kPa	*50.0*	*100.0*	*150.0*	*200.0*
Shear Stress	kPa	*71.0*	*89.1*	*111.3*	*138.1*
Strain at failure	%	*3.1*	*8.6*	*4.9*	*6.3*
Rate of strain	%/min	*0.02*	*0.02*	*0.02*	*0.02*

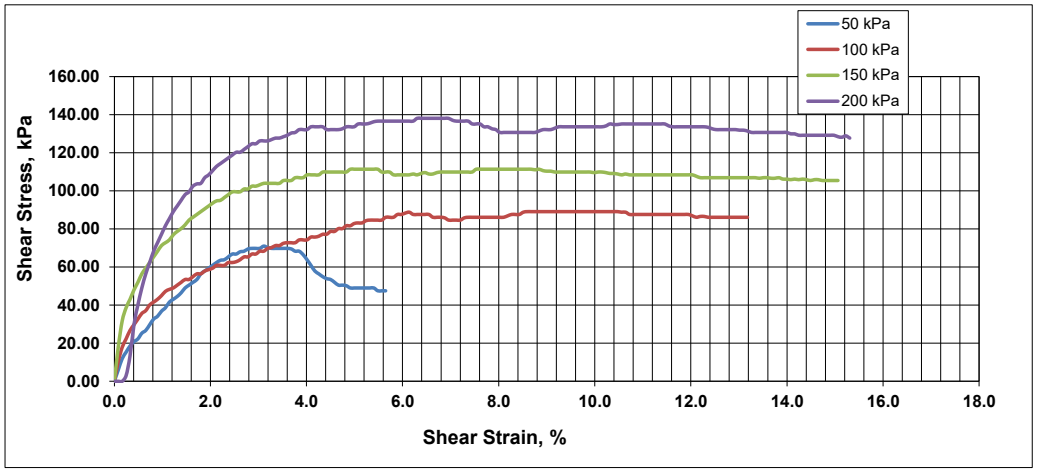


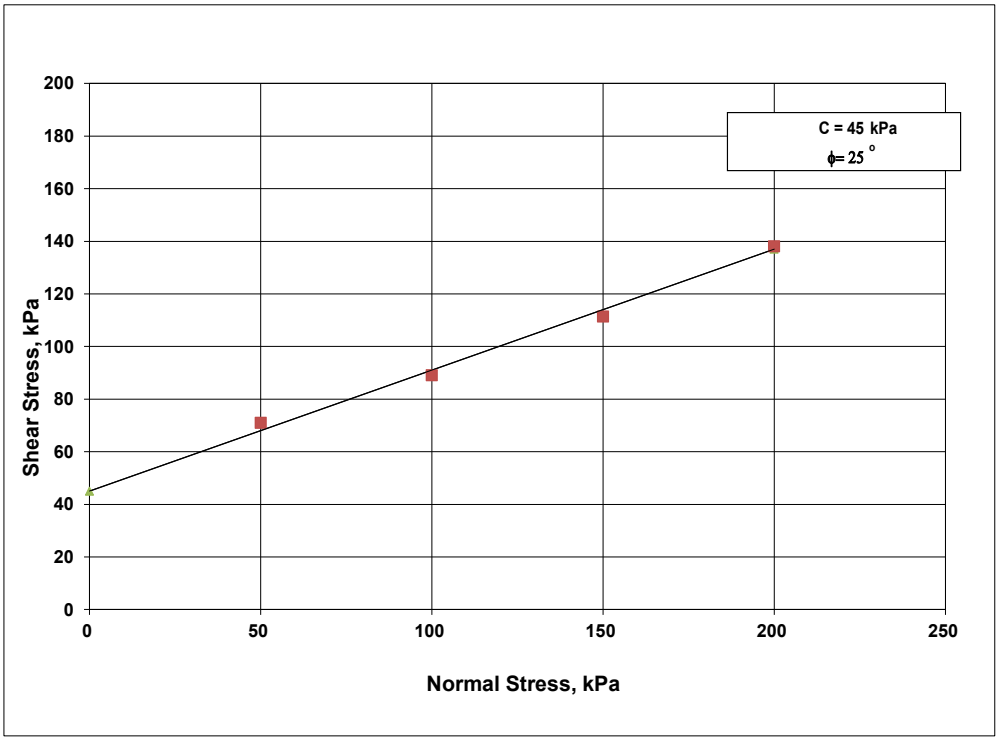
REMARKS

Performed by	S Segura	**DATE:**	Nov 15-23 2016
Verified by	Michael Braverman	**DATE:**	23-Nov-16

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB NO.:**	WLA 719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a residus, 200 Chemin de la Mine Demaraisville, Québec	**PROJECT NO.:**	11128109-A1

BH No.	-
Sample No.	-
Depth, m	-
Sampling Date	-
Sample Description	**SILT, trace sand, trace gravel**





REMARKS :

Performed by :	S Segura	**DATE:**	Nov 15-23 2016
Verified by :	Michael Braverman	**DATE:**	November 23, 2016

CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
FOR COHESIVE SOILS (ASTM D4767 - 11)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT No.:**	11128109-A1

BH No.	-
Sample ID	-
Depth, m	-
Sampling Date	-
Sample Description	**SILT, trace sand, trace gravel**

Vertical strain at failure taken based on **Maximum Stress Ratio**

Specimen Parameters

Initial		***Specimen A***	***Specimen B***	***Specimen C***	***Specimen D***
Specimen Depth	m	-	-	-	-
Diameter	cm	*3.80*	*3.80*	*3.80*	*3.80*
Height	cm	*8.00*	*8.00*	*8.00*	*8.00*
Height-to-Diameter Ratio		*2.1*	*2.1*	*2.1*	*2.1*
Volume	cm^3	90.7	90.7	90.7	90.7
Wet Mass	g	*181.0*	*181.0*	*182.4*	*182.3*
Dry Density	kg/m^3	*1680*	*1683*	*1681*	*1698*
Water Content	%	*18.7*	*18.5*	*19.6*	*18.3*
Specific Gravity		*2.80*	*2.80*	*2.80*	*2.80*
Void Ratio		*0.67*	*0.66*	*0.67*	*0.65*
Degree of Saturation	%	*79*	*78*	*82*	*79*
B-Value at end of Saturation		*0.93*	*0.93*	*1.01*	*0.91*
Volume change due to the consolidation, cm^3		*0.0*	*0.5*	*1.0*	*0.6*
Before Shear					
Volume	cm^3	90.7	90.2	89.7	90.1
Wet Mass	g	*179.4*	*179.5*	*181.2*	*181.7*
Dry Density	kg/m^3	*1680*	*1692*	*1700*	*1710*
Water Content	%	*17.7*	*17.6*	*18.8*	*17.9*
Void Ratio		*0.67*	*0.65*	*0.65*	*0.64*

		Specimen A	***Specimen B***	***Specimen C***	***Specimen D***
Cell pressure	kPa	601.1	600.3	600.4	601
Back pressure	kPa	549.9	501.5	463.1	411.7
Consolidation stress	kPa	51.2	98.8	137.3	189.3
Rate of strain	%/hour	0.8	0.7	0.8	0.7
Vertical strain at failure	%	2.50	3.00	3.50	4.00
Deviator stress at failure	kPa	671	419	778	915
Excess pore pressure at failure	kPa	-93.5	3.8	-48.2	-47.7
A_f coefficient		-0.14	0.01	-0.06	-0.05

Total Stresses		***Specimen A***	***Specimen B***	***Specimen C***	***Specimen D***
Minor principal stress, σ_3	kPa	51.2	98.8	137.3	189.3
Major principal stress, σ_1	kPa	722.1	517.4	915.6	1104.0
Radius, $(\sigma_1-\sigma_3)/2$	kPa	335.4	209.3	389.2	457.3
Intersection point, $(\sigma_1+\sigma_3)/2$	kPa	386.6	308.1	526.5	646.6

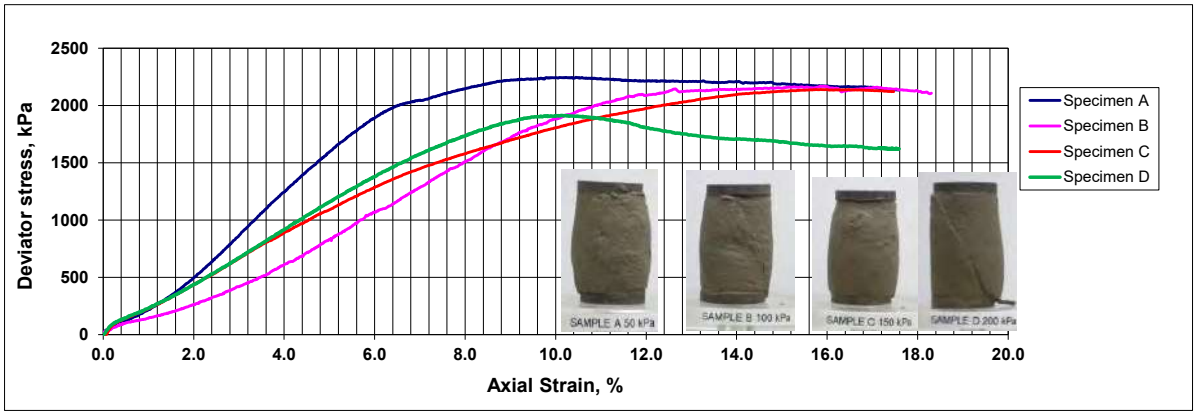
Effective Stresses		***Specimen A***	***Specimen B***	***Specimen C***	***Specimen D***
Minor principal stress, σ'_3	kPa	144.7	95	185.5	237
Major principal stress, σ'_1	kPa	815.6	513.6	963.8	1151.7
Radius, $(\sigma'_1-\sigma'_3)/2$	kPa	335.4	209.3	389.2	457.3
Intersection point, $(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	kPa	480.1	304.3	574.7	694.3
Shear Termination Criteria		Maximum Stress Ratio			

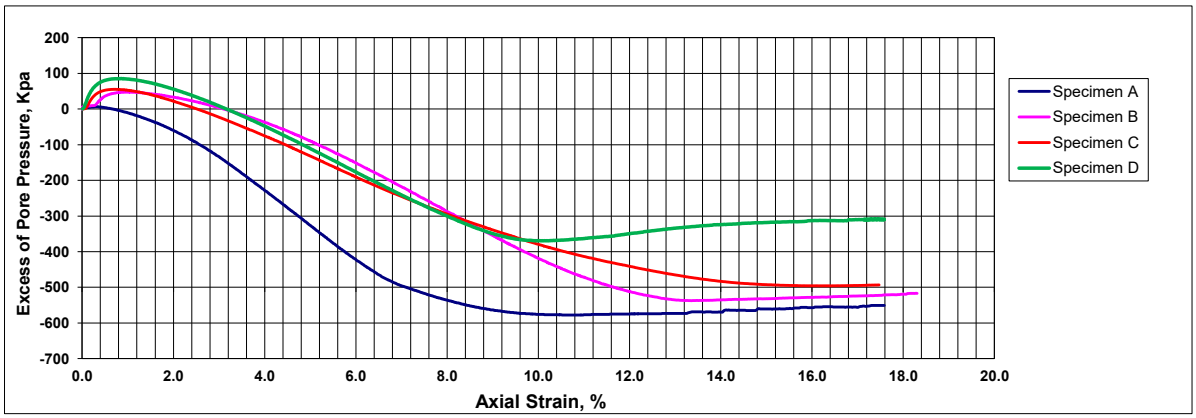
REMARKS:

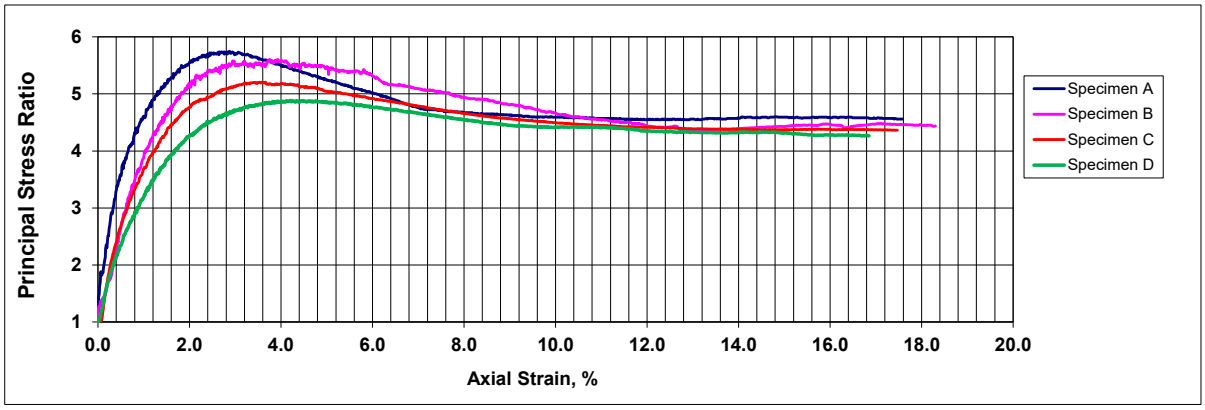
PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	Nov 16 - Nov 24, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	24-Nov-16

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT No.:**	11128109-A1

BH No.	**-**
Sample ID	**-**
Depth, m	**-**
Sampling Date	**-**
Sample description	**SILT, trace sand, trace gravel**





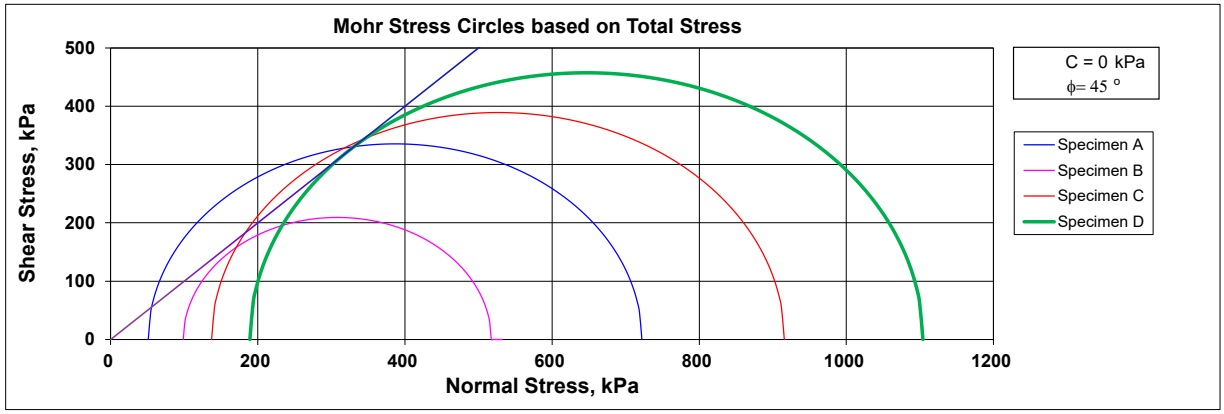


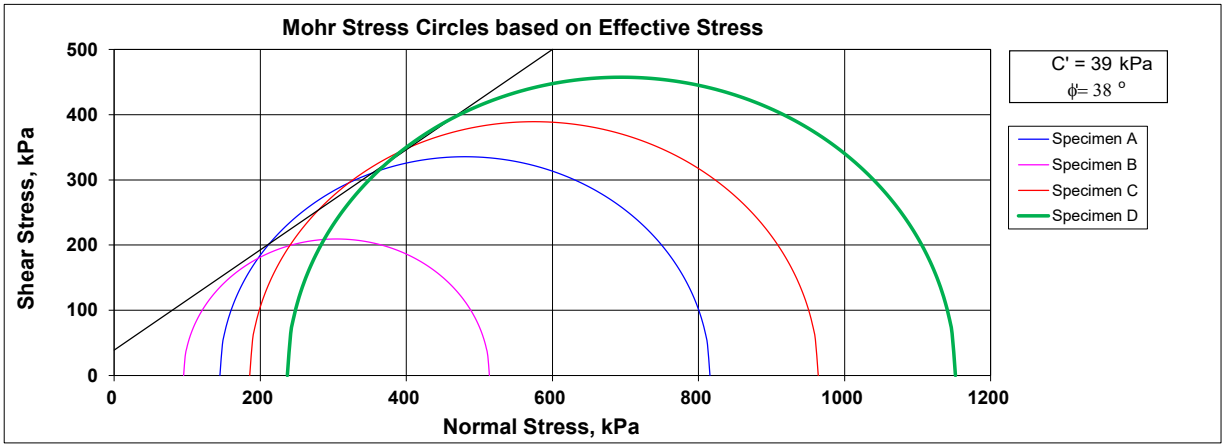
REMARKS:

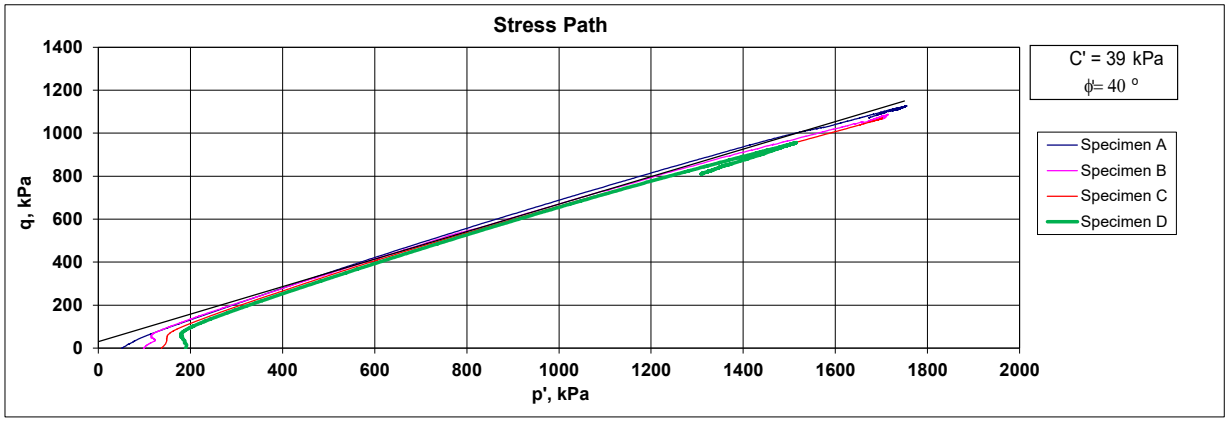
PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	Nov 16 - Nov 24, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	24-Nov-16

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a résidus 200 chemin de la Mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT No.:**	11128109-A1

BH No.	**-**
Sample ID	**-**
Depth, m	**-**
Sampling Date	**-**
Sample description	**SILT, trace sand, trace gravel**







REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	Nov 16 - Nov 24, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	24-Nov-16

HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SATURATED POROUS MATERIALS (ASTM D5084)

CLIENT:	Ressources Métanor	**LAB No.:**	WLA-719
PROJECT/ SITE:	Rehaussement de la cellule no.1 du parc a residus, 200 chemin de la mine Desmaraisville, Québec	**PROJECT No.:**	11128109-A1

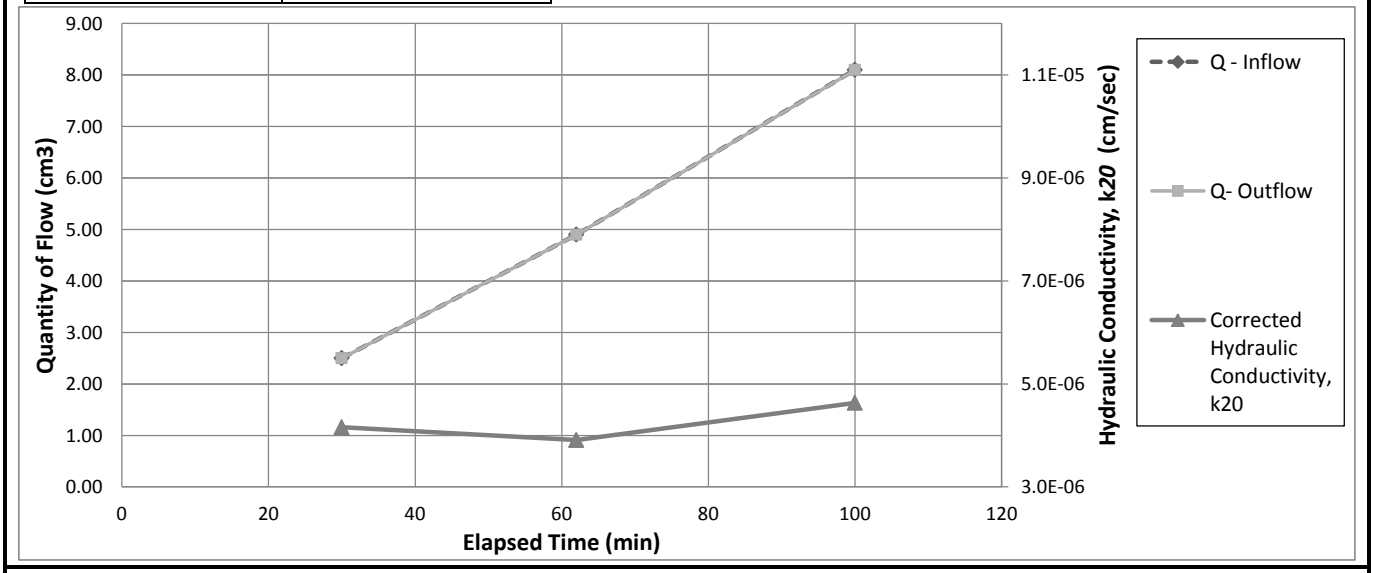
Sample Location:	-	**Sampled By:**	Client
Sample Height/Depth:	-	**Date Sampled:**	-
Sample Identification:	-	**Date Tested:**	Nov 15 - Nov 21, 2016

Method C- Falling Head, Rising Tailwater Elevation

Sample Description:	**SILT, trace sand, trace gravel - mine tailings**

Specimen Parameters	**Initial**	**Final**
Diameter, cm	3.8	
Length, cm	4.0	
Volume, cm^3	44.2	
Wet Mass, g	91.2	
Dry Density, kg/m^3	1744	1826
Moisture, %	18.4	18.3
Specific Gravity	2.8	
Degree of Saturation, %	85	96
Largest Particle Size, mm	4.75	

Permeation Condition	
Cell Pressure, kPa	420.0
Head Pressure, kPa	403.3
Back Pressure, kPa	392.0
B - Value	0.98
Effective Consolidation Pressure, kPa	25.50
Volume under Steady Flow, cm^3	8.1
Hydraulic Gradient, *i*	28.8
Hydraulic Conductivity, k_{20}, cm/sec	**4.0E-06**



REMARKS:

PERFORMED BY:	S.Segura	**DATE:**	November 15, 2016
VERIFIED BY:	Michael Braverman	**DATE:**	November 21, 2016

Annexe F
Papiers d’enregistrement du scissomètre de chantier

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT AU SCISSOMÈTRE

CLIENT: WSP Canada inc.
PROJET: 11128109-A1
Appareil Nilcon Vane Borer M-1000
Facteur (K): 1.0342

Constante des palettes (C):

Grandes:	0.5
Moyennes:	1.0
Petites:	2.0

Formules:
a = Ms - Mf (cm)
Cu = 9.80665*C*K*a (Kpa)

No Sondage	**Profondeur (m)**	**Ms - Mf (cm)**	**Cu (kPa)**
S-A-1	9.18	9.2	46.7
	9.68	9.1	46.1
	10.18	6.7	34.0
	10.68	6.5	33.0
	11.18	8.4	42.6
	11.42	9.6	48.7

SA1
METANOL
11.42
9.68
10.18

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT AU SCISSOMÈTRE

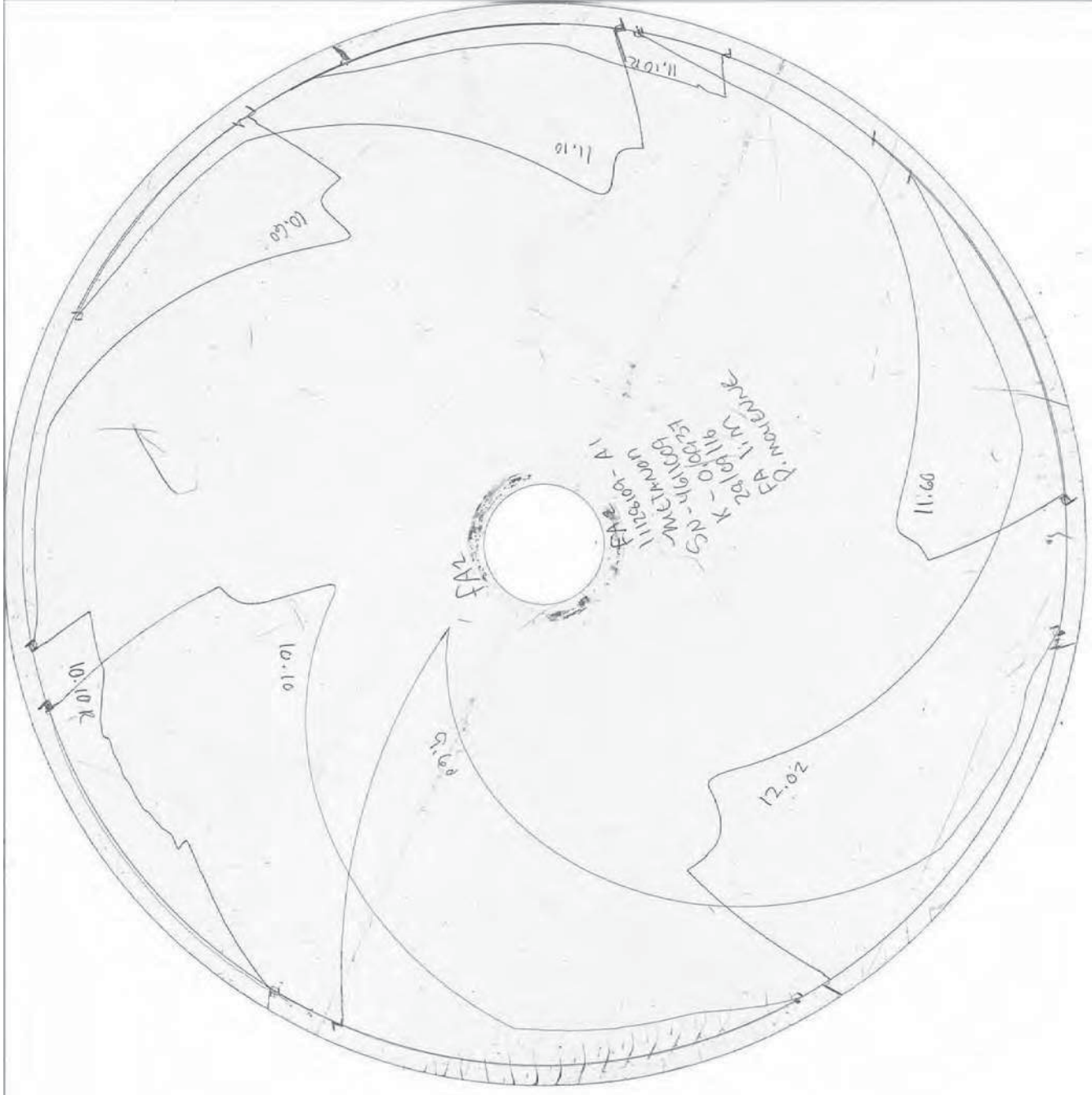
CLIENT: WSP Canada inc.
PROJET: 11128109-A1
Appareil Nilcon Vane Borer M-1000
Facteur (K): 1.0342

Constante des palettes (C):

Grandes:	0.5
Moyennes:	1.0
Petites:	2.0

Formules:
a = Ms - Mf (cm)
Cu = 9.80665*C*K*a (Kpa)

No Sondage	**Profondeur (m)**	**Ms - Mf (cm)**	**Cu (kPa)**
F-A-2	9.6	9.5	96.3
	10.1	6.8	69.0
	10.6	3.7	37.5
	11.1	3.8	38.5
	11.6	3.6	36.5
	12.02	5	50.7


11.10
11.10
10.60
11.00
12.02
9.60
10.10
10.10 K

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT AU SCISSOMÈTRE

CLIENT: WSP Canada inc.
PROJET: 11128109-A1
Appareil Nilcon Vane Borer M-1000
Facteur (K): 1.0342

Constante des palettes (C):

Grandes:	0.5
Moyennes:	1.0
Petites:	2.0

Formules:
a = Ms - Mf (cm)
Cu = 9.80665*C*K*a (Kpa)

No Sondage	**Profondeur (m)**	**Ms - Mf (cm)**	**Cu (kPa)**
F-A-3-2016	5.1	5.5	55.8
	5.57	3	30.4
	6.07	2.1	21.3
	6.57	1.8	18.3
	7.07	2	20.3
	7.37	9.4	95.3

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT AU SCISSOMÈTRE

CLIENT: WSP Canada inc.
PROJET: 11128109-A1
Appareil Nilcon Vane Borer M-1000
Facteur (K): 1.0342

Constante des palettes (C):

Grandes:	0.5
Moyennes:	1.0
Petites:	2.0

Formules:
a = Ms - Mf (cm)
Cu = 9.80665*C*K*a (Kpa)

No Sondage	**Profondeur (m)**	**Ms - Mf (cm)**	**Cu (kPa)**
F-E-1	9.82	9.1	46.1
	10.32	5.1	25.9
	11.32	4.5	22.8
	12.32	5.2	26.4
	13.32	5.8	29.4
	14.32	5.3	26.9

11,32
12,32 R
12,32
10,32 R
10,32
23,6
13,32
14,32
14,32
FEI
METANOL
SN - 4611009
K - 0,9937
Gnossi Palette
Zeiss II
FA 1,1M

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT AU SCISSOMÈTRE

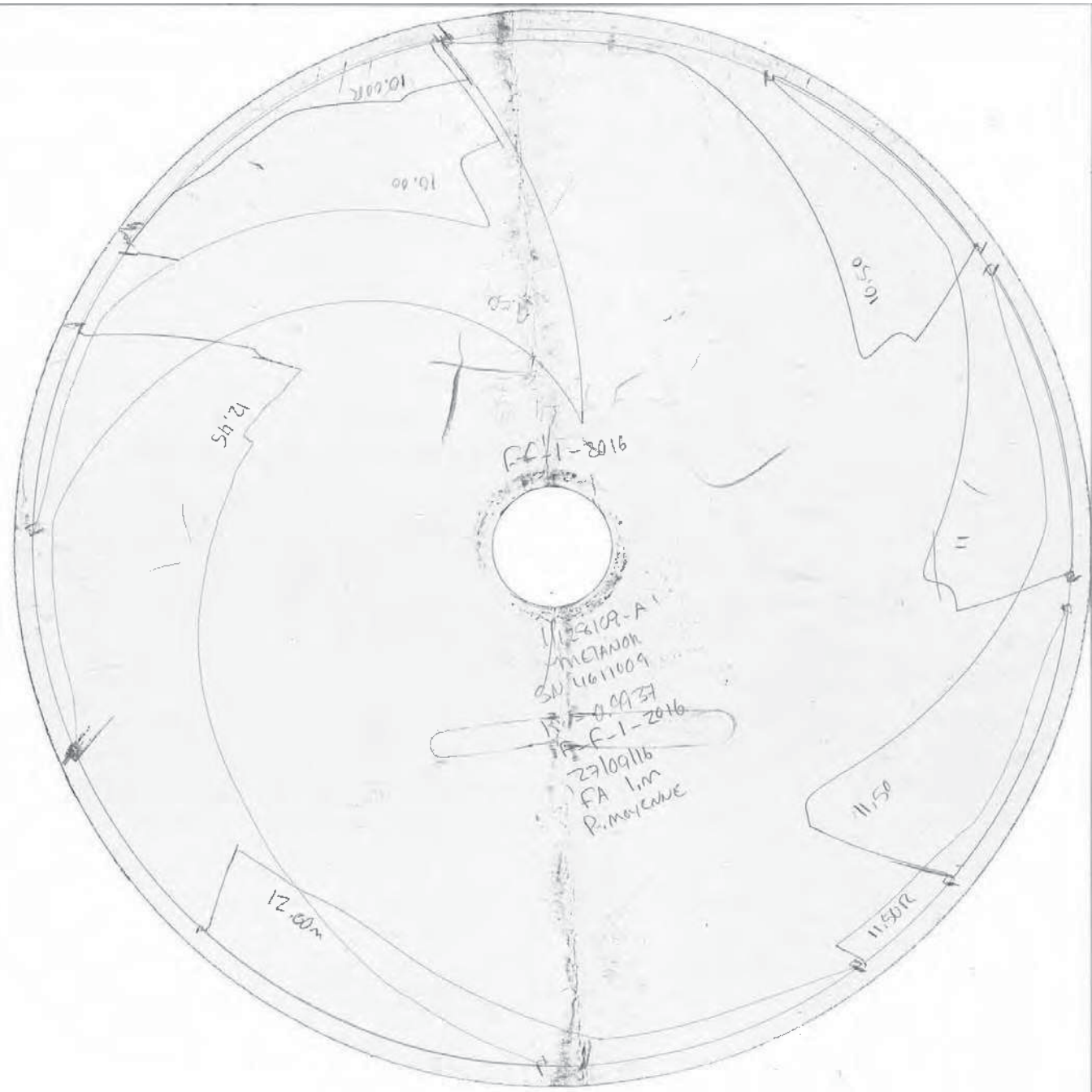
CLIENT: WSP Canada inc.
PROJET: 11128109-A1
Appareil Nilcon Vane Borer M-1000
Facteur (K): 1.0342

Constante des palettes (C):

Grandes:	0.5
Moyennes:	1.0
Petites:	2.0

Formules:
a = Ms - Mf (cm)
Cu = 9.80665*C*K*a (Kpa)

No Sondage	**Profondeur (m)**	**Ms - Mf (cm)**	**Cu (kPa)**
F-F-1-2016	9.5	9.3	94.3
	10	4.5	45.6
	10.5	3.7	37.5
	11	3.2	32.5
	11.5	3.4	34.5
	12	1.4	14.2
	12.45	4.7	47.7


10.00R
10.00
10.50
12.45
F-F-1-2016
METANOR
SN 4611009
F-1-2016
27/09/16
FA 1.m
P. MOYENNE
11.50
11.50R
12.00m

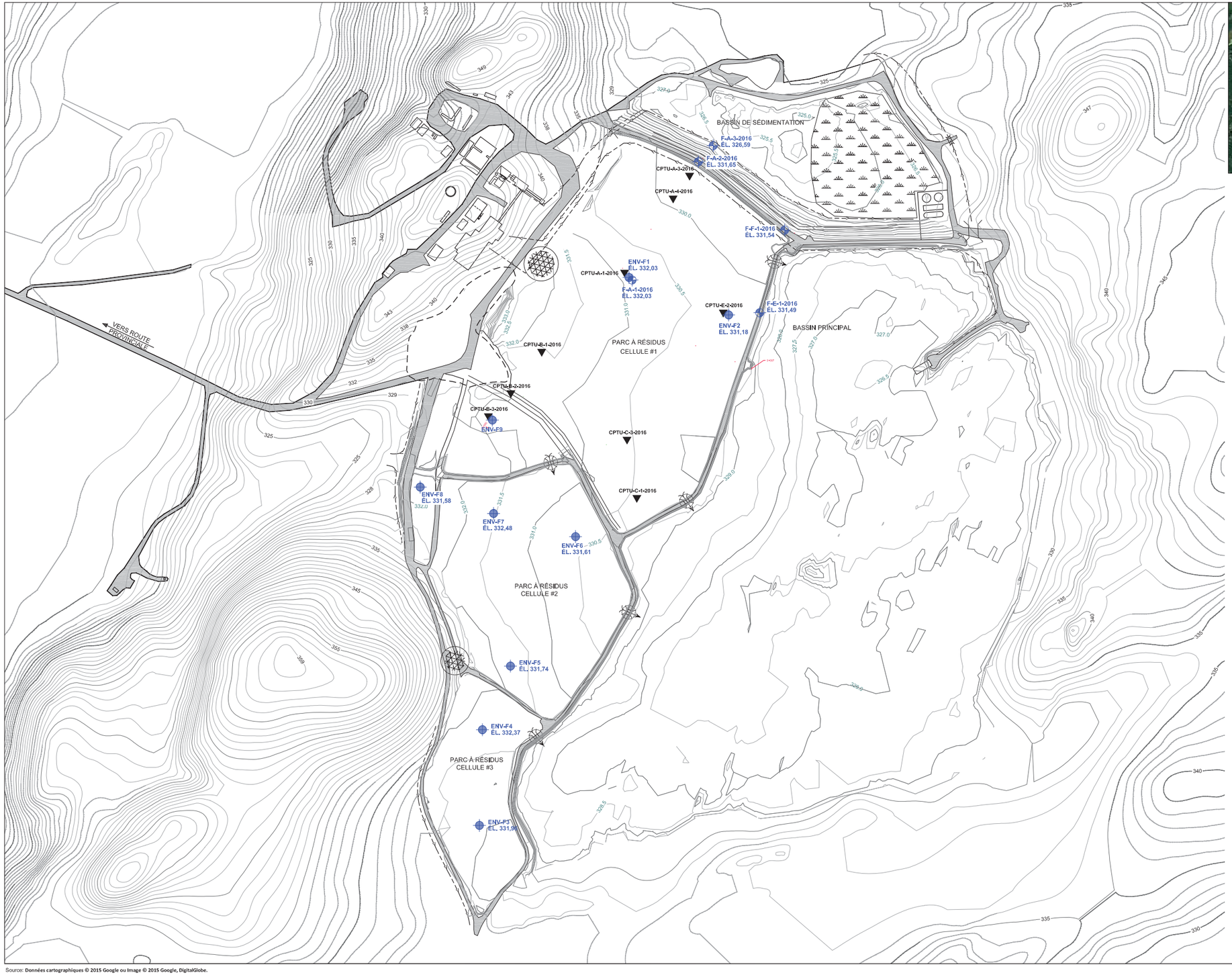
Annexe G
Synthèse de la stratigraphie *(tableau A)*

Tableau A Synthèse de la stratigraphie (m)

Secteur du projet	Sondage no	Élévation de la surface	Remblai	Résidus	Sols organiques		Couche de silt		Dépôt d'argile		Dépôt de till		Fin du sondage	
			Épaisseur	Épaisseur	Profondeur	Élévation	Profondeur	Élévation	Profondeur	Élévation	Profondeur	Élévation	Profondeur	Élévation
Digue médiane	F-A-2-2016	331,65	8,48	--	8,48	323,17	8,54	323,11	9,23	322,42	12,19	319,46	17,42	314,23
	F-A-3-2016	326,59	0,76	2,29	3,05	323,54	3,30	323,29	4,50	322,09	8,33	318,26	12,40	314,19
	F-F-1-2016	331,54	8,93	--	--	--	--	--	8,93	322,61	12,45	319,09	15,49	316,05
Cellule no 1	F-A-1-2016	332,03	0,61	6,10	6,71	325,32	--	--	7,47	324,56	11,43	320,60	15,33	316,70
	F-E-1-2016	331,49	3,05	6,10	9,15	322,34	--	--	9,31	322,18	14,48	317,01	17,49	314,00
	SCPTU-A1	nd	nd	± 6,2	± 7,0	nd	--	--	± 7,4	nd	± 11,3	nd	11,62	nd
	CPTU-A3	nd	nd	± 6,0	± 6,8	nd	--	--	± 7,0	nd	± 11,4	nd	12,98	nd
	CPTU-A4	nd	nd	± 6,0	± 6,8	nd	--	--	± 7,0	nd	± 11,0	nd	11,89	nd
	CPTU-B1	nd	nd	± 7,0	± 7,6	nd	--	--	± 8,0	nd	± 11,2	nd	12,22	nd
	CPTU-B2	nd	nd	± 6,0	± 6,7	nd	--	--	± 7,0	nd	± 11,2	nd	11,35	nd
	CPTU-B3	nd	nd	± 4,5	--	--	--	--	± 5,0	nd	± 9,2	nd	9,58	nd
	CPTU-C1	nd	nd	± 6,2	--	--	--	--	± 7,0	nd	± 17,4	nd	18,06	nd
	CPTU-C3	nd	nd	± 6,5	± 6,8	nd	--	--	± 7,0	nd	± 16,8	nd	17,83	nd
	CPTU-E2	nd	nd	± 6,5	± 7,4	nd	--	--	± 9,0	nd	± 17,2	nd	18,91	nd

Note : -- : unité stratigraphique non rencontrée
nd : information non disponible

Annexe H
Localisation des sondages
(dessin no 11128109-A1-1)



PLAN CLÉ

Source: Données cartographiques © 2015 Google ou Image © 2015 Google, DigitalGlobe.

LÉGENDE

- F-A-1-2016 ÉL. 332,03 — FORAGE ET NUMÉRO, ÉLÉVATION DE LA SURFACE DU SOL (m)
- ENV-F3 ÉL. 331,96 — FORAGE ENVIRONNEMENTAL ET NUMÉRO, ÉLÉVATION DE LA SURFACE DU SOL (m)
- CPTU-B-2-2016 — SONDAGE AU PIÉZOCÔNE ET NUMÉRO

ÉCHELLE = 1:2500

0 25 50 75m

Dessin par: J. SANTOS / Y. DESJARDINS

Dessin vérifié: L. MAURE

RESSOURCES MÉTANOR
200, CHEMIN DE LA MINE, DESMARAISVILLE, QUÉBEC
REHAUSSEMENT DE LA CELLULE NO 1 DU PARC À RÉSIDUS

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
LOCALISATION DES SONDAGES

11128109-A1
DÉC 2016

11128109-A1-1

Fichier CAD: 11128109a1-dessin1.dwg

www.ghd.com

ANNEXE

E

ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION DES RÉSIDUS MINIERS DE LA MINE BACHELOR

Calcul de l'aléa sismique - Code National du Bâtiment 2015

INFORMATION: Canada de l'Est Français (613) 995-0600 Anglais (613) 995-5548 Télécopieur (613) 992-8836
Canada de l'Ouest Anglais (250) 363-6500 Télécopieur (250) 363-6565

December 01 , 2016

Site: 49.4983 N, 76.1408 W Demandeur: Stéphane Côté, WSP

Bibliographie fichier utilisateur: Ressources Méthanor

Mouvements du sol CNB : Probabilité de dépassement de 2% sur 50 ans (0.000404 par année)

Sa(0.05)	Sa(0.1)	**Sa(0.2)**	Sa(0.3)	**Sa(0.5)**	**Sa(1.0)**	**Sa(2.0)**	**Sa(5.0)**	**Sa(10.0)**	**PGA (g)**	**PGV (m/s)**
0.057	0.080	**0.081**	0.073	**0.066**	**0.045**	**0.025**	**0.0063**	**0.0029**	**0.047**	**0.057**

Remarques. Spectral (Sa (T), où T est la période en secondes) et l'accélération maximale du sol (PGA) sont données en unités de g (9.81 m/s^2). La vitesse maximale du sol est donnée en m/s. Les valeurs sont pour la "terre ferme" (CNBC2015 Site Classe C, la vitesse moyenne des ondes de cisaillement de 450 m/s). Les valeurs du CNBC2015 et de CSAS6-14 sont spécifiés en caractères **gras**. Trois périodes supplémentaires sont fournis - leur utilisation est documenté dans les commentaires CNBC2015. Seuls 2 chiffres significatifs doivent être utilisés. ***Ces valeurs ont été interpolées à partir d'une grille de points de 10 km de distance. Selon le gradient des points à proximité, les valeurs peuvent varier. Plus de 95 pour cent des valeurs interpolées sont à 2 pour cent des valeurs calculées.***

Mouvements du sol pour d'autres probabilités :

Probabilité de dépassement par année	0.010	0.0021	0.001
Probabilité de dépassement dans 50 ans	40%	10%	5%
Sa(0.05)	0.0090	0.023	0.034
Sa(0.1)	0.015	0.035	0.051
Sa(0.2)	0.018	0.040	0.055
Sa(0.3)	0.017	0.038	0.051
Sa(0.5)	0.015	0.034	0.047
Sa(1.0)	0.0083	0.022	0.031
Sa(2.0)	0.0037	0.011	0.017
Sa(5.0)	0.0008	0.0027	0.0040
Sa(10.0)	0.0005	0.0012	0.0018
PGA	0.0085	0.021	0.030
PGV	0.0092	0.026	0.038

Bibliographie

Le code national du bâtiment du Canada 2015 NRCC no. 56190F;
Annexe C: Information climatique pour la conception des bâtiments au Canada - table dans l'Annexe C

Manuel d'utilisateur - CNB 2015, Commentaires structuraux CNRC no. xxxxxx (en preparation)
Commentaire J: Conception pour des effets sismiques
Commission Géologique du Canada Dossier public 7893 Cinquième génération du modèle des risques sismiques au Canada: Valeurs de grille pour être utilisés avec le Code national du bâtiment du Canada 2015

Voir les sites webs *www.SeismesCanada.ca* et *www.nationalcodes.ca* pour plus d'information

Also available in english

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	2016-11-25
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A1	Verifié par :	JFSL	Date :	2017-05-19
		Approuvé par :	MS	Date :	2017-05-29

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_c = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

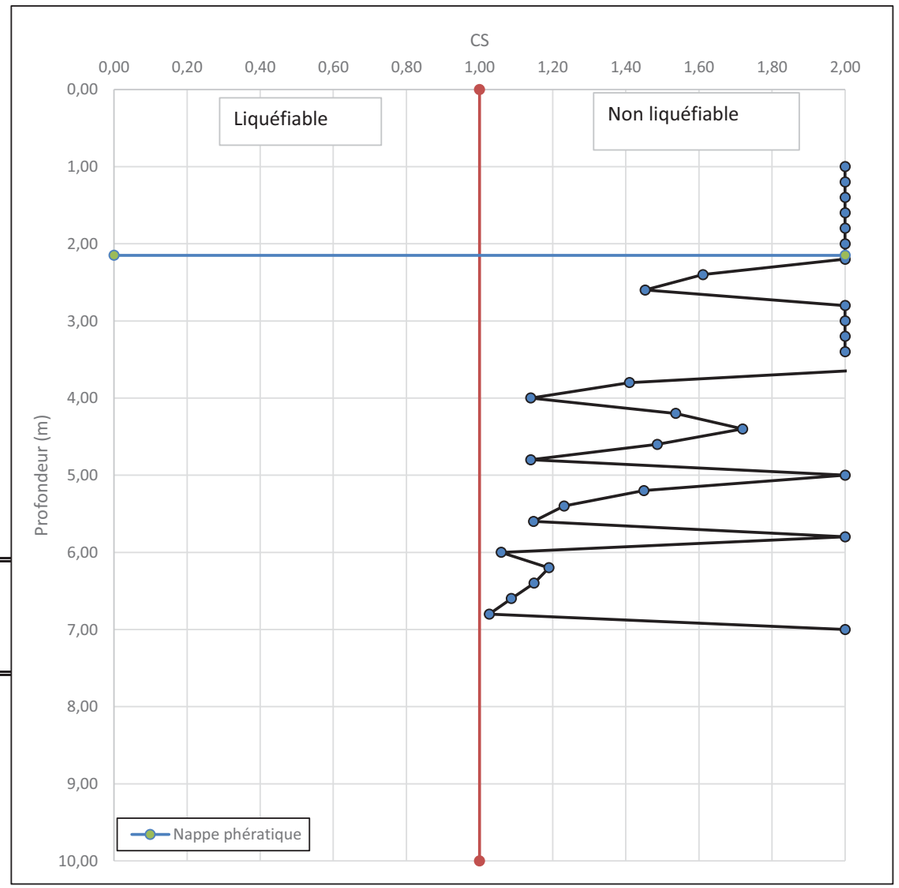
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	7,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	2,15	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	C_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 061	20	16	0	16	0,992	0,064	0,5	51,12	0,96	2,13	1,51	1,70	35	53	0,094	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
2,00	1,20	1 172	12	19	0	19	0,991	0,064	0,5	26,31	1,05	2,40	2,29	1,70	20	46	0,088	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
3,00	1,40	1 828	17	22	0	22	0,989	0,063	0,5	38,16	0,92	2,23	1,73	1,70	31	54	0,095	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
4,00	1,60	2 073	20	26	0	26	0,988	0,063	0,5	40,46	0,96	2,22	1,70	1,70	35	60	0,100	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
5,00	1,80	1 781	14	29	0	29	0,986	0,063	0,5	32,64	0,80	2,25	1,80	1,70	30	55	0,095	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
6,00	2,00	2 232	12	32	0	32	0,985	0,063	0,5	38,89	0,57	2,12	1,48	1,70	38	56	0,096	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
7,00	2,20	1 609	32	35	0	35	0,983	0,064	0,7	33,02	2,06	2,48	2,67	1,70	27	73	0,116	1,0	1,0	NA	Use another method
8,00	2,40	2 165	40	38	2	36	0,982	0,067	1,0	59,17	1,90	2,26	1,83	1,70	37	67	0,108	1,0	1,0	1,61	Not likely
9,00	2,60	2 266	17	42	4	37	0,980	0,070	0,5	36,48	0,77	2,21	1,67	1,64	37	62	0,102	1,0	1,0	1,45	Not likely
10,00	2,80	1 738	29	45	6	38	0,979	0,073	0,7	33,08	1,69	2,43	2,42	1,70	30	71	0,114	1,0	1,0	NA	Use another method
11,00	3,00	740	33	48	8	40	0,977	0,076	1,0	17,44	4,77	2,93	5,95	1,70	13	75	0,119	1,0	1,0	NA	Use another method
12,00	3,20	1 137	30	51	10	41	0,976	0,078	1,0	26,55	2,79	2,64	3,55	1,70	19	69	0,110	1,0	1,0	NA	Use another method
13,00	3,40	2 413	122	54	12	42	0,974	0,081	0,5	36,34	5,16	2,72	4,10	1,54	37	152	0,410	1,0	1,0	NA	Use another method
14,00	3,60	3 244	64	58	14	43	0,972	0,083	0,5	48,38	2,00	2,35	2,09	1,52	49	103	0,181	1,0	1,0	2,19	Not likely
15,00	3,80	3 295	30	61	16	45	0,971	0,085	0,5	48,42	0,92	2,14	1,53	1,50	49	75	0,120	1,0	1,0	1,41	Not likely
16,00	4,00	2 651	15	64	18	46	0,969	0,087	0,5	38,20	0,59	2,13	1,50	1,48	39	59	0,099	1,0	1,0	1,14	Not likely
17,00	4,20	4 318	37	67	20	47	0,968	0,089	0,5	61,95	0,86	2,04	1,34	1,46	63	85	0,136	1,0	1,0	1,54	Not likely
18,00	4,40	4 891	46	70	22	48	0,966	0,090	0,5	69,35	0,96	2,02	1,32	1,44	70	93	0,155	1,0	1,0	1,72	Not likely
19,00	4,60	4 283	39	74	24	50	0,965	0,092	0,5	59,79	0,93	2,07	1,39	1,42	61	85	0,137	1,0	1,0	1,49	Not likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A1	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

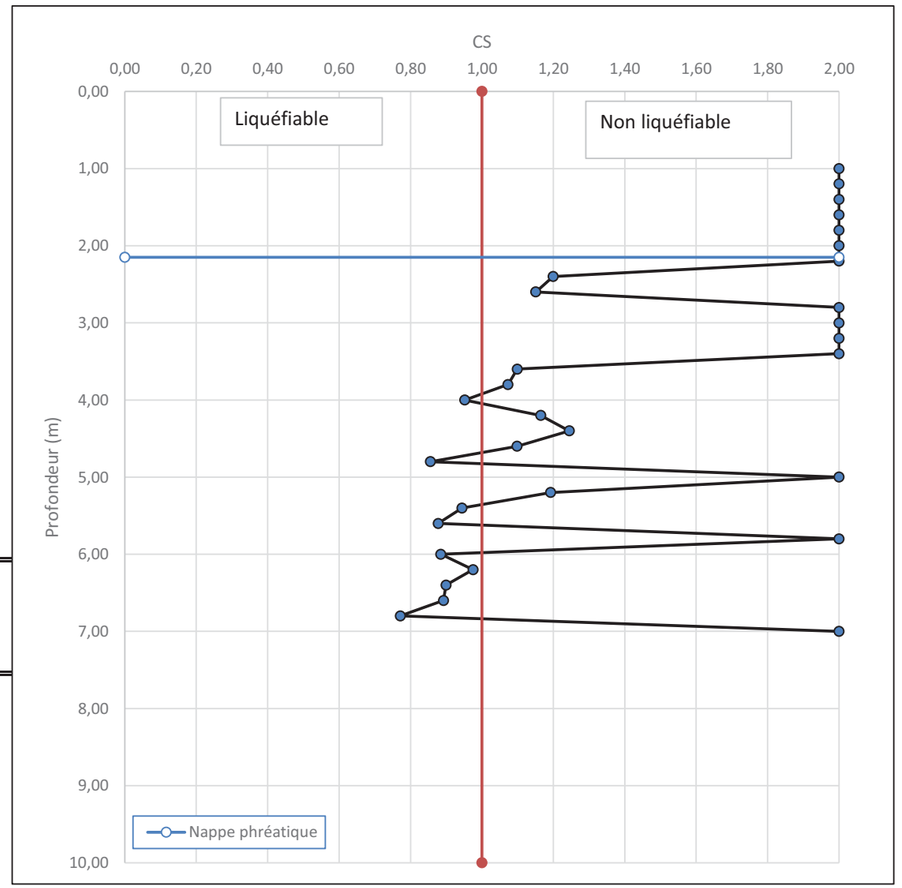
Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor	$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth	$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth	$q_{c1N} = C_Q\left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure	$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$
K_α	Correction factor for sloping ground			$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$
K_σ	Correction factor for overburden stress			
a_{max}/g	Design earthquake loading			$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$
F_a	Amplification factor			$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$
q_c	Cone penetration resistance			$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$
f_s	Sleeve friction resistance			$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance			$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value			$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$
Q, F, n	Dimensioneless parameters			$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$
I_c	Soil behavior type index			
K_c	Correction for grain caracteristics			

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand

Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	



Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	7,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	2,15	4					

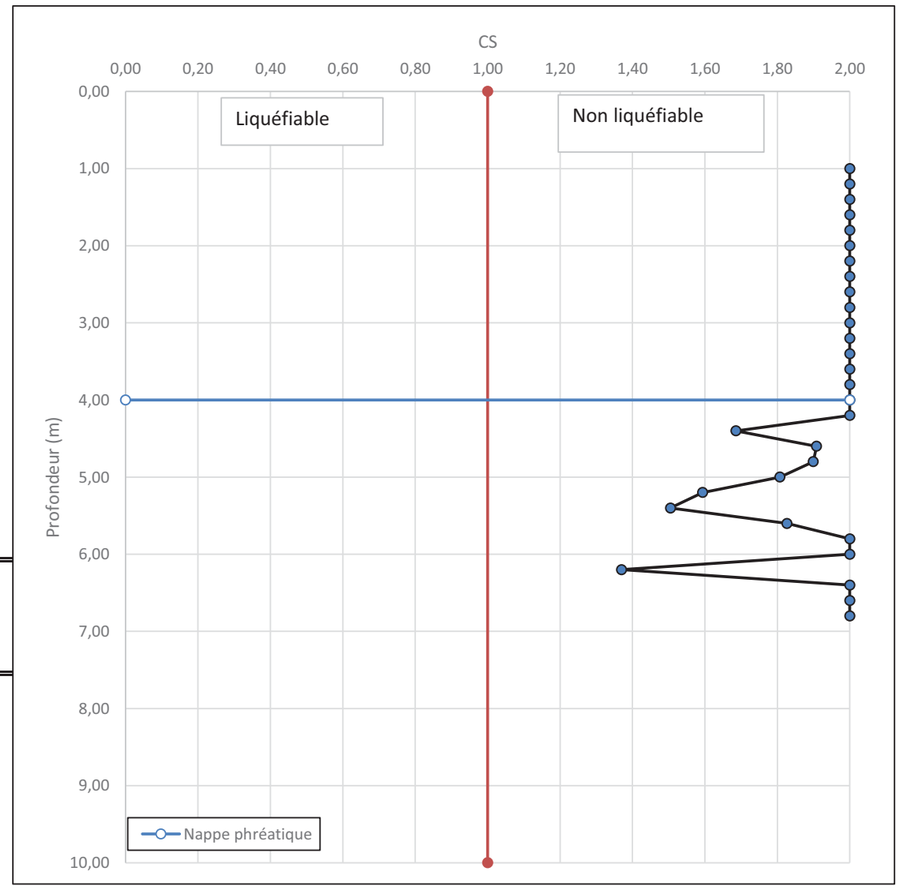
Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	C_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	$K\sigma$	$K\alpha$	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 061	20	16	0	16	0,992	0,064	0,5	51,12	0,96	2,13	1,51	1,70	35	~~53~~	0,079	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
2,00	1,20	1 172	12	19	0	19	0,991	0,064	0,5	26,31	1,05	2,40	2,29	1,70	20	~~46~~	0,067	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
3,00	1,40	1 828	17	22	0	22	0,989	0,063	0,5	38,16	0,92	2,23	1,73	1,70	31	~~54~~	0,076	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
4,00	1,60	2 073	20	26	0	26	0,988	0,063	0,5	40,46	0,96	2,22	1,70	1,70	35	~~60~~	0,079	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
5,00	1,80	1 781	14	29	0	29	0,986	0,063	0,5	32,64	0,80	2,25	1,80	1,70	30	~~55~~	0,075	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
6,00	2,00	2 232	12	32	0	32	0,985	0,063	0,5	38,89	0,57	2,12	1,48	1,70	38	~~56~~	0,082	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Above groundwater level
7,00	2,20	1 609	32	35	0	35	0,983	0,064	0,7	33,02	2,06	2,48	2,67	1,70	27	~~73~~	0,073	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Use another method
8,00	2,40	2 165	40	38	2	36	0,982	0,067	1,0	59,17	1,90	2,26	1,83	1,70	37	~~67~~	0,081	~~1,0~~	~~1,0~~	1,20	Not likely
9,00	2,60	2 266	17	42	4	37	0,980	0,070	0,5	36,48	0,77	2,21	1,67	1,64	37	~~62~~	0,081	~~1,0~~	~~1,0~~	1,15	Not likely
10,00	2,80	1 738	29	45	6	38	0,979	0,073	0,7	33,08	1,69	2,43	2,42	1,70	30	~~71~~	0,075	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Use another method
11,00	3,00	740	33	48	8	40	0,977	0,076	1,0	17,44	4,77	2,93	5,95	1,70	13	~~75~~	0,060	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Use another method
12,00	3,20	1 137	30	51	10	41	0,976	0,078	1,0	26,55	2,79	2,64	3,55	1,70	19	~~69~~	0,066	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Use another method
13,00	3,40	2 413	122	54	12	42	0,974	0,081	0,5	36,34	5,16	2,72	4,10	1,54	37	~~152~~	0,081	~~1,0~~	~~1,0~~	NA	Use another method
14,00	3,60	3 244	64	58	14	43	0,972	0,083	0,5	48,38	2,00	2,35	2,09	1,52	49	~~103~~	0,091	~~1,0~~	~~1,0~~	1,10	Not likely
15,00	3,80	3 295	30	61	16	45	0,971	0,085	0,5	48,42	0,92	2,14	1,53	1,50	49	~~75~~	0,091	~~1,0~~	~~1,0~~	1,07	Not likely
16,00	4,00	2 651	15	64	18	46	0,969	0,087	0,5	38,20	0,59	2,13	1,50	1,48	39	~~59~~	0,083	~~1,0~~	~~1,0~~	0,95	Likely
17,00	4,20	4 318	37	67	20	47	0,968	0,089	0,5	61,95	0,86	2,04	1,34	1,46	63	~~85~~	0,103	~~1,0~~	~~1,0~~	1,16	Not likely
18,00	4,40	4 891	46	70	22	48	0,966	0,090	0,5	69,35	0,96	2,02	1,32	1,44	70	~~93~~	0,112	~~1,0~~	~~1,0~~	1,24	Not likely
19,00	4,60	4 283	39	74	24	50	0,965	0,092	0,5	59,79	0,93	2,07	1,39	1,42	61	~~85~~	0,101	~~1,0~~	~~1,0~~	1,10	Not likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	2016-11-25
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A4	Verifié par :	JFSL	Date :	2017-05-19
		Approuvé par :	MS	Date :	2017-05-29

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor	$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth	$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth	$q_{c1N} = C_Q\left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure	$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$
K_α	Correction factor for sloping ground			$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}581_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$
K_σ	Correction factor for overburden stress			
a_{max}/g	Design earthquake loading			$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$
F_a	Amplification factor			$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$
q_c	Cone penetration resistance			$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$
f_s	Sleeve friction resistance			$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance			$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value			$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$
Q, F, n	Dimensioneless parameters			$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$
I_c	Soil behavior type index			
K_c	Correction for grain caracteristics			

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	6,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	4,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*								Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	C_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	$K\sigma$	$K\alpha$	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 240	20	16	0	16	0,992	0,064	0,5	55,60	0,89	2,08	1,42	1,70	38	54	0,095	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
2,00	1,20	1 301	10	19	0	19	0,991	0,064	0,5	29,24	0,76	2,29	1,89	1,70	22	42	0,085	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
3,00	1,40	943	14	22	0	22	0,989	0,063	0,5	19,45	1,48	2,59	3,22	1,70	16	52	0,093	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
4,00	1,60	714	11	26	0	26	0,988	0,063	0,5	13,60	1,58	2,73	4,22	1,70	12	51	0,093	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
5,00	1,80	1 822	14	29	0	29	0,986	0,063	0,5	33,42	0,80	2,25	1,78	1,70	31	55	0,095	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
6,00	2,00	1 720	15	32	0	32	0,985	0,063	0,5	29,84	0,86	2,31	1,96	1,70	29	57	0,097	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
7,00	2,20	2 132	18	35	0	35	0,983	0,063	0,7	43,55	0,85	2,16	1,57	1,70	36	57	0,097	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
8,00	2,40	2 160	18	38	0	38	0,982	0,063	1,0	55,26	0,86	2,08	1,41	1,70	37	52	0,093	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
9,00	2,60	1 943	20	42	0	42	0,980	0,063	0,5	29,47	1,07	2,36	2,13	1,55	30	64	0,105	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
10,00	2,80	1 611	31	45	0	45	0,979	0,063	0,7	27,48	1,96	2,53	2,92	1,70	27	80	0,128	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
11,00	3,00	938	21	48	0	48	0,977	0,063	1,0	18,53	2,36	2,72	4,11	1,70	16	66	0,106	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
12,00	3,20	1 380	30	51	0	51	0,976	0,063	1,0	25,96	2,27	2,59	3,25	1,70	23	76	0,121	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
13,00	3,40	1 414	35	54	0	54	0,974	0,062	0,5	18,44	2,57	2,74	4,29	1,36	19	82	0,132	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
14,00	3,60	613	10	58	0	58	0,972	0,062	0,5	7,32	1,76	2,99	6,60	1,32	8	53	0,094	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
15,00	3,80	881	9	61	0	61	0,971	0,062	0,5	10,52	1,12	2,76	4,41	1,28	11	50	0,092	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
16,00	4,00	1 392	33	64	0	64	0,969	0,062	0,5	16,60	2,50	2,77	4,52	1,25	17	79	0,125	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
17,00	4,20	1 140	27	67	2	65	0,968	0,064	0,5	13,28	2,54	2,85	5,24	1,24	14	74	0,118	1,0	1,0	NA	Use another method
18,00	4,40	3 458	30	70	4	66	0,966	0,066	0,5	41,55	0,89	2,19	1,63	1,23	42	69	0,111	1,0	1,0	1,69	Not likely
19,00	4,60	4 523	42	74	6	68	0,965	0,067	0,5	54,07	0,95	2,11	1,46	1,22	55	80	0,128	1,0	1,0	1,91	Not likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A4	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

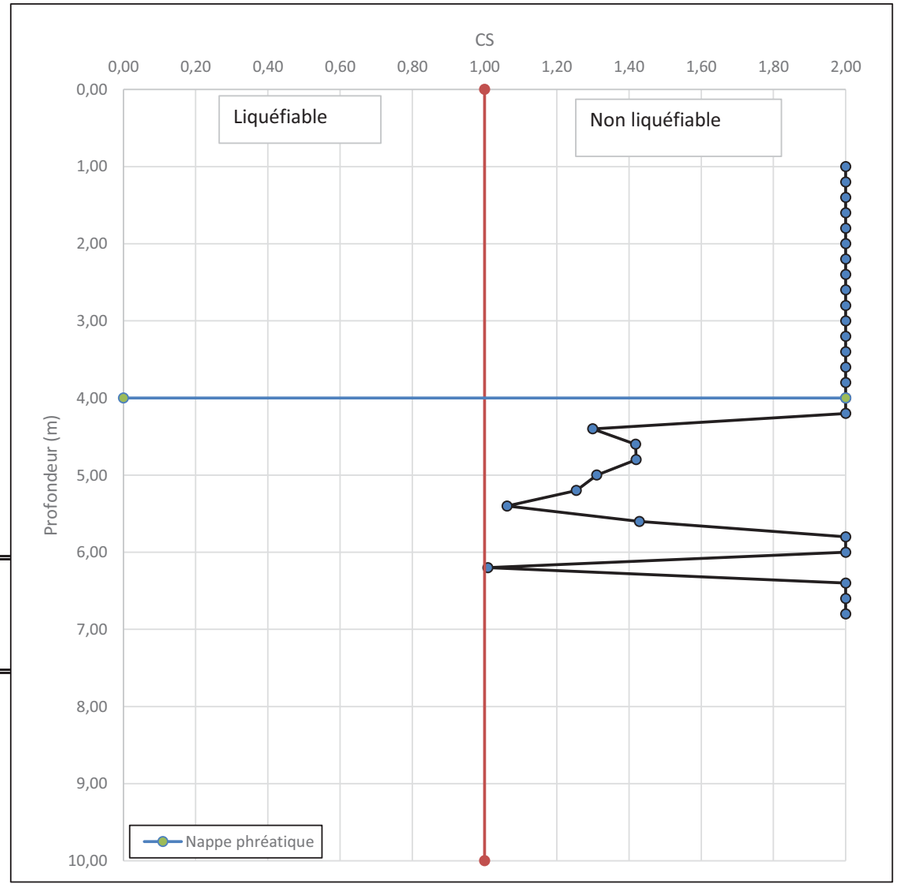
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	6,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	4,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 240	20	16	0	16	0,992	0,064	0,5	55,60	0,89	2,08	1,42	1,70	38	~~54~~	0,082	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
2,00	1,20	1 301	10	19	0	19	0,991	0,064	0,5	29,24	0,76	2,29	1,89	1,70	22	~~42~~	0,068	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
3,00	1,40	943	14	22	0	22	0,989	0,063	0,5	19,45	1,48	2,59	3,22	1,70	16	~~52~~	0,063	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
4,00	1,60	714	11	26	0	26	0,988	0,063	0,5	13,60	1,58	2,73	4,22	1,70	12	~~51~~	0,060	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
5,00	1,80	1 822	14	29	0	29	0,986	0,063	0,5	33,42	0,80	2,25	1,78	1,70	31	~~55~~	0,076	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
6,00	2,00	1 720	15	32	0	32	0,985	0,063	0,5	29,84	0,86	2,31	1,96	1,70	29	~~57~~	0,074	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
7,00	2,20	2 132	18	35	0	35	0,983	0,063	0,7	43,55	0,85	2,16	1,57	1,70	36	~~57~~	0,080	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
8,00	2,40	2 160	18	38	0	38	0,982	0,063	1,0	55,26	0,86	2,08	1,41	1,70	37	~~52~~	0,081	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
9,00	2,60	1 943	20	42	0	42	0,980	0,063	0,5	29,47	1,07	2,36	2,13	1,55	30	~~64~~	0,075	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
10,00	2,80	1 611	31	45	0	45	0,979	0,063	0,7	27,48	1,96	2,53	2,92	1,70	27	~~80~~	0,073	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
11,00	3,00	938	21	48	0	48	0,977	0,063	1,0	18,53	2,36	2,72	4,11	1,70	16	~~66~~	0,063	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
12,00	3,20	1 380	30	51	0	51	0,976	0,063	1,0	25,96	2,27	2,59	3,25	1,70	23	~~76~~	0,070	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
13,00	3,40	1 414	35	54	0	54	0,974	0,062	0,5	18,44	2,57	2,74	4,29	1,36	19	~~82~~	0,066	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
14,00	3,60	613	10	58	0	58	0,972	0,062	0,5	7,32	1,76	2,99	6,60	1,32	8	~~53~~	0,057	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
15,00	3,80	881	9	61	0	61	0,971	0,062	0,5	10,52	1,12	2,76	4,41	1,28	11	~~50~~	0,059	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
16,00	4,00	1 392	33	64	0	64	0,969	0,062	0,5	16,60	2,50	2,77	4,52	1,25	17	~~79~~	0,064	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
17,00	4,20	1 140	27	67	2	65	0,968	0,064	0,5	13,28	2,54	2,85	5,24	1,24	14	~~74~~	0,062	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
18,00	4,40	3 458	30	70	4	66	0,966	0,066	0,5	41,55	0,89	2,19	1,63	1,23	42	~~69~~	0,085	~~1~~	~~1~~	1,30	Not likely
19,00	4,60	4 523	42	74	6	68	0,965	0,067	0,5	54,07	0,95	2,11	1,46	1,22	55	~~80~~	0,095	~~1~~	~~1~~	1,42	Not likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :				
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of		
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	##########	
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-E2	Verifié par :	JFSL	Date :	##########	
		Approuvé par :	MS	Date :	##########	

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_c = \{(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2\}^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

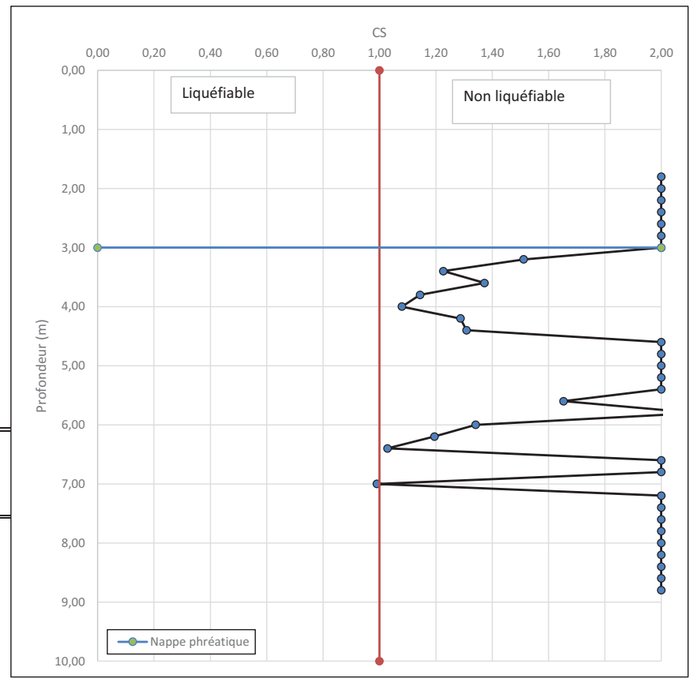
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}581I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	3,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,80	875	19	29	0	29	0,986	0,063	0,5	15,77	2,28	2,77	4,48	1,70	15	67	0,108	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
2,00	2,00	699	7	32	0	32	0,985	0,063	0,5	11,79	0,99	2,69	3,89	1,70	12	46	0,089	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
3,00	2,20	843	5	35	0	35	0,983	0,063	0,5	13,61	0,67	2,56	3,08	1,69	14	44	0,086	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
4,00	2,40	647	4	38	0	38	0,982	0,063	0,5	9,82	0,69	2,69	3,94	1,61	10	41	0,084	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
5,00	2,60	621	5	42	0	42	0,980	0,063	0,5	8,99	0,80	2,76	4,41	1,55	10	42	0,085	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
6,00	2,80	1 154	14	45	0	45	0,979	0,063	0,5	16,57	1,23	2,60	3,33	1,49	17	57	0,098	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
7,00	3,00	473	7	48	0	48	0,977	0,063	0,7	7,10	1,61	2,98	6,53	1,67	8	52	0,093	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
8,00	3,20	2 182	18	51	2	49	0,976	0,065	1,0	43,28	0,84	2,16	1,57	1,70	37	58	0,098	1,0	1,0	1,51	Not likely
9,00	3,40	1 690	4	54	4	50	0,974	0,067	0,5	23,02	0,25	2,20	1,64	1,41	24	39	0,083	1,0	1,0	1,23	Not likely
10,00	3,60	1 563	12	58	6	52	0,972	0,069	0,7	23,89	0,82	2,38	2,21	1,59	25	55	0,095	1,0	1,0	1,37	Not likely
11,00	3,80	1 340	4	61	8	53	0,971	0,072	1,0	24,16	0,32	2,21	1,68	1,70	23	38	0,082	1,0	1,0	1,14	Not likely
12,00	4,00	1 264	2	64	10	54	0,969	0,073	1,0	22,15	0,21	2,19	1,63	1,70	21	35	0,079	1,0	1,0	1,08	Not likely
13,00	4,20	2 154	16	67	12	55	0,968	0,075	0,5	28,03	0,78	2,31	1,96	1,34	29	57	0,097	1,0	1,0	1,29	Not likely
14,00	4,40	2 169	20	70	14	57	0,966	0,077	0,5	27,87	0,94	2,35	2,11	1,33	29	61	0,101	1,0	1,0	1,31	Not likely
15,00	4,60	897	8	74	16	58	0,965	0,079	0,5	10,82	0,92	2,71	4,03	1,31	12	48	0,090	1,0	1,0	NA	Use another method
16,00	4,80	313	7	77	18	59	0,963	0,080	0,5	3,07	2,78	3,42	12,57	1,30	4	51	0,092	1,0	1,0	NA	Use another method
17,00	5,00	412	17	80	20	60	0,962	0,082	0,5	4,27	5,22	3,44	12,93	1,29	5	69	0,110	1,0	1,0	NA	Use another method
18,00	5,20	1 245	25	83	22	62	0,960	0,083	0,5	14,80	2,15	2,77	4,55	1,27	16	72	0,115	1,0	1,0	NA	Use another method
19,00	5,40	1 423	12	86	24	63	0,959	0,085	0,5	16,86	0,91	2,53	2,93	1,26	18	53	0,094	1,0	1,0	NA	Use another method
20,00	5,60	5 217	46	90	26	64	0,957	0,086	0,5	64,05	0,90	2,03	1,34	1,25	65	87	0,142	1,0	1,0	1,65	Not likely
21,00	5,80	5 814	44	93	27	65	0,956	0,087	1,0	87,57	0,78	1,89	1,17	1,53	89	104	0,185	1,0	1,0	2,13	Not likely
22,00	6,00	2 863	36	96	29	67	0,954	0,088	0,5	33,92	1,30	2,35	2,12	1,23	35	74	0,118	1,0	1,0	1,34	Not likely
23,00	6,20	3 288	26	99	31	68	0,953	0,089	0,5	38,72	0,83	2,20	1,66	1,21	40	66	0,107	1,0	1,0	1,20	Not likely
24,00	6,40	2 113	13	102	33	69	0,951	0,090	0,5	24,20	0,66	2,33	2,04	1,20	25	52	0,093	1,0	1,0	1,03	Not likely
25,00	6,60	1 994	24	106	35	70	0,950	0,092	0,7	24,17	1,28	2,47	2,62	1,28	26	67	0,108	1,0	1,0	NA	Use another method
26,00	6,80	580	20	109	37	72	0,948	0,093	0,5	5,57	4,29	3,29	10,60	1,18	7	73	0,116	1,0	1,0	NA	Use another method
27,00	7,00	2 897	12	112	39	73	0,946	0,093	0,5	32,65	0,43	2,13	1,51	1,17	34	51	0,093	1,0	1,0	0,99	Not likely
28,00	7,20	964	11	115	41	74	0,945	0,094	0,5	9,87	1,31	2,81	4,88	1,16	11	55	0,095	1,0	1,0	NA	Use another method
29,00	7,40	534	12	118	43	75	0,943	0,095	0,5	4,79	2,99	3,27	10,15	1,15	6	62	0,103	1,0	1,0	NA	Use another method
30,00	7,60	211	17	122	45	76	0,942	0,096	0,5	1,03	19,49	4,27	32,42	1,14	2	78	0,125	1,0	1,0	NA	Use another method
31,00	7,80	390	2	125	47	78	0,940	0,097	1,0	3,41	0,61	3,10	7,95	1,29	5	40	0,083	1,0	1,0	NA	Use another method
32,00	8,00	703	8	115	49	66	0,939	0,105	0,5	7,23	1,39	2,94	6,13	1,23	9	53	0,094	1,0	1,0	NA	Use another method
33,00	8,20	1 170	20	115	51	64	0,937	0,108	1,0	16,44	1,92	2,71	4,05	1,56	18	74	0,117	1,0	1,0	NA	Use another method
34,00	8,40	296	1	115	53	62	0,936	0,111	1,0	2,91	0,57	3,16	8,69	1,61	5	41	0,084	1,0	1,0	NA	Use another method
35,00	8,60	221	0	115	55	60	0,934	0,115	1,0	1,76	0,39	3,32	11,06	1,66	4	41	0,084	1,0	1,0	NA	Use another method
36,00	8,80	132	12	115	57	58	0,933	0,118	1,0	0,30	67,76	5,03	56,77	1,70	2	128	0,274	1,0	1,0	NA	Use another method

*CRR limité à 0,600 pour $(q_{c1N})_{cs} > 160$.

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-E2	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor	
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth	
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth	
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure	
K_α	Correction factor for sloping ground			
K_σ	Correction factor for overburden stress			
a_{max}/g	Design earthquake loading			
F_a	Amplification factor			
q_c	Cone penetration resistance			
f_s	Sleeve friction resistance			
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance			
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value			
Q, F, n	Dimensioneless parameters			
I_c	Soil behavior type index			
K_c	Correction for grain caracteristics			

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

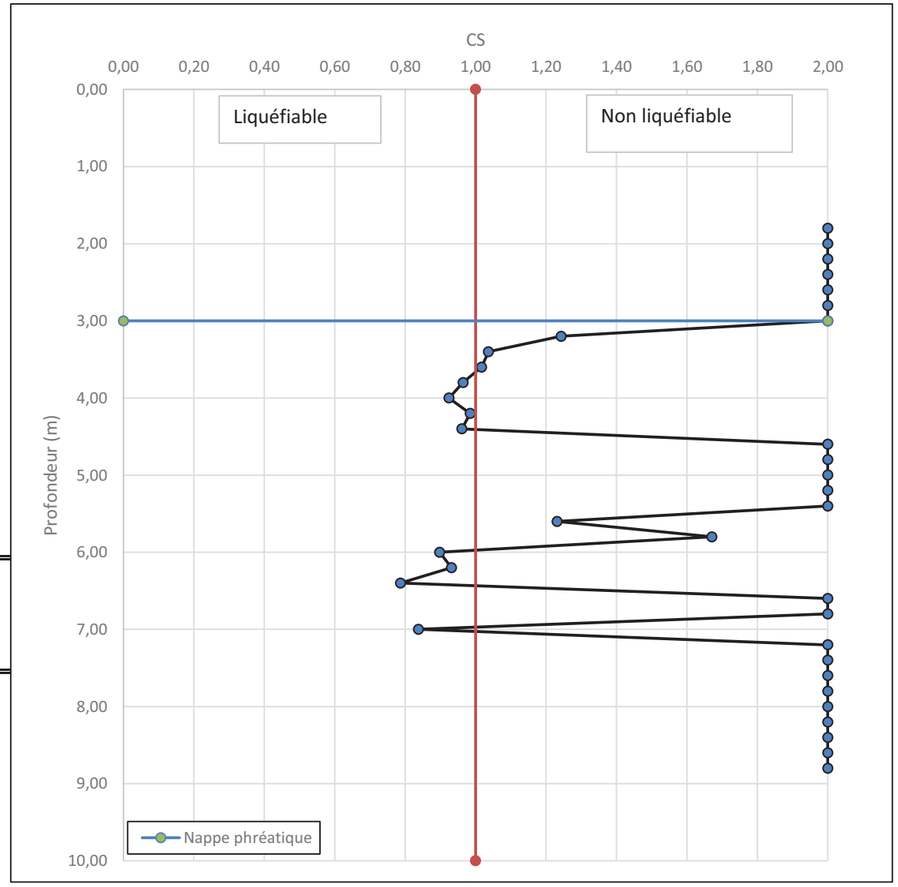
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	3,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,80	875	19	29	0	29	0,986	0,063	0,5	15,77	2,28	2,77	4,48	1,70	15	~~67~~	0,062	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
2,00	2,00	699	7	32	0	32	0,985	0,063	0,5	11,79	0,99	2,69	3,89	1,70	12	~~46~~	0,060	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
3,00	2,20	843	5	35	0	35	0,983	0,063	0,5	13,61	0,67	2,56	3,08	1,69	14	~~44~~	0,062	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
4,00	2,40	647	4	38	0	38	0,982	0,063	0,5	9,82	0,69	2,69	3,94	1,61	10	~~41~~	0,059	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
5,00	2,60	621	5	42	0	42	0,980	0,063	0,5	8,99	0,80	2,76	4,41	1,55	10	~~42~~	0,058	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
6,00	2,80	1 154	14	45	0	45	0,979	0,063	0,5	16,57	1,23	2,60	3,33	1,49	17	~~57~~	0,064	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
7,00	3,00	473	7	48	0	48	0,977	0,063	0,7	7,10	1,61	2,98	6,53	1,67	8	~~52~~	0,057	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
8,00	3,20	2 182	18	51	2	49	0,976	0,065	1,0	43,28	0,84	2,16	1,57	1,70	37	~~58~~	0,081	~~1~~	~~1~~	1,24	Not likely
9,00	3,40	1 690	4	54	4	50	0,974	0,067	0,5	23,02	0,25	2,20	1,64	1,41	24	~~39~~	0,070	~~1~~	~~1~~	1,04	Not likely
10,00	3,60	1 563	12	58	6	52	0,972	0,069	0,7	23,89	0,82	2,38	2,21	1,59	25	~~55~~	0,071	~~1~~	~~1~~	1,02	Not likely
11,00	3,80	1 340	4	61	8	53	0,971	0,072	1,0	24,16	0,32	2,21	1,68	1,70	23	~~38~~	0,069	~~1~~	~~1~~	0,96	Not likely
12,00	4,00	1 264	2	64	10	54	0,969	0,073	1,0	22,15	0,21	2,19	1,63	1,70	21	~~35~~	0,068	~~1~~	~~1~~	0,92	Likely
13,00	4,20	2 154	16	67	12	55	0,968	0,075	0,5	28,03	0,78	2,31	1,96	1,34	29	~~57~~	0,074	~~1~~	~~1~~	0,98	Not likely
14,00	4,40	2 169	20	70	14	57	0,966	0,077	0,5	27,87	0,94	2,35	2,11	1,33	29	~~61~~	0,074	~~1~~	~~1~~	0,96	Not likely
15,00	4,60	897	8	74	16	58	0,965	0,079	0,5	10,82	0,92	2,71	4,03	1,31	12	~~48~~	0,060	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
16,00	4,80	313	7	77	18	59	0,963	0,080	0,5	3,07	2,78	3,42	12,57	1,30	4	~~51~~	0,053	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
17,00	5,00	412	17	80	20	60	0,962	0,082	0,5	4,27	5,22	3,44	12,93	1,29	5	~~69~~	0,054	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
18,00	5,20	1 245	25	83	22	62	0,960	0,083	0,5	14,80	2,15	2,77	4,55	1,27	16	~~72~~	0,063	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
19,00	5,40	1 423	12	86	24	63	0,959	0,085	0,5	16,86	0,91	2,53	2,93	1,26	18	~~53~~	0,065	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-C3	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q\left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

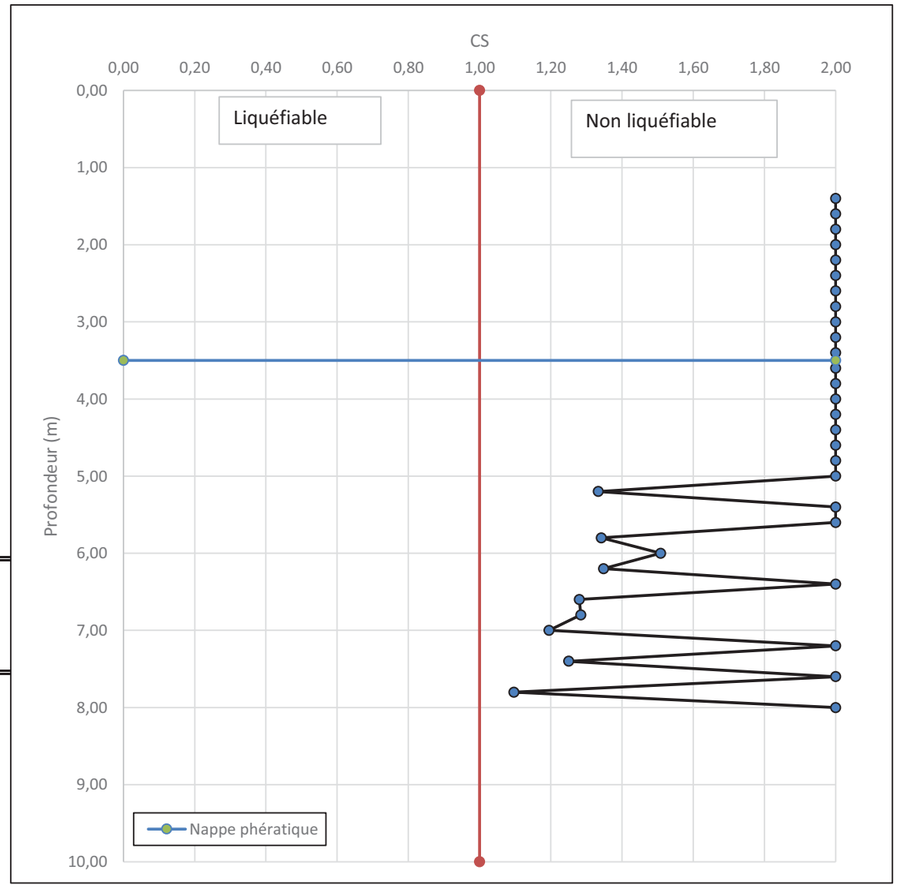
$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand

Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	3,50	4					



Information sur le sondage				CSR					CRR*								Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,40	1 540	12	22	0	22	0,989	0,063	0,5	32,07	0,82	2,27	1,83	1,70	26	48	0,090	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
2,00	1,60	743	14	26	0	26	0,988	0,063	0,5	14,19	1,95	2,77	4,49	1,70	13	57	0,097	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
3,00	1,80	501	6	29	0	29	0,986	0,063	0,5	8,81	1,20	2,84	5,11	1,70	9	44	0,086	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
4,00	2,00	394	7	32	0	32	0,985	0,063	0,5	6,40	1,84	3,05	7,28	1,70	7	49	0,091	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
5,00	2,20	946	11	35	0	35	0,983	0,063	0,5	15,36	1,18	2,62	3,46	1,69	16	55	0,096	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
6,00	2,40	923	12	38	0	38	0,982	0,063	0,5	14,27	1,32	2,68	3,80	1,61	15	57	0,097	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
7,00	2,60	766	9	42	0	42	0,980	0,063	0,7	13,38	1,28	2,69	3,92	1,70	13	51	0,092	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
8,00	2,80	2 280	23	45	0	45	0,979	0,063	1,0	49,90	1,04	2,16	1,57	1,70	39	61	0,101	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
9,00	3,00	2 257	26	48	0	48	0,977	0,063	0,5	31,89	1,19	2,36	2,13	1,44	33	69	0,111	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
10,00	3,20	1 658	17	51	0	51	0,976	0,063	0,7	25,67	1,03	2,40	2,30	1,60	26	61	0,101	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
11,00	3,40	1 649	19	54	0	54	0,974	0,062	1,0	29,32	1,18	2,38	2,23	1,70	28	63	0,103	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
12,00	3,60	719	7	58	1	57	0,972	0,063	1,0	11,68	1,13	2,72	4,12	1,70	12	50	0,092	1,0	1,0	NA	Use another method
13,00	3,80	678	13	61	3	58	0,971	0,065	0,5	8,12	2,07	2,99	6,56	1,31	9	58	0,099	1,0	1,0	NA	Use another method
14,00	4,00	2 159	25	64	5	59	0,969	0,067	0,5	27,26	1,18	2,41	2,34	1,30	28	66	0,106	1,0	1,0	NA	Use another method
15,00	4,20	1 897	19	67	7	60	0,968	0,069	0,5	23,55	1,04	2,43	2,44	1,29	24	60	0,100	1,0	1,0	NA	Use another method
16,00	4,40	2 052	23	70	9	62	0,966	0,071	0,5	25,25	1,15	2,43	2,44	1,27	26	64	0,104	1,0	1,0	NA	Use another method
17,00	4,60	1 691	19	74	11	63	0,965	0,073	0,5	20,41	1,17	2,51	2,83	1,26	21	60	0,100	1,0	1,0	NA	Use another method
18,00	4,80	1 586	16	77	13	64	0,963	0,074	0,5	18,85	1,05	2,52	2,86	1,25	20	57	0,097	1,0	1,0	NA	Use another method
19,00	5,00	2 139	21	80	15	65	0,962	0,076	0,5	25,48	1,03	2,40	2,31	1,24	26	61	0,101	1,0	1,0	NA	Use another method

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-C3	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

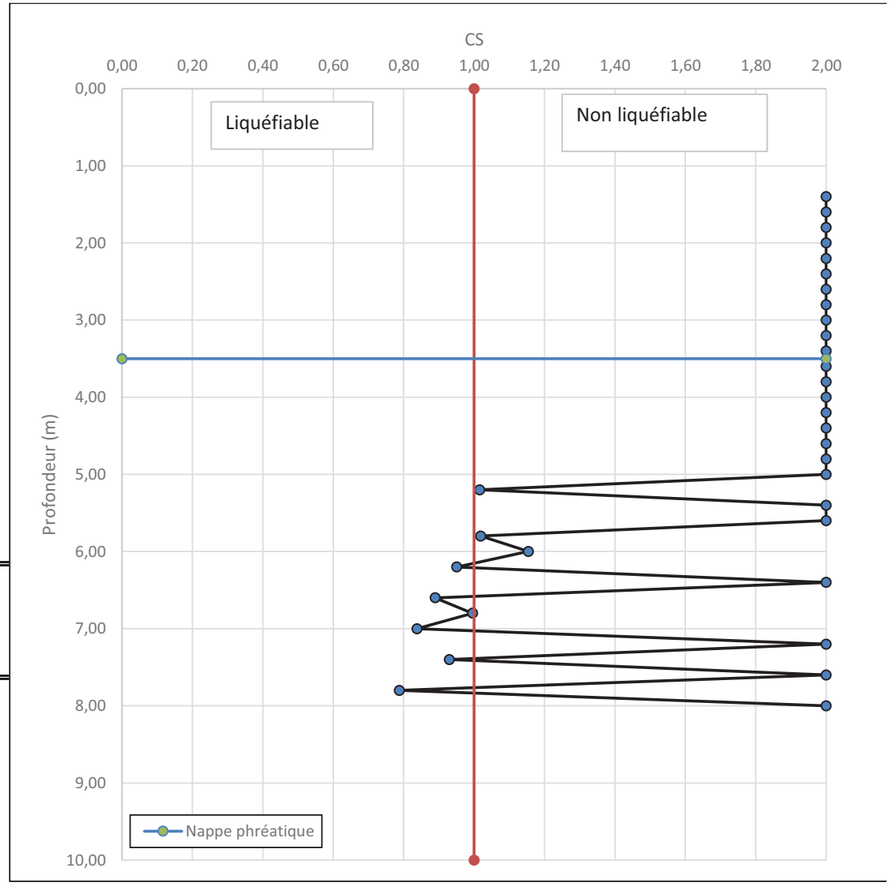
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	3,50	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*								Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,40	1 540	12	22	0	22	0,989	0,063	0,5	32,07	0,82	2,27	1,83	1,70	26	~~48~~	0,072	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
2,00	1,60	743	14	26	0	26	0,988	0,063	0,5	14,19	1,95	2,77	4,49	1,70	13	~~57~~	0,061	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
3,00	1,80	501	6	29	0	29	0,986	0,063	0,5	8,81	1,20	2,84	5,11	1,70	9	~~44~~	0,057	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
4,00	2,00	394	7	32	0	32	0,985	0,063	0,5	6,40	1,84	3,05	7,28	1,70	7	~~49~~	0,056	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
5,00	2,20	946	11	35	0	35	0,983	0,063	0,5	15,36	1,18	2,62	3,46	1,69	16	~~55~~	0,063	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
6,00	2,40	923	12	38	0	38	0,982	0,063	0,5	14,27	1,32	2,68	3,80	1,61	15	~~57~~	0,062	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
7,00	2,60	766	9	42	0	42	0,980	0,063	0,7	13,38	1,28	2,69	3,92	1,70	13	~~51~~	0,061	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
8,00	2,80	2 280	23	45	0	45	0,979	0,063	1,0	49,90	1,04	2,16	1,57	1,70	39	~~61~~	0,082	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
9,00	3,00	2 257	26	48	0	48	0,977	0,063	0,5	31,89	1,19	2,36	2,13	1,44	33	~~69~~	0,077	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
10,00	3,20	1 658	17	51	0	51	0,976	0,063	0,7	25,67	1,03	2,40	2,30	1,60	26	~~61~~	0,072	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
11,00	3,40	1 649	19	54	0	54	0,974	0,062	1,0	29,32	1,18	2,38	2,23	1,70	28	~~63~~	0,073	~~1~~	~~1~~	NA	Above groundwater level
12,00	3,60	719	7	58	1	57	0,972	0,063	1,0	11,68	1,13	2,72	4,12	1,70	12	~~50~~	0,060	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
13,00	3,80	678	13	61	3	58	0,971	0,065	0,5	8,12	2,07	2,99	6,56	1,31	9	~~58~~	0,057	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
14,00	4,00	2 159	25	64	5	59	0,969	0,067	0,5	27,26	1,18	2,41	2,34	1,30	28	~~66~~	0,073	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
15,00	4,20	1 897	19	67	7	60	0,968	0,069	0,5	23,55	1,04	2,43	2,44	1,29	24	~~60~~	0,070	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
16,00	4,40	2 052	23	70	9	62	0,966	0,071	0,5	25,25	1,15	2,43	2,44	1,27	26	~~64~~	0,072	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
17,00	4,60	1 691	19	74	11	63	0,965	0,073	0,5	20,41	1,17	2,51	2,83	1,26	21	~~60~~	0,068	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
18,00	4,80	1 586	16	77	13	64	0,963	0,074	0,5	18,85	1,05	2,52	2,86	1,25	20	~~57~~	0,067	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method
19,00	5,00	2 139	21	80	15	65	0,962	0,076	0,5	25,48	1,03	2,40	2,31	1,24	26	~~61~~	0,072	~~1~~	~~1~~	NA	Use another method

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A1	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

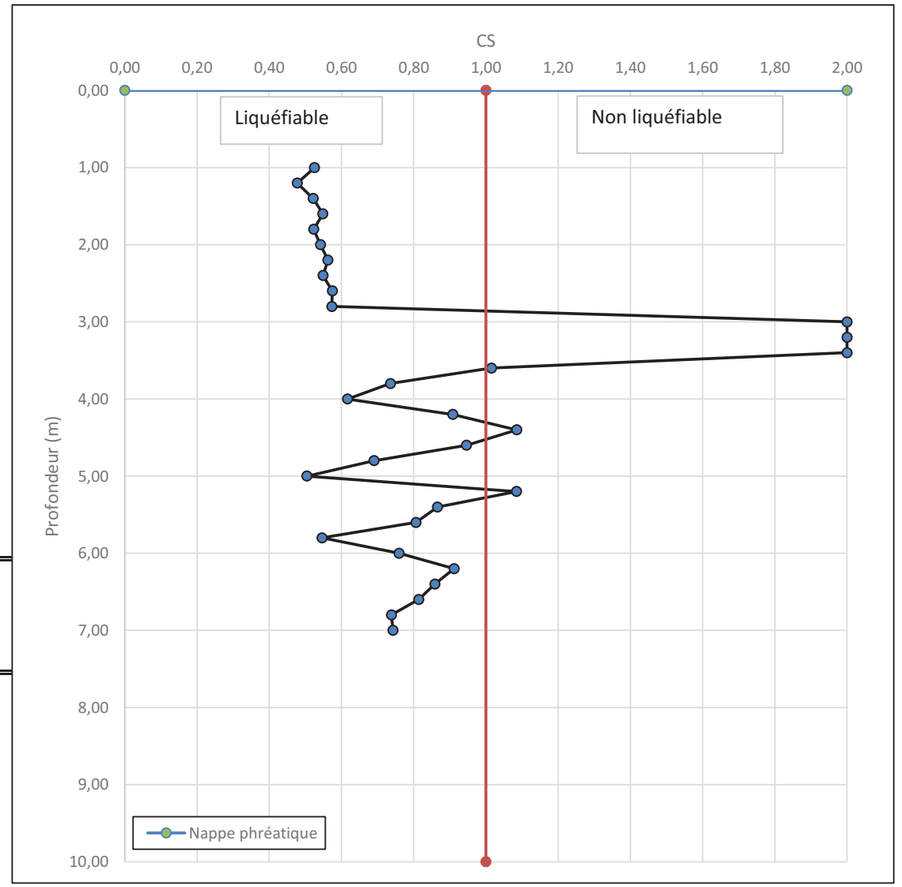
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	7,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	0,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	C_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	$K\sigma$	$K\alpha$	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 061	20	16	10	6	0,992	0,165	0,5	82,19	0,96	1,97	1,25	1,70	35	44	0,086	1,0	1,0	0,53	Likely
2,00	1,20	1 172	12	19	12	7	0,991	0,164	0,5	42,30	1,05	2,22	1,71	1,70	20	34	0,078	1,0	1,0	0,48	Likely
3,00	1,40	1 828	17	22	14	9	0,989	0,164	0,5	61,34	0,92	2,06	1,38	1,70	31	43	0,086	1,0	1,0	0,52	Likely
4,00	1,60	2 073	20	26	16	10	0,988	0,164	0,5	65,05	0,96	2,05	1,36	1,70	35	48	0,090	1,0	1,0	0,55	Likely
5,00	1,80	1 781	14	29	18	11	0,986	0,164	0,5	52,48	0,80	2,08	1,41	1,70	30	43	0,086	1,0	1,0	0,52	Likely
6,00	2,00	2 232	12	32	20	12	0,985	0,163	0,5	62,53	0,57	1,94	1,22	1,70	38	46	0,088	1,0	1,0	0,54	Likely
7,00	2,20	1 609	32	35	22	14	0,983	0,163	0,7	63,55	2,06	2,27	1,83	1,70	27	50	0,092	1,0	1,0	0,56	Likely
8,00	2,40	2 165	40	38	24	15	0,982	0,163	1,0	143,18	1,90	1,99	1,28	1,70	37	47	0,089	1,0	1,0	0,55	Likely
9,00	2,60	2 266	17	42	26	16	0,980	0,163	0,5	55,45	0,77	2,05	1,36	1,70	39	52	0,093	1,0	1,0	0,57	Likely
10,00	2,80	1 738	29	45	27	17	0,979	0,162	0,7	57,76	1,69	2,24	1,76	1,70	30	52	0,093	1,0	1,0	0,57	Likely
11,00	3,00	740	33	48	29	19	0,977	0,162	1,0	37,24	4,77	2,69	3,87	1,70	13	49	0,091	1,0	1,0	NA	Use another method
12,00	3,20	1 137	30	51	31	20	0,976	0,162	1,0	54,81	2,79	2,40	2,31	1,70	19	45	0,087	1,0	1,0	NA	Use another method
13,00	3,40	2 413	122	54	33	21	0,974	0,162	0,5	51,42	5,16	2,61	3,39	1,70	41	139	0,330	1,0	1,0	NA	Use another method
14,00	3,60	3 244	64	58	35	22	0,972	0,161	0,5	67,49	2,00	2,24	1,75	1,70	55	97	0,164	1,0	1,0	1,02	Not likely
15,00	3,80	3 295	30	61	37	24	0,971	0,161	0,5	66,69	0,92	2,03	1,33	1,70	56	74	0,118	1,0	1,0	0,74	Likely
16,00	4,00	2 651	15	64	39	25	0,969	0,161	0,5	51,99	0,59	2,01	1,31	1,70	45	59	0,099	1,0	1,0	0,62	Likely
17,00	4,20	4 318	37	67	41	26	0,968	0,161	0,5	83,37	0,86	1,93	1,21	1,70	73	89	0,146	1,0	1,0	0,91	Likely
18,00	4,40	4 891	46	70	43	27	0,966	0,160	0,5	92,38	0,96	1,93	1,21	1,70	83	100	0,174	1,0	1,0	1,09	Not likely
19,00	4,60	4 283	39	74	45	28	0,965	0,160	0,5	78,89	0,93	1,97	1,26	1,70	73	92	0,151	1,0	1,0	0,95	Likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A4	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

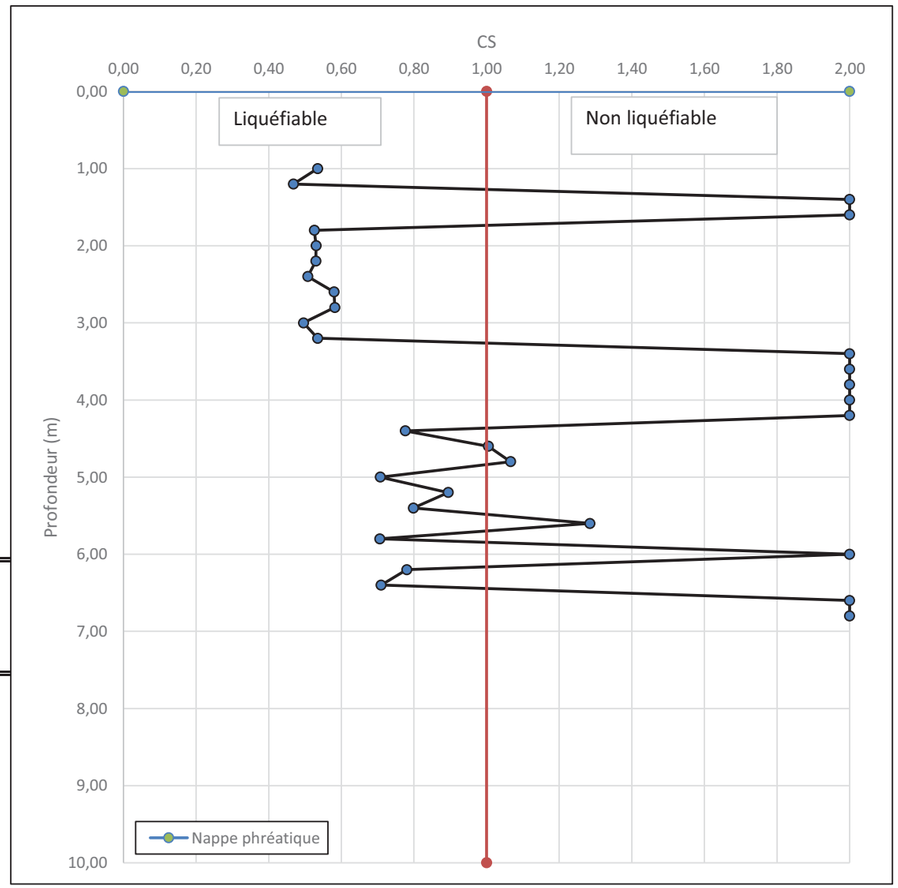
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q\left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	6,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	0,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*								Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,00	2 240	20	16	10	6	0,992	0,165	0,5	89,38	0,89	1,92	1,20	1,70	38	46	0,088	1,0	1,0	0,53	Likely
2,00	1,20	1 301	10	19	12	7	0,991	0,164	0,5	47,02	0,76	2,11	1,46	1,70	22	32	0,077	1,0	1,0	0,47	Likely
3,00	1,40	943	14	22	14	9	0,989	0,164	0,5	31,28	1,48	2,41	2,36	1,70	16	38	0,081	1,0	1,0	NA	Use another method
4,00	1,60	714	11	26	16	10	0,988	0,164	0,5	21,87	1,58	2,56	3,07	1,70	12	37	0,081	1,0	1,0	NA	Use another method
5,00	1,80	1 822	14	29	18	11	0,986	0,164	0,5	53,73	0,80	2,07	1,39	1,70	31	43	0,086	1,0	1,0	0,53	Likely
6,00	2,00	1 720	15	32	20	12	0,985	0,163	0,5	47,97	0,86	2,13	1,50	1,70	29	44	0,087	1,0	1,0	0,53	Likely
7,00	2,20	2 132	18	35	22	14	0,983	0,163	0,7	84,66	0,85	1,92	1,21	1,70	36	44	0,086	1,0	1,0	0,53	Likely
8,00	2,40	2 160	18	38	24	15	0,982	0,163	1,0	142,84	0,86	1,75	1,07	1,70	37	39	0,083	1,0	1,0	0,51	Likely
9,00	2,60	1 943	20	42	26	16	0,980	0,163	0,5	47,39	1,07	2,19	1,62	1,70	33	54	0,094	1,0	1,0	0,58	Likely
10,00	2,80	1 611	31	45	27	17	0,979	0,162	0,7	53,43	1,96	2,31	1,96	1,70	27	54	0,094	1,0	1,0	0,58	Likely
11,00	3,00	938	21	48	29	19	0,977	0,162	1,0	47,91	2,36	2,40	2,28	1,70	16	36	0,080	1,0	1,0	0,50	Likely
12,00	3,20	1 380	30	51	31	20	0,976	0,162	1,0	67,11	2,27	2,28	1,87	1,70	23	44	0,086	1,0	1,0	0,53	Likely
13,00	3,40	1 414	35	54	33	21	0,974	0,162	0,5	29,65	2,57	2,58	3,18	1,70	24	76	0,122	1,0	1,0	NA	Use another method
14,00	3,60	613	10	58	35	22	0,972	0,161	0,5	11,77	1,76	2,81	4,86	1,70	10	51	0,092	1,0	1,0	NA	Use another method
15,00	3,80	881	9	61	37	24	0,971	0,161	0,5	16,92	1,12	2,58	3,17	1,70	15	47	0,090	1,0	1,0	NA	Use another method
16,00	4,00	1 392	33	64	39	25	0,969	0,161	0,5	26,69	2,50	2,61	3,35	1,70	24	79	0,126	1,0	1,0	NA	Use another method
17,00	4,20	1 140	27	67	41	26	0,968	0,161	0,5	21,03	2,54	2,69	3,92	1,70	19	76	0,121	1,0	1,0	NA	Use another method
18,00	4,40	3 458	30	70	43	27	0,966	0,160	0,5	64,92	0,89	2,03	1,33	1,70	59	78	0,124	1,0	1,0	0,78	Likely
19,00	4,60	4 523	42	74	45	28	0,965	0,160	0,5	83,38	0,95	1,96	1,24	1,70	77	95	0,161	1,0	1,0	1,01	Not likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-E2	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

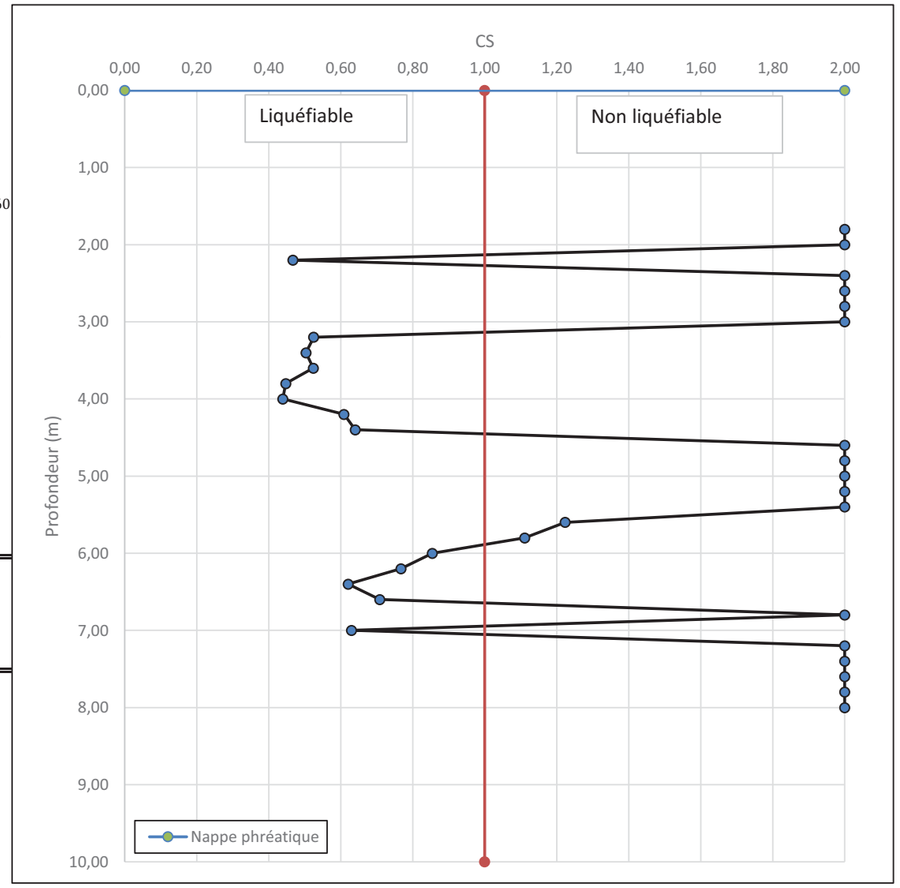
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,80	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	0,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*									Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,80	875	19	29	18	11	0,986	0,164	0,5	25,36	2,28	2,60	3,31	1,70	15	49	0,091	1,0	1,0	NA	Use another method
2,00	2,00	699	7	32	20	12	0,985	0,163	0,5	18,96	0,99	2,51	2,78	1,70	12	33	0,078	1,0	1,0	NA	Use another method
3,00	2,20	843	5	35	22	14	0,983	0,163	0,5	21,89	0,67	2,37	2,20	1,70	14	31	0,076	1,0	1,0	0,47	Likely
4,00	2,40	647	4	38	24	15	0,982	0,163	0,5	15,79	0,69	2,51	2,79	1,70	11	31	0,076	1,0	1,0	NA	Use another method
5,00	2,60	621	5	42	26	16	0,980	0,163	0,5	14,45	0,80	2,57	3,13	1,70	11	33	0,078	1,0	1,0	NA	Use another method
6,00	2,80	1 154	14	45	27	17	0,979	0,162	0,5	26,64	1,23	2,43	2,41	1,70	20	47	0,089	1,0	1,0	NA	Use another method
7,00	3,00	473	7	48	29	19	0,977	0,162	0,7	13,81	1,61	2,73	4,22	1,70	8	34	0,078	1,0	1,0	NA	Use another method
8,00	3,20	2 182	18	51	31	20	0,976	0,162	1,0	107,59	0,84	1,84	1,13	1,70	37	42	0,085	1,0	1,0	0,52	Likely
9,00	3,40	1 690	4	54	33	21	0,974	0,162	0,5	35,65	0,25	2,01	1,31	1,70	29	38	0,081	1,0	1,0	0,50	Likely
10,00	3,60	1 563	12	58	35	22	0,972	0,161	0,7	43,07	0,82	2,16	1,56	1,70	27	41	0,084	1,0	1,0	0,52	Likely
11,00	3,80	1 340	4	61	37	24	0,971	0,161	1,0	54,38	0,32	1,88	1,16	1,70	23	26	0,072	1,0	1,0	0,45	Likely
12,00	4,00	1 264	2	64	39	25	0,969	0,161	1,0	48,48	0,21	1,86	1,15	1,70	21	25	0,071	1,0	1,0	0,44	Likely
13,00	4,20	2 154	16	67	41	26	0,968	0,161	0,5	40,93	0,78	2,16	1,57	1,70	37	58	0,098	1,0	1,0	0,61	Likely
14,00	4,40	2 169	20	70	43	27	0,966	0,160	0,5	40,21	0,94	2,21	1,69	1,70	37	62	0,103	1,0	1,0	0,64	Likely
15,00	4,60	897	8	74	45	28	0,965	0,160	0,5	15,43	0,92	2,57	3,13	1,70	15	48	0,090	1,0	1,0	NA	Use another method
16,00	4,80	313	7	77	47	30	0,963	0,160	0,5	4,33	2,78	3,29	10,48	1,70	5	56	0,096	1,0	1,0	NA	Use another method
17,00	5,00	412	17	80	49	31	0,962	0,159	0,5	5,97	5,22	3,32	10,97	1,70	7	77	0,122	1,0	1,0	NA	Use another method
18,00	5,20	1 245	25	83	51	32	0,960	0,159	0,5	20,48	2,15	2,66	3,68	1,70	21	78	0,124	1,0	1,0	NA	Use another method
19,00	5,40	1 423	12	86	53	33	0,959	0,159	0,5	23,12	0,91	2,41	2,35	1,70	24	57	0,097	1,0	1,0	NA	Use another method

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	#########
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-C3	Verifié par :	JFSL	Date :	#########
		Approuvé par :	MS	Date :	#########

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité	r_d	Stress reduction factor
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z	Depth
CSR	Cyclic stress ratio	z_{eau}	Water table depth
MSF	Magnitude scale factor	P_a	Atmospheric pressure
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
q_c	Cone penetration resistance		
f_s	Sleeve friction resistance		
q_{c1N}	Normalized cone penetration resistance		
$(q_{c1N})_{cs}$	Adjustement for equivalent clean-sand value		
Q, F, n	Dimensioneless parameters		
I_c	Soil behavior type index		
K_c	Correction for grain caracteristics		

$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$

$$r_d = 1{,}174 - 0{,}02675 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$I_C = [(3{,}47 - logQ)^2 + (1{,}22 - logF)^2]^{0{,}5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{v0})}{P_a}\right] \cdot \left[\left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n\right]$$

$$F = \left[\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}\right] \cdot 100$$

$$CRR_{7,5} = 0{,}833 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right] + 0{,}05 \quad pour\ (q_{c1N})_{cs} < 50$$

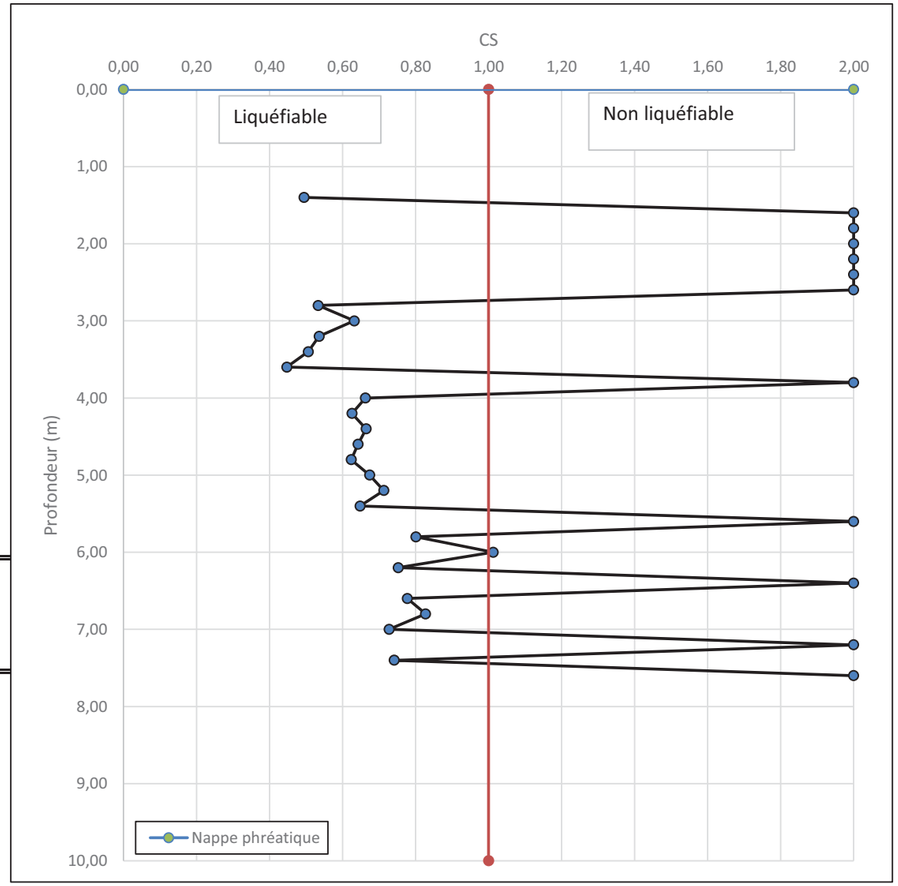
$$CRR_{7,5} = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right]^3 + 0{,}08 \quad pour\ 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$$

$$q_{c1N} = C_Q\left(\frac{q_c}{P_a}\right) \qquad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \leq 1{,}7$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_C \cdot q_{c1N} \qquad Pour\ I_c \leq 1{,}64 \rightarrow K_c = 1{,}0$$

$$K_c = -0{,}403I_c^4 + 5{,}58I_c^3 - 21{,}63I_c^2 + 33{,}75I_c - 17{,}88$$

n	Soil type
1,0	Clay
0,7	Silt
0,5	Sand



Paramètres de conception

Séisme de conceptio	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

Information du site		Stratigraphie					Commentaires
M_w	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	Density γ_T (kN/m^3)	Choix du paramètre n: Poser n = 1, si I_c > 2,6, les matériaux sont plastiques et risque liquéfaction faible. Utiliser une autre méthode pour confirmer. Si I_c < 2,6, changer pour n = 0,5. Si ce nouveau I_c est < 2,6, c'est ok, sinon changer n pour 0,7. Si I_c > 2,4, vérifier avec une autre méthode.
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0,00	8,00	16,00	
MSF	1,00	2					
P_a (kPa)	100,00	3					
z_{eau} (m)	0,00	4					

Information sur le sondage				CSR					CRR*								Correction		Résultats	
Essai	z (m)	q_c (kPa)	f_s (kPa)	σ_{vo} (kN/m^2)	μ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	n	Q	F	I_c	K_c	c_Q	q_{c1N} (kPa)	$(q_{c1N})_{cs}$ (kPa)	$CRR_{7,5}$	Kσ	Kα	CS	Comments: Likely if CS > 0,955
1,00	1,40	1 540	12	22	14	9	0,989	0,164	0,5	51,56	0,82	2,09	1,43	1,70	26	37	0,081	1,0	1,0	0,49	Likely
2,00	1,60	743	14	26	16	10	0,988	0,164	0,5	22,81	1,95	2,60	3,29	1,70	13	42	0,085	1,0	1,0	NA	Use another method
3,00	1,80	501	6	29	18	11	0,986	0,164	0,5	14,16	1,20	2,66	3,69	1,70	9	31	0,076	1,0	1,0	NA	Use another method
4,00	2,00	394	7	32	20	12	0,985	0,163	0,5	10,29	1,84	2,87	5,40	1,70	7	36	0,080	1,0	1,0	NA	Use another method
5,00	2,20	946	11	35	22	14	0,983	0,163	0,5	24,69	1,18	2,45	2,50	1,70	16	40	0,083	1,0	1,0	NA	Use another method
6,00	2,40	923	12	38	24	15	0,982	0,163	0,5	22,95	1,32	2,50	2,75	1,70	16	43	0,086	1,0	1,0	NA	Use another method
7,00	2,60	766	9	42	26	16	0,980	0,163	0,7	26,01	1,28	2,45	2,49	1,70	13	32	0,077	1,0	1,0	NA	Use another method
8,00	2,80	2 280	23	45	27	17	0,979	0,162	1,0	128,98	1,04	1,84	1,13	1,70	39	44	0,086	1,0	1,0	0,53	Likely
9,00	3,00	2 257	26	48	29	19	0,977	0,162	0,5	51,27	1,19	2,19	1,62	1,70	38	62	0,102	1,0	1,0	0,63	Likely
10,00	3,20	1 658	17	51	31	20	0,976	0,162	0,7	49,91	1,03	2,16	1,56	1,70	28	44	0,087	1,0	1,0	0,54	Likely
11,00	3,40	1 649	19	54	33	21	0,974	0,162	1,0	75,78	1,18	2,05	1,36	1,70	28	38	0,082	1,0	1,0	0,51	Likely
12,00	3,60	719	7	58	35	22	0,972	0,161	1,0	29,67	1,13	2,37	2,18	1,70	12	27	0,072	1,0	1,0	0,45	Likely
13,00	3,80	678	13	61	37	24	0,971	0,161	0,5	12,73	2,07	2,82	4,93	1,70	12	57	0,097	1,0	1,0	NA	Use another method
14,00	4,00	2 159	25	64	39	25	0,969	0,161	0,5	42,11	1,18	2,25	1,79	1,70	37	66	0,106	1,0	1,0	0,66	Likely
15,00	4,20	1 897	19	67	41	26	0,968	0,161	0,5	35,88	1,04	2,28	1,87	1,70	32	60	0,100	1,0	1,0	0,63	Likely
16,00	4,40	2 052	23	70	43	27	0,966	0,160	0,5	37,96	1,15	2,28	1,89	1,70	35	66	0,106	1,0	1,0	0,66	Likely
17,00	4,60	1 691	19	74	45	28	0,965	0,160	0,5	30,32	1,17	2,37	2,18	1,70	29	63	0,103	1,0	1,0	0,64	Likely
18,00	4,80	1 586	16	77	47	30	0,963	0,160	0,5	27,68	1,05	2,38	2,21	1,70	27	60	0,100	1,0	1,0	0,62	Likely
19,00	5,00	2 139	21	80	49	31	0,962	0,159	0,5	37,00	1,03	2,27	1,83	1,70	36	67	0,108	1,0	1,0	0,67	Likely

Client :	Ressource Métanor	Dossier n° :			
Projet n° :	161-07621	Feuille n°	1	of	
Projet :	Mine Bachelor	Preparé par :	SC	Date :	2016-11-25
Objet :	Évaluation du potentiel de liquéfaction du sondage CPTU-A1	Verifié par :	JFSL	Date :	
		Approuvé par :	MS	Date :	2017-05-29

Méthode : Évaluation de la liquéfaction selon la méthode simplifiée (Refs: Youd, T.L. et al., 2001)

CS	Coefficient de sécurité par rapport à la liquéfaction	z	Depth
$CRR_{7,5}$	Cyclic resistance ratio	z_{eau}	Water table depth
CSR	Cyclic stress ratio	P_a	Atmospheric pressure
MSF	Magnitude scale factor	FC	Fine content (<0,75µm)
r_d	Stress reduction factor		
K_α	Correction factor for sloping ground		
K_σ	Correction factor for overburden stress		
a_{max}/g	Design earthquake loading		
F_a	Amplification factor		
V_s	Shear wave velocity		
V_{s1}	Overburden-stress corrected shear wave velocity		
V^*_{s1}	Limiting upper value of V_{s1}		
a et b	Curve fitting paraneters (0,022 and 2,8)		

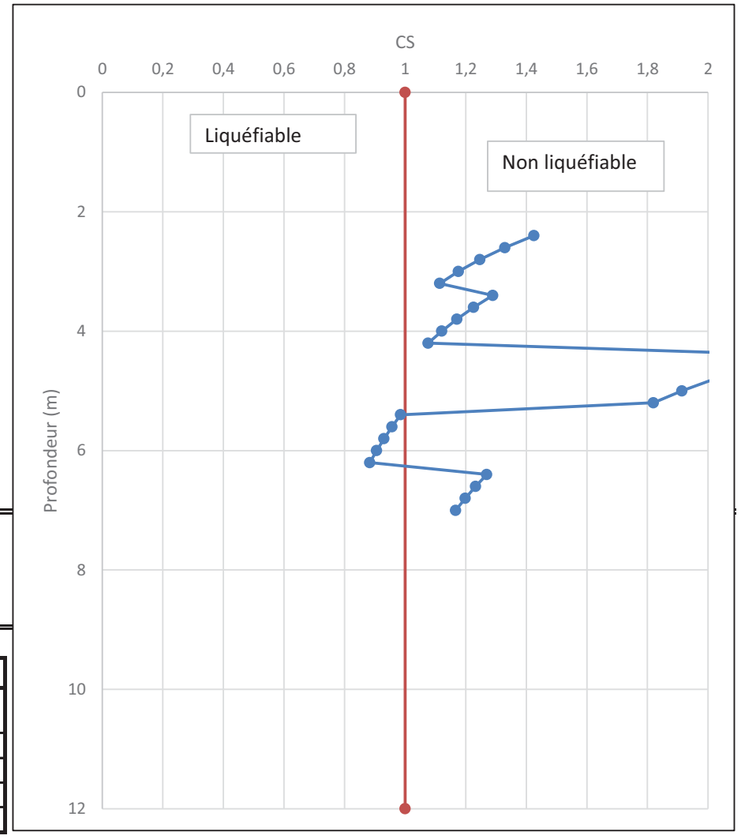
$$CS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR}\right) \cdot MSF \cdot K\alpha \cdot K\sigma$$

$$CSR = 0{,}65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}\right) \cdot r_d$$

$$r_d = 1 - 0{,}00765 \cdot z \quad pour\ z \leq 9{,}15\ m$$
$$r_d = 1{,}174 - 0{,}0267 \cdot z \quad pour\ 9{,}15\ m \leq z \leq 23\ m$$

$$CRR_{7,5} = a\left(\frac{V_{s1}}{100}\right)^2 + b\left(\frac{1}{V^*_{s1} - V_{s1}} - \frac{1}{V^*_{s1}}\right)$$

$$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}\right)^{0,25}$$



Paramètres de conception

Séisme de conception	2 500 ans	Classe sol fondation sur le site	E	(Vs 30 = ± 90 à 180 m/s)
Amax (Classe C)	0,047 g	Facteur Amplification	2,1	
		Amax conception	0,0987 g	

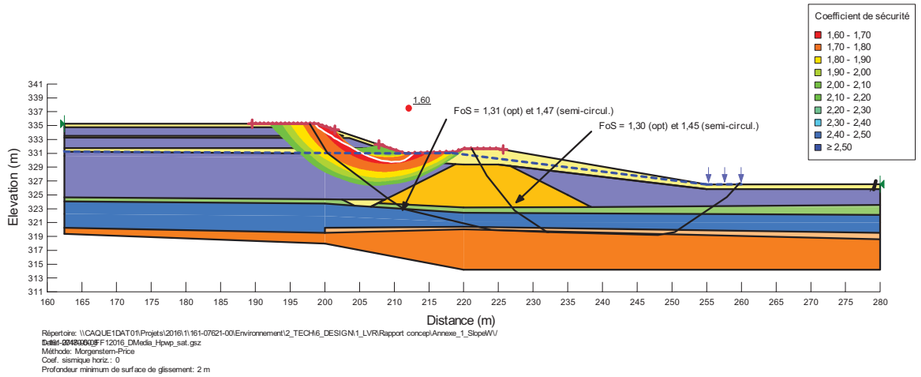
Information du site		Stratigraphie					Critère pour V^*_{s1}	
Mw	7,50	Couche N°	Description des matériaux	De (m)	à (m)	γ_T (kN/m^3)	% Fines <0.075mm	V^*_{s1} (m/s)
$F_a \cdot a_{max}/g$	0,099	1	Résidus minier	0	7	16,00	35	200
MSF	1,00	2					25	205
P_a (kPa)	100,00	3					15	210
z_{eau} (m)	2,15	4					5	215

Information sur le sondage				CSR					CRR(*)			Correction		Résultats	
Essai	z (m)	V_s (m/s)	% Fines <0.075mm	σ_{vo} (kN/m^2)	µ (kPa)	σ'_{vo} (kN/m^2)	r_d	CSR	V_{s1} (m/s)	V^*_{s1} (m/s)	$CRR_{7.5}$	Kσ	Kα	CS	Comments (If CS > 0,955 = Not likely)
1	1,40	158	35	22	0	22	0,989	0,063	230	200	NA	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
2	1,60	158	35	26	0	26	0,988	0,063	222	200	NA	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
3	1,80	158	35	29	0	29	0,986	0,063	216	200	NA	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
4	2,00	158	35	32	0	32	0,985	0,063	210	200	NA	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
6	2,20	158	35	35	0	35	0,983	0,064	206	200	NA	1,0	1,0	NA	Above groundwater level
7	2,40	118	35	38	2	36	0,982	0,067	152	200	0,096	1,0	1,0	1,43	Not likely
8	2,60	118	35	42	4	37	0,980	0,070	151	200	0,094	1,0	1,0	1,33	Not likely
9	2,80	118	35	45	6	38	0,979	0,073	150	200	0,091	1,0	1,0	1,25	Not likely
10	3,00	118	35	48	8	40	0,977	0,076	149	200	0,089	1,0	1,0	1,18	Not likely
11	3,20	118	35	51	10	41	0,976	0,078	148	200	0,087	1,0	1,0	1,11	Not likely
12	3,40	126	35	54	12	42	0,974	0,081	156	200	0,104	1,0	1,0	1,29	Not likely
13	3,60	126	35	58	14	43	0,972	0,083	155	200	0,102	1,0	1,0	1,23	Not likely
14	3,80	126	35	61	16	45	0,971	0,085	154	200	0,099	1,0	1,0	1,17	Not likely
15	4,00	126	35	64	18	46	0,969	0,087	153	200	0,097	1,0	1,0	1,12	Not likely
16	4,20	126	36	67	20	47	0,968	0,089	152	200	0,095	1,0	1,0	1,08	Not likely
17	4,40	151	37	70	22	48	0,966	0,090	181	200	0,206	1,0	1,0	2,28	Not likely
18	4,60	151	38	74	24	50	0,965	0,092	180	200	0,197	1,0	1,0	2,14	Not likely
19	4,80	151	39	77	26	51	0,963	0,093	179	200	0,189	1,0	1,0	2,02	Not likely
20	5,00	151	40	80	28	52	0,962	0,095	178	200	0,182	1,0	1,0	1,91	Not likely
21	5,20	151	41	83	30	53	0,960	0,096	177	200	0,175	1,0	1,0	1,82	Not likely
22	5,40	131	42	86	32	55	0,959	0,097	152	200	0,096	1,0	1,0	0,99	Not likely

ANNEXE

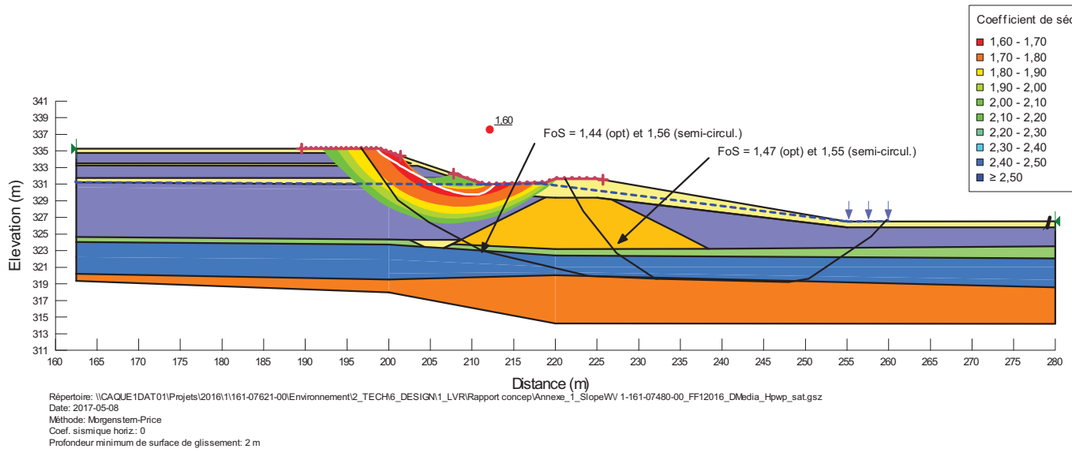
F

FIGURES PRÉSENTANT LES CERCLES DE RUPTURES DE L'EMPILEMENT



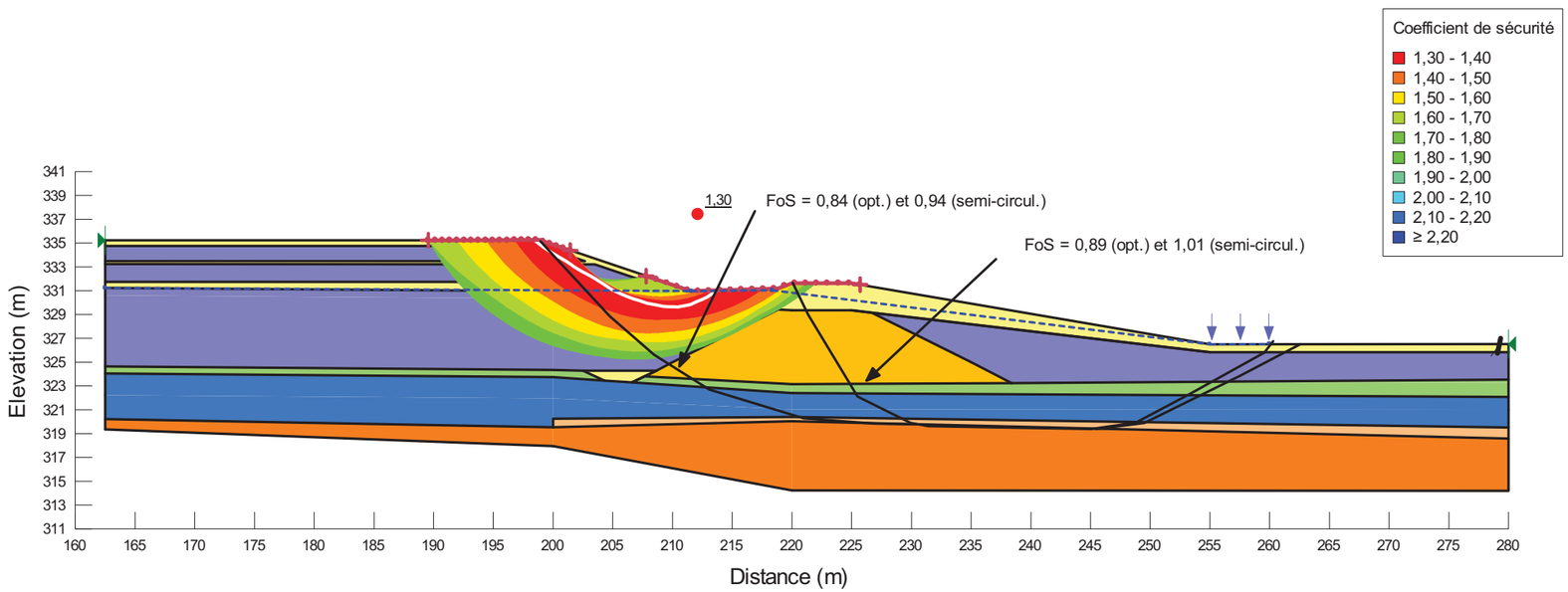
Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	
	Argile (remaniée)	20			15

Figure 1- 1 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement statique avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	

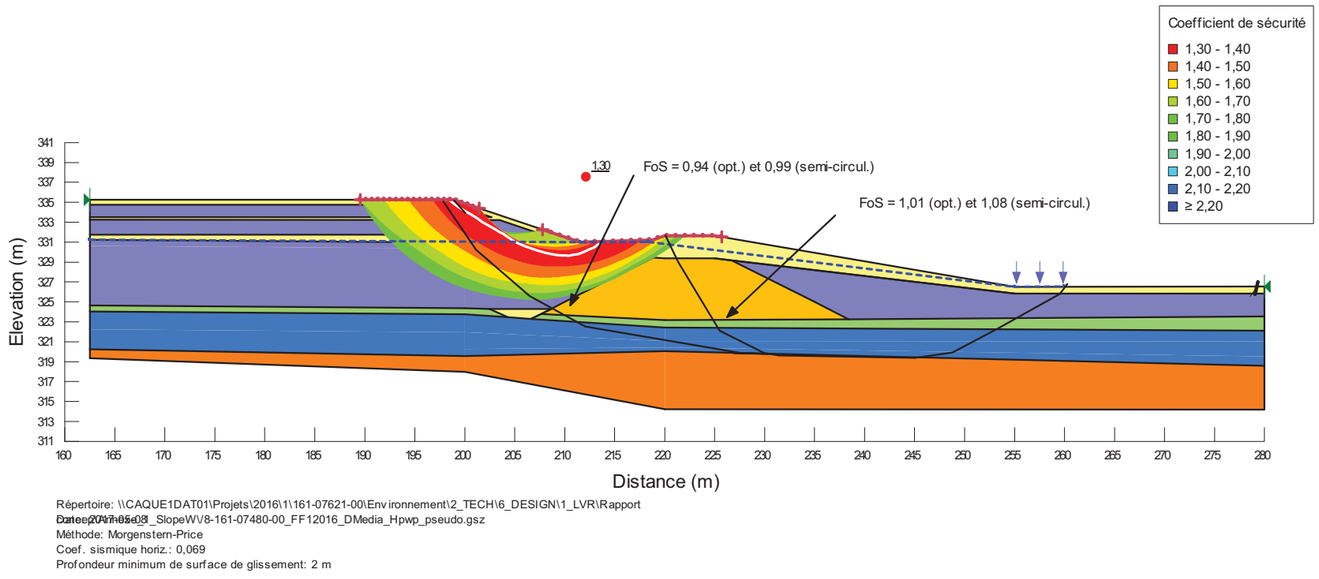
Figure 1- 2 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement statique sans horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	
	Argile (remaniée)	20			15

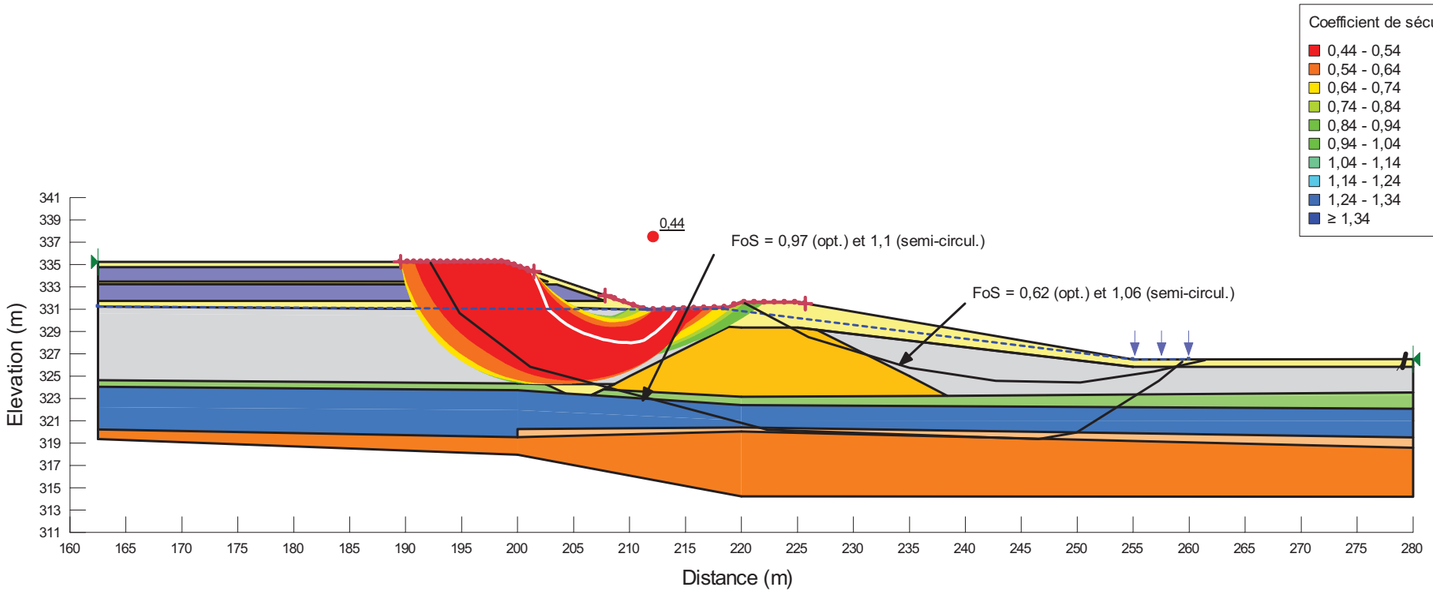
Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\8-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpwp_pseudo.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 3 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement pseudo-statique avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	

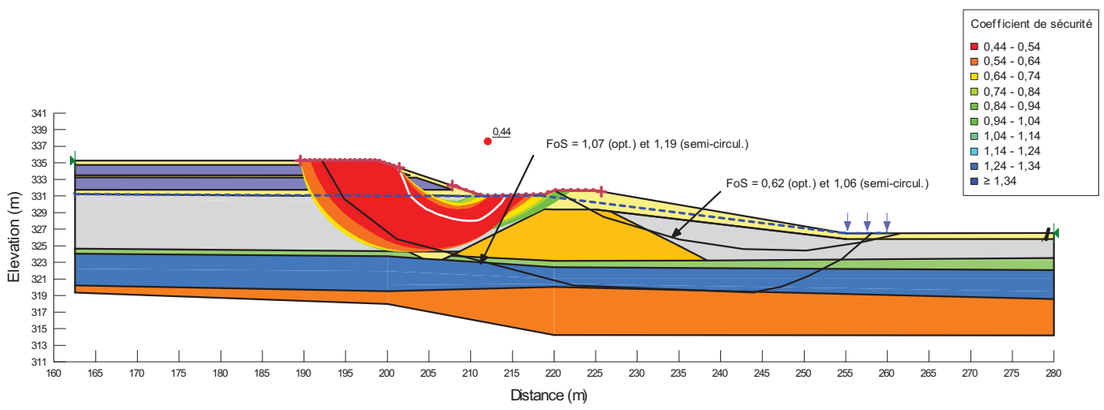
Figure 1- 4 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement pseudo-statique sans l'horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\V9-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpw p_post.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Silt	15	0	28			
	Argile	16			20		
	Till	21	0	30			
	Remblai : Sable	17,5	0	30			
	Argile (remaniée)	20			15		
	Résidus (Liq)	16				0,1	0

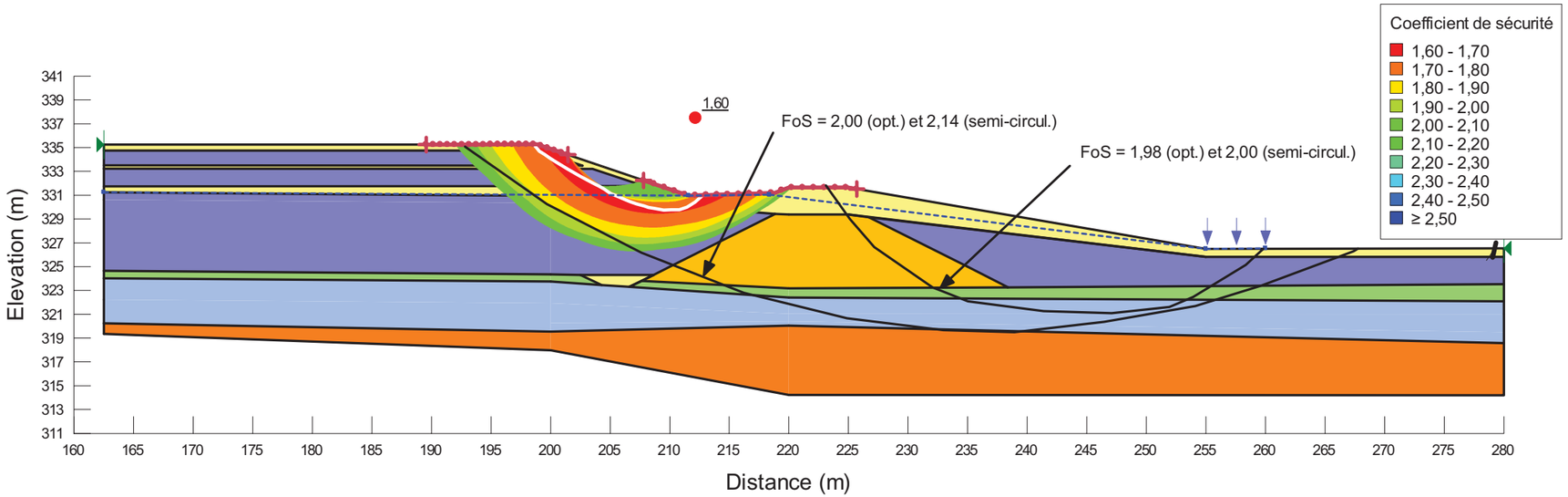
Figure 1- 5 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement statique, condition post séisme avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\V9-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpwp_post.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Silt	15	0	28			
	Argile	16			20		
	Till	21	0	30			
	Remblai : Sable	17,5	0	30			
	Résidus (Liq)	16				0,1	0

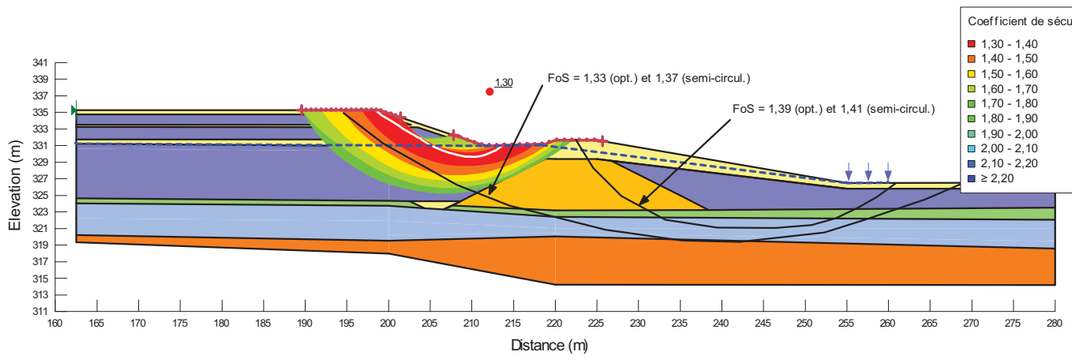
Figure 1- 6 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique élevée, chargement statique, condition post séisme sans l'horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Silt	15	0	28
	Till	21	0	30
	Remblai : Sable	17,5	0	30
	Argile (LT)	16	0	25

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\/10-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpwp_LT.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

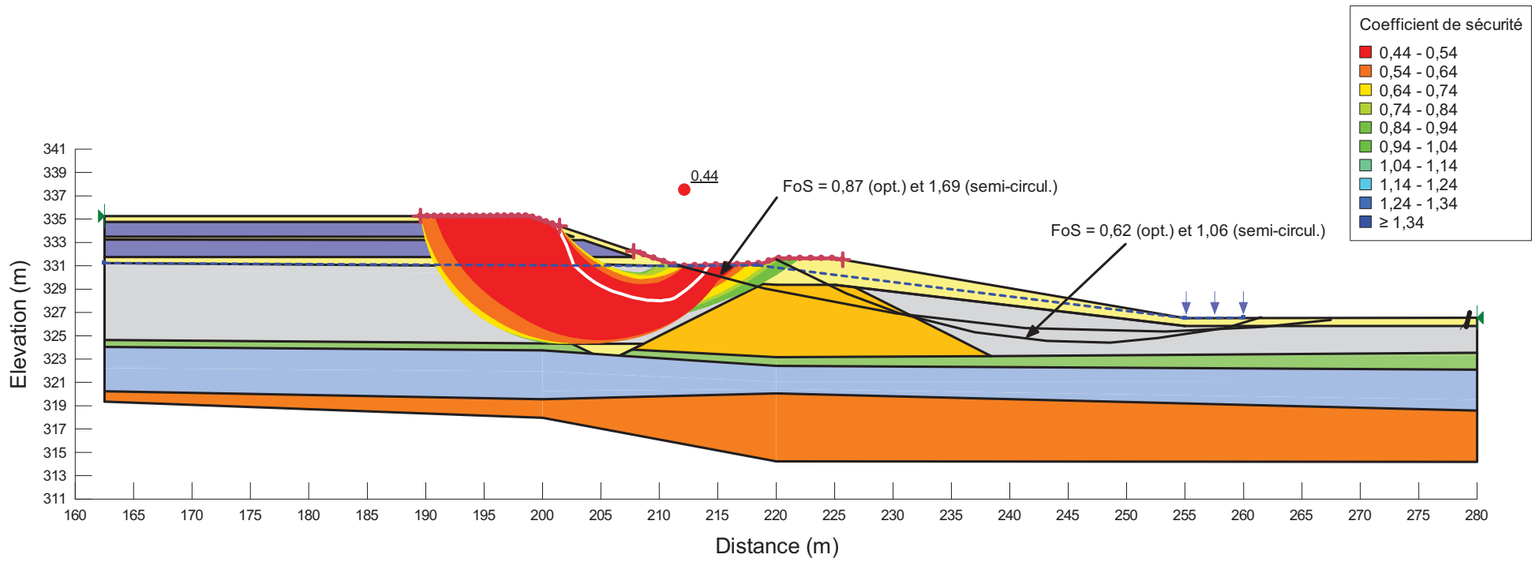
Figure 1- 7 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique élevée, chargement statique vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Silt	15	0	28
	Till	21	0	30
	Remblai : Sable	17,5	0	30
	Argile (LT)	16	0	25

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\/12-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpwp_LT_pseudo.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

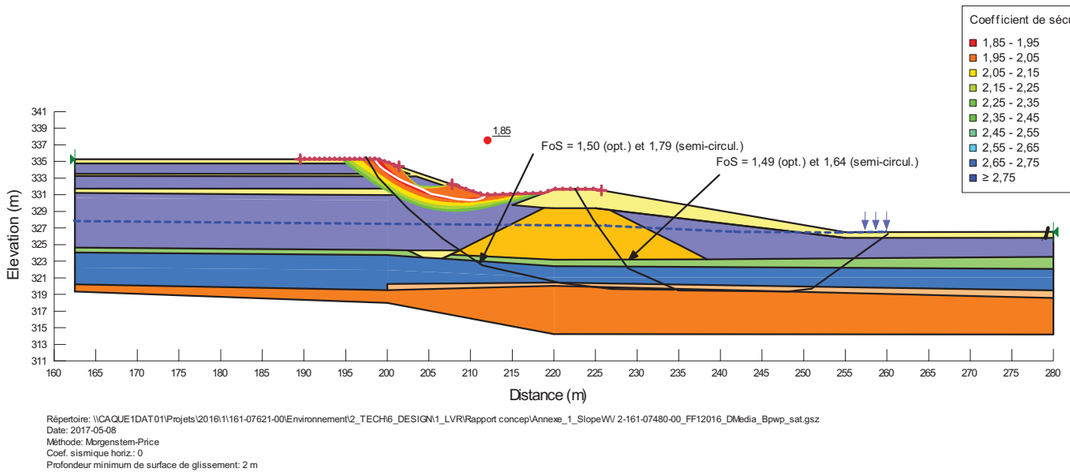
Figure 1- 8 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique élevée, chargement pseudo-statique vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35		
	Résidus	16	0	28		
	Silt	15	0	28		
	Till	21	0	30		
	Remblai : Sable	17,5	0	30		
	Argile (LT)	16	0	25		
	Résidus (Liq)	16			0,1	0

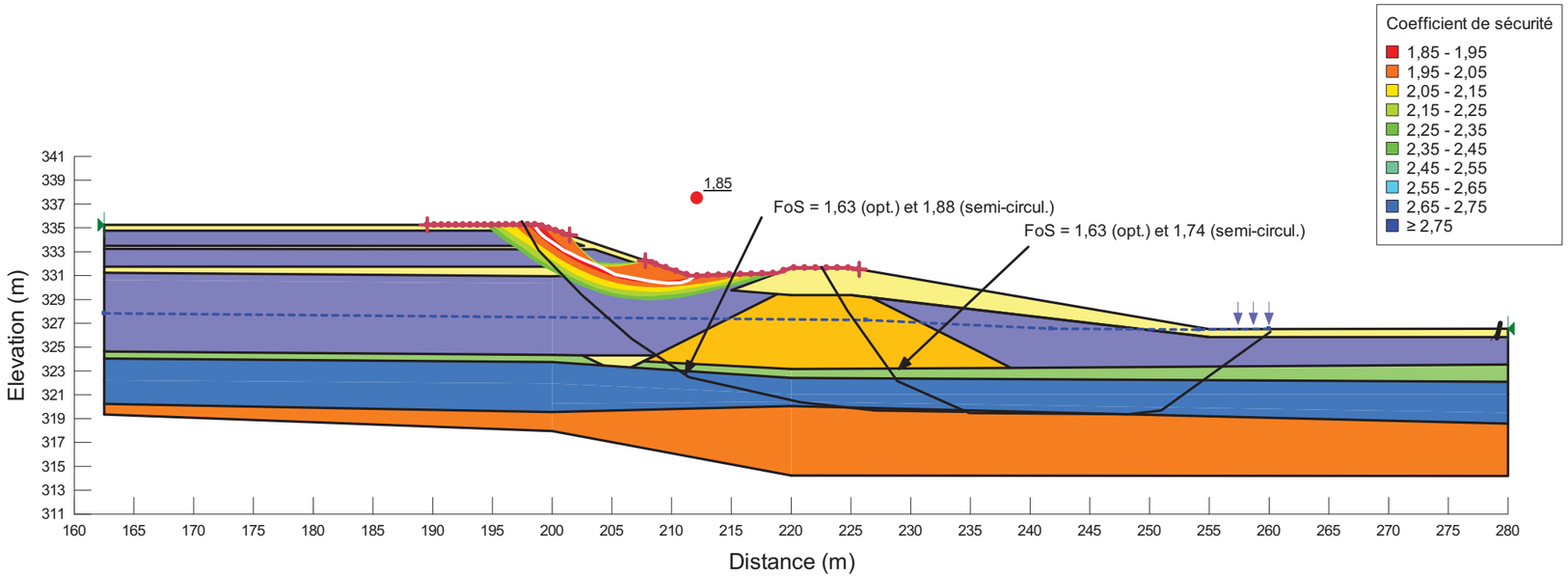
Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\11-161-07480-00_FF12016_DMedia_Hpwp_LT_post.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 9 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique élevée, chargement-statique condition post-séisme vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	
	Argile (remaniée)	20			15

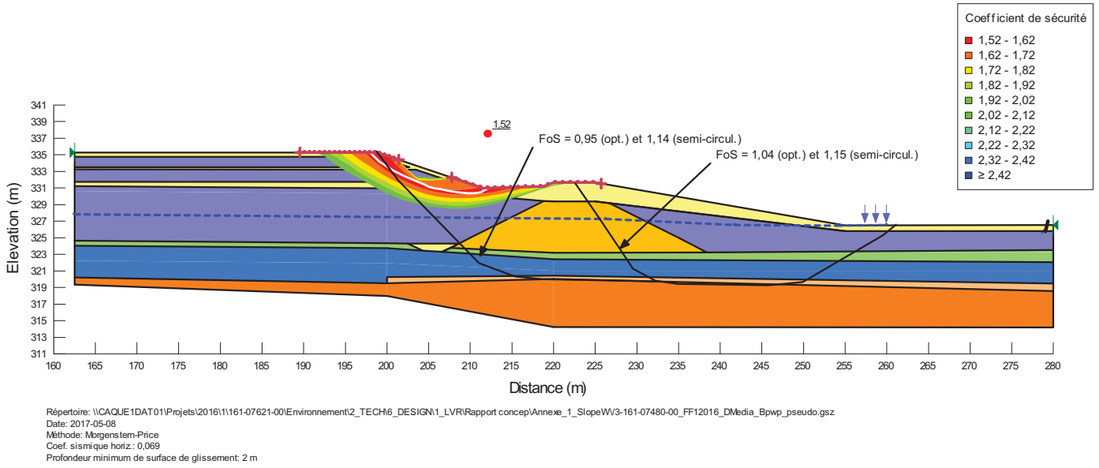
Figure 1- 10 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement statique avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	

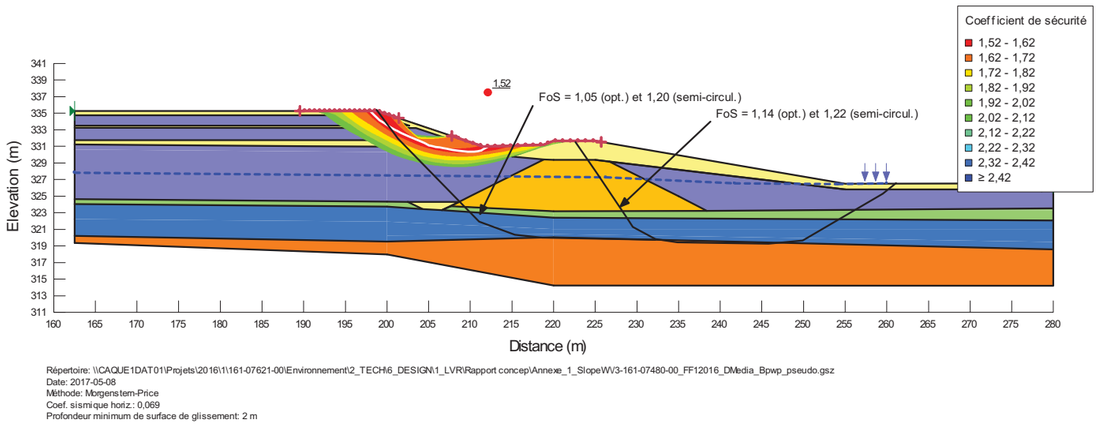
Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\ 2-161-07480-00_FF12016_DMedia_Bpwp_sat.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 11 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement statique sans horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



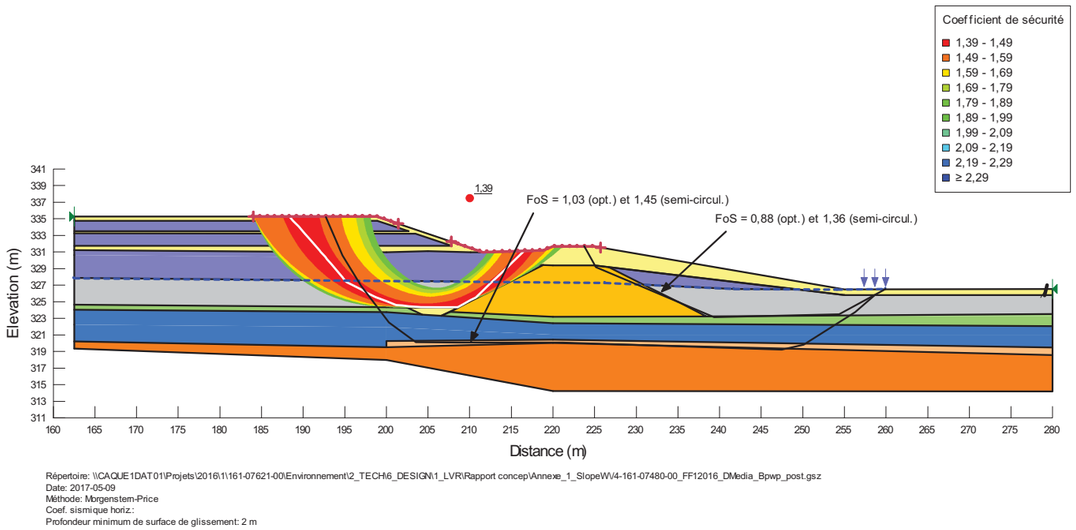
Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	
	Argile (remaniée)	20			15

Figure 1- 12 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement pseudo-statique avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



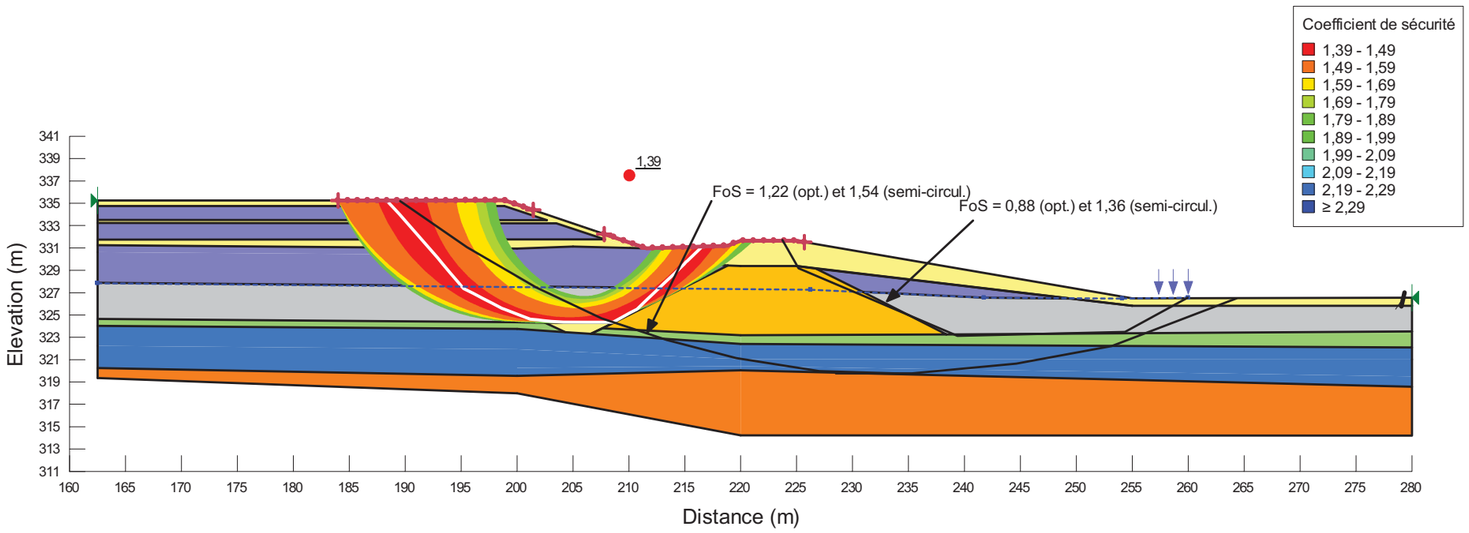
Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Silt	15	0	28	
	Argile	16			20
	Till	21	0	30	
	Remblai : Sable	17,5	0	30	

Figure 1- 13 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement pseudo-statique sans l'horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Silt	15	0	28			
	Argile	16			20		
	Till	21	0	30			
	Remblai : Sable	17,5	0	30			
	Argile (remaniée)	20			15		
	Résidus (liq)	16				0,1	0

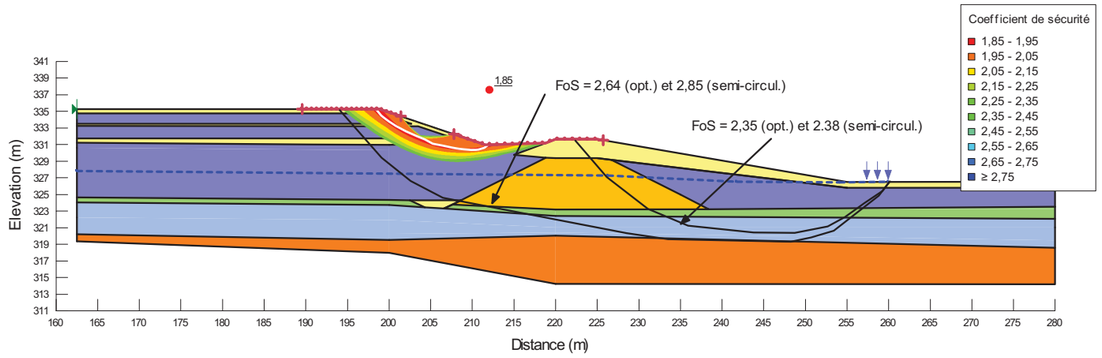
Figure 1- 14 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement statique, condition post séisme avec un horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Silt	15	0	28			
	Argile	16			20		
	Till	21	0	30			
	Remblai : Sable	17,5	0	30			
	Résidus (liq)	16				0,1	0

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\4-161-07480-00_FF12016_DMedia_Bpwp_post.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.:
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

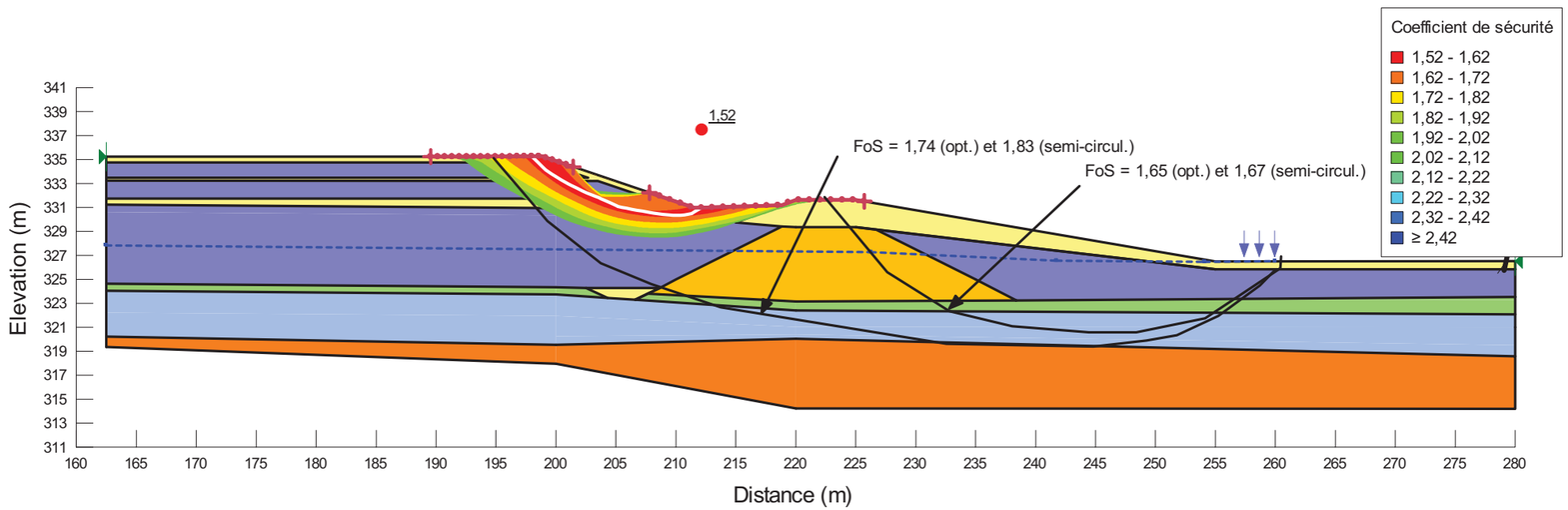
Figure 1- 15 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non drainée, nappe phréatique basse, chargement statique, condition post séisme sans l'horizon de faible résistance vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Silt	15	0	28
	Till	21	0	30
	Remblai : Sable	17,5	0	30
	Argile (LT)	16	0	25

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\6-161-07480-00_FF12016_DMedia_Bpwp_LT.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

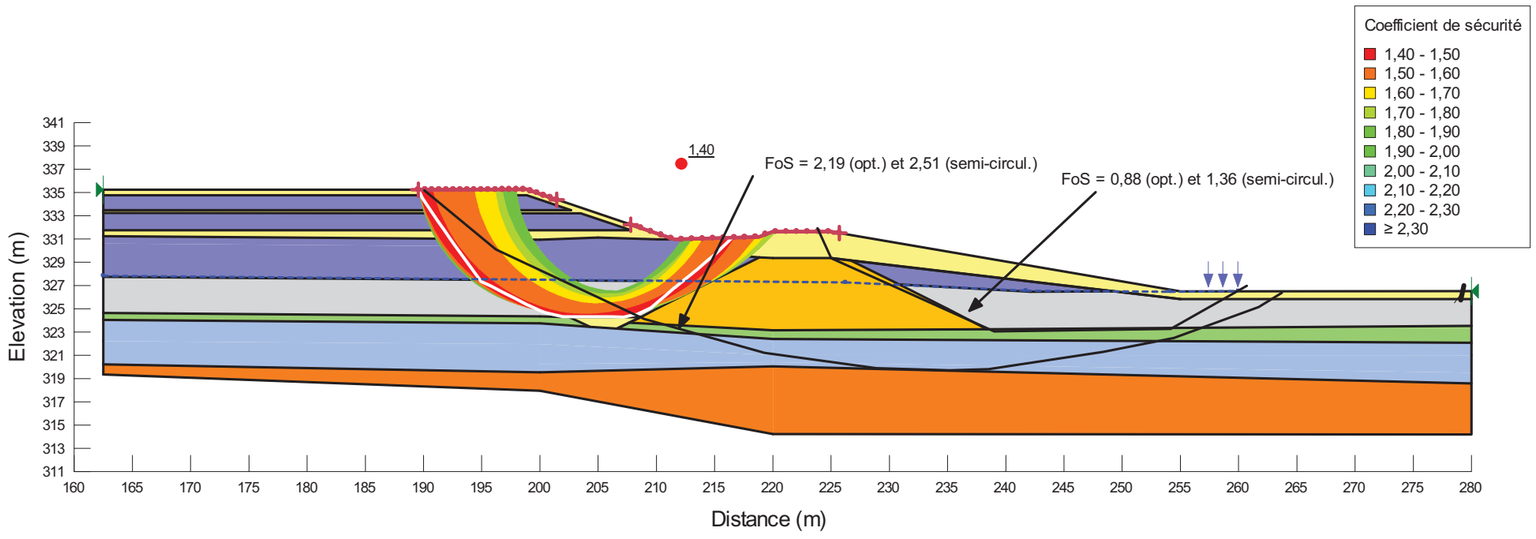
Figure 1- 16 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique basse, chargement statique vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Silt	15	0	28
	Till	21	0	30
	Remblai : Sable	17,5	0	30
	Argile (LT)	16	0	25

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\ 5-161-07480-00_FF12016_DMedia_Bpw p_LTpseudo.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

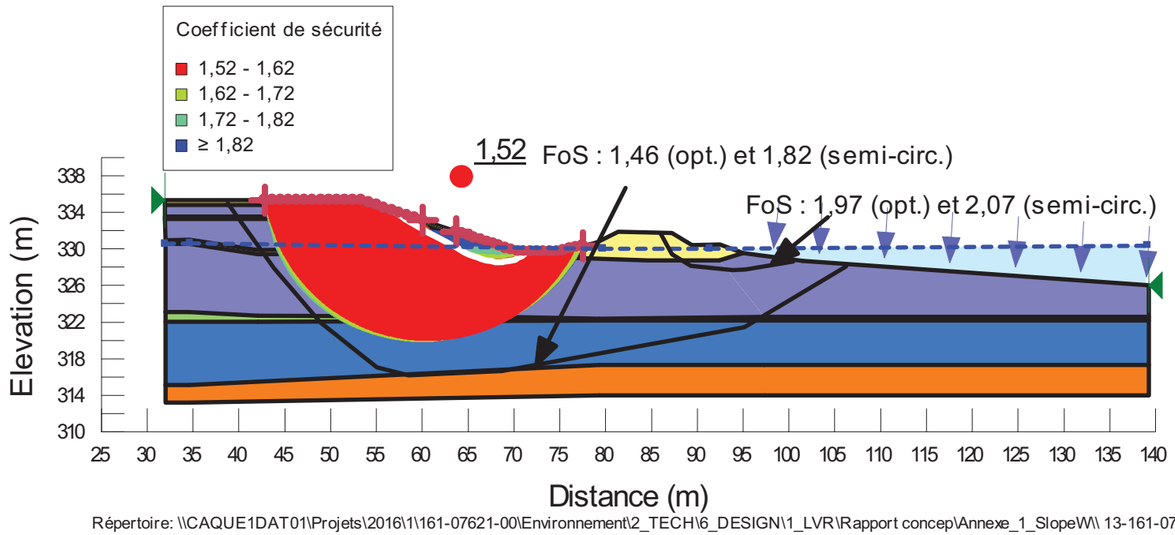
Figure 1- 17 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique basse, chargement pseudo-statique vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35		
	Résidus	16	0	28		
	Silt	15	0	28		
	Till	21	0	30		
	Remblai : Sable	17,5	0	30		
	Argile (LT)	16	0	25		
	Résidus (liq)	16			0,1	0

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\ 7-161-07480-00_FF12016_DMedia_Bpw p_LT_post.gsz
Date: 2017-05-08
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

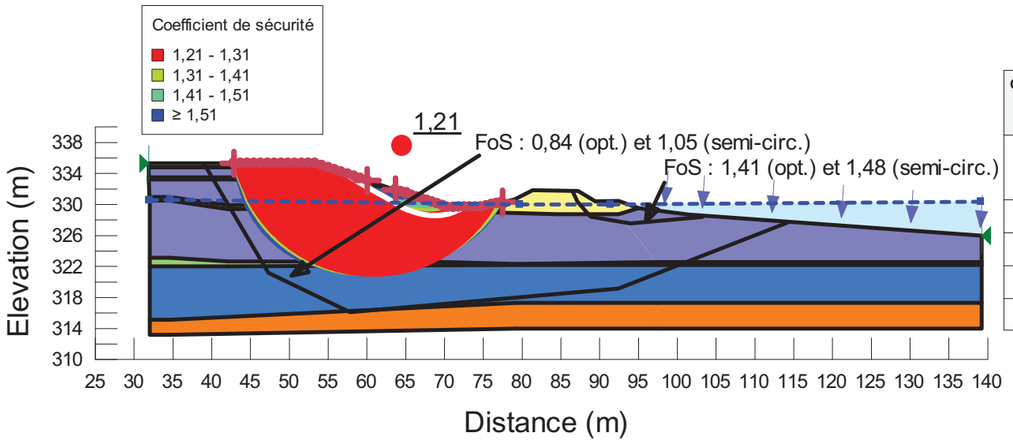
Figure 1- 18 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique basse, chargement-statique condition post-séisme vis-à-vis digue Médiane



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Tourbe	12	0	20	
	Argile	16			17
	Till	21	0	30	

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 13-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpwp_sat.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

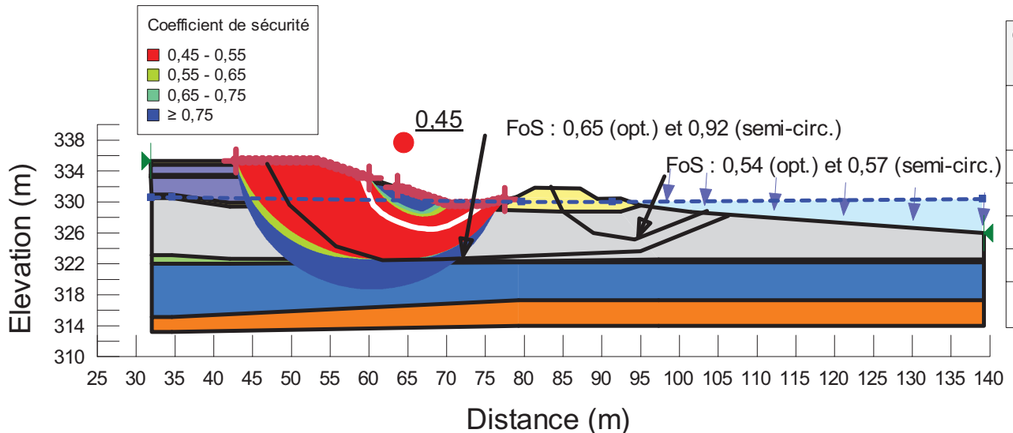
Figure 1- 19 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique haute, chargement-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Tourbe	12	0	20	
	Argile	16			17
	Till	21	0	30	

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 14-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpwp_pseudo.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

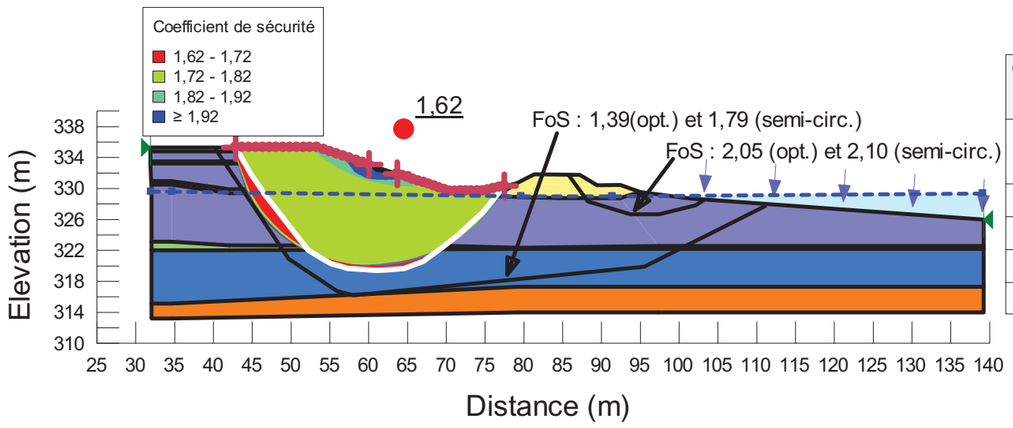
Figure 1- 20 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique haute, chargement pseudo-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Tourbe	12	0	20			
	Argile	16			17		
	Till	21	0	30			
	Résidus (liq)	16				0,1	0

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 15-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpw p_post.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

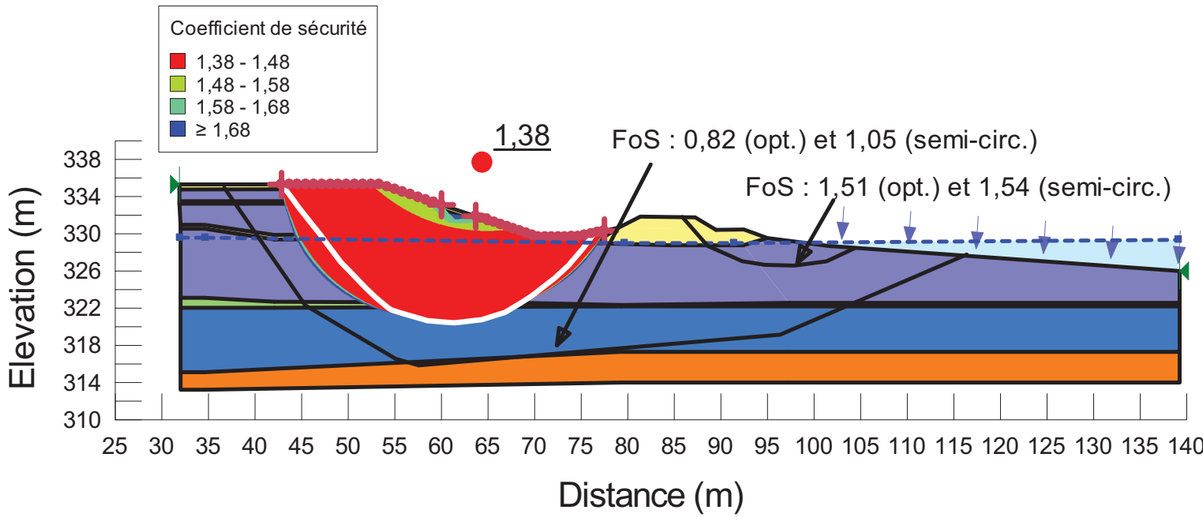
Figure 1- 21 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique haute, chargement statique condition post séisme vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Tourbe	12	0	20	
	Argile	16			17
	Till	21	0	30	

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 16-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Bpw p_sat.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

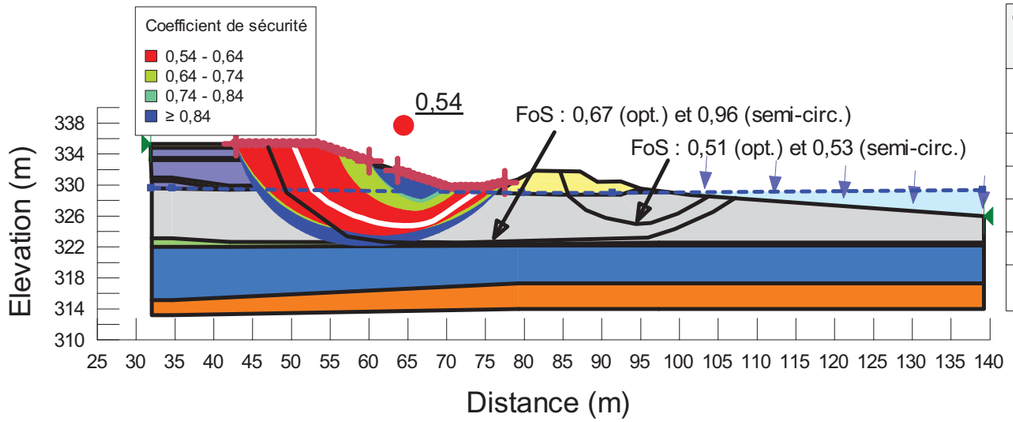
Figure 1- 22 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique base, chargement-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35	
	Résidus	16	0	28	
	Tourbe	12	0	20	
	Argile	16			17
	Till	21	0	30	

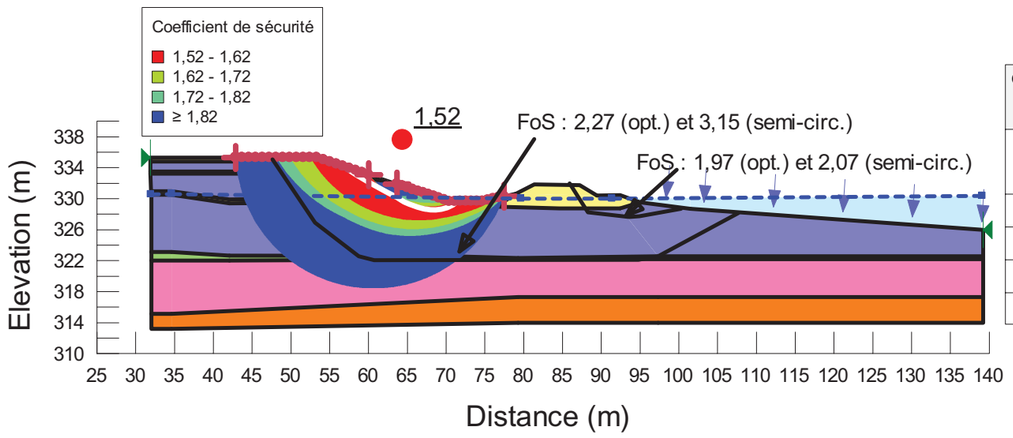
Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 18-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Bpwp_pseudo.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 23 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique base, chargement pseudo-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Cohésion (kPa)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35			
	Résidus	16	0	28			
	Tourbe	12	0	20			
	Argile	16			17		
	Till	21	0	30			
	Résidus (liq)	16				0,1	0

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 17-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Bpw p_post.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

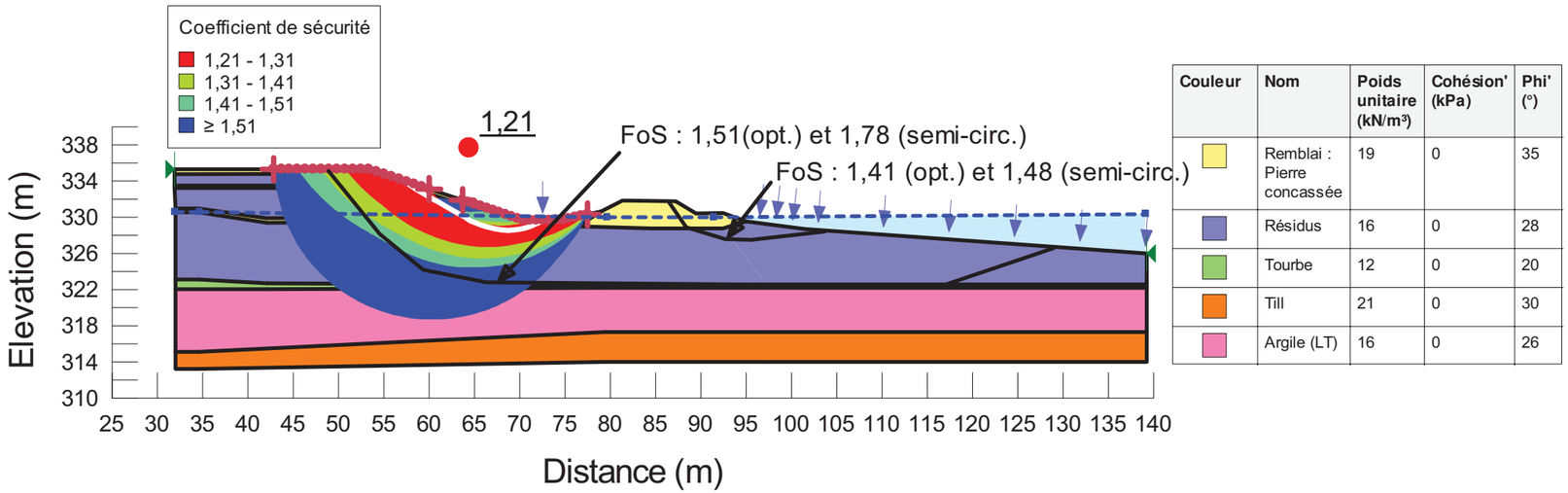


Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Tourbe	12	0	20
	Till	21	0	30
	Argile (LT)	16	0	26

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 19-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpw p_LT_sat.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 24 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition non-drainée, nappe phréatique base, chargement-statique condition post séisme vis-à-vis digue interne principale

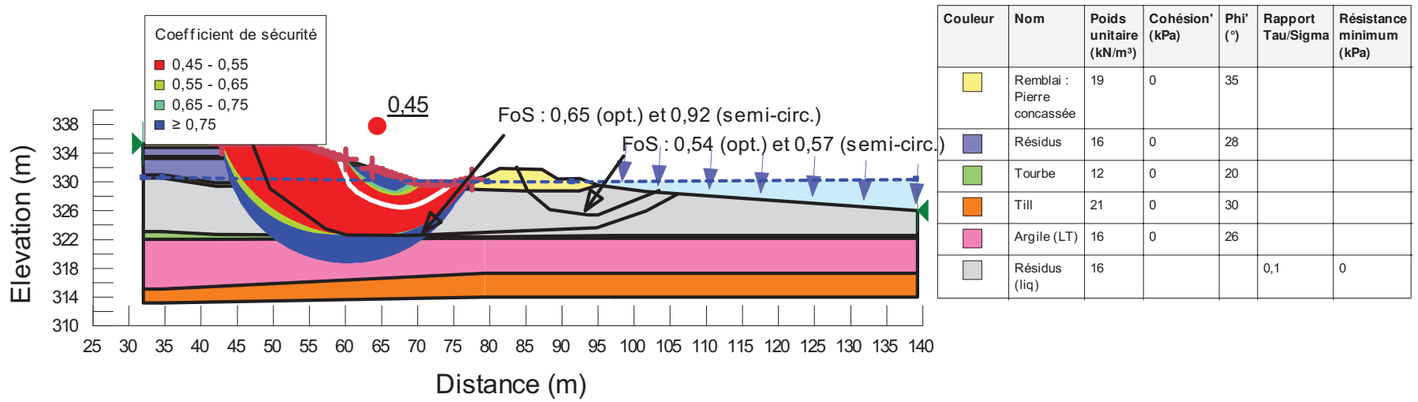
Figure 1- 25 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique haute, chargement-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Tourbe	12	0	20
	Till	21	0	30
	Argile (LT)	16	0	26

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 20-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpwp_LT_pseudo.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0,069
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

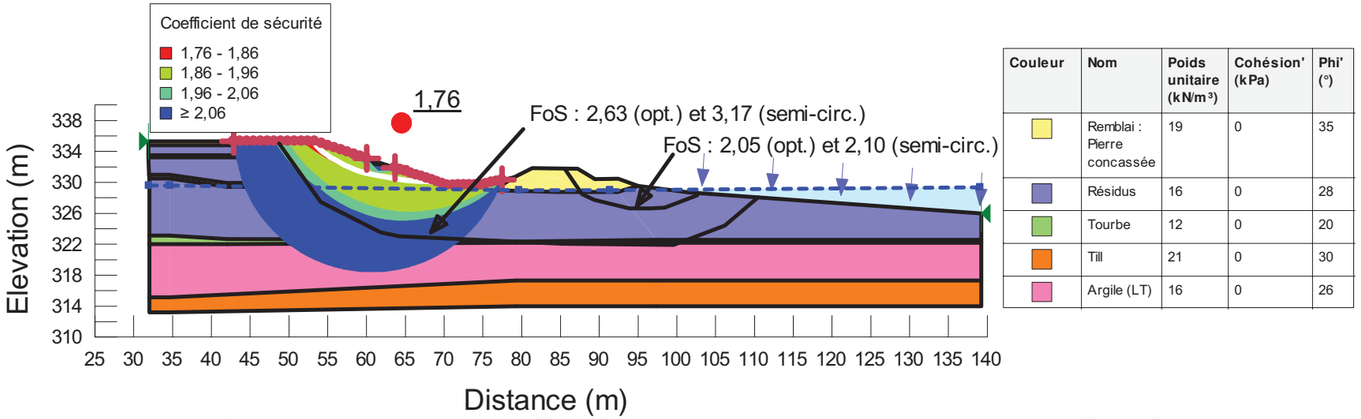
Figure 1- 26 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique haute, chargement pseudo--statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35		
	Résidus	16	0	28		
	Tourbe	12	0	20		
	Till	21	0	30		
	Argile (LT)	16	0	26		
	Résidus (liq)	16			0,1	0

Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 21-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Hpwp_LT_post.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

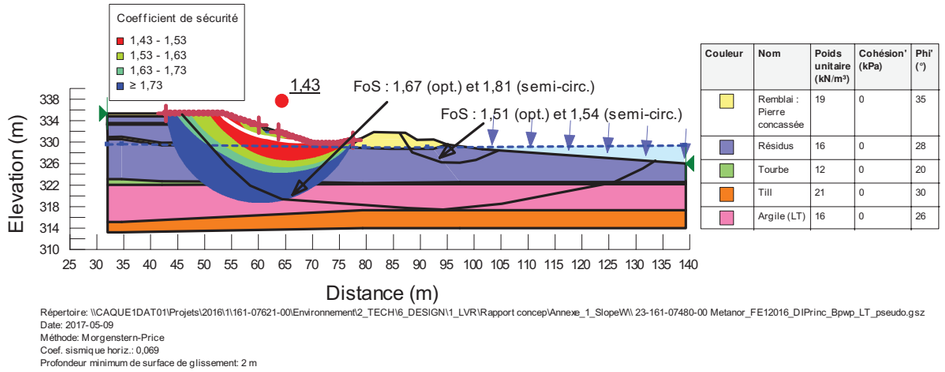
Figure 1- 27: Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique haute, chargement-statique condition post séisme vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Tourbe	12	0	20
	Till	21	0	30
	Argile (LT)	16	0	26

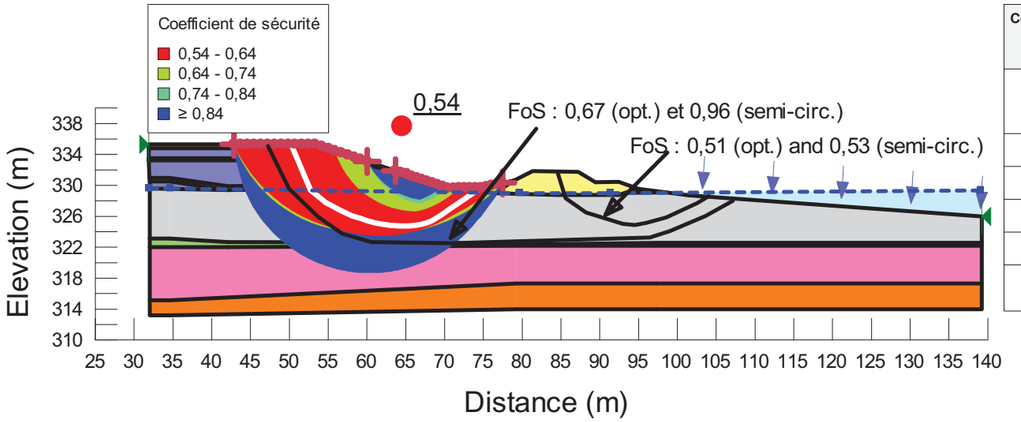
Répertoire: \\CAQUE1DAT01\Projets\2016\1\161-07621-00\Environnement\2_TECH\6_DESIGN\1_LVR\Rapport concep\Annexe_1_SlopeW\\ 22-161-07480-00 Metanor_FE12016_DIPrinc_Bpwp_LT_sat.gsz
Date: 2017-05-09
Méthode: Morgenstern-Price
Coef. sismique horiz.: 0
Profondeur minimum de surface de glissement: 2 m

Figure 1- 28 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique base, chargement-statique vis-à-vis digue interne principale



Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35
	Résidus	16	0	28
	Tourbe	12	0	20
	Till	21	0	30
	Argile (LT)	16	0	26

Figure 1- 29 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique base, chargement-pseudo-statique vis-à-vis digue interne principale



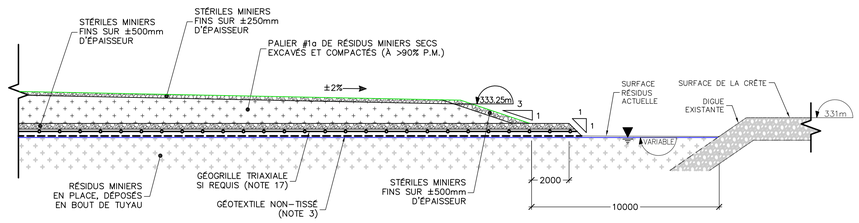
Couleur	Nom	Poids unitaire (kN/m³)	Cohésion' (kPa)	Phi' (°)	Rapport Tau/Sigma	Résistance minimum (kPa)
	Remblai : Pierre concassée	19	0	35		
	Résidus	16	0	28		
	Tourbe	12	0	20		
	Till	21	0	30		
	Argile (LT)	16	0	26		
	Résidus (liq)	16			0,1	0

Figure 1- 30 : Cercles de rupture semi-circulaire de l'empilement – Condition drainée, nappe phréatique base, chargement statique condition post séisme vis-à-vis digue interne principale

ANNEXE

G

PLAN POUR CONSTRUCTION DE L'EMPILEMENT DE RÉSIDUS SECS À LA SURFACE DE LA CELLULE #1 (161–7621-00_F01)

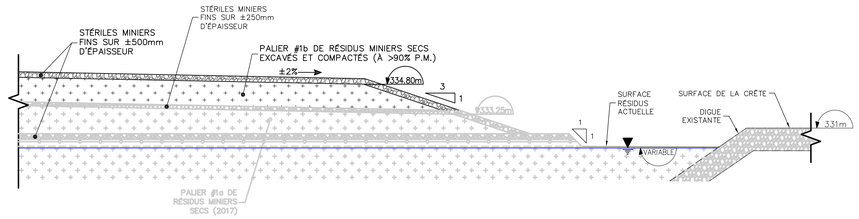


177_202

COUPE TYPIQUE 1

PALIER #1a DE RÉSIDUS MINIERS SECS (2017)

Échelle: Aucune



177_202

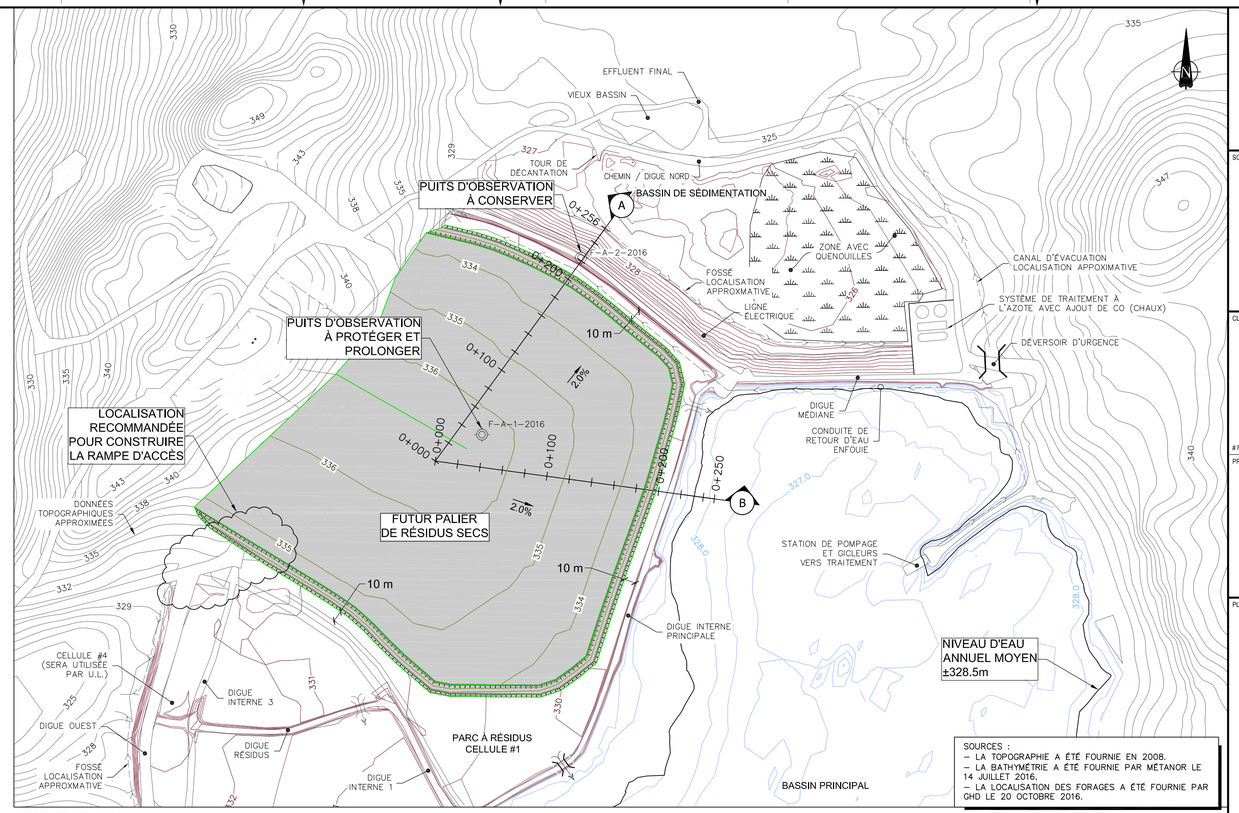
COUPE TYPIQUE 2

PALIER #1b DE RÉSIDUS MINIERS SECS (2018)

Échelle: Aucune

DIRECTIVES POUR LA CONSTRUCTION :

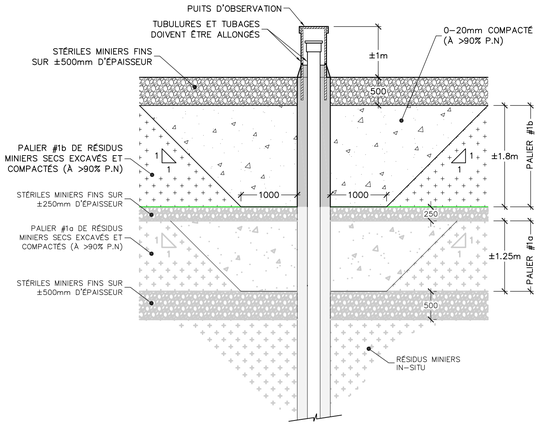
1. LA CONSTRUCTION DE L'EMPILEMENT DEVRA DÉBUTER UNE FOIS LA TOTALITÉ DU COUVERT DE NEIGE FONDUE ET QU'ENVIRON 50 % DE LA SURFACE DE LA CELLULE NO 1 EST EXEMPTE D'EAU LIBRE.
2. UN GÉOTEXTILE NON TISSÉ DE TYPE MIRAFI HP270, GEO9 OU L'ÉQUIVALENT DEVRA ÊTRE DÉPLOYÉ À LA SURFACE DES RÉSIDUS MINIERS DE LA CELLULE N°1 PRÉALABLEMENT À LA CONSTRUCTION DE L'EMPILEMENT.
3. LES GÉOTEXTILES DEVRONT SE CHEVAUCHER DE 300 MM ET ÊTRE COUSUS.
4. LE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE RECOUVERT D'UNE COUCHE DE STÉRILES MINIERS FINS D'UNE ÉPAISSEUR MINIMALE DE 500 MM, ET CE, PRÉALABLEMENT À LA CONSTRUCTION DE L'EMPILEMENT DE RÉSIDUS MINIERS.
5. LA MÉTHODOLOGIE DE MISE EN PLACE DE LA COUCHE DE 500 MM DE STÉRILES MINIERS PAR-DESSUS LE GÉOTEXTILE DEVRA GARANTIR QUE LE GÉOTEXTILE RESTERA EN PLACE ET NE SE DÉCHIRE PAS.
6. LE BOUTEUR NE PEUT PAS EFFECTUER DE VIRAGE À LA SURFACE DE LA COUCHE DE STÉRILES MINIERS AFIN DE PRÉSERVER L'INTÉGRITÉ DU GEOTEXTILE SOUS-JACENT.
7. LES RÉSIDUS MINIERS MIS EN PLACE DANS L'EMPILEMENT DEVRONT AVOIR UNE COMPACITÉ MINIMALE DE 90 % DU PROCTOR NORMAL (P.N.).
8. LA MISE EN PLACE ET LA COMPACTION DES RÉSIDUS ET STÉRILES MINIERS DEVRONT ÊTRE RÉALISÉES AVEC L'AIDE D'UN BOUTEUR À FAIBLE PRESSION AU SOL ET À FAIBLE VITESSE.
9. UNE RAMPE D'ACCÈS AVEC UNE PENTE MINIMALE DE 10H ;1V D'UNE LARGEUR MINIMALE DE 15 M DEVRA ÊTRE CONSTRUITE ENTIÈREMENT EN STÉRILES MINIERS À L'EXTRÉMITÉ OUEST DE L'EMPILEMENT.
10. UNE BERME DE PROTECTION PRÉSENTANT UNE HAUTEUR MINIMALE DE 1 M DEVRA ÊTRE CONSTRUITE DE PART ET D'AUTRE DE L'ACCÈS.
11. LA MISE EN PLACE DES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX REQUIS À LA CONSTRUCTION DE L'EMPILEMENT DEVRAIT ÊTRE EFFECTUÉE DU NORD-OUEST (SECTEUR DU POSTE DE GARDE) VERS LE SUD-EST (DIGUE INTERNE PRINCIPALE) AFIN D'ASSURER UNE GESTION DE L'EAU DE SURFACE ADÉQUATE.
12. LA MÉTHODE DE CONSTRUCTION DEVRA GARANTIR QUE L'EAU QUI SERA PRÉSENTE À LA SURFACE DES RÉSIDUS DE LA CELLULE NO 1 SOIT DIRIGÉE VERS LES BRÈCHES PRÉSENTES DANS LA DIGUE INTERNE PRINCIPALE.
13. IL EST RECOMMANDÉ QU'UN SEUL FRONT D'AVANCEMENT / CONSTRUCTION INITIAL D'UNE ÉPAISSEUR DE ± 300 MM SOIT UTILISÉ AFIN DE LIMITER LE RISQUE DE TRAPPER DE L'EAU À L'INTÉRIEUR DE L'EMPILEMENT. PAR CONSÉQUENT, LE SOUS-PALIER DE 1,25 M DEVRAIT ÊTRE CONSTRUIT EN OUATRE TEMPS.
14. IL EST RECOMMANDÉ QUE LA CIRCULATION DES CAMIONS À LA SURFACE DES RÉSIDUS SECS SOIT LIMITÉE LE PLUS POSSIBLE, LA MÉTHODE DE CONSTRUCTION MISE DE L'AVANT DEVRAIT S'ASSURER QUE LES CAMIONS CIRCULENT PRINCIPALEMENT SUR DU STÉRILES MINIERS
15. UN MINIMUM DE 10 MESURES JOURNALIÈRES DE LA DENSITÉ IN SITU DES RÉSIDUS MIS EN PLACE DANS L'EMPILEMENT EST REQUIS ET DOIT SE FAIRE AU MOYEN D'UN NUCLÉODENSIMÈTRE ADÉQUATEMENT CALIBRÉ.
16. LES NIVEAUX D'EAU DANS LES PUITS D'OBSERVATIONS LOCALISÉS AU DROIT DU F-A-1-2016 ET F-A-2-2016 DOIVENT ÊTRE RELEVÉS QUOTIDIENNEMENT DURANT LA CONSTRUCTION DES DIFFÉRENTS SOUS-PALIERS DE L'EMPILEMENT.
17. L'UTILISATION D'UNE GÉOGRILLE TRIAXIALE DE TYPE TX190L, OU ÉQUIVALENT, POURRAIT ÊTRE REQUISE AFIN DE LIMITER L'ENLISEMENT DE LA MACHINERIE.



VUE EN PLAN

EMPILEMENT DE DÉSIDUS MINIERS SECS (2017)

Échelle 1 : 2500

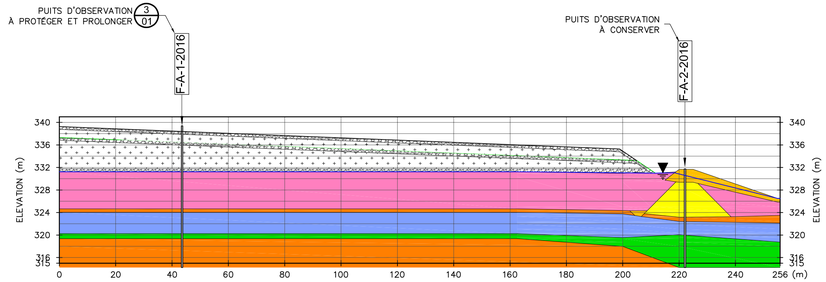


177_203

SCHÉMA TYPIQUE 3

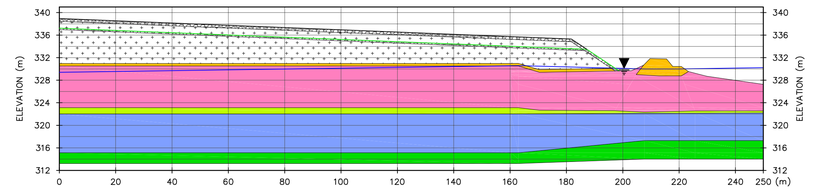
PUITS D'OBSERVATION À PROTÉGER ET PROLONGER (F-A-1-2016)

Échelle: Aucune



COUPE A

Échelle H 1:1000 / V 1:500



COUPE B

Échelle H 1:1000 / V 1:500

MATERIAUX

- REMBLAI : PIERRE CONCASSÉE
- RESIDUS
- TOURBE
- ARGILE
- SILT
- REMBLAI : SABLE
- TILL

wsp
5355, BOULEVARD DES GRADINS
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2J 1C8
TÉL. : 1-418-623-2254 | TÉLÉC. : 1-418-624-1857 | WWW.WSPGROUP.COM

SCEAU :

CLIENT :

METANOR RESOURCES INC.

RÉF. CLIENT :

PROJET :

MÉTANOR
INGÉNIERIE DE L'EMPILEMENT DE RÉSIDUS "SECS"

PLAN CLÉ :

AVERTISSEMENT : DROIT D'AUTEUR :
CE DESSIN EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCALISER TOUS LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLIQUES ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE DESSIN NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

ÉMISSION - RÉVISION :

ÉM.	RV.	DATE	DESCRIPTION
2		2017-06-02	PRÉLIMINAIRE - POUR RÉVISION PAR LE CLIENT
1		2017-01-16	DEMANDE DE C.A.

NO PROJET : 161-07621-00
DATE : 2016-07-25
ÉCHELLE ORIGINALE : Indiquée
SI CETTE BARRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRAÇAGE.
25mm
CONÇU PAR : Valérie Fortin, ing. / Jean-François St-Laurent, ing. M.Sc.
DESSINÉ PAR : Jean-Marc Tremblay, tech. & Gaël Godmaire, tech
VÉRIFIÉ PAR : Myléne Sansoucy, ing. M.Sc. Jean-François St-Laurent, ing. M.Sc.
DISCIPLINE : ENVIRONNEMENT
TITRE : **AUGMENTATION DE LA CAPACITÉ D'EMMAGASINEMENT DE L'AIRE D'ACCUMULATION - CONSTRUCTION D'UN EMPILEMENT DE RÉSIDUS MINIERS**
NUMÉRO DU FEUILLET : **161-07621-00_F01**
FEUILLET # : 01 DE 01
ÉMISSION : PRÉLIMINAIRE - POUR RÉVISION PAR LE CLIENT
EN DATE DU : 2017-06-02
ÉM. / RV. : 2

F. SYNTHÈSE DES INSPECTIONS STATUAIRES 2010 À 2020 DU PARC À RÉSIDUS DU SITE MINIER MOROY.
RAPPORT PRODUIT POUR RESSOURCES BONTERRA INC.
25 PAGES ET ANNEXES. (FNX, 2020)

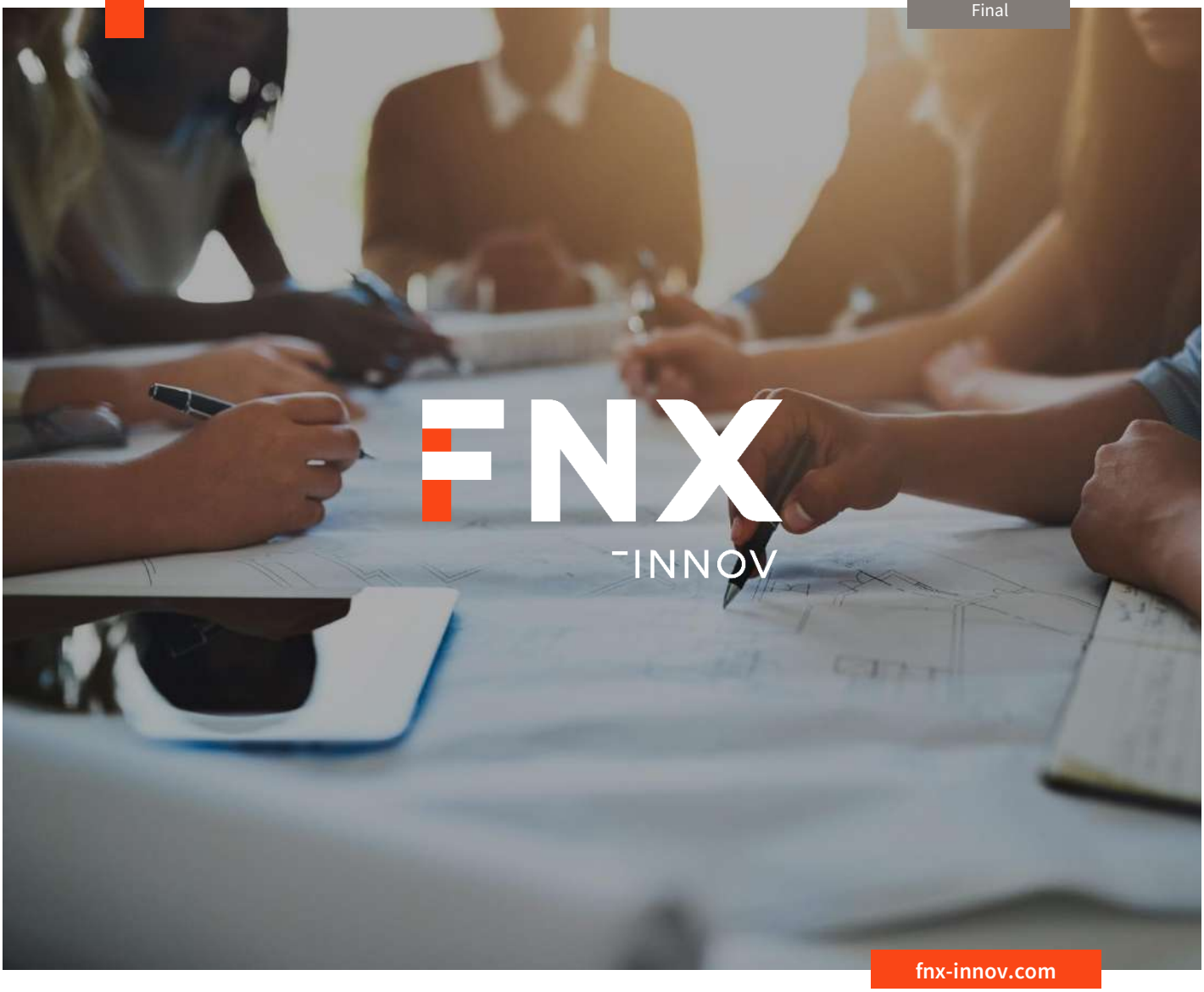
Rapport synthèse

F2001114-002

Ressources BonTerra inc.
Septembre 2020

Synthèse des inspections statutaires 2010 à 2020 du parc à résidus du site minier Moroy

Final



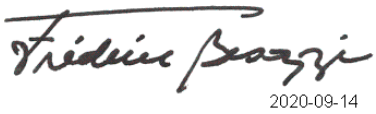
Synthèse des inspections statutaires 2010 à 2020 du parc à résidus du site minier Moroy

Desmaraisville (Québec)

Présenté à :

Monsieur Steve Gaudreault
Surintendant environnement
Ressources BonTerra inc.
200, chemin de la Mine
Desmaraisville (Québec) J0Y 1H0

Préparé par :



2020-09-14

Frédéric Besozzi, ing., M. Sc. A., n° OIQ 124719
Directeur de projets – Géotechnique

Équipe de réalisation

M. Frédéric Besozzi, ing., M.Sc.A. Directeur de projets - Géotechnique

Registre des émissions et révisions		
Identification	Date	Description de l'émission et/ou révision
R01	2020-09-14	Rapport final
R00	2020-09-11	Rapport préliminaire émis pour commentaires

Table des matières

1 Introduction 1
1.1 Mandat 1
1.2 Méthodologie générale des inspections 1
1.3 Documents revus dans le cadre de cette synthèse 2
1.4 Contenu du rapport 2
2 Description du site 3
2.1 Parc à résidus 3
2.2 Statut actuel du PAR 5
3 Synthèse des rapports d'inspection 7
3.1 Inspection de 2010 par Génivar 7
3.2 Inspection de 2011 par Amec E&E 8
3.3 Inspection de 2013 par Amec E&I 9
3.4 Inspection de 2014 par Amec E&I 10
3.5 Inspection de 2015 par Amec Foster Wheeler 11
3.6 Inspection de 2016 par WSP 11
3.7 Inspection de 2017 par WSP 12
3.8 Inspection de 2018 par SRK 13
3.9 Inspection de 2019 par FNX-INNOV 14
3.10 Inspection de 2020 par FNX-INNOV 15
4 Synthèse des recommandations 17
5 Points en suspens 19
6 Constats généraux 21
7 Limitations 23
8 Références 25

Liste des figures

Figure 1 – Arrangement général du parc à résidus en 2016 (extrait de WSP, 2016) 4

Annexes

Annexe A Tableaux de suivi des recommandations courantes et complétées

1 Introduction

1.1 Mandat

Les services de **FNX-INNOV** ont été retenus par **Ressources BonTerra inc.** (ci-après « BonTerra ») afin d'effectuer la synthèse des inspections statutaires annuelle au parc à résidus (PAR) du site minier Moroy (anciennement la mine Bachelor), situé à Desmaraisville (Québec) pour les dix dernières années (2010-2020). Cette synthèse a été préparée dans le but de répondre à la question **QC-15** du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) dans le cadre de l'examen des impacts environnementaux du projet d'agrandissement du PAR du site minier Moroy. Cette question se décline ainsi : **« De plus, le promoteur devra présenter un rapport des inspections des infrastructures existantes et mesures correctives qui ont déjà été proposées et mises en œuvre. Dans le cas où les mesures correctives recommandées n'ont pas été mises en œuvre, le promoteur devra justifier pourquoi. »**

1.2 Méthodologie générale des inspections

L'inspection statutaire annuelle est une inspection géotechnique exhaustive réalisée chaque année dans le cadre du programme environnemental de suivi et de gestion au PAR du site minier. Elle consiste à évaluer le comportement des aires d'accumulation des résidus miniers et à constater l'état de chacune de ses composantes (digues, barrages, fossés, bassins, déversoirs et structures de décantation).

L'inspection doit être réalisée par un ingénieur qualifié maîtrisant la conception, l'entretien et l'exploitation de parcs à résidus formés de digues tel que recommandé par l'*Association minière du Canada* (AMC) et l'*Association canadienne des barrages* (ACB). Le rapport d'inspection est transmis au MELCC.

Plus spécifiquement, l'inspection statutaire vise à identifier et à signaler toute détérioration, anomalie ou défaillance visible au moment de la visite pouvant mettre en cause l'intégrité ou la sécurité des ouvrages. Au terme de l'inspection, des recommandations sont formulées en ce qui a trait aux mesures préventives ou correctives et autres actions à entreprendre afin de corriger ces anomalies et réduire les risques à un niveau acceptable. Les éléments suivants doivent être identifiés, lorsque présents :

- Érosion, fissuration ou déformation en crête ou dans la pente d'une digue;
- Dépression ou affaissement de la crête ou dans la pente d'une digue;
- Exfiltration en pied de talus ou dans la pente aval d'une digue;
- Érosion du pied de talus;
- Signes d'érosion interne;
- Effondrement, cavité, trous, terriers d'animaux; et
- Toute autre condition jugée inappropriée au niveau des ouvrages ou des infrastructures connexes.

L'inspecteur est généralement accompagné d'un représentant de la mine responsable des opérations du PAR. Un rapport photographique est produit et la visite peut s'accompagner d'une entrevue avec les gestionnaires du PAR afin de documenter certains aspects opérationnels et administratifs et de présenter les principales observations et recommandations.

1.3 Documents revus dans le cadre de cette synthèse

Seuls les documents suivants ont été revus dans le cadre du mandat et sont discutés dans le présent rapport synthèse :

- GENIVAR (2010). Inspection annuelle des digues - Mine Bachelor, 2010 - Desmaraisville, Qc. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : AA121785, 23 septembre 2010;
- AMEC Earth & Environmental (2011). Rapport d'inspection statutaire 2011 - Parc à résidus mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 11 1456 03, 22 juin 2011;
- AMEC Environnement & Infrastructure (2013). Rapport d'inspection statutaire - Parc à résidus Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 13 1235 03, 11 septembre 2013;
- AMEC Environnement & Infrastructure (2014). Rapport d'inspection statutaire - Parc à résidus Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 14 1240 03, 24 octobre 2014;
- AMEC FOSTER WHEELER Environnement & Infrastructure (2015). Inspection statutaire 2015 - Parc à résidus - Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX15012903-RMR-0001-A, 10 août 2015;
- WSP Canada inc. (2016). Rapport d'inspection statutaire du parc à résidus du lac Bachelor, 2016. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 161-07480-00, 20 juillet 2016;
- WSP Canada inc. (2017). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2017. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 171-06919-00, 7 septembre 2017;
- SRK Consulting inc. (2018). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2018. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 1CM041.000, 5 novembre 2018;
- FNX-INNOV (2019). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2019. Rapport préparé pour Ressources BonTerra, N/Réf. : F1901696-001, 20 décembre 2019;
- FNX-INNOV (2020). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Moroy, 2020. Rapport préparé pour Ressources BonTerra, N/Réf. : F2001114-002, 28 août 2020.

Les inspections du PAR ont été effectuées par GENIVAR en 2010, puis par AMEC (Amec Foster Wheeler) en 2011 et de 2013 à 2015. Les inspections de 2016 et 2017 ont été réalisées par WSP Canada inc. (anciennement GÉNIVAR et ci-après « WSP ») (WSP, 2016 et 2017). L'inspection de 2018 a été réalisée par la firme « *SRK Consulting* » (ci-après « SRK ») (SRK, 2018b). Les inspections de 2019 et 2020 ont été réalisées par FNX-INNOV, le 16 septembre 2019 et le 16 juin 2020 (FNX-INNOV, 2019 et 2020). Aucun rapport d'inspection statutaire n'a été retracé pour l'année 2012 qui précéda la mise en production commerciale de la mine en 2013.

1.4 Contenu du rapport

L'étendue du mandat et la méthodologie d'inspection ont été présentées en introduction de ce rapport. Les sections suivantes couvrent les éléments suivants :

- Brève description du site, des composantes du PAR et du statut opérationnel (section 2);
- Principales observations sur l'état des composantes du PAR et recommandations présentées chacun des rapports d'inspection, mesures correctives apportées (études, suivis, travaux de construction réalisés, etc.) en lien avec ces recommandations (section 3);
- Présentation des tableaux de suivi des recommandations (section 3, annexe A);
- Discussion des mesures laissées en suspens ou reportées, ainsi que les justifications s'y rapportant.

2 Description du site

Le site minier Moroy est situé dans l'extension de l'ancienne mine Bachelor, une mine d'or souterraine située dans le canton de Le Sueur à environ 225 kilomètres au nord-est de Val-d'Or et à 30 km de la communauté Crie de Waswanipi. Le site est accessible par la route provinciale R-113 qui connecte Val-d'Or et Chibougamau. La mine a été découverte en 1946 par la compagnie « *O'Brien Gold Mines Ltd.* » et a produit plus de 130 000 onces d'or entre 1982 et 1989. La mine a été reprise en 2004 par la compagnie « *Ressources Métanor* » qui a reconstruit et amélioré les installations puis débuté la production commerciale en 2013. La mine comprend l'usine de traitement de minerai Urban-Barry d'une capacité de 800 tonnes par jour, un camp quatre-saisons pour les travailleurs et un parc à résidus d'une superficie de 64 hectares. BonTerra s'est fusionnée avec Ressources Métanor le 25 septembre 2018.

2.1 Parc à résidus

Le parc à résidus (PAR) du site minier de l'ancienne mine Bachelor permet l'entreposage des résidus miniers dans des cellules aménagées au cours des années 2013 à 2015, et séparées par des digues filtrantes en enrochement. L'aire d'accumulation des résidus était alors divisée en trois : la cellule Nord, la cellule Centrale et la cellule Sud. En 2016, les cellules sont renumérotées de 1 à 4 telles qu'illustrées à la figure 1. Les résidus miniers ont une distribution granulométrique correspondant à celle d'un silt uniforme. Ils sont pompés et transportés sous pression dans une conduite de polyéthylène et déposés sous forme de boue dans la portion ouest du PAR couvrant une superficie approximative de 24 hectares. Les quatre cellules du PAR sont ceinturées par les ouvrages de confinement suivants : la digue Médiane, la digue interne principale, la digue Ouest, les digues internes 1 à 3 et le chemin ouest. La longueur de ces ouvrages varie de 150 m à 1 100 m.

Avant 2014, l'aire d'accumulation était constituée d'un seul grand bassin, nommé bassin Ouest par Amec E&I (2013). Les digues de départ du parc à résidus ont été construites au cours des années 1980, lorsque le site était exploité par la compagnie « *Bachelor Lake Gold Mines Ltd* ». Certains ajouts ont été construits en 2008 par Ressources Métanor.

Les digues ouest et médiane ont fait l'objet de travaux de rehaussement et de stabilisation en 2013 et 2014 (Amec E&I, 2013; 2014). Puis en 2015, des bermes stabilisatrices étaient en construction le long des digues filtrantes (Amec Foster Wheeler, 2015).

Le PAR comprend un grand bassin de collecte situé au sud de la digue Médiane, à l'est de la digue interne principale, actuellement désigné sous le nom de **bassin principal**. SRK (2018b) a utilisé le nom « bassin de polissage » pour le même bassin alors qu'avant la construction des cellules, ce bassin était simplement désigné comme le bassin du parc à résidus (GÉNIVAR, 2010). Le bassin principal occupe une superficie d'environ 36 hectares et permet de contenir les eaux de procédé, de contact, de précipitation et de ruissellement provenant du bassin versant amont. Le déversoir d'urgence du bassin principal se situe à l'extrémité est de la **digue Médiane**, aussi connue sous le nom de digue « Nord ». Le déversoir d'urgence a été réaménagé en 2017 selon les recommandations émises par la firme « *WSP* » (WSP, 2017d).

Le bassin principal est bordé à l'est par un terrain boisé et une colline. Un fossé de dérivation, le **fossé de dérivation *est***, dévie une partie des eaux de ruissellement provenant de cette colline et diminue les apports d'eau dans le bassin principal. Ce fossé a été construit selon les plans émis par la firme « *Norinfra* » pour le « bassin Nord » (Norinfra, 2017). Son point de décharge est situé dans le canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin principal.

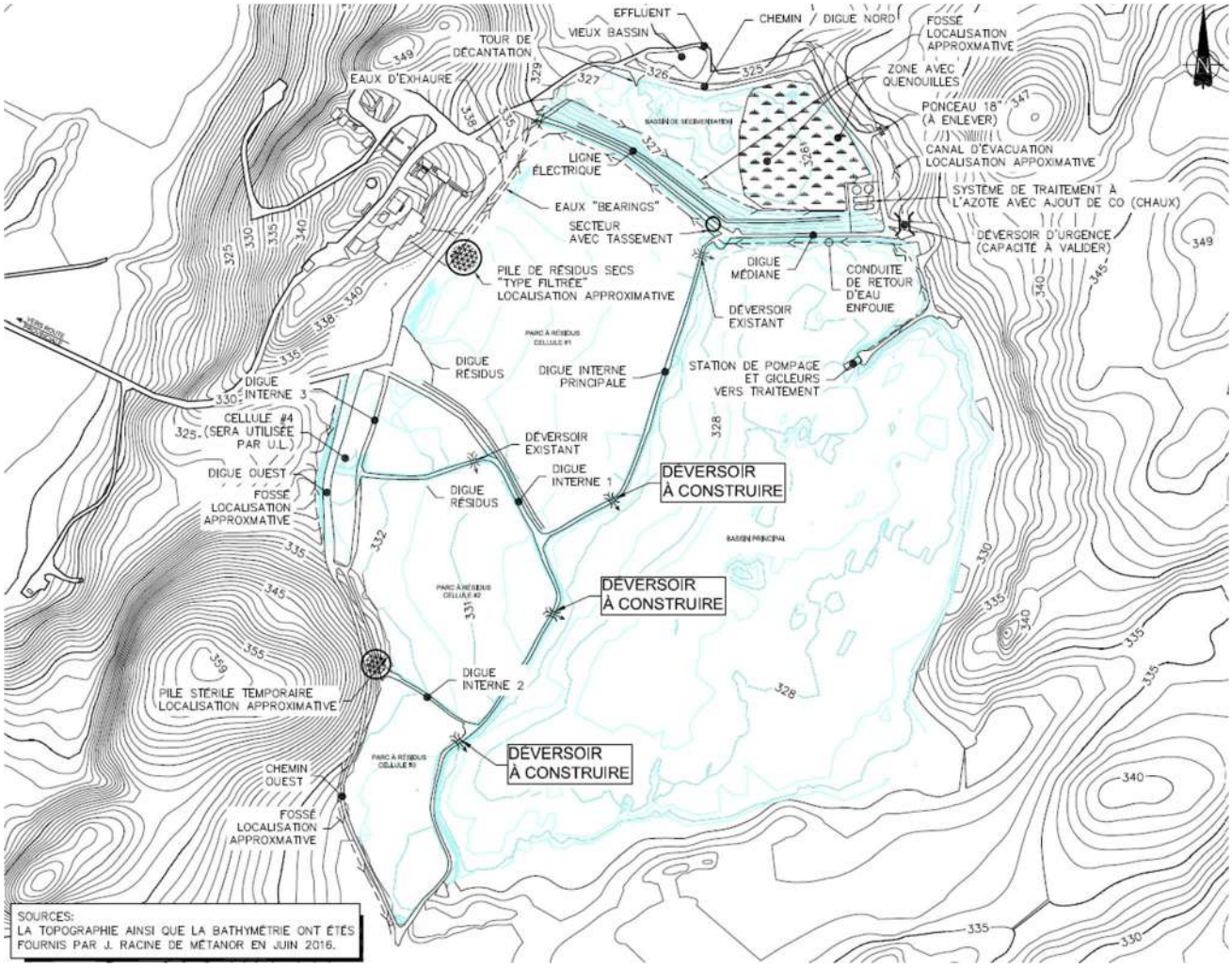


Figure 1 – Arrangement général du parc à résidus en 2016 (extrait de WSP, 2016)

Un **bassin de sédimentation** (ou « bassin de polissage ») est localisé au nord du PAR, au pied de la digue Médiane. Ce bassin reçoit l'eau d'exhaure de la mine souterraine et l'eau traitée de l'usine de traitement d'eau (UTE). Il possède une superficie d'environ 6 hectares dont environ le tiers oriental est colonisé par des quenouilles. Un fossé de 300 m de longueur au pied de la « berme stabilisatrice » de la digue Médiane achemine l'eau d'exhaure jusqu'à l'extrémité sud-est du bassin. La tour de transfert, une structure de décantation située à l'extrémité nord-ouest du bassin, se jette dans un petit bassin de polissage d'environ 2 000 m^2 précédant la décharge de l'effluent final vers l'environnement. Le débit au point d'effluent final est mesuré à l'aide d'un canal Parshall. Le déversoir d'urgence du bassin de sédimentation est situé sur la **digue Nord**, une structure en remblai aussi connue sous le nom de « chemin Nord » qui a été construite au début de l'exploitation.

La **digue interne principale** est une digue filtrante d'orientation nord-sud d'une longueur d'environ 1 100 m. Elle sépare le bassin principal des cellules 1 à 3. Des informations supplémentaires sur cette structure sont présentées dans le rapport de WSP (2017b) qui a procédé à la validation de la stabilité de cette structure. La cellule 1 (nord) est délimitée par la digue Médiane, au nord, et la digue interne 1, au sud. Les cellules 2 et 3, situées au sud de la cellule 1, sont délimitées par les digues internes 1 à 3 et le chemin ouest. La cellule 4, située à l'ouest de la cellule 2, est délimitée par la digue Ouest et la digue interne 3. La **digue Ouest** est une digue étanche munie d'une géomembrane sur la face amont. La cellule 4 est divisée en parcelles expérimentales visant à tester divers traitements de végétalisation en vue de la restauration ultérieure du site.

La **digue Médiane** est une structure étanche munie d'une géomembrane sur la face amont. Une berme stabilisatrice forme le pied aval. Des zones d'affaissement en crête, d'ampleur variable, ont été découvertes lors de l'inspection statutaire de 2016 (WSP, 2016), particulièrement au niveau de la jonction avec la digue interne principale. La crête a été mise à niveau en novembre 2016 par ajout de stériles miniers fins. WSP a complété un suivi des tassements et une analyse des causes et concluait que ces affaissements étaient reliés à la consolidation de l'argile composant la fondation de la digue (WSP, 2017a). WSP a aussi complété une série d'analyse de stabilité dans le cadre de cet examen. Lors de l'inspection statutaire de 2018 (SRK, 2018b) aucun affaissement additionnel n'a été observé, toutefois la géomembrane en polyéthylène haute-densité (PEHD) texturée qui scelle la face amont de la digue Médiane était exposée en plusieurs endroits entre la digue interne principale et le déversoir d'urgence. Des recommandations pour la réparation ont été formulées par SRK (2018a) et, en avril 2019, la géomembrane a été recouverte de sable, suivie d'un géotextile non tissé et d'une couche de sable moyen à grossier (FNX-INNOV, 2019).

Avant que la capacité d'entreposage des résidus par déposition hydraulique ne soit épuisée, WSP proposa, en juin 2017, de procéder à l'**empilement de résidus asséchés** dans la cellule 1 afin d'augmenter la capacité d'emmagasinement du PAR et de prolonger sa durée de vie utile de 2 ans (WSP, 2017c). La préparation de l'assise de l'empilement a débuté en juillet 2017 (WSP, 2017d). Au moment de l'inspection par SRK en août 2018, l'empilement de résidus miniers secs à la surface de la cellule 1 était en construction. Les résidus étaient déposés sous forme de boue dans la partie nord de la cellule 2 et les résidus asséchés étaient excavés dans la partie sud de la cellule (SRK, 2018b). Un étage de résidus a été complété et recouvert d'une couche de stériles.

2.2 Statut actuel du PAR

Les opérations minières et de traitement de minerai ont été suspendues temporairement en octobre 2018. Le PAR est actuellement dans une phase d'entretien et suivi (*Care and Maintenance*).

L'usine Urban-Barry de BonTerra verra sa capacité augmentée à 2 400 tonnes par jour dans le cadre d'un projet d'expansion impliquant également l'agrandissement du PAR. Au cours de la période 2017-2019, Ressources Métanor a entrepris une série d'études pour développer un plan de gestion à long terme des résidus impliquant l'ajout de nouvelles digues et le rehaussement des digues Ouest, Médiane et Nord (BBA, 2018). Ce projet suit le processus d'évaluation des impacts sur l'environnement. Les rapports d'étude ont été déposés auprès des autorités compétentes au cours de l'automne 2019 et sont en cours d'analyse. Si ce projet va de l'avant, les travaux aux digues débuteront après l'ingénierie détaillée du projet, lorsque les autorisations environnementales auront été obtenues. Dans ce contexte, il est anticipé que les travaux aux digues débuteront en 2022.

Depuis octobre 2018, les activités sur le site sont réduites au minimum en attendant l'obtention des permis et du financement pour le projet d'expansion. Les activités de gestion des résidus miniers sont arrêtées, mais les activités de gestion des eaux et de suivi se poursuivent. Les précipitations sont le seul apport d'eau au niveau de l'aire d'accumulation des résidus (cellules 1 à 4) et du bassin principal. L'eau qui s'accumule dans le bassin principal est pompée vers l'UTE. Les activités de dénoyage de la mine souterraine se poursuivent, ce qui fournit un apport d'eau régulier au bassin de sédimentation.

3 Synthèse des rapports d'inspection

La présente section résume les observations, les recommandations et les travaux constatés dans les rapports d'inspection annuels de 2010 à 2020 au PAR. Ce résumé n'est pas exhaustif et vise à répondre de manière générale à la question du MELCC à l'égard de la gestion responsable des ouvrages de retenue et des ouvrages hydrauliques du parc à résidus et de la mise en œuvre des recommandations émises par les consultants ayant réalisé les inspections.

3.1 Inspection de 2010 par Génivar

Cette inspection des digues et autres ouvrages de retenue de la mine du lac Bachelor a été réalisée le 7 juin 2010 en présence de madame Julie Raîche, technicienne minière de Ressources Métanor. À cette époque, le site comporte seulement trois digues : la digue Médiane (principale), la digue Nord (bassin de polissage) et la digue Ouest. L'élévation de la crête de la digue Médiane s'établit alors à 329,95 m alors que celle de la digue Nord s'établit à 327 m. Les déversoirs de chacune de ces structures s'établissent à 329,0 m et 326,3 m.

GENIVAR (2010) ne constate aucun « défaut significatif » et formule les conclusions et recommandations suivantes dans son rapport :

- Les digues actuelles autour du site de stockage de résidus miniers de la mine Bachelor ne présentent aucun défaut significatif susceptible d'être la cause ou l'amorce d'instabilité. De plus, la propreté générale des crêtes et des surfaces de talus doit être soulignée;
- Dans le cas de digue Ouest où les matériaux en crête sont dans un état lâche, une reprise du compactage de ces matériaux permettra d'en améliorer le comportement mécanique et de réduire l'impact d'une éventuelle érosion superficielle;
- Particulièrement dans la partie sud-ouest du site, l'entretien des fossés et l'enlèvement des jeunes pousses d'arbres ou d'arbrisseaux dans les fossés favorisera un meilleur écoulement des eaux collectées et une plus grande efficacité du système de gestion des eaux de surface;
- La partie exposée de la membrane du déversoir de la digue du bassin de polissage devra être remise en état pour en assurer la protection et la durabilité. En effet et de façon générale, les polymères constituant les membranes synthétiques sont sensibles à l'exposition au rayonnement UV et donc susceptibles d'une dégradation plus rapide lorsqu'exposés;
- Au moment de notre inspection, la base des digues était hors d'atteinte des crues provenant de cours d'eau environnants, ce qui assure une protection des pieds de digues et réduit le risque d'érosion à cet endroit;
- Enfin, il est recommandé que chaque rapport annuel soit construit à partir du précédent afin de donner suite à tout commentaire ou recommandation associé ou non à des mesures correctives; l'essentiel étant de garder, dans la continuité de l'opération du site, traces du résultat des inspections annuelles.

GENIVAR (2010) mentionne que 15 forages ont été réalisés par GOLDER Associés en 2007 dans le cadre de la conception du parc à résidus. Les niveaux piézométriques observés en juin et août 2010 dans quatre (4) puits sont légèrement plus élevés ou comparables aux résultats de GOLDER (2007).

Deux plaques de tassement (points D1 et D2) établies en 2009 présentent des tassements de l'ordre de 2 à 3 cm et jugés non significatifs compte tenu de l'erreur de mesure probable.

GENIVAR (2010) valide les analyses de stabilité par GOLDER (2007) et conclut que les paramètres sismiques utilisés et les facteurs de sécurité obtenus sont acceptables.

Ce rapport mentionne que la revanche minimale d'une digue devrait être d'au moins 1,0 mètre et qu'elle doit pouvoir être mesurée précisément en tout temps.

3.2 Inspection de 2011 par Amec E&E

Cette inspection statutaire des ouvrages de confinement des résidus et de l'eau de pulpe de la mine du lac Bachelor a été réalisée le 31 mai 2011 par messieurs John Lemieux, ingénieur, et Pier-Alexandre Rochon, technicien, tous deux de la firme « AMEC Earth & Environmental » (AMEC E&E).

AMEC E&E (2011) constate quelques « anomalies » et suggère d'effectuer les travaux d'entretien majeurs et mineurs suivants pour « garantir la conformité des installations » et un « bon fonctionnement à long terme » :

- Rehausser la digue Ouest et faire une nouvelle route sur la crête de la digue (printemps/été 2011) pour éviter l'accumulation d'eau entre l'actuelle route et la digue. Aménager temporairement une ouverture au travers de la route;
- Déplacer le point de déposition des résidus à l'extrémité sud du parc (hiver 2011-2012), pour éviter de nuire au drainage;
- Remplacer les joints de type *« Hugger »* par des joints mécaniques ou fusionnés. Un tuyau avec ce type de raccord était présent sur la crête d'une digue. Leur remplacement a été recommandé, car ces joints peuvent s'ouvrir accidentellement et risquent d'endommager la digue en cas de fuite;
- Apporter des modifications au fossé *de la fiche 3*[1]. Ce fossé s'écoulant vers le bassin du parc doit être creusé (été 2011) pour permettre un débit d'écoulement plus élevé et muni de pierre dans sa courbe. Il pourrait être envoyé vers le bassin de polissage (aussi nommé bassin de sédimentation);
- Refaire la crête de la digue *Médiane*[2] selon les plans et devis. Le niveau d'eau constaté dans le bassin est trop élevé (probablement au-dessus du niveau de la membrane). La digue présente des signes d'affaissement et de tassement depuis sa construction;
- *Corriger les déversoirs d'urgence selon les plans et spécifications d'un ingénieur*. Les deux déversoirs d'urgence (digue Médiane et digue Nord) sont jugés non conformes aux normes en termes de dimensions, matériaux et élévations;
- *Restaurer la section de la digue près de la station d'effluent*. De l'érosion a été constatée. Remplacer le matériau existant en bordure de la structure en béton par un matériau imperméable compacté (p. ex., argile).

D'après notre compréhension, il y aurait confusion entre la digue Médiane et la digue Nord dans le rapport d'AMEC E&E (2011). Les recommandations précédentes ont été reformulées à partir des photographies et des fiches d'inspection.

Outre ces recommandations, AMEC E&E (2011) conclut au bon état des autres ouvrages et à l'absence de défectuosités visuelles associées à un risque direct pour la sécurité ou la stabilité des digues. Elle recommande un suivi annuel par arpentage de la crête de la digue Médiane.

Par ailleurs, il n'y a pas de suivi par rapport aux recommandations découlant de l'inspection précédente tel que recommandé par GENIVAR (2010). D'après les fiches d'inspection du rapport d'AMEC E&E (2011), la géomembrane du déversoir du bassin de polissage semble toujours exposée.

[1] « *fossé de la digue Nord* » dans le rapport d'AMEC E&E (2011)
[2] « *Refaire la crête de la digue Nord* » dans le rapport d'AMEC E&E (2011).

3.3 Inspection de 2013 par Amec E&I

Aucun rapport d'inspection pour 2012 n'a été retrouvé dans les archives de BonTerra. L'inspection statutaire suivante a été réalisée le 16 juillet 2013 par monsieur Vu Tran, ingénieur pour la firme « AMEC Environnement & Infrastructure » (AMEC E&I), accompagné de madame Julie Raîche de Ressources Métanor. Cette visite incluait notamment l'inspection du rehaussement de la digue Ouest. Plusieurs travaux et suivis sont recommandés dans le rapport d'AMEC E&I (2013) pour assurer un bon comportement des ouvrages. À noter que, dans ce rapport, AMEC E&I fait allusion aux bassins Ouest et Nord qui sont décrits comme suit :

- Le bassin Ouest (avec un bassin de sédimentation) sert à l'entreposage de résidus provenant de l'usine de traitement de minerai aurifère. Les résidus du site sont silteux, non générateurs d'acide, mais contaminés par des cyanures;
- Le bassin Nord est utilisé comme bassin de polissage.

Le bassin Ouest correspond au bassin du parc à résidus (ou bassin principal), délimité par les digues Médiane et Ouest, alors que le bassin Nord correspond au bassin de sédimentation, en aval de l'actuelle usine de traitement des eaux, et délimité par le chemin Nord (ou digue Nord).

Le rapport fait état de travaux de rehaussement de la digue Ouest réalisés au mois de juin 2013 sous la surveillance du personnel de Ressources Métanor. Les irrégularités suivantes ont été soulevées :

- Le matériau utilisé comme couche de protection de la pente amont est non conforme, un matériel de calibre approximativement 0-100 mm a été utilisé. Une couche de protection d'enrochement 100-300 mm avait été proposée pour limiter l'érosion de la pente et des problèmes subséquents;
- Au sud : le rehaussement se termine sur le terrain naturel. Selon le personnel de Ressources Métanor, la clé pour la membrane de ce secteur a été remblayée avec du sable et du gravier (un matériau étanche était spécifié aux plans);
- Au nord : le rehaussement se termine sur une route d'accès existante (un remblai granulaire non imperméable), mais non sur le terrain naturel. Une éventuelle accumulation d'eau dans ce secteur est probable. La présence d'une route d'accès à l'intérieur du bassin Ouest, en amont et parallèle à la digue Ouest, et de résidus en amont de cette route au-delà du niveau du terrain et de la digue, pourraient forcer l'eau à passer entre la membrane et le remblai granulaire mentionné pour rejoindre l'environnement;
- Un fossé a été aménagé au pied aval de la digue Ouest. Ce fossé n'a pas été excavé et construit selon les règles de l'art et est susceptible à l'érosion.

En lien avec les irrégularités constatées au niveau de la digue Ouest, les recommandations suivantes sont formulées par AMEC E&I (2013) :

- Une inspection mensuelle de la pente amont devra être réalisée lors de la déposition. La mise en place d'un matériau 100-300 mm sur les zones érodées devra être planifiée au besoin;
- Des travaux de reprofilage du terrain entre le chemin et la digue sont suggérés à court terme afin de diriger l'eau d'écoulement de surface vers un point bas au sud. Un ponceau pourra être mis en place à travers la route, à cet endroit, pour rediriger l'eau dans le bassin, évitant ainsi une accumulation d'eau;
- Au nord, des travaux de réfection doivent être prévus pour corriger l'ancrage de la membrane. Ces travaux pourront être planifiés et réalisés lors du rehaussement de la digue Médiane. Tant que la membrane au secteur nord de la digue Ouest n'est pas convenablement ancrée, une attention particulière doit être portée lors de la déposition des résidus (deux points de déposition ont été prévus, soit au nord et au sud de la digue Ouest) pour éviter que l'eau de procédé traverse cette zone non scellée. Il est également possible de construire un batardeau permanent en résidus à l'amont de cette zone avant les opérations de déposition, sans retravailler la membrane. Ce batardeau doit être construit selon les spécifications d'un ingénieur. Même avec ce batardeau permanent, un suivi rigoureux lors de la déposition sera nécessaire;
- Une inspection du fossé au pied de la digue Ouest est recommandée lors de forte pluie et lors de la fonte des neiges. Des travaux d'entretien devront être planifiés en conséquence.

Le rapport d'AMEC E&I (2013) fait également état des problématiques suivantes :

- Le niveau d'eau (16 juillet 2013) dans le bassin Ouest semble élevé et limite par rapport à la revanche permise de 1,0 m. Un suivi régulier du niveau d'eau est recommandé. Lorsque nécessaire, le niveau d'eau doit être abaissé;
- De petits arbres ont été observés sur la pente amont de la digue Médiane. Un suivi est nécessaire et ces arbres doivent être coupés pour éviter que leurs racines endommagent la membrane de la digue;
- Le fossé existant connecté au déversoir d'urgence de la digue Médiane a un profil très irrégulier et ne permettra pas un écoulement convenable. En plus des correctifs du déversoir, un reprofilage de ce fossé est nécessaire.

En conclusion, des travaux ont été réalisés en 2013 afin de rehausser la digue Ouest, tel que recommandé par AMEC E&E (2011). Toutefois, le rehaussement de la crête de la digue Médiane et la mise aux normes des deux déversoirs d'urgence n'avaient pas été complétés lors de la visite de juillet 2013. De plus, des tuyaux avec des joints de type « Hugger » sont toujours présents sur la digue médiane.

Le rapport d'AMEC E&I (2013) mentionne l'existence de plans de rehaussement pour la digue Médiane et d'une coupe type pour le déversoir d'urgence sans toutefois donner plus de détails. Ce rapport ne mentionne rien au sujet de la possible existence d'un rapport d'inspection pour l'année 2012.

3.4 Inspection de 2014 par Amec E&I

L'inspection statutaire 2014 a été réalisée le 22 juillet 2014 par monsieur Gilles Bouclin, ingénieur de la firme AMEC E&I, en compagnie de madame Julie Raîche, de Ressources Métanor. Cette inspection a suivi le rehaussement de la digue Médiane et la réfection des déversoirs d'urgence de la digue Médiane et du chemin Nord. Le reprofilage du fossé en aval du déversoir de la digue Médiane a été réalisé en août 2014 (AMEC E&I, 2014).

Aucune anomalie (p.ex. érosion) n'a été observée au niveau de la digue Ouest lors de la visite de juillet 2014 en rapport avec les irrégularités soulevées par AMEC E&I (2013). Au moment de la visite, la déposition des résidus était pratiquement complétée en amont de la digue. Une plage de résidus avait été mise en place dans le secteur sud avant la déposition. Par ailleurs, AMEC E&I (2014) constate que la construction de « digues internes en enrochement » (routes d'accès) dans le parc a créé une cellule fermée (l'actuelle cellule 4) qui pourrait déborder par-dessus la digue Ouest en période de crue, en l'absence d'un ponceau ou d'un déversoir. Ainsi, les auteurs recommandent l'installation d'un ponceau et la poursuite des inspections visuelles dans le fossé au pied de la digue afin de déceler des signes d'érosion, et suggèrent de planifier le nettoyage du fossé.

Le rapport fait état des travaux de rehaussement de la digue Médiane réalisés au mois de juin 2014 sous la surveillance du personnel de Ressources Métanor. Les irrégularités suivantes ont été soulevées :

- Près de l'extrémité ouest en aval de la digue, le pied du talus de la digue est abrupt. De plus, le rejet d'une conduite y est dirigé. L'effluent de la conduite se déverse vers un ponceau traversant un chemin;
- L'eau du bassin à l'est de la digue médiane est pompée directement au pied de la berme aval de cette digue;
- Une instabilité a été observée en crête de la digue au niveau de la couche de roulement dont le talus abrupt offre peu de support latéral;
- La largeur de la berme est inférieure à celle prévue aux plans.

En lien avec les irrégularités constatées au niveau de la digue Médiane, les recommandations suivantes sont formulées par AMEC E&I (2014) :

- Éloigner suffisamment le point de rejet des conduites de drainage et de pompage du pied de la digue. Aménager un enrochement adapté ou un dispositif adéquat à l'effluent du pompage pour protéger le pied de la digue et la berme contre l'érosion;
- Vérifier l'intégrité et la capacité du ponceau près de l'extrémité ouest de la digue afin d'assurer qu'il n'y a pas d'accumulation d'eau au pied de la digue;
- À l'ouest, adoucir la pente du pied de talus à l'aide d'enrochement. À l'est, uniformiser la pente du talus dans la section de crête instable à l'ensemble du talus. Vérifier si la fissuration progresse et compléter la berme selon la largeur prévue.

Finalement, AMEC E&I (2014) mentionne que des relevés d'arpentage tel que construit de la digue Médiane et des déversoirs d'urgence sont requis pour valider les élévations et radiers par rapport à leur conception. Les auteurs recommandent également de détourner le passage des véhicules en aval du déversoir d'urgence de la digue Médiane et d'installer des repères de niveau d'opération maximal dans les deux bassins.

3.5 Inspection de 2015 par Amec Foster Wheeler

Cette inspection statutaire a été réalisée le 2 juin 2015 par messieurs Vu Tran et Desheng Deng, ingénieurs de la firme Amec Foster Wheeler, en compagnie de madame Julie Raiche, de Ressources Métanor. Les auteurs mentionnent dans leur rapport que trois cellules internes ont été formées depuis 2013 au bassin Ouest, par la construction de digues internes en enrochement, soit les cellules Sud, Centrale et Nord (Amec Foster Wheeler, 2015). Ces cellules ont permis d'augmenter la capacité d'emmagasinement des résidus à court terme. Au moment de la visite, des bermes de stabilité étaient en construction pour la cellule Sud.

Les observations suivantes ont été faites lors de l'inspection et les recommandations suivantes, formulées par Amec Foster Wheeler (2015) pour assurer le bon comportement des ouvrages du parc à résidus :

- Il est recommandé de réduire la hauteur des bermes de stabilité des digues internes à un mètre au-dessus du niveau d'eau d'opération et de poursuivre leur construction pour les cellules Centrale et Nord. Il est également recommandé de vérifier la stabilité à court et long terme des digues internes avec l'ajout des bermes par des analyses de stabilité;
- Les cellules sont fermées sans structures d'évacuation d'eau. Des zones d'accumulation ont été observées à plusieurs endroits. Il a été recommandé d'aménager des déversoirs au sud de la cellule Centrale et au sud de la cellule Nord; et d'ajuster la déposition des résidus dans la cellule Nord pour éloigner l'eau loin de la digue Médiane et combler les dépressions;
- La pente amont de la digue Médiane est érodée par les vagues et la glace. La géomembrane n'est pas exposée. Les sections érodées doivent être protégées contre l'érosion par la mise en place d'un enrochement plus gros. Un suivi mensuel doit être maintenu;
- Certaines zones en crête de digue montrent des signes d'érosion par les eaux de ruissellement. Un suivi doit être réalisé dans ces zones surtout lors de fortes pluies et des travaux d'entretien doivent être planifiés pour éviter la progression des sillons d'érosion;
- La revanche aux déversoirs d'urgence est relativement faible. L'élévation de conception du seuil des déversoirs doit être validée et abaissée au besoin;
- Le profil du fossé connecté au déversoir d'urgence de la digue Médiane favorise l'écoulement vers le bassin de polissage (de sédimentation). Cette section de fossé doit être corrigée.

Les recommandations concernant l'inspection et l'entretien du fossé de pied de la digue ouest sont reconduites.

3.6 Inspection de 2016 par WSP

Cette inspection statutaire a été réalisée le 1er juin 2016 par monsieur Jean-François St-Laurent, ingénieur de la firme WSP Canada, en compagnie de madame Julie Raiche, coordonnatrice en environnement de Ressources Métanor, et de son stagiaire. Certains des travaux correcteurs recommandés par Amec Foster Wheeler (2015), par exemple la stabilisation de la digue interne principale par la construction d'une berme, avaient été complétés en 2015. Toutefois, l'évaluation de la stabilité de cette digue ne semblait pas avoir été réalisée puisque WSP (2016) recommandait de l'intégrer dans le cadre d'une révision de la stabilité de l'ensemble des digues.

WSP (2016) conclut dans son rapport que le comportement des ouvrages est conforme aux attentes à l'exception des observations suivantes :

- Il manque des déversoirs sur les digues internes afin de mieux gérer l'eau s'accumulant à la surface des résidus;
- Les résidus miniers agissant comme matériel de protection de membrane, sur la pente amont de la digue médiane, se font éroder par les vagues présentes dans le bassin principal;

- La capacité d'évacuation du déversoir du bassin principal et de son canal de fuite semble faible et limitée par la présence d'un ponceau partiellement comblé;
- L'élévation des crêtes des digues est variable;
- La crête de la digue médiane présente un secteur qui s'affaisse continuellement. Des fissures longitudinales ont été observées à la surface de la pente aval;
- L'eau dans le bassin principal était rouge au moment de la visite;
- De l'eau propre provenant du fossé au pied aval du chemin ouest s'écoulait vers la surface de la cellule 3;
- Il y a des évidences de « piping » des cellules de résidus vers le bassin principal;
- De l'eau s'accumule en surface des résidus miniers.

En conclusion, WSP (2016) recommande de construire de nouveaux déversoirs sur les digues internes qui permettront d'évacuer l'eau s'accumulant en surface des résidus miniers. Cela, afin d'assurer leur assèchement, de réduire les pressions d'eau sur la digue interne principale et de limiter les risques d'érosion interne ou de surverse. L'auteur recommande également l'amélioration du perré de protection sur la pente amont de la digue Médiane afin de limiter l'érosion des résidus mis en place sur la membrane et de réduire les risques d'exposition et/ou de perforation de cette dernière. Enfin, pour se conformer à l'exigence ministérielle, WSP notait qu'une échelle limnimétrique devait être mise en place au bassin principal.

3.7 Inspection de 2017 par WSP

Cette inspection statutaire a été réalisée le 6 juillet 2017 par madame Mylène Sansoucy, ingénieure de la firme WSP Canada. Elle a été réalisée pendant les premières étapes de la construction de l'empilement, alors que la fondation était en préparation. La construction semblait bien débutée et conforme aux exigences. WSP (2017d) notait une accumulation d'eau dans le secteur nord-ouest par-dessus le géotextile et recommandait de pomper ces eaux à l'extérieur de la cellule 1 avant de procéder à la mise en place de la couche de stériles dans ce secteur. Elle recommandait de continuer le suivi des piézomètres installés sur la crête de la digue Médiane et dans la cellule 1 tout au long de la construction de l'empilement.

De manière générale, WSP (2017d) a jugé la condition des ouvrages satisfaisante, à l'exception des points suivants, et formulé les recommandations suivantes :

- Sur la digue médiane, il y a présence de sillons d'érosion dans la partie supérieure de la pente aval. Un empierrement de protection doit être mis en place pour contrôler l'érosion hydrique;
- Le déversoir d'urgence du bassin principal, localisé sur la crête de la digue médiane, doit être ajusté en termes de profil et de calibre d'empierrement. Le déversoir localisé sur le chemin Nord semble avoir une capacité d'évacuation trop faible et des matériaux sont entreposés à la sortie de celui-ci. La capacité d'évacuation des deux déversoirs en place sur la crête de la digue interne principale semble limitée; une accumulation importante d'eaux rougeâtres est observable dans la cellule de résidus 2, au contact avec la digue interne principale, alors qu'aucun déversoir n'est en place. L'aménagement des déversoirs doit être revu et corrigé. Les capacités d'évacuation requises devraient être évaluées;
- *Une végétation importante est présente sur les pentes et au pied de la pente aval du chemin Nord ainsi que du chemin Ouest*. Sur les chemins et digues en périphérie du parc à résidus, la végétation doit être contrôlée sur les pentes et dans les fossés aux pieds aval;
- La pente aval de la digue interne principale face à la cellule de résidus 3 est déformée et montre des signes d'érosion interne; la surface des résidus de la cellule 3 est inégale et présente des signes d'érosion et de ravinement à proximité du contact avec la digue interne principale. La surface des résidus de la cellule 3 doit être nivelée pour contrôler le potentiel d'érosion et éviter la formation de chemin d'écoulement préférentiel;
- Des dépressions sont présentes à la surface de la cellule de résidus 3, aux endroits où des chemins de stériles ont été mis en place puis enlevés, favorisant l'accumulation d'eau et l'érosion potentielle;
- *L'élévation de la crête des digues et chemins est variable*. Un relevé d'arpentage de la crête des digues et chemins doit être réalisé;

- *Aucun repère d'élévation ou échelle limnimétrique n'est présent au pourtour du bassin principal.* Une échelle limnimétrique doit être installée au pourtour du bassin principal pour s'assurer du respect de la revanche de 1 m;
- Une jetée perméable est en place dans le bassin principal pour contenir, en partie, les résidus actuellement rejetés. Une surverse en crête est observée à plusieurs endroits le long de cet ouvrage et la performance de celui-ci ne peut être statuée. Il est recommandé d'effectuer un suivi du comportement de cet ouvrage.

Lors de l'inspection de WSP (2016), la présence d'affaissements de la crête de la digue médiane, dont l'ampleur était variable, avait été constatée. Une zone de tassements plus importants avait aussi été notée près de la jonction avec la digue interne principale. À la suite d'une campagne d'investigations géotechniques, une analyse portant spécifiquement sur ces tassements a été effectuée (WSP, 2017a) et concluait que ces affaissements étaient reliés à la consolidation du dépôt d'argile naturelle à la base de la digue. WSP (2017d) suggérait que le rythme d'accroissement de l'affaissement devrait diminuer dans le temps et recommandait de rehausser et de niveler la crête de la digue sur une base régulière afin de maintenir la revanche minimale requise.

Toujours lors de l'inspection de WSP (2016), des irrégularités avaient été observées sur la pente aval de la digue interne principale et une étude de stabilité avait été recommandée. La campagne d'investigations géotechniques a permis de recueillir les données nécessaires à cette étude. L'étude réalisée par WSP (2017b) a démontré que la digue interne principale respecte les critères de stabilité recommandés.

Lors de l'inspection par WSP (2017d), il a été constaté que le profil et le calibre d'enrochement mis en place au fond du déversoir d'urgence du bassin principal ne permettaient pas de respecter les critères de la Directive 019 (MDDELP, 2012). Des spécifications concernant la section d'écoulement requise pour le passage de la crue de conception, ainsi que le calibre de l'empierrement de protection contre l'érosion dans le déversoir et son canal de fuite ont été émis par WSP (2017).

De façon à augmenter la capacité d'emmagasinement de l'aire d'accumulation de résidus sans construire de nouvelles digues de retenues ni augmenter la superficie du parc à résidus, WSP a évalué différentes options, puis a proposé à Ressources Métanor la construction d'un empilement de résidus secs sur la surface de la cellule 1 (WSP, 2017c). Lors de la campagne d'investigations géotechniques de l'automne 2016, des piézomètres ont été installés dans certains trous de forage, dont un des forages réalisés sur la crête de la digue médiane (F-A-2-2015) et un des forages réalisés dans la cellule de résidus 1 (F-A-1-2015). Ces piézomètres permettent d'évaluer les niveaux d'eau souterraine dans le dépôt d'argile naturel sous-jacent, dans le remblai de la digue médiane, ainsi que dans les résidus de la cellule 1.

3.8 Inspection de 2018 par SRK

Cette inspection statutaire a été réalisée le 16 août 2018 par messieurs Jean-François St-Laurent et Erik Ketilson, ingénieurs au service de la firme SRK Consulting (SRK), en compagnie de monsieur Steve Gaudreault de Ressources Métanor et de madame Émilie Bélanger de la firme GCM Consultants, responsable du soutien technique pour divers aspects environnementaux du site.

Au moment de l'inspection, Ressources Métanor était en processus de sélection d'une firme pour la réalisation de l'ingénierie détaillée de l'agrandissement de son parc à résidus. Les travaux de construction devaient alors débuter lors de l'été 2019. L'empilement de résidus miniers secs à la surface de la cellule 1 était en cours de construction. La déposition de résidus miniers était sous forme de boues dans la partie nord de la cellule 2 alors que l'excavation des résidus asséchés avait lieu dans la partie sud de la même cellule. Le tout a été jugé satisfaisant par SRK (2018). Un fossé de dérivation des eaux de surface avait été construit dans la colline tel que recommandé par Amec Foster Wheeler (2017) afin de limiter l'apport d'eau au bassin principal.

SRK (2018) fait état d'un certain nombre d'éléments observés nécessitant des mesures correctives devant être mises en place avant la période hivernale 2018-2019 ou rapidement au printemps 2019, telles que :

- Une solution afin de réduire les probabilités de perforation de la membrane exposée sur la pente [amont] de la digue médiane du côté du [bassin principal] doit être mise en œuvre cet automne;

- La végétation présente dans le canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin principal doit être coupée et gérée adéquatement afin de permettre le libre écoulement de l'eau;
- L'exutoire du canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin principal doit être libre de toute végétation afin de permettre un libre écoulement de l'eau dans l'environnement et d'éviter des effets de refoulement;
- L'aménagement du déversoir de la digue nord doit être revu et corrigé.

SRK (2018) constate que les recommandations de priorité 1 du rapport d'inspection de WSP (2017d) ont été suivies. Des réparations étaient perceptibles à plusieurs endroits, dont la mise à jour du déversoir d'urgence du bassin principal, la réparation de nombreux sillons d'érosion, le relevé d'arpentage des digues et la réalisation d'un relevé bathymétrique du bassin principal.

Au cours de la même année, SRK a procédé à la validation de la capacité d'évacuation requise au bassin de sédimentation et a fourni des recommandations quant à son dimensionnement (SRK, 2018c). Elle révise également le niveau d'opération normal maximal du bassin principal afin de respecter les exigences de capacité d'emmagasinement en conformité avec la Directive 019. Ce niveau est abaissé de l'élévation 329,70 m à l'élévation 328,46 m pour entreposer la crue de conception.

Finalement, des recommandations de revêtement sur la face amont de la digue Médiane sont formulées par SRK (2018a) afin de réduire la probabilité de perforation de la géomembrane jusqu'aux travaux d'agrandissement du PAR. BonTerra préconise un recouvrement constitué d'une couche de résidus ou de sable, suivie d'un géotextile non tissé et d'un enrochement de protection.

3.9 Inspection de 2019 par FNX-INNOV

Cette inspection statutaire a été réalisée le 16 septembre 2019 par monsieur Frédéric Besozzi, ingénieur de la firme FNX-INNOV, en compagnie de monsieur Steve Gaudreault de BonTerra.

Le rapport fait état de travaux de construction d'un revêtement de protection de la membrane sur la face amont de la digue Médiane et de réfection du déversoir d'urgence du bassin de sédimentation avaient respectivement été réalisés en avril 2019 et juin 2019 par le personnel de BonTerra. Les autres travaux suivants avaient également été complétés avant l'inspection statutaire :

- Débroussaillage dans le canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin principal, en juin et juillet 2019;
- Enlèvement de ponceaux traversant la digue interne principale, en octobre 2018, à la demande du MELCC;
- Travaux correcteurs sur les déversoirs (brèches) en crête de la digue interne principale, en septembre 2018;
- Correction des sillons d'érosion sur toutes les digues dans le cadre des travaux d'entretien annuel, en septembre 2018;
- Ajout de barrières à sédiments terrestres dans le fossé de dérivation est;
- Construction d'un fossé de collecte au pied de la digue ouest et d'une pompe, à la demande du MELCC, pour retourner les exfiltrations et les eaux de contact dans le PAR.

FNX-INNOV (2019) indique que les travaux de reconstruction du déversoir du bassin de sédimentation sur la digue nord sont conformes aux dimensions prescrites, mais soulève les irrégularités suivantes :

- Les pentes latérales du déversoir ont été adoucies pour permettre le passage des véhicules; et
- Une géomembrane texturée a été installée sous l'enrochement de protection au lieu d'un géotextile;
- L'enrochement du déversoir semble de diamètre insuffisant par rapport à la conception de SRK (2018c) dont les plans indiquent un diamètre moyen (d_{50}) de 200 mm alors que le diamètre moyen observé est d'environ 100 mm.

Les commentaires suivants sont mentionnés dans le rapport par rapport au revêtement de protection de la membrane sur la face amont de la digue Médiane :

- L'enrochement de protection a été remplacé par une couche de sable;
- Cette couche est susceptible à l'érosion et le niveau du bassin principal doit être maintenu près du niveau minimum d'opération pour limiter les dommages, et les inspections multipliées pour déceler rapidement toute anomalie;
- D'éventuels sillons d'érosion dans la couche de sable supérieure devraient être comblés par des stériles miniers.

Le rapport de FNX-INNOV (2019), qui compile les recommandations antérieures depuis 2017, fait état d'un bon nombre de recommandations non résolues. La plupart de ces mesures ont été reportées, avec raison, à l'ingénierie ou aux futurs travaux d'agrandissement du PAR.

3.10 Inspection de 2020 par FNX-INNOV

Cette inspection statutaire a été réalisée le 16 juin 2020 par monsieur Frédéric Besozzi, ingénieur de la firme FNX-INNOV, en compagnie de monsieur Steve Gaudreault de BonTerra. Plusieurs travaux recommandés en 2018 et 2019 avaient été réalisés avant la visite d'inspection telles que des opérations de débroussaillage général en périphérie du bassin de sédimentation, incluant la digue Nord et le fossé d'évacuation d'urgence du bassin principal et celui au pied de la digue Ouest. Une nouvelle règle limnimétrique avait été installée sur l'ouvrage de transfert du bassin de sédimentation. Les stériles accumulés au pied de la digue interne principale avaient été retirés, la crête nivelée par endroit, et des équipements s'affairaient à niveler la crête de la digue interne 1. La mise en place d'une couche de stériles miniers était en cours de construction pour contrôler l'érosion de la face amont de la digue médiane puis les zones de membrane exposées à la digue ouest avaient été recouvertes.

Dans le rapport de FNX-INNOV (2020), l'auteur conclut que le comportement des ouvrages est conforme aux attentes et leur état général est satisfaisant, à l'exception du niveau d'opération élevé dans le bassin de sédimentation et de quelques travaux mineurs à compléter au cours de l'été ou de l'automne ou sur un horizon d'un à deux ans :

- Réparer la section endommagée pour rétablir la profondeur minimale du fossé est et l'empierrement de protection tel que prévu au plan de Norinfra (2017);
- Retirer les arbustes sur la rive droite du canal d'évacuation d'urgence du bassin principal;
- Planifier et réaliser la réfection de la portion amont du canal d'évacuation d'urgence du bassin principal et la mise en place d'enrochement;
- Inspecter le déversoir d'urgence de la digue nord chaque semaine pour des signes d'exfiltration et de vérifier que la tour de transfert est libre de tout débris;
- Réaliser une analyse de risque de déversement accidentel d'eau contaminée par le déversoir d'urgence de la digue nord avant de reprendre les opérations de traitement de minerai et d'envisager des mesures correctives telles que l'enlèvement des quenouilles et le dragage du bassin de sédimentation.

Tout comme l'inspection de 2019, les commentaires et recommandations formulées prennent en compte que les opérations de gestion des résidus sont actuellement suspendues, que l'ingénierie détaillée pour l'agrandissement du PAR sera complétée en 2021 et que des travaux majeurs seront effectués en 2022 et couvrirons l'ensemble des recommandations formulées depuis 2018, incluant la mise à niveau de tous les ouvrages.

Des travaux de cette envergure sont généralement suivis par la sélection d'un ingénieur désigné, la réalisation d'une évaluation de sécurité des barrages complète, l'installation d'instrumentation (jauges de niveau d'eau et de débit, repères de tassement, piézomètres, inclinomètres, etc.) et la préparation d'un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance du parc à résidus.

4 Synthèse des recommandations

L'état des recommandations émises à la suite des inspections statutaires des années 2010 à 2020, des informations reçues du gestionnaire du PAR et des observations réalisées lors des inspections subséquentes est présenté à l'annexe A. Les recommandations courantes, non complétées, sont énumérées dans le tableau A-1 alors que celles qui sont résolues figurent au tableau A-2.

Ces recommandations sont émises pour remédier aux conditions jugées non conformes aux attentes, lesquelles pourraient compromettre la sécurité, la stabilité et/ou l'intégrité des ouvrages ou des infrastructures inspectés.

Amec E&I (2013 et 2014) classe ses observations et recommandations selon trois catégories : la sécurité, la surveillance et l'entretien. La catégorie « sécurité » concerne les observations qui présentent une menace à court terme pour l'intégrité des structures du parc à résidus. La catégorie « entretien » considère tous les écarts relevés lors de l'inspection qui ne posent aucun risque à court terme pour la sécurité, mais qui pourraient mener à la détérioration des structures à long terme. La catégorie « surveillance » tient compte des observations qui demandent un suivi.

Depuis 2016, un système de classification de la gravité des observations et de la priorité des recommandations a été adopté. La nomenclature utilisée pour déterminer le risque de détérioration des éléments observés ou la gravité de la situation est décrite ci-dessous :

Gravité	Signification
0	Pas de risque ou risque négligeable
1	Risque mineur, mettre en place une surveillance
2	Risque important, avertir le supérieur immédiat et mettre en place des mesures correctives
3	Risque majeur ou récurrent, mettre en place le plan d'urgence et les mesures correctives; avertir le superviseur et le personnel de gestion de la sécurité

La nomenclature utilisée pour déterminer la priorité de mise en œuvre des recommandations est décrite ci-dessous :

Priorité	Signification
1	Devrait être appliquée dans un délai de 0 à 6 mois
2	Devrait être appliquée dans un délai de 0 à 12 mois
3	Devrait être appliquée dans un délai de 0 à 2 ans
4	Devrait être appliquée dans un délai de 0 à 5 ans
5	Application facultative, mais situation à surveiller

Selon ce système, toutes les mesures correctives sont présentées dans la même colonne. Les suivis et actions mis en place sont considérés complétés lorsqu'ils font partie du programme d'exploitation, d'entretien et de surveillance du parc à résidus.

5 Points en suspens

Les recommandations non résolues sont énumérées dans le tableau A-1 (annexe A). Ces recommandations ont été émises entre 2018 et 2020. Certaines seront mises en œuvre à court terme (0 à 12 mois), mais la plupart d'entre elles ont été reportés à l'ingénierie détaillée de l'agrandissement du PAR ou aux travaux de construction, des travaux d'envergure majeure qui impliquent notamment, l'ajout de nouvelles digues et le rehaussement des digues Ouest, Médiane et Nord (BBA, 2018). Ces travaux impliqueront la mise aux normes des principaux ouvrages de retenue et de gestion des eaux et donc, c'est alors que les mesures qui concernent la gestion des eaux et l'instrumentation des ouvrages seront adressées.

6 Constats généraux

La revue des rapports d'inspection statutaire annuels de 2010 à 2020 révèle que l'opérateur du parc à résidus, BonTerra (« le promoteur »), et son prédécesseur Ressources Métanor, ont réalisé la très grande majorité des recommandations formulées par ses consultants au terme des visites d'inspection, réalisant les travaux et les activités de surveillance requis, ou octroyant des mandats d'analyse ou de conception, le cas échéant. Ainsi, tout semble indiquer que BonTerra a pris les moyens nécessaires, d'une année à l'autre, afin d'assurer une gestion active et sécuritaire de son parc à résidus.

En 2017, BonTerra a entrepris une série d'études pour développer un plan de gestion à long terme des résidus impliquant l'ajout de nouvelles digues et le rehaussement des digues Ouest, Médiane et Nord. En 2018, elle interrompait ses opérations de traitement de minerai en vue de l'agrandissement de son parc à résidus miniers, mais continue de monitorer son site. Les rapports d'inspection 2018 à 2020 démontrent l'engagement de BonTerra de compléter l'ensemble des recommandations non résolues au cours de l'ingénierie détaillée à venir ou des travaux de construction qui s'ensuivront.

En matière de sécurité des barrages, il ressort qu'aucune étude d'évaluation de sécurité des barrages ne semble avoir été réalisée au cours de la période 2010 à 2020. Il serait donc approprié de compléter cet examen une fois la construction complétée. Un « ingénieur désigné » devrait être nommé pour le PAR et cette personne serait notamment responsable de réaliser les inspections statutaires. Finalement, bien que certaines procédures soient en place, le PAR n'a pas de manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance (EES). Un manuel EES devrait être rédigé avant la reprise des opérations.

7 Limitations

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de **FNX-INNOV INC.** quant aux sujets qui y sont abordés. Elle a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Ce document doit être interprété dans le contexte du mandat ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques, des hypothèses et des données utilisées, des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

À moins d'indications contraires, **FNX-INNOV INC.** n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont Ressources BonTerra inc., les autres consultants, les laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipement, etc.) et sur lesquelles est fondée son opinion. **FNX-INNOV INC.** n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Ce document a été préparé pour le seul bénéfice de Ressources BonTerra inc. **FNX-INNOV INC.** décline toute responsabilité en ce qui a trait à l'utilisation de ce rapport par une tierce personne, de même que toute décision prise ou action entreprise sur la base dudit document.

8 Références

- AMEC Earth & Environmental (2011). Rapport d'inspection statutaire 2011 - Parc à résidus mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 11 1456 03, 22 juin 2011.
- AMEC Environnement & Infrastructure (2013). Rapport d'inspection statutaire - Parc à résidus Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 13 1235 03, 11 septembre 2013.
- AMEC Environnement & Infrastructure (2014). Rapport d'inspection statutaire - Parc à résidus Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX 14 1240 03, 24 octobre 2014.
- AMEC Foster Wheeler Environnement & Infrastructure (2015). Inspection statutaire 2015 - Parc à résidus - Mine du lac Bachelor. Rapport présenté à Ressources Métanor inc., N/Réf. : TX15012903-RMR-0001-A, 10 août 2015.
- Amec Foster Wheeler (2017). Calcul de crue. Document PDF, daté du 2017-11-21. [Cité dans SRK (2018)]
- BBA, 2018. Étude parc à résidus Métanor : parc à résidus, vue en plan. Série de plans émise aux autorités, N/Réf. : 6098002-4G, rév. AB, 15 feuilles, 16 novembre 2018.
- FNX-INNOV (2019). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2019. Rapport préparé pour Ressources BonTerra, N/Réf. : F1901696-001, 20 décembre 2019.
- FNX-INNOV (2020). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Moroy, 2020. Rapport préparé pour Ressources BonTerra, N/Réf. : F2001114-002, 28 août 2020.
- GENIVAR (2010). Inspection annuelle des digues - Mine Bachelor, 2010 - Desmaraisville, Qc. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : AA121785, 23 septembre 2010.
- MDDEP (2012). Directive 019 sur l'industrie minière. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, mars 2012.
- Norinfra Services d'ingénierie (2017). Fossés de ségrégation – bassin tributaire est – 2 émissaires. Plan préliminaire émis pour approbation, N/Réf. : 17-0114-00 rév. B, 26 avril 2017.
- SRK Consulting inc. (2018). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2018. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 1CM041.000, 5 novembre 2018.
- SRK Consulting inc. (2018a). Exposed Geomembrane. Memorandum 01, N/Réf. : 1CM041.001 Memo – 01, 5 novembre 2018.
- SRK Consulting inc. (2018b). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2018. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 1CM041.000, 5 novembre 2018.
- SRK Consulting inc. (2018c). Polishing Pond Capacity and Sedimentation Pond Spillway. Memorandum 02, N/Réf. : 1CM041.001 Memo – 02, 7 novembre 2018.
- WSP Canada inc. (2016). Rapport d'inspection statutaire du parc à résidus du lac Bachelor, 2016. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 161-07480-00, 20 juillet 2016.
- WSP Canada inc. (2017). Revue de la gestion des eaux – Parc à résidus de la mine Bachelor. Note technique 01, N/Réf : 161-07621-00_TECH01, 4 mai 2017.
- WSP Canada inc. (2017a). Étude de l'affaissement de la digue Médiane à la jonction avec la digue interne principale. Note technique 02, N/Réf. : 161-07621-00_TECH02, 15 mai 2017.
- WSP Canada inc. (2017b). Validation de la stabilité de la digue interne principale. Note technique 03, N/Réf. : 161-07621-00, 15 mai 2017.
- WSP Canada inc. (2017c). Augmentation de la capacité d'emmagasinement de l'aire d'accumulation; construction d'un empilement de résidus miniers. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 161-07621-00, 26 juin 2017.
- WSP Canada inc. (2017d). Inspection statutaire annuelle du parc à résidus de la mine Bachelor, 2017. Rapport préparé pour Ressources Métanor inc., N/Réf. : 171-06919-00, 7 septembre 2017.
- GOLDER Associés (2007). Étude géotechnique et hydrogéologique, conception du parc à résidus de la mine du lac Bachelor, Desmaraisville, Québec. Septembre 2007. [Cité dans GENIVAR (2010)].

Annexe A

Tableaux de suivi des recommandations courantes et complétées

Tableau A1 - Recommandations courantes (dernière révision par FNX-INNOV le 2020-08-27)

N°	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	SUIVI BONTERRA	STATUT / DATE
2020-01	Fossé de dérivation est, ch. 0+500	Section endommagée par la machinerie d'exploration	2	Réparer la section endommagée pour rétablir la profondeur minimale du fossé et l'empierrement de protection tel que prévu au plan de Norinfra (2017)	2			
2020-02	Canal d'évacuation du bassin principal, portion amont	Végétation arbustive sur la rive droite du canal à l'embouchure du fossé de dérivation	2	Retirer les arbustes sur la rive droite du canal	1			
2020-03	Canal d'évacuation du bassin principal, portion amont	Manque d'enrochement et section d'écoulement irrégulière	2	Planifier et réaliser la réfection de la portion amont du canal d'évacuation et la mise en place d'enrochement	3			
2020-04	Digue nord	Niveau d'eau élevé, à moins de 150 mm sous le seuil du déversoir d'urgence	2	Inspecter le déversoir chaque semaine pour des signes d'exfiltration. Vérifier que la tour de transfert est libre de tout débris	1			
2020-05	Digue nord	Niveau d'eau élevé, à moins de 150 mm sous le seuil du déversoir d'urgence	2	Réaliser une analyse de risque de déversement accidentel d'eau contaminée avant de reprendre les opérations de traitement de minerai . Envisager des mesures correctives telles que l'enlèvement des quenouilles et le dragage du bassin de sédimentation.	2			
2018-07	Gestion des eaux de surface de non-contact	Construction d'un fossé de dérivation des eaux de ruissellement provenant de la colline à l'est du bassin principal se jetant dans le canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin principal.	2	La capacité du canal d'évacuation du déversoir d'urgence devrait être validée afin de s'assurer que ce volume d'eau additionnel puisse être gérer adéquatement par le canal d'évacuation. Le fossé de dérivation devra être protégé contre l'érosion	2		L'ingénierie de détail du parc à résidus changera le secteur et il sera évalué avec le nouveau projet d'agrandissement du parc à résidus	Reporté à l'ingénierie détaillée pour l'agrandissement du PAR
2018-11	Bassin principal	Aucun niveau de fonctionnement défini	1	Un niveau normal de fonctionnement devra être défini	3		Sera défini à la reprise des opérations	Reporté à la reprise des opérations
2018-12	Site de la mine	Pas de station météorologique sur le site	2	Mettre en place une station météorologique afin d'améliorer la gestion des eaux de surface et de prédire les phénomènes climatiques extrêmes	3	Devrait être mise en place lors de l'agrandissement du PAR	Sera évalué et des recommandations seront émises après l'étude d'impact et l'ingénierie de détail	Reporté à la reprise des opérations
2018-13	Site du PAR	Relevé d'arpentage présentant des lignes d'élévation qui se croisent. Lorsque les résidus miniers sont dans un état lâche et que l'arpenteur ne peux pas marcher dessus, cela fait en sorte que des secteurs ne sont pas arpentés	1	Utilisation d'une technologie de type lidar, drone ou satellite afin d'effectuer un relevé d'arpentage du PAR sur une base annuelle, y compris la bathymétrie	3	Devrait être réalisé avant les travaux d'agrandissement	L'arpentage de 2018 prévoyait l'utilisation d'un drone et du LIDAR, mais les conditions météorologiques n'ont pas permis l'utilisation de cette technologie. Aucun arpentage et bathymétrie en 2019 car aucune production réalisée.	Reporté à l'ingénierie détaillée pour l'agrandissement du PAR
2018-14	Site du PAR	Aucune analyse de rupture des digues n'est disponible afin d'établir la superficie pouvant être touchée par un épanchement de résidus miniers	2	Effectuer une analyse de rupture des digues	3	Devrait être réalisé dans le cadre des travaux d'agrandissement	Sera inclus dans l'ingénierie de détail de l'agrandissement du parc à résidus	Reporté à l'ingénierie détaillée pour l'agrandissement du PAR

Tableau A1 - Recommandations courantes (dernière révision par FNX-INNOV le 2020-08-27)

N°	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	SUIVI BONTERRA	STATUT / DATE
2018-15	Puits d'observation	Fluctuations du niveau d'eau importantes et non explicables	2	Mise en place de piézomètres à corde vibrante afin de remplacer les puits d'observation	1	Avant que les travaux d'agrandissement ne débutent	Cette mise en place sera effectuée avant les travaux d'agrandissement. Complété à 30%. Les piézomètres à cordes vibrantes sont acquis par Marathon et seront installés lors d'une campagne de forage au site avant les travaux d'agrandissement.	Reporté à la construction de l'agrandissement du PAR
2018-18	Pied aval de la digue ouest	Sol "mou"	2	Le drainage de ce secteur devrait être amélioré et un suivi de la situation réalisé afin de repérer toute source d'exfiltration	2		L'ingénierie de détail du parc à résidus prendra en compte ce point	Reporté à l'ingénierie détaillée pour l'agrandissement du PAR

Notes pour 2016 à 2020:

Définition de la gravité de l'observation
Gravité

0 pas de risque ou risque négligeable
1 risque mineur, mettre en place une surveillance
2 risque important, avertir le supérieur immédiat et mettre en place des mesures correctives
3 risque majeur ou récurrent, mettre en place le plan d'urgence et les mesures correctives; avertir le superviseur et le personnel de gestion de la sécurité

Définition de la priorité d'implantation de la mesure corrective suggérée
Priorité

1 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 6 mois
2 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 12 mois
3 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 2 ans
4 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 5 ans
5 application facultative, mais situation à surveiller

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2010-01		Digue ouest	matériaux en crête sont dans un état lâche		Reprise du compactage de ces matériaux permettra d'en améliorer le comportement mécanique et de réduire l'impact d'une éventuelle érosion superficielle					juin-13
2010-02		Partie sud-ouest du site			Entretien des fossés et l'enlèvement des jeunes pousses d'arbres ou d'arbrisseaux dans les fossés favorisera un meilleur écoulement des eaux collectées et une plus grande efficacité du système de gestion des eaux de surface					Entretien complet observé en 2019-2020
2010-03		Digue du bassin de polissage	partie exposée de la membrane du déversoir		Remise en état pour en assurer la protection et la durabilité, les polymères constituant les membranes synthétiques sont sensibles à l'exposition au rayonnement UV					Membrane toujours exposée en 2016, Le déversoir a été reconstruit en 2018
2011-01		Digue Ouest	Configuration problématique		Relever la digue afin de permettre à l'eau d'innonder la route pour créer un seul bassin. Faire une nouvelle route sur la crête.			1	Comme solution immédiate, un point bas peut être amménager dans la route actuelle pour empêcher que l'eau s'accumule entre la digue et la route.	juin-13
2011-02		Digue Nord	Joint Hugger		Enlever ce type de joint qui ne doit être utilisé qu'en cas d'urgence.	Faire le suivi	Inspecter lors de chaque démarrage	1	Les joints Hugger ne sont pas recommandés, ce type de joint comporte des risques de fuite.	????
2011-03		Digue Nord	Le fossé nécessite des travaux afin de pouvoir résister à de forts débits		Creuser d'avantage le fossé et installer de la grosse pierre dans le haut de la courbe.			1		Un nouveau fossé se déversant dans le bassin de sédimentation a été construit (été 2011?).
2011-04&05		Digue Nord	La digue n'est pas en bon étât, elle s'affaisse et le niveau d'eau est trop haut.		Envisager reconstruire cette digue.	Faire le suivi du tassement et du niveau d'eau	Inspecter chaque mois	2	Jusqu'à la reconstruction, il est important de surveiller le comportement de la digue.	juin-14
2011-06&07&08		Déversoirs d'urgence	Ils semblent non-conformes et doivent être inspectés d'avantage.		Faire inspecter les installations actuelles et corriger les éléments qui ne respectent pas les normes.			1		juin-14
2011-09		Station d'effluent	La digue près de la dalle de béton devant station d'effluent s'érode.		Refaire une surface lisse et solide en enlevant le materiel actuel et en le remplacant avec du matériel imperméable bien compacté.			1		D'après l'inspection 2019-2020, semble avoir été complété
2013-01		Digue Ouest et Bassin Ouest	Le matériau utilisé pour la couche de protection de la pente amont est non conforme.		Remplacer ce matériau par du 100-300 mm.					Complété Été 2013
2013-02		Digue Ouest et Bassin Ouest	La clé pour l'ancrage de la membrane au secteur sud est non conforme.		À réparer selon les recommandations de la fiche 2.				Une attention particulière devra être portée lors de la réparation pour éviter d'endommager la membrane dans la clé.	Complété Été 2013
2013-03		Digue Ouest et Bassin Ouest	Le rehaussement au secteur nord n'est pas correctement scellé.		Des travaux de réfection doivent être prévus pour corriger l'ancrage de la membrane du secteur nord de la digue Ouest.	Lors de la déposition ou lors de forte pluie.			Les travaux de réparation pourront être planifiés/réalisés lors du rehaussement de la digue médiane. Il est également possible de construire un batardeau en résidus permanent à l'amont de cette zone, avant les opérations de déposition sans retravailler la membrane. Ce batardeau doit être construit selon les spécifications d'un ingénieur. Même avec ce batardeau permanent, un suivi rigoureux lors de la déposition sera nécessaire.	Complété Été 2013

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2013-04		Digue Ouest et Bassin Ouest	Une éventuelle accumulation d'eau est probable entre le chemin d'accès et la digue Ouest; risque de fuite à travers les secteurs mal scellés.		Des travaux de reprofilage du terrain entre le chemin et la digue sont suggérés à cout terme afin de diriger l'eau d'écoulement de surface vers un point plus bas au sud.					Complété Été 2013
2013-05		Digue Ouest et Bassin Ouest	Le fossé en aval de la digue Ouest est susceptible à l'érosion.			Un suivi visuel fréquent de ce fossé est recommandé. Des travaux de maintenance pourraient être planifiés en conséquences.		Lors de forte pluie ou de la fonte.		Complété Été 2013
2013-06		Digue médiane	Le niveau d'eau du bassin est à la limite de la revanche minimale requise.			Un suivi du niveau d'eau devrait être réalisé de façon régulière.	Lors de forte pluie ou de la fonte.		La revanche minimale de 1m doit être respectée en tout temps.	Complété Été 2013
2013-07		Digue médiane	Des joints de type hugger.		Des joints de type "bride" ou fusionnés sont suggérés.				Les joints de type hugger comporte un risque de fuite car ils peuvent se déconnecter par contraction et dillatation thermique.	Complété Été 2013
2013-08		Déversoirs d'urgence	Ils sont non-conformes et doivent être corrigés.		Il est recommandé de les refaire.				Une coupe type du déversoir d'urgence de la digue médiane est montrée sur les plan de rehaussement de celle-ci.	Complété Été 2014
2013-09		Fossé d'évacuation	Ce fossé a un profil très irrégulier et ne permettra pas un écoulement convenable.		Un reprofilage de ce fossé sera nécessaire.	À planifier en parallèle avec la réfection du déversoir d'urgence.				Complété Automne 2014
2014-01	16 juillet 2013 et 22 juillet 2014	Digue Ouest	Le fossé est susceptible à l'érosion		Un suivi de ce fossé est recommandé. En absence d'un enrochement de protection suffisant, des travaux de reprofilage pourront être requis.	Faire le suivi	Mensuelle	P-3		Suivi effectué
2014-02	2014-07-22	Digue Ouest	Cellule fermée sans ponceau ni déversoir		Installer un ponceau ou aménager un déversoir pour assurer qu'il n'y ait pas débordement par la digue Ouest.	Faire le suivi	Au besoin	P-2	Bien que l'enrochement constituant la dige interne soit perméable, il peut se colmater éventuellement.	Puisard installé
2014-03	2014-07-22	Digue médiane	Le pied du talus de la digue est abrupt. De plus, le rejet d'une conduite est dirigé vers ce dernier.		Le rejet de la conduite doit être éloigné de la digue. La pente du pied de talus doit être adoucie à l'aide d'enrochement.	Lorsque la conduite est en mode d'évacuation	Hebdomadaire tant que la situation n'est pas corrigée	P-2	Il y a érosion pouvant résulter en une instabilité du talus.	Potentiellement résolu
2014-04	2014-07-22	Digue médiane	Le ponceau traversant le chemin en aval de la digue semble endommagé.		S'assurer que le ponceau est efficace pour maintenir l'accumulation d'eau éloignée du pied de la digue.	Faire le suivi	Mensuelle, au printemps et lors de fortes pluies	P-2	Si l'eau ne peut être évacuée, il y aura accumulation vers le pied de la digue et risque d'érosion de celle-ci.	Potentiellement résolu
2014-05	2014-07-22	Digue médiane	L'eau est pompée directement au pied de la berme. La largeur de la berme est inférieure à celle indiquée aux plans.		S'assurer que la largeur minimale de la berme prévue aux plans est respectée et que le pompage dans le bassin de polissage ne provoque pas d'érosion.	Faire le suivi	Quotodienne	P-1	Il y a risque d'instabilité de la pente résultant d'un manque de contrepoids au pied de la digue.	Complété en 2015
2014-06	2014-07-22	Digue médiane	La berme est incomplète. Instabilité en crête de la digue où la pente est plus abrupte. Le talus est aussi un peu plus abrupt.		Compléter la construction de la berme, adoucir, puis uniformiser la pente du talus et de la couche de roulement.	Faire le suivi	Quotodienne	P-1	Il y a risque d'instabilité de la pente résultant d'un maque de contrepoids au pied de la digue. La talus abrupt de la couche de roulement offre peu de support latéral en crête.	Complété en 2015
2014-07	2014-07-22	Chemin	Aucune observation		-	Faire le suivi	Mensuelle			

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2014-08	2014-07-22	Bassins	Absence de repère de niveau d'opération maximum permettant d'assurer que la revanche est respectée.		Installer des repères de niveau d'eau maximum dans chaque bassin d'eau.	Faire le suivi	Quotidienne	P-2	Un repère bien localisé permet à n'importe qui de réaliser et d'informer quiconque que le niveau d'eau est élevé.	Mai 2017 (repères visuels) 2018 (échelle limnimétrique)
2014-09	2014-07-22	Déversoir d'urgence de la digue médiane	Le niveau du seuil et l'intégrité de la surface du déversoir d'urgence sont affectés par le passage de véhicules.		La circulation doit être dirigée en aval du déversoir d'urgence (ajout de blocs ou clôture). L'élavation du radier du déversoir doit être validée par rapport à celle prévue à sa conception.	Faire le suivi	Mensuelle	P-2		
2014-10	2013-07-16	Déversoir d'urgence de la digue médiane	Le profil du fossé en aval du déversoir est déficient.		Profilage du fossé	Faire le suivi	Mensuelle		Les travaux de profilage ont été réalisés et supervisés par Ressources Métanor	Complété 2014-09-30
2015-01	2015-06-02	Digue ouest	Cellule fermée sans ponceau ni déversoir		Installer ou aménager un déversoir ou une dépression à travers la digue interne en enrochement	Lors de fortes précipitations et au printemps	Hebdomadaire avant les réparations Mensuelle après les travaux d'entretien et lors de fortes pluies	P-2	Débordement probable lors de la crue	Complété Novembre 2015
2015-02	2015-06-02	Cellules internes (Nord, Sud et Centrale)	Digue interne, cellule Sud - La digue interne de la cellule Sud, comme pour les autres cellules, a été rehaussée plus haut que les recommandations en 2013 d'AMEC		Baisser la hauteur de la berme (maximum 1 mètre au-dessus du niveau de l'eau) et poursuivre la construction de cette berme pour toutes les cellules internes (Sud, Centrale et Nord)	Faire le suivi des travaux de façon régulière tant que les travaux d'entretien suggérés ne sont pas exécutés	Hebdomadaire avant les réparations Mensuelle après les travaux	P-1	Lors de l'inspection, la mise en place d'une berme en aval de la digue par Métanor avait été observée	Complété Octobre 2015
2015-03	2015-06-02	Cellules internes (Nord, Sud et Centrale)	Digue interne, cellule Centrale - Cellule fermée et accumulation d'eau		Aménager un déversoir ou une dépression à travers la digue interne en enrochement pour éliminer le bassin d'eau	Lors de fortes précipitations et au printemps	Hebdomadaire avant les réparations Mensuelle après les travaux d'entretien et lors de fortes pluies	P-2	Débordement probable lors de la crue	Complété Juin 2015
2015-04	2015-06-02	Cellules internes (Nord, Sud et Centrale)	Digue interne, cellule Nord - Cellule fermée et accumulation d'eau au secteur nord et nord-ouest		Aménager un déversoir ou une dépression à travers la digue interne en enrochement, réajuster la déposition afin que le drainage s'éloigne de la digue médiane et éliminer le bassin d'eau	Lors de fortes précipitations et au printemps	Hebdomadaire avant les réparations, mensuelle après les travaux d'entretien et lors de fortes pluies	P-2	Débordement probable lors de la crue	Complété Juin 2015
2015-05	2015-06-02	Digue médiane	Érosion de la pente amont par les vagues		Réparer la pente amont érodée par la mise en place d'un enrochement plus grossier	Faire le suivi des travaux tant que les travaux d'entretien suggérés ne sont pas exécutés	Mensuelle et lors de fortes pluies	P-2	Aucun	Complété Juin 2015
2015-06	2015-06-02	Digue médiane	Érosion de la crête par écoulement de surface		Des travaux d'entretien devront être planifiés au besoin pour éviter d'accentuer l'érosion	Un suivi régulier de l'évolution des zones érodées est requis	Mensuelle et lors de fortes pluies	P-3	Aucun	Complété Juin 2015
2015-07	2015-06-02	Déversoirs d'urgence de la digue médiane et du chemin nord	Déversoir d'urgence de la digue médiane - Le seuil du déversoir semble haut		Valider l'élévation du seuil du déversoir selon la conception, abaisser le seuil au besoin	Aucune	Aucune	P-3	Moins de 1 mètre de revanche	Complété Juin 2015
2015-08	2015-06-02	Déversoirs d'urgence de la digue médiane et du chemin nord	Déversoir d'urgence de la digue médiane - La section d'entrée du canal d'évacuation se draine vers le bassin de polissage		Corriger la section d'entrée du canal d'évacuation	Aucune	Aucune	P-3	Une portion de l'eau sera dirigée vers le bassin de polissage, au lieu de s'écouler vers la nature	Complété Juin 2015

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2015-09	2015-06-02	Déversoirs d'urgence de la digue médiane et du chemin nord	Déversoir d'urgence de la digue médiane - Le seuil du déversoir semble haut		Valider l'élévation du seuil du déversoir selon la conception, abaisser le seuil au besoin	Aucune	Aucune	P-3	Moins de 1 mètre de revanche	Complété Juin 2015
2016-01		Digue médiane	Érosion des résidus miniers protégeant la membrane sous le «rip-rap»	2	Améliorer la qualité du « rip-rap » afin de limiter le potentiel d'érosion/lavage des résidus miniers			1	Tâche recommandée en 2016	Complété Juin 2016
2016-02		Digue médiane	Zone présentant un affaissement continu	2	Réalisation d'une investigation géotechnique afin d'établir si des mesures correctrices peuvent être mises en place et la stabilité de cette structure			2	Tâche a réalisé en considérant la vie de la mine, à devancer au besoin	Complété par WSP Mai 2017
2016-03		Digue médiane	Déversoir d'urgence du bassin principal et son canal de fuite semble de faible capacité et mal protégé	2	Réalisation d'une étude afin de valider la capacité d'évacuation et réalisation de travaux correcteurs, le cas échéant			3		Complété par WSP Mai 2017 révisé Novembre 2018 par SRK
2016-04		Digue médiane	Présence d'un ponceau partiellement obstrué dans le canal de fuite du déversoir d'urgence du bassin principal	2	Enlever ce ponceau			1		Complété Juin 2016
2016-05		Digue médiane	Finalité du canal de fuite obstruée par de la végétation	2	Nettoyer le canal de fuite de la végétation			2		Complété Août 2016
2016-06		Chemin nord	Géomembrane du déversoir exposée	1	Recouvrir la géomembrane d'empierrement			4		Complété Juillet 2016
2016-07		Chemin ouest	Fossé au pied aval de la digue est plein de végétation et permet à l'eau de s'écouler vers la surface des résidus miniers de la cellule n°3	1	Nettoyer le fossé de la végétation et assurer son efficacité de drainage			3		Complété Août 2016
2016-08		Cellule n°1	Accumulation d'eau à la surface des résidus miniers	2	Construire un second déversoir afin d'évacuer l'eau vers le bassin principal			1	Comme recommandé en 2015	Complété Août 2016
2016-09		Cellule n°2	Accumulation d'eau à la surface des résidus miniers	2	Construire un déversoir afin d'évacuer l'eau vers le bassin principal			1	Comme recommandé en 2015	Complété Août 2016
2016-10		Cellule n°3	Accumulation d'eau à la surface des résidus miniers	2	Construire un déversoir afin d'évacuer l'eau vers le bassin principal ou vers la cellule n°2			1	Comme recommandé en 2015	Complété Août 2016
2016-11		Cellule n°4	Accumulation d'eau à la surface des résidus miniers	2	Construire un second déversoir afin d'évacuer l'eau vers le bassin principal			1	Comme recommandé en 2015	Complété 2015
2016-12		Toutes les digues	Élévation de la crête est variable	2	Réalisation d'un relevé d'arpentage afin de valider que la revanche minimale est respectée			1		Relevé effectué, validation de la revanche effectuée par SRK en novembre 2018
2016-13		Toutes les digues	Signes d'érosion par ruissellement d'eau de surface sur les pentes	1	Effectuer des travaux correcteurs par la mise en place d'empierrement			5	À réaliser ou requis et au besoin	Complété À chaque année
2016-14		Digues internes 1, 2 et 3	Capacité d'évacuation des déversoirs semble limitée	2	Valider la capacité des déversoirs et effectuer des travaux correcteurs, le cas échant			3		Complété Août 2016
2016-15		Digue interne principale	Élévation de la crête variable et mise en place d'une berme de stabilisation en 2015	1	Évaluer la stabilité de cette digue			2		Complété par WSP Mai 2017

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2016-16		Instrumentation	Il n'y a pas d'instrumentation afin de suivre les niveaux d'eau dans les digues	1	Évaluer la pertinence et possibilité de mettre en place des piézomètres dans la digue médiane			3		Complété Automne 2016
2017-01		Digue médiane	Présence de sillons d'érosion par ruissellement d'eau dans la partie supérieure de la pente aval	1	Effectuer des travaux correcteurs par la mise en place d'empierrement			2		Complété Août 2017 et Juillet 2018
2017-02		Digue médiane – Déversoir d'urgence du bassin principal	Profil et calibre d'empierrement ne fournissent pas la capacité nécessaire pour évacuer la crue de conception et éviter l'érosion	2	Procéder aux travaux correctifs pour respecter le profil et le calibre de l'empierrement de protection, selon les spécifications de la note technique 01, WSP, 4 mai 2017			1		Complété Octobre 2017 - Septembre 2018
2017-03		Chemin Nord	Végétation importante et propice à la densification sur les pentes et au pied de la pente aval	1	Nettoyer les pentes et le fossé au pied de la pente aval de la végétation abondante et faire un contrôle régulier			3		Complété Août 2017
2017-04		Chemin Nord	Capacité d'évacuation du déversoir semble limitée et absence d'un canal de fuite	2	Évaluer la capacité d'évacuation requise, abaisser le radier du déversoir en conséquence et aménager un canal de fuite libre de tout équipement et/ou matériaux d'entreposage			2		Complété Août 2017
2017-05		Digue interne principale	Capacité d'évacuation des déversoirs semble limitée et accumulation d'eau à la surface des résidus dans la cellule 2	2	Évaluer la capacité d'évacuation requise et abaisser le radier des 2 déversoirs mis en place en 2016 (face aux cellules de résidus 1 et 3) en conséquence. Procéder de même pour former un 3e déversoir face à la cellule de résidus 2 dans le secteur où des eaux rougeâtres s'accumulent. Ajouter un enrochement de protection du calibre minimal requis sur le radier et les pentes de chacun de ces 3 déversoirs.			2		Complété Août 2017
2017-06		Digue interne principale	Face à la cellule de résidus 3, pente aval déformée montrant des signes d'érosion interne	2	Effectuer des travaux correcteurs par la mise en place de remblai granulaire compacté pour uniformiser la pente aval. Faire un suivi du comportement de la digue dans ce secteur.			1		Complété Septembre 2017
2017-07		Cellule de résidus 3	Signes d'érosion et de ravinement dans la couche de surface des résidus, à proximité du contact avec la digue interne principale	2	Niveler la surface des résidus de façon à éliminer le chemin d'érosion préférentiel			1		Complété Août 2017
2017-08		Cellule de résidus 3	Dépressions localisées en surface des résidus suite à la mise en place puis l'excavation des stériles miniers	2	Niveler la surface des résidus pour éviter l'accumulation d'eau localisée dans les dépressions			1		Complété 2018-12-31
2017-09		Chemin ouest	Végétation importante et propice à la densification sur les pentes et dans le fossé au pied	1	Nettoyer les pentes et le fossé au pied de la pente aval de la végétation abondante et faire un contrôle régulier			3		Complété Octobre 2017
2017-10		Toutes les digues et chemins	Élévation variable de la crête	1	Réaliser un relevé d'arpentage des crêtes et valider le respect de la revanche réelle			2	Comme recommandé en 2016	Complété Août 2017

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2017-11		Bassin principal	Absence de repère au pourtour du bassin principal pour suivre le niveau d'eau	1	Mettre en place une échelle limnimétrique pour s'assurer de respecter la revanche de 1 m à tout moment pendant les opérations. Cette échelle pourrait être mise en place au droit de la station de pompage.			2	Constaté lors d'inspection statutaire 2019	Mai 2017 (repères visuels) 2018 (échelle limnimétrique)
2017-12		Empilement de résidus en construction	Accumulation d'eau par-dessus le géotextile dans le secteur nord-ouest de l'emprise.	2	Pomper les eaux de surface dans ce secteur avant la mise en place de la couche de stériles			1		Complété Juillet 2017
2017-13		Empilement de résidus en construction	Présence de piézomètres sur la crête de la digue médiane (F-A-2-2016) et dans la cellule de résidus 1 (F-A-1-2016)	0	Continuer à relever les niveaux d'eau dans les piézomètres de façon journalière pour toute la durée des travaux			1		Complété pendant la construction de l'empilement de résidus
2017-14		Jetée perméable dans le bassin principal	Aucune revanche, surverse en crête par les eaux du bassin à plusieurs endroits	2	Élargir et rehausser la crête. Faire un suivi du comportement			1		N/A
2018-01		Digue médiane, section est dans le bassin de polissage	Géomembrane exposé	2	La géomembrane doit être recouverte afin de réduire la probabilité de perforation			1	Réparation avant la période hivernale 2018-2019	Complété 2019-04-23
2018-02		Canal d'évacuation du déversoir d'urgence du bassin de polissage	Capacité d'évacuation réduite en raison de la présence de végétation	2	La végétation doit être coupé et gérer adhéquatement afin de permettre un libre écoulement de l'eau			1	Réparation avant la période hivernale 2018-2019	Complété 2019-06-06
2018-03		Exutoire du canal d'évacuation d'urgence du bassin de polissage	Diminution de la qualité d'évacuation en raison de la présence de la forêt	2	La végétation doit être coupé et gérer adhéquatement afin de permettre un libre écoulement de l'eau dans l'environnement et de na pas avoir d'effet de refoulement			1	Réparation avant la période hivernale 2018-2019	Complété 2019-07-15
2018-04		Déversoir du bassin de sédimentation sur la digue nord	Ce déversoir a été remblayer par erreur et dégager par la suite, mais sa configuration originale n'a pas été respectée	2	La capacité d'évacuation de ce déversoir doit être confirmée et des travaux correcteurs doivent être réalisé au besoins (agrandissement de la section d'écoulement, dimension de l'empierrement de protection, etc.)			1	Réparation avant la période hivernale 2018-2019. Recommandé en 2017 et non réalisé	Complété 2019-07-15
2018-05		Brèches sur la crête de la digues interne principale	La capacité d'évacuation de ces brèches semblent limitée et inconnue.	2	La capacité d'évacuation de ce déversoir doit être confirmée et des travaux correcteurs doivent être réalisé au besoins (agrandissement de la section d'écoulement, dimension de l'empierrement de protection, etc.) afind'assurer qu'il n'y aura pas de débordement incontrôléau droit de la digue médiane, du chemin ouest et de la digue interne n°3			1	Réparation avant la période hivernale 2018-2019. Recommandé en 2017 et non réalisé	Travaux faits aux alentour du 26 septembre 2018
2018-06		Gestion des eaux de surface de contact	Les ponceaux mis en place sous les accès temporaires requis pour l'excavation des résidus miniers asséchés sont de petit diamètre.	2	Des ponceaux de plus grand diamètre devraient être mis en place et des points bas dans les accès temporaires devraient être construits. Ainsi une gestion de l'eau par gravité pourra être faite dans le cas d'une pluie abondante			2	Ponceaux retirés	Travaux fait en octobre 2018
2018-08		Gestion des eaux de surface	Le système de pompage des eaux n'a qu'une seule source d'alimentation en énergie	2	Un système de redondance énergétique devrait être mis en place afin d'assurer le fonctionnement des pompes en tout temps			2	Avant la crue printranière 2019, Génératrice louée pour l'UTE	Complété 2019-04-29
2018-09		Toutes les digues	Sillon d'érosion	2	Réparer les sillons d'érosion sur une base régulière			2	Comme réalisé normalement sur le site	Complété vers le 2018-09-20

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2018-10		Chemin ouest, digue nord et fossé au pied de la digue médiane	Végétation de plus en plus abondante	1	Planifier une gestion de la végétation dans le fossé du chemin ouest et sur la crête de la digue nord, dégager le fossé au pied de la digue médiane			2	Comme recommandé en 2017. Priorité d'application augmentée	Complété Mai 2020
2018-10-2		Toutes les digues et tous les chemins	Élévation variable de la crête	1	Le relevé d'arpentage a été réaliser en 2018; il reste à valider le respect de la revanche réelle			2	Comme recommandé en 2017.	Complété 2019-11-14
2018-16		Puit d'observation	Mesure de niveau d'eau en profondeur.	2	Relever l'élévation du sommet des puits d'observation et du sol adjacent afin de pouvoir établir l'élévation du niveau d'eau et faire une mesure régulière pendant toute l'année			1	Avant la période hivernale 2018-2019 ou rapidement au printemps 2019	Complété 2019-11-14
2018-16		Puits d'observation	Mesure du niveau d'eau en profondeur	2	Relever l'élévation du sommet des puits d'observation et du sol adjacent afin de pouvoir établir l'élévation du niveau d'eau et faire une mesure régulière pendant toute l'année			1		Complété 2019-11-14
2018-17		Bassin de polissage et de sédimentation	Absence de repères sur le pourtour du bassin principal pour le niveau d'eau	1	Mettre en place une échelle limnémétrique pour s'assurer de respecter la revanche de 1m à tout moment pendant l'activité. Cette échelle pourrait être mise en place au droit de la station de pompage			3	Devrait être mise en place lors de l'agrandissement du PAR - Recommandation de 2017	Complété 2019-09-16
2019-01		Digue ouest, face amont	Géomembrane exposée vis-à-vis le puisard de la cellule #4	2	Recouvrir la géomembrane afin de réduire la probabilité de perforation.			1		Complété 2020-06-27
2019-02		Digue interne principale, crête, à l'intersection de la digue interne 3	Ornières, tubage de forage, dépression dans la crête	2	Couper les tubages, mettre en place des stériles miniers pour niveler la dépression dans la crête.			2		Complété 2020-06-15
2019-03		Digue médiane, section est dans le bassin principal	Recouvrement de sable sujet à l'érosion	1	Surveiller lors des inspections. Remplacer toute perte de matériel par des stériles miniers.			1	Suivi hebdo instauré. Couche de stériles mise en place. Retour au suivi mensuel.	Complété 2020-06-16
2019-04		Digue ouest, pente et pied aval, épaulement sud	Végétation excessive	2	Retirer toute végétation excessive pour faciliter l'inspection des pentes et l'observation des exfiltrations. Pomper toute accumulation d'eau à la base du fossé vers la cellule #4.			2		Complété 2020-05-25
2019-05		Bassin de sédimentation	La revanche opérationnelle est faible par rapport au seuil du déversoir	2	Augmenter la fréquence des inspections. Faire un suivi hebdomadaire du niveau d'eau dans le bassin.			1	Échelle limnimétrique installée. Suivi hebdo instauré.	Complété
2019-06		Digue interne principale, face amont	Surexcavation des résidus du pied amont de la digue augmentant le risque d'érosion interne et pouvant affecter la stabilité de l'ouvrage. Talus de résidus instable.	2	Porter attention aux signes d'instabilité lors des inspections. Maintenir une bande de résidus d'au moins 3 m de largeur sur la face amont pour réduire le taux d'infiltration. Vérifier la stabilité amont ou renforcir le pied de pente en ajoutant des stériles miniers selon une pente 2H:1V.			1	Porté une attention lors du suivi et des interventions	Complété 2020-06-09
2019-07		Cellule #2, gestion des eaux	Des accumulations d'eau sont présentes en plusieurs points dans la cellule. Absence de plan de gestion des eaux. Pas de pompe sur place.	2	Procéder à des brèches des chemins de construction temporaires pour faciliter le libre écoulement de l'eau vers le point bas de la cellule. Définir les critères et les actions à prendre en cas de crue. Pomper sans délai toute accumulation d'eau importante dans le bassin principal.			2	Drainage interne aux cellules régularisé. Déversoir d'opération aménagé temporairement pour évacuer la crue printanière.	Complété 2020-06-10

Tableau A2 - Recommandations complétées

N°	DATE D'OBSERVATION	OUVRAGE / LOCALISATION	OBSERVATION	GRAVITÉ DE L'OBSERVATION	MESURES RECOMMANDÉES (ENTRETIEN)	MESURES RECOMMANDÉES (SURVEILLANCE)	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	PRIORITÉ D'APPLICATION DE LA MESURE CORRECTIVE SUGGÉRÉE	NOTES	STATUT / DATE
2019-08		Digue interne principale, pied aval	Exfiltrations d'eau formant des crevasses d'érosion dans les résidus en raison du bas niveau du bassin principal	1	Surveiller lors des inspections. Mettre des repères pour indiquer la position des crevasses et suivre la progression de l'érosion. Contacter un ingénieur géotechnique si l'érosion ou le débit des exfiltrations augmente.			1	Intégré au suivi. Sillons plus profonds remblayés avec des stériles miniers.	Complété 2020-06-10
2019-09		Digue interne principale, face aval	Accumulation de stériles dans la pente aval	2	Retirer l'accumulation de stériles et rétablir la géométrie originale de la digue afin de permettre l'inspection visuelle.			2		Complété 2020-06-10
2019-10		Digue interne 3 face amont (Est)	Instabilité locale	1	Maintenir l'accès à la digue fermé à la circulation de véhicules tant que la pente ne sera pas rectifiée.			1		Complété 2020-06-12
2019-11		Digue interne 1	La digue est recouverte de résidus	2	Retirer les résidus de la digue pour éviter l'accumulation d'eau et faciliter l'inspection.			3		Complété 2020-06-15
2019-12		Chemin ouest	Ornières, tubage de forage, dépression dans la crête	2	Couper les tubages, mettre en place des stériles miniers pour niveler la dépression dans la crête.			2		Complété 2020-06-11

LÉGENDE

XXX	Recommandations complétées (date connue)
XXX	Recommandations présumément complétées sur la base des observations récentes par FNX-INNOV (2019, 2020), d'indicence limitée ou faisant actuellement partie du suivi par BonTerra (date inconnue)

Notes pour 2016 à 2020:

Définition de la gravité de l'observation
Gravité

0 pas de risque ou risque négligeable
1 risque mineur, mettre en place une surveillance
2 risque important, avertir le supérieur immédiat et mettre en place des mesures correctives
3 risque majeur ou récurrent, mettre en place le plan d'urgence et les mesures correctives; avertir le superviseur et le personnel de gestion de la sécurité

Définition de la priorité d'implantation de la mesure corrective suggérée
Priorité

1 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 6 mois
2 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 12 mois
3 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 2 ans
4 devrait être appliquée dans un délai de 0 à 5 ans
5 application facultative, mais situation à surveiller

740, Galt Ouest, 2e étage
Sherbrooke (Québec) J1H 1Z3
Tél. 819-566-8855
Téléc. 819-566-0224

fnx-innov.com

G. SUPPORT AUX RÉPONSES POUR SIX QUESTIONS DU COMEX -PROJET BACHELOR. RAPPORT GÉOTECHNIQUE. 11 PAGES ET ANNEXES (BBA, 2020A)

BONTERRA

Bonterra

Support aux réponses pour six questions du Comex - Projet Bachelor

Val-d'Or, QC

Rapport technique

Rapport géotechnique

N° document BBA / Rév. : 6098006-000000-4G-ERA-0001 / R00

2 octobre 2020

FINAL

Préparé et vérifié par :
Vahid Marefat, ing., Ph.D.
OIQ nº 5088729

Vérifié par :
Luciano Piciacchia, ing., Ph.D
OIQ nº 35912

2020, boul. Robert-Bourassa, bureau 300
Montréal, Québec H3A 2A5 CANADA
T +1 514.866.2111 **F** +1 514.866.2116
bba.ca

Tous droits réservés. © BBA

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2020-10-02

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1
2. Méthodologie 1
   2.1 Critères de conception 1
   2.2 Classification des digues 2
   2.3 Évènement sismique de conception 2
3. Données d'entrée 3
   3.1 Données géotechniques dans l'emprise du secteur du parc à résidus 3
4. Conception géotechnique des Digues 7
   4.1 Digue Sud 7
   4.2 Digue Ouest 7
   4.3 Digue Interne 7
   4.4 Digue Médiane 8
   4.5 Digue Nord 8
   4.6 Digue dry stack/basin G et résidus 8
5. Hypothèses utilisées pour les analyses de stabilité 9
6. Intrants du modèle 9
7. Resultats des analyse de stabilite 10
8. Conclusions et recommandations 11

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Normes et directives utilisées pour l'analyse de stabilité 2
Tableau 2 : Accélération spectrale (Sa) et accélération maximale du sol (AMS-PGA) estimées pour le site de la mine pour une probabilité de 2 % sur 50 ans 3
Tableau 3: Résistance au cisaillement in-situ 5
Tableau 4 : Paramètres géotechniques des sols 9
Tableau 5 : Résultats de l'analyse de stabilité locale et globale 10

ANNEXES

Annexe A : Digues du parc à résidus

Annexe B : Plans et résultats de l'analyse stabilité

1. INTRODUCTION

Le projet Métanor de Bonterra comprend la mise à niveau du parc à résidus (PAR) avec l'établissement de nouvelles digues et le rehaussement de digues existantes. Une étude de stabilité des digues a donc été réalisée afin de valider les paramètres de conception.

La conception du parc à résidus comprend les six digues suivantes (annexe A) :

- Digue sud;
- Digue ouest;
- Digue médiane;
- Digue interne ;
- Digue nord; et
- Digue dry stack/basin G et bassin des résidus.

Les analyses de stabilité ont été réalisées sur 14 sections types représentatives de l'importance relative des diverses digues.

Les analyses de stabilité ont été produites en tenant compte des matériaux constituant les digues, des matériaux constituant l'assise des digues et des conditions hydrogéologiques. Les résultats obtenus ont été comparés aux critères présentés dans la Directive 019 sur l'industrie minière et dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers du Québec.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Critères de conception

Les normes et les directives utilisées pour l'analyse de stabilité sont présentés dans les documents suivants (Tableau 1):

- Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP; 2012);
- Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (MERN, 2016).

Tableau 1 : Normes et directives utilisées pour l'analyse de stabilité

Condition de chargement	Facteur de sécurité (FS) minimum	
	Directive 019	**Guide de préparation**
Stabilité locale		
Condition statique: court terme	-	1,0 à 1,1
Condition statique: long terme	-	1,2
Stabilité globale		
Condition statique: court terme	1,3 à 1,5	1,3 à 1,5
Condition statique: long terme	1,5	1,5
Condition pseudo-statique	1,1	1,1 à 1,3
Condition post-séisme	1,3	1,3

2.2 Classification des digues

La classification du risque des digues du parc à résidus miniers de la mine Bachelor devrait tout d'abord être réalisée afin d'établir le séisme de conception.

En se basant sur les recommandations de l'Association canadienne des barrages (ACB), les digues dans le parc à résidus Bachelor sont classifiées au niveau « Important/Significatif ». Il est considéré qu'une rupture de la digue médiane pourrait avoir des conséquences environnementales élevées en raison de la présence du lac Bachelor à environ 3 200 m en aval de cette digue.

Étant donné que le site se trouve dans un secteur forestier à accès limité, de type récréatif saisonnier (chasse et pêche) et qu'il ne semble pas y avoir d'activité particulière dans ce secteur, le risque relatif à la population ou à la perte de vie est considéré faible. En termes de risques d'impact économique, il est considéré que seuls les équipements de loisirs, les lieux de travail saisonniers et les voies de transport privées peu fréquentées seraient concernés.

Par conséquent, les digues du parc à résidus Bachelor correspondent donc à la classification qualitative « Important/Significatif » selon les recommandations ACB 2007.

2.3 Évènement sismique de conception

L'ACB recommande que l'événement sismique de conception pour un ouvrage de retenue soit établi sur sa classification du risque. Conformément à la Directive 019 (D019) sur l'industrie minière au Québec (MDDEP, 2012), un séisme d'une récurrence minimale de 2 500 ans doit être utilisé pour les aires d'accumulation de résidus miniers. Par conséquent, un séisme de conception

d'une récurrence de 2 500 ans a été utilisé afin d'établir la sécurité sismique des digues du parc à résidus de la mine Bachelor.

L'accélération maximale du sol au site a été déterminée à l'aide de l'outil de calcul de l'aléa sismique du Code national du bâtiment du Canada (CNB, 2015). Pour le site de la mine Bachelor, l'accélération maximale horizontale d'un sol de classe C pour une probabilité annuelle de dépassement de 2 % en 50 ans (1/2 475 ans) est de 0,047 g. Les données qui ont été estimées sont présentées au Tableau 2.

Tableau 2 : Accélération spectrale (Sa) et accélération maximale du sol (AMS-PGA) estimées pour le site de la mine pour une probabilité de 2 % sur 50 ans

Paramètre	Valeur	Unité
Sa (0,05 seconde)	0,056	g[1]
Sa (0,1 seconde)	0,080	g
Sa (0,2 seconde)	0,081	g
Sa (0,3 seconde)	0,073	g
Sa (0,5 seconde)	0,066	g
Sa (1,0 seconde)	0,044	g
Sa (2,0 secondes)	0,025	g
Sa (5,0 secondes)	0,006	g
Sa (10,0 secondes)	0,003	g
PGA (g)	0,047	g
PGV (m/s)	0,057	m/s

[1] g = 9,81 m/s²

3. DONNÉES D'ENTRÉE

3.1 Données géotechniques dans l'emprise du secteur du parc à résidus

Depuis 1981, au moins six (6) campagnes géotechniques ont été exécutées sur le site minier Lac Bachelor. Les campagnes ont été menées par le Laboratoire Ville-Marie inc. (en 1981), Golder Associés (en 2007), GHD (en 2016), Richelieu Hydrogéologie Inc. (en 2018) et BBA (en 2019 et 2020). Les informations utilisées pour la présente étude de stabilité proviennent des sources suivantes :

- Forages réalisés en 1981 : 2

[1] C.-à-d. 9.8 m/s²

- Tranchées exploratoires réalisées en 1981 : 5
- Forages réalisés en 2007 : 15
- Forages réalisés en 2016 : 5
- Sondages réalisés au piézocône en 2016: 8
- Forages réalisés en 2018 :9
- Forages réalisés en 2019 : 31
- Forages réalisés en 2020 : 4

Les forages et les tranchées exploratoires ont été analysés pour produire un modèle géotechnique 3D à utiliser lors de la conception géotechnique du PAR.

Les résultats et les données obtenus par des forages et des sondages au piézocône ainsi que des essais en laboratoire dans le secteur du PAR ont été utilisés par divers consultants pour produire une description de la stratigraphie des sols rencontrés dans le secteur. Les sections suivantes présentent ces descriptions.

3.1.1 Terre végétale

Une couche superficielle de terre végétale pouvant atteindre jusqu'à 0,2 m a été rencontrée dans les majorités des forages. La terre végétale est hautement compressible, humide à saturée et très lâche. Des morceaux de bois ont été rencontrés dans la couche superficielle des remblais routiers (BBA 2019; Golder Associés, 2007). La terre végétale est parfois mélangée avec du sol superficiel, soit du sable et des cailloux ou soit de l'argile et du silt. La teneur en matières organiques a été évaluée à 33 % du poids sec de l'échantillon et la teneur en eau s'établissait à 156 %.

3.1.2 Couche de sable silteux superficiel

Sous l'horizon de terre végétale, notamment au sud du site, une couche naturelle de sable silteux avec des traces de gravier et d'argile à sable et gravier silteux avec trace d'argile a été rencontrée sur des épaisseurs respectives de 0,10 m à 2,90 m. Le sable silteux était très lâche à compact avec des valeurs d'indice « N » qui varient entre 2 et 20 (Richelieu Hydrogéologie Inc., 2018; BBA, 2019).

3.1.3 Dépôt d'argile

Un dépôt d'argile varvée et hétérogène a été rencontré sur le site, notamment sous la couche de tourbe et parfois en surface. Le dépôt d'argile a été rencontré principalement dans la partie

centrale de la vallée, vers le nord et vers l'ouest. Les sols argileux (argile et silt argileux) atteignent des épaisseurs comprises entre 0,6 m à 11,35 m.

L'argile de la partie supérieure du dépôt est principalement brune, raide et surconsolidée. Elle devient grise, saturée et ferme à molle (parfois très molle) dans certaines couches. La partie supérieure est normalement appelée la croûte. La croûte possède une résistance au cisaillement raide à ferme.

L'argile sous la croûte est ferme à très molle et légèrement surconsolidée avec une pression de préconsolidation variant entre le 85 kPa et 110 kPa (BBA, 2019).

La consistance du dépôt argileux varie de raide à ferme et molle selon les mesures in situ. Toutefois, des mesures de laboratoire ont montré que la consistance de l'argile varie de dur à très molle. Selon les résultats des différentes investigations géotechniques réalisées sur le site Bachelor, les résistances au cisaillement (C_u) obtenues sont présentés au Tableau 3.

Tableau 3: Résistance au cisaillement in-situ

Investigation par	Année	Épaisseur de sol argileux (m)	Résistance au cisaillement (kPa)
Laboratoire Ville-Marie inc.	1981	7-8	26,2 à 64,3 en surface 13,7 à 14,2 en profondeur
Golder Associés	2007	0,6 à 8,5	30 à 80 en surface 20 à 22 en profondeur 6 à 9 par endroits
GHD	2016	0.6 à 8,5 m	20 à 124
Richelieu Hydrogéologie Inc.	2018	0 à 5,94	Par endroits 25,48 profondeurs 6,86 m 45,35 profondeurs 10,06 m
BBA inc.	2019	0,71 m à 11,35 m	19 à 100 kPa

L'argile a été classée dans la catégorie moyennement sensible à sensible selon les mesures au scissomètre in situ. Selon les résultats obtenus, la teneur en eau naturelle et l'indice de plasticité de l'argile varient respectivement entre 21 % et 79 % et entre 9 % et 44 %. La plasticité de l'argile change d'une plasticité faible à une plasticité élevée.

Selon les l'investigation menée par BBA (2019), les argiles plus sableuses sont associées à des teneurs en eau plus faibles. L'argile dans la partie supérieure du site (croûte) est surconsolidée et l'argile en profondeur est légèrement surconsolidée. Des pressions de préconsolidation allant de 85 à 235 kPa ont été obtenues.

Les coefficients de consolidation de l'argile mesurés ont varié entre 3 et 20 m^2/an. La perméabilité de l'argile est de l'ordre de $1x10^{-9}$ m/s.

3.1.4 Dépôt till

Au sud du site, la couche de sable supérieure est suivie par un dépôt granulaire de till, avec des épaisseurs variant de 0,25 à 4,9 m, jusqu'au socle rocheux. Des valeurs d'indice « N » variant de 25 à plus de 100 ont été mesurées dans le dépôt de till. A l'ouest du site, la couche supérieure de sable est aussi suivie par le dépôt de till jusqu'au socle rocheux. Dans les autres forages le dépôt till a été rencontré sous l'argile. Des valeurs d'indice « N » variant de 19 à plus de 100 ont été mesurées dans le dépôt de till.

Dans le centre du site, le dépôt de till a été rencontré sous la couche d'argile. Des valeurs d'indice « N » variaient de 5 à plus de 100.

La composition prédominante du till est constituée de sable silteux avec un peu de gravier et de trace d'argile.

3.1.5 Résidus miniers

Des résidus miniers constitués majoritairement de silt et argile avec des proportions variables en sable ont été observés sur une épaisseur évaluée à environ 7,6 m. Les résidus miniers sont dans un état qualifié de très lâche à compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 1 et 18.

Les caractérisations mécaniques (densité relative, Proctor, granulométrie et perméabilité) ont été mesurées par GHD en 2016 et Golder Associés en 2007. La densité relative des grains des résidus est de 2,77 et la perméabilité varie de 1,0 x 10^{-8} m/s à 5,0 x 10^{-8} m/s. La granulométrie des résidus réalisée par GHD (2016) et Golder Associés (2007) montre que les résidus sont constitués d'environ 80-90 % de silt et argile et 10-20 % de sable. L'essai Proctor standard réalisé par GHD (2016) indiquait une masse volumique sèche maximale de 1 666 kg/m^3 et une teneur en eau optimale de 17,7 %.

3.1.6 Nappe phréatique

Le niveau des eaux souterraines au site était variable. Selon la campagne géotechnique menée par BBA (2019), au sud, il a été rencontré entre 0,92 et 2,9 m de profondeur Le niveau était plus profond dans quelques forages et dans certains, la nappe phréatique n'a pas été atteinte. Au nord, les eaux souterraines ont été rencontrées entre 0,76 et 2,3 m de profondeur. Dans les résidus solides, les eaux souterraines ont été rencontrées entre 3,81 et 6,86 m de profondeur. Du côté ouest, elles ont été rencontrées entre 0,8 et 3,0 m de profondeur.

4. CONCEPTION GÉOTECHNIQUE DES DIGUES

La conception et le dimensionnement des digues ont été réalisés en prenant compte des critères suivants :

4.1 Digue Sud

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans le plan 6098002-4G-D01-0001 à l'annexe B;
- Les sols de fondation sont granulaires, il n'y a pas de sol argileux sur la fondation;
- Une géomembrane sera utilisée pour l'étanchéité de la digue;
- Le cœur de la digue sera constitué de matériaux d'emprunt granulaires ou de résidus non acidogènes avec une couverture minimum de 900 mm d'enrochement en amont et 1 200 mm d'enrochement en aval;
- L'angle des pentes aval et amont sera de 2,5H: 1V.

4.2 Digue Ouest

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans le plan 6098002-4G-D01-0002 à l'annexe B.
- Les sols de fondation sont constitués de sol granulaire avec un peu d'argile;
- Une géomembrane sera utilisée pour l'étanchéité de la digue;
- Le cœur de la digue sera constitué de matériaux d'emprunt granulaires ou de résidus non acidogènes avec une couverture minimum de 900 mm d'enrochement en amont et plus que 1 200 mm d'enrochement en aval;
- L'angle de la pente aval sera 3H: 1V et l'angle de la pente amont sera de 2,5H: 1V.

4.3 Digue Interne

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans les plans 6098002-4G-D01-0003 à 0005 à l'annexe B.
- Les sols de fondation sont constitués de sol argileux;
- La digue sera constituée d'enrochement;
- Une berme de stabilisation est conçue pour assurer la stabilité de la digue;
- L'angle des pentes aval et amont sera de 2,5H: 1V.

4.4 Digue Médiane

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans les plans 6098002-4G-D01-0006 à 0007 à l'annexe B.
- Les sols de fondation sont constitués de sol argileux;
- Une géomembrane sera utilisée pour l'étanchéité de la digue;
- Le cœur de la digue sera constitué de matériaux d'emprunt granulaires ou de résidus non acidogènes avec une couverture minimum de 900 mm d'enrochement en amont et en aval;
- Une berme de stabilisation est conçue pour assurer la stabilité de la digue;
- L'angle des pentes aval et amont sera de 2,5H: 1V.

4.5 Digue Nord

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans les plans 6098002-4G-D01-0008 à 0011 à l'annexe B.
- Les sols de fondation sont constitués de sol argileux;
- Une géomembrane sera utilisée pour l'étanchéité de la digue;
- Le cœur de la digue sera constitué de matériaux d'emprunt granulaires ou de résidus non acidogènes avec une couverture minimum de 900 mm d'enrochement en amont et en aval;
- Une berme de stabilisation est conçue pour assurer la stabilité de la digue;
- L'angle des pentes aval et amont sera de 2,5H: 1V.

4.6 Digue dry stack/basin G et résidus

- Le profil de la digue et la coupe transversale typique avec des détails sont présentés dans les plans 6098002-4G-D01-0012 à 0014 à l'annexe B.
- Les sols de fondation sont constitués de résidus non saturés ;
- Le pente aval de la digue sera couverte avec une couche d'enrochement d'une épaisseur minimum de 1 200 mm;
- La digue sera constituée de matériaux d'emprunt granulaires ou de résidus Nnon acidogènes;
- L'angle des pentes aval et amont sera de 3H: 1V.

5. HYPOTHÈSES UTILISÉES POUR LES ANALYSES DE STABILITÉ

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour les analyses de stabilité des pentes :

- La stratigraphie des sols de fondation et les paramètres de résistance au cisaillement retenues proviennent des rapports 07-12227-0010 de Golder Associés en 2007, 11182659-A1-Rév.3 GHD en 2018 et le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc en 2018;
- Pour l'analyse à court terme (fin de construction) et à long terme, le matériau granulaire a été modélisé par le critère de rupture de Mohr-Coulomb. La cohésion (C) du matériau granulaire a été supposée égale à zéro;
- Le matériau argileux a été modélisé à l'aide de la méthode dite de contrainte totale (ø = 0)
- L'analyse de stabilité à long terme a été modélisé par le critère de rupture de Mohr-Coulomb;
- Les paramètres hydrauliques et de résistance des matériaux de la fondation et des résidus sont supposés uniformes;
- La force sismique horizontale est la seule utilisée dans l'analyse pseudo-statique. En effet, le coefficient sismique horizontal (K_h) augmente les forces et diminue la résistance des matériaux et le coefficient sismique vertical est négligeable;
- Le coefficient sismique horizontal utilisé est de K_h=0,5 PGA/g.

6. INTRANTS DU MODÈLE

Les paramètres géotechniques utilisés dans le cadre des analyses de stabilité sont présentés au Tableau 4.

Tableau 4 : Paramètres géotechniques des sols

Matériau	γ (kN/m^3)	Propriétés drainées		Propriétés non-drainées		K_{sat} (m/s)
		C' (kPa)	Φ' (°)	Φ (°)	Su (kPa)	
Enrochement	20	0	35	Na	Na	$1x10^{-4}$
Résidus	18	0	28	Na	Na	$1x10^{-8}$
Sable fin et silt / silt sableuse (fondation)	17	0	30	Na	Na	$1x10^{-6}$
Sable grossier (fondation)	18	0	36	Na	Na	$1x10^{-5}$
Argile-supérieur (fondation)	17	0	30	0	20	$1x10^{-9}$
Argile-inferieur (fondation)	17	0	30	0	17	$1x10^{-9}$
Substrat rocheux	Impénétrable					$1x10^{-11}$

* Une gamme inférieure pour l'argile molle

7. RESULTATS DES ANALYSE DE STABILITE

Les modèles de stabilité pour la section transversale sélectionnée ont été définis sur la base des données/informations des forages et des tranchées exploratoires le long ou à proximité de la section sélectionnée.

Pour chacune des digues, d'une à quatre sections ont été sélectionnées pour l'analyse de stabilité. Les sections ont été sélectionnées où la digue a la hauteur maximale et la fondation est constituée de divers matériaux.

Les sections analysées pour chacune des digues sont présentées à l'annexe A. Le Tableau 5 résume le coefficient de sécurité obtenu pour les sections sélectionnées.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse de stabilité locale et globale

Digues	Coupes critiques	F_S minimum estimé		
		Court terme	Long terme	Pseudo-statique
		Critère = 1,3	Critère = 1,5	Critère = 1,1
Sud	A	1,5	1,5	1,4
Ouest	A'	1,5	1,7	1,4
Interne	B	1,5	1,8	1,3
	B'	1,5	1,8	1,1
	B''	1,6	1,8	1,3
Median	C	1,5	1,8	1,3
	D	1,6	1,8	1,4
Nord	E	1,6	2,2	1,4
	F	1,5	2,0	1,4
	F'	1,5	2,1	1,2
	F''	1,5	2,0	1,3
Dry stack/Basin G	G	1,5	1,60	1,2
Dry stack/résidus	H	1,5	1,5	1,3
	I	1,5	1,5	1,4

8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- L'analyse de stabilité montre que les facteurs de sécurité à court terme, long terme et pseudo statique respectent les facteurs de sécurité exigés par la Directive 019 et le Guide de préparation du plan de restauration;
- Une analyse plus approfondie est nécessaire de manière à intégrer les nouvelles données géotechniques obtenues à partir des investigations réalisées par BBA en 2019 et 2020, ce qui permettra l'optimisation de la conception des digues;
- Il est recommandé d'instrumenter la fondation des digues lors de la construction afin de suivre la surpression interstitielle et de valider les analyses de la stabilité.

Annexe A : Digues du parc à résidus

1 : 2000 — 40 20 0 40 80 120 160 200 m

VUE D'ENSEMBLE

ÉCHELLE 1:2 000

OPTION 6

DÉPOSITION CONVENTIONNELLE
TONNAGE VISÉ: 6M t
VOLUME (1.44t/m³): ± 5.6M m³

LÉGENDE:

- BASSIN VERSANT
- DÉVERSOIR D'OPÉRATION PROPOSÉ
- DÉVERSOIR D'URGENCE ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS
- COURBE ARGILE (INTERVALLES AUX 3 m)

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. INTERPRÉTATION BASÉE SUR DES FORAGES GÉOTHECNIQUES LIMITÉS

INDEX DES PLANS

6098002-4G-D50-0001	PARC À RESIDUS	-		-	VUE EN PLAN
6098002-4G-D50-0001	RÉFECTION AVANT DÉPOSITION	-		-	VUE EN PLAN
6098002-4G-D01-0001	DIGUE SUD A	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0002	DIGUE OUEST	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0003	DIGUE INTERNE B'	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0004	DIGUE INTERNE B	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0005	DIGUE INTERNE B''	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0006	DIGUE MÉDIANE C	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0007	DIGUE MÉDIANE D	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0008	DIGUE NORD E	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0009	DIGUE NORD F	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0010	DIGUE NORD F'	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0011	DIGUE NORD F''	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0012	DIGUE DRYSTACK G	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0013	DIGUE DRYSTACK H	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0014	DIGUE DRYSTACK I	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL

TABLEAU VOLUME DE DÉPOSITION

VOLUME	HAUTEUR DIGUE SUD	HAUTEUR DIGUE INTERNE	HAUTEUR DIGUE OUEST
5.55M m3	342.3 - 344.7 m	336.8 - 346.0 m	339.0-343.5 m
4.96M m3	341.3 - 343.7 m	335.8 - 346.0 m	338.0-342.5 m
4.39M m3	340.3 - 342.7 m	334.8 - 346.0 m	337.0-341.5 m
3.83M m3	339.3 - 341.7 m	333.8 - 346.0 m	336.0-340.5 m
3.29M m3	338.3 - 340.7 m	332.8 - 346.0 m	335.0-339.5 m
2.77M m3	337.3 - 339.7 m	331.8 - 346.0 m	334.0-338.5 m
2.28M m3	336.3 - 338.7 m	330.8 - 346.0 m	333.0-337.5 m
1.80M m3	335.3 - 337.7 m	329.8 - 346.0 m	332.0-336.5 m
1.36M m3	334.3 - 336.7 m	328.8 - 346.0 m	331.0-335.5 m
0.96M m3	333.3 - 335.7 m	327.8 - 346.0 m	330.0-334.5 m
0.55M m3	332.3 - 334.7 m	326.8 - 346.0 m	329.0-333.5 m

TABLEAU VOLUME DE CONSTRUCTION DES DIGUES

DIGUE	VOLUME DE RÉSIDUS (±) (m³)	VOLUME D'ENROCHEMENT (±) (m³)	TOTAL (±) (m³)
SUD	464 173.26	111 921.00	576 094.17
OUEST	112 494.48	96 284.89	208 779.37
INTERNE	0	251 969.51	251 969.51
MÉDIANE	34 637.98	40 661.35	75 299.83
NORD	81 097.02	82 673.72	163 770.74
DRYSTACK/ BASSIN	4 934.88	9 193.12	14 128.00
DRYSTACK/ RÉSIDUS	23 509.34	0	23 509.34
TOTAL	720 846.96	592 703.59	1 313 550.96

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

SURFACE .BAUX.MINIER	PLAN DE DÉPOSITION OPTION 6					
BAIL VUE CAMPEMENT	BAIL SURFACE (18 SEPTEMBRE 2018)					
ENVI_182038-1	BATHYMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE DU PARC À RÉSIDUS	AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
	(RELEVÉ 25-26 SEPTEMBRE 2018)	AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09
DESSIN No	DESCRIPTION	RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
DESSINS DE RÉFÉRENCE		RÉVISIONS				

SCEAU:

BBA

CLIENT:

BONTERRA Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: PARC À RESIDUS
VUE EN PLAN

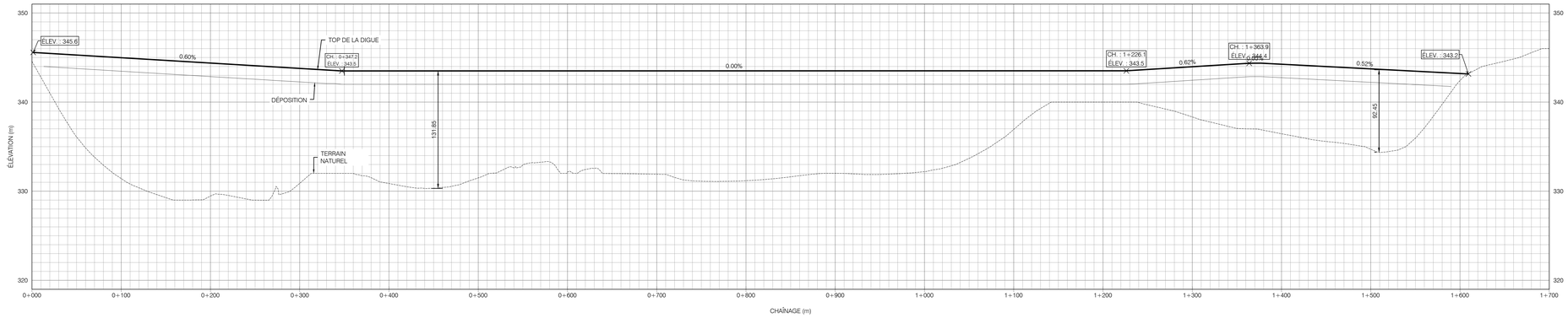
CONÇU PAR: L. PICIACCHIA	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: MAREFAT V.	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: 1:2000	DATE: 2018-10-31
DESSIN No: 6098002-4G-D50-0001	FEUILLE: - FORMAT: A0 REV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G-D50-0001.DWG

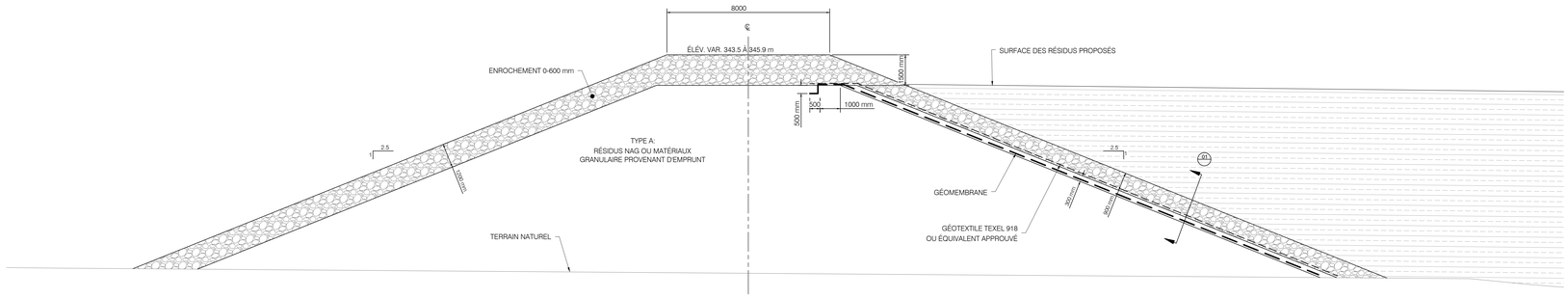
PAR:DOUCET, MARC-ANDRE
IMPRIMÉ LE: 2018-11-16 14:43:13

Annexe B : Plans et résultats de l'analyse stabilité



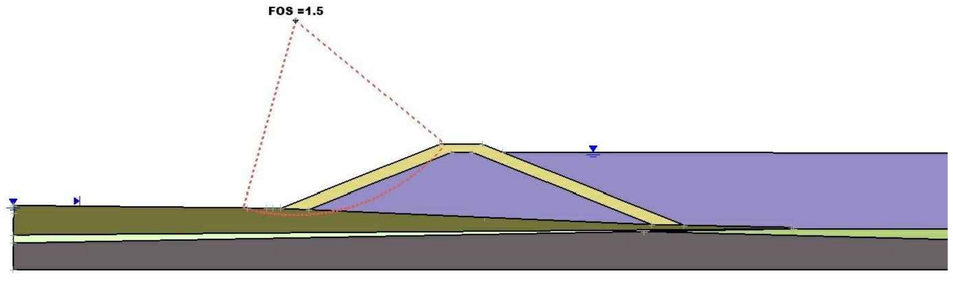
DIGUE SUD - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



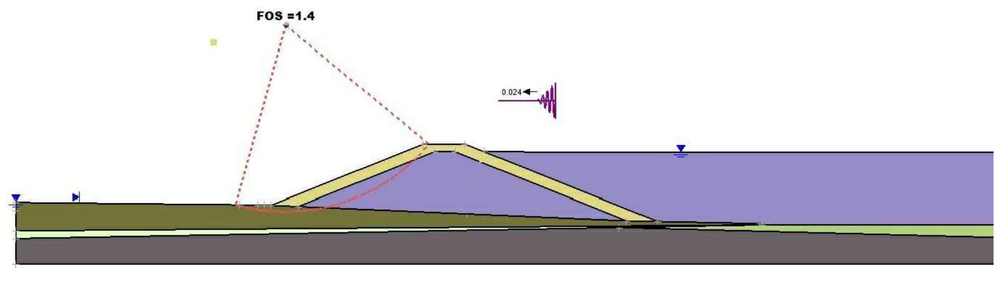
A DIGUE SUD - COUPE TYPIQUE CH: 0+785
CH-0007 1:100

01 STRUCTURE DE MEMBRANE
1:100



DIGUE SUD - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE SUD - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE — RÉVISIONS

SCEAU:

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor, Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE SUD A
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUE EN PROFIL

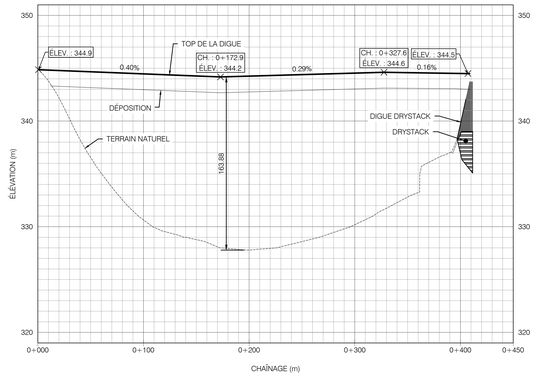
CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0001	FEUILLE: — FORMAT: A0 RÉV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

G:\6098\0003-40_ING_ENG\40_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

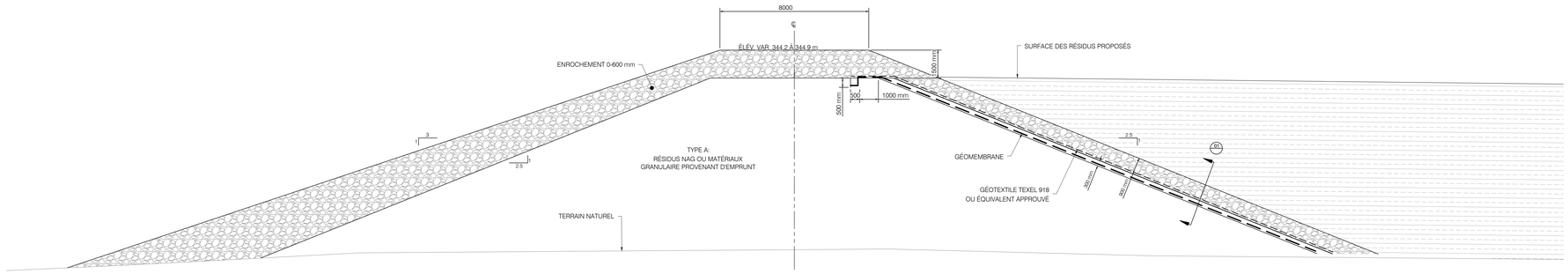
PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
APPROUVÉ PAR:MAREFAT, VAHID

6098002-4G-D01-0001



DIGUE OUEST - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V:1:200

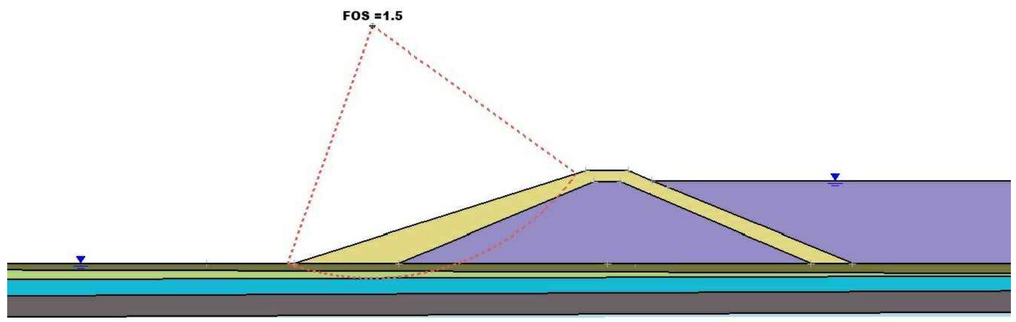


A' DIGUE OUEST - COUPE TYPIQUE CH: 0+155

1:100

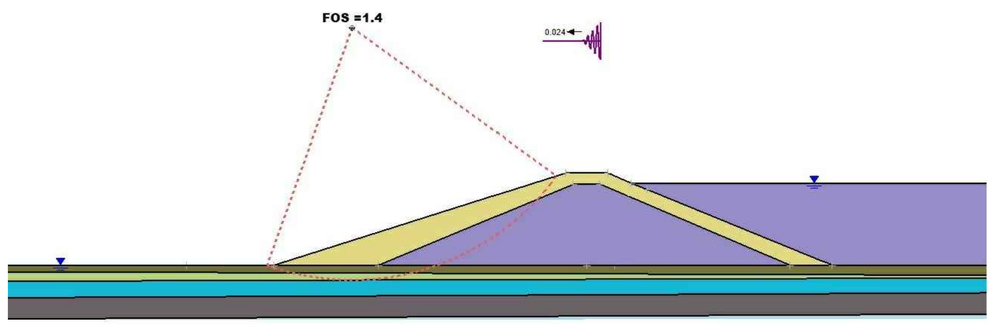
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



DIGUE OUEST - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE OUEST - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

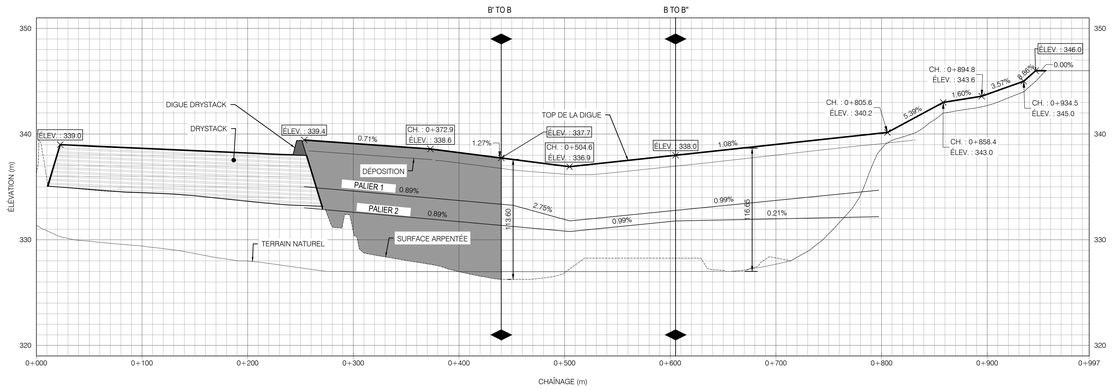
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE OUEST A' DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0002	FEUILLE / FORMAT: A0 / RÉV.: AB

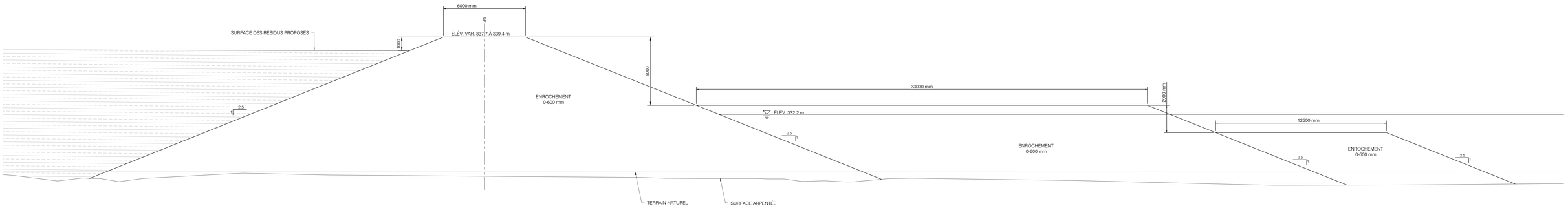
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 14:56:21



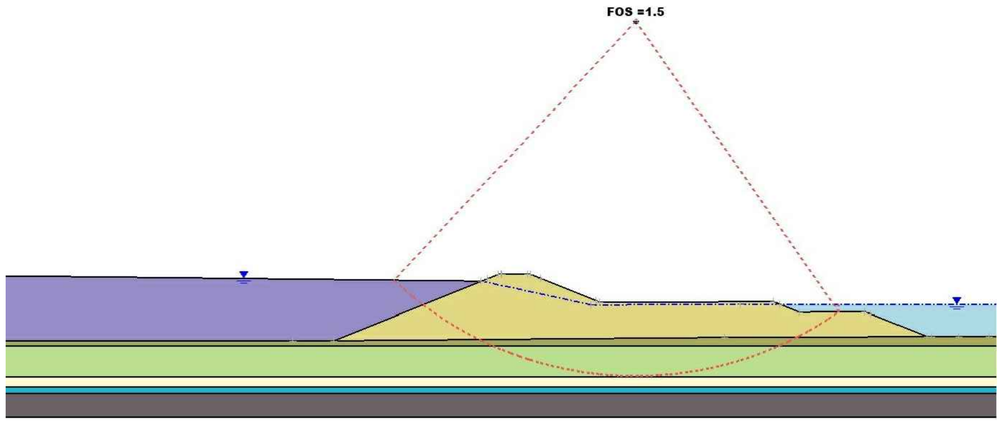
DIGUE INTERNE - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V:1 200



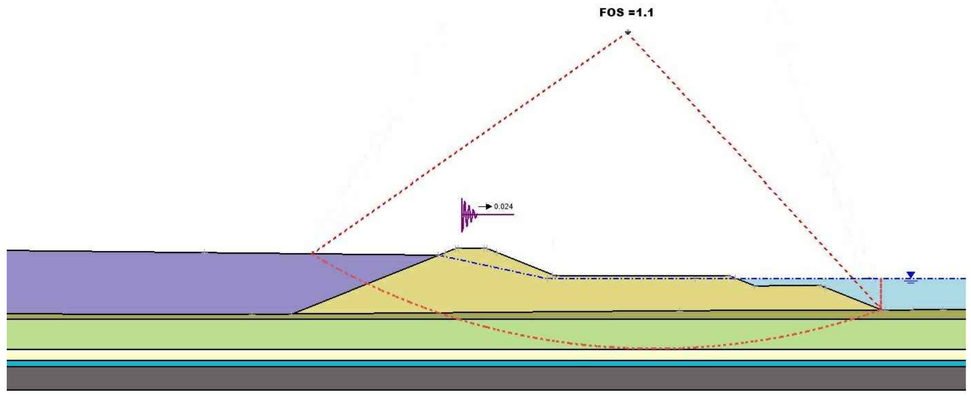
B' DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+345

050-0007 1:100



DIGUE INTERNE B' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E.



DIGUE INTERNE B' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B' DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

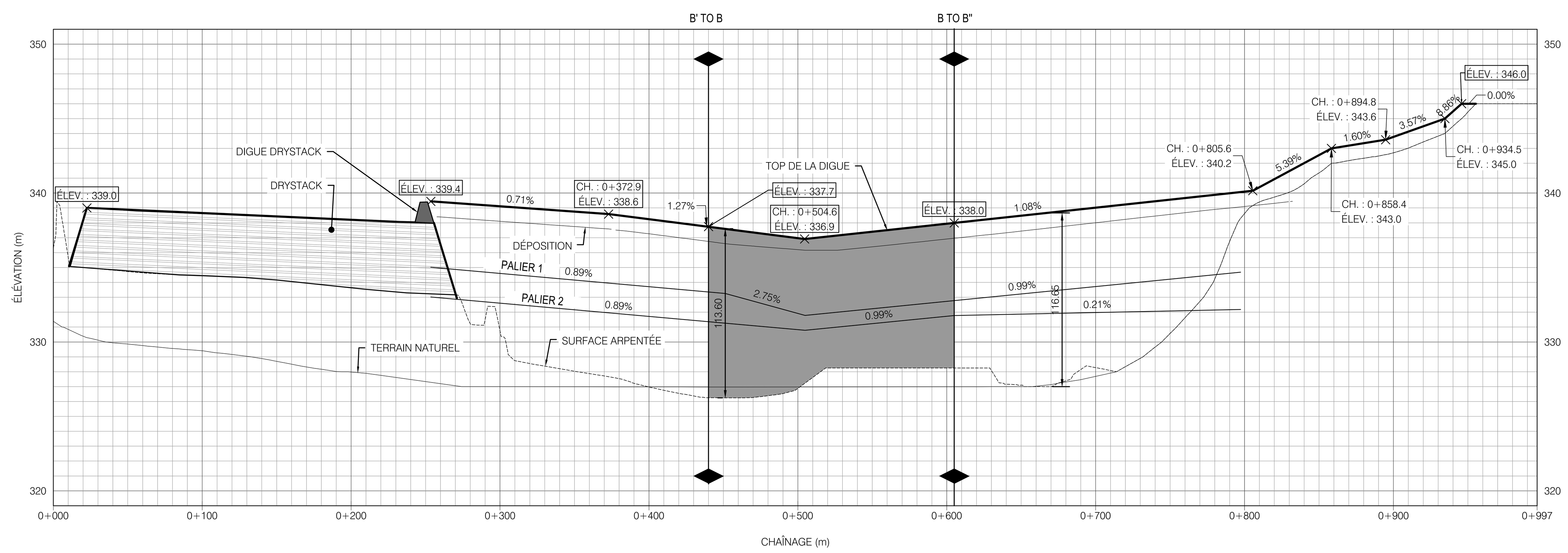
CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0003 | FEUILLE | FORMAT: A0 | RÉV. AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

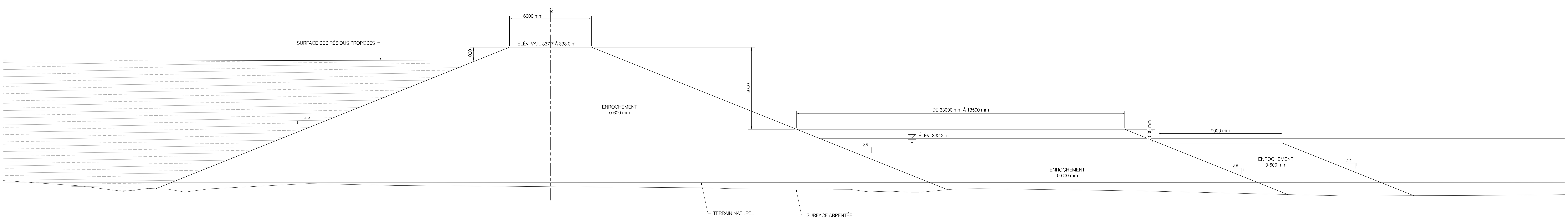
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 14:06:25



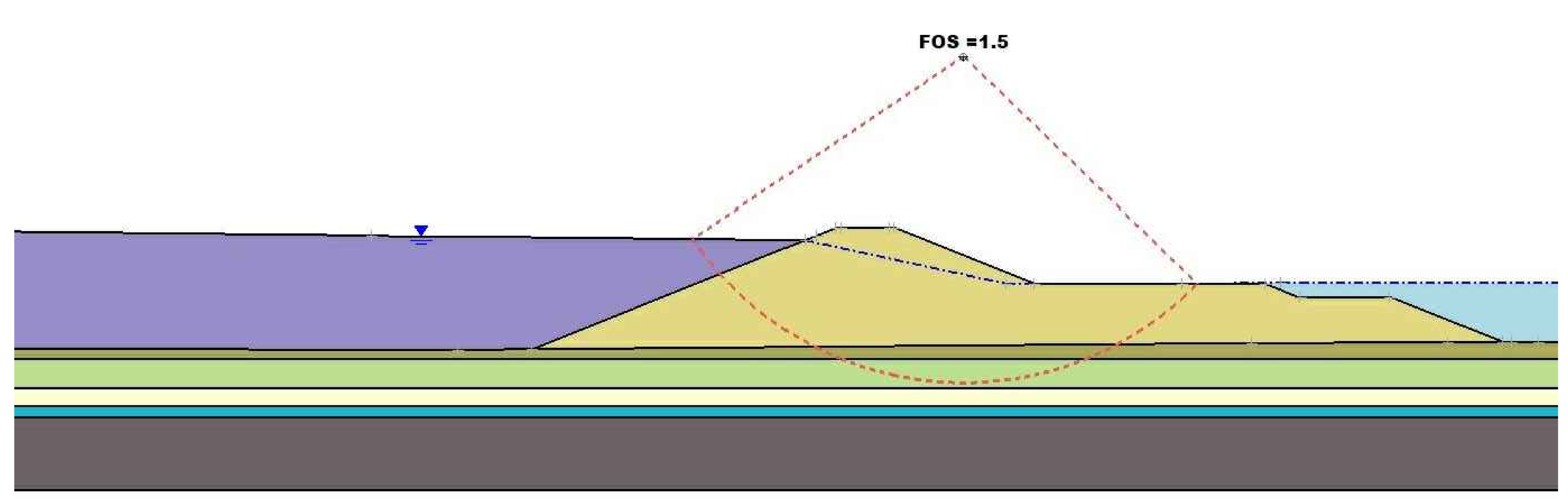
DIGUE INTERNE - PROFIL

ÉCHELLE H:1:2 000 ; V:1:200



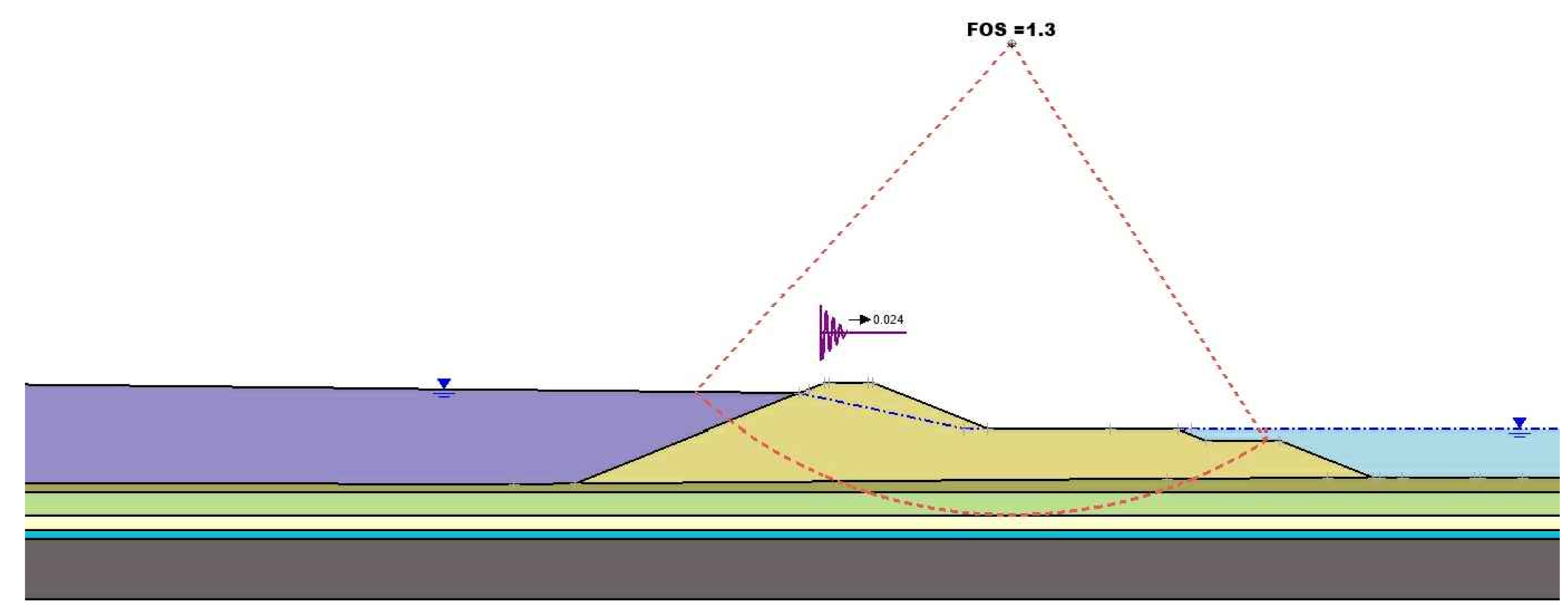
B DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+480

1:100



DIGUE INTERNE B - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.À.É.



DIGUE INTERNE B - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.À.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

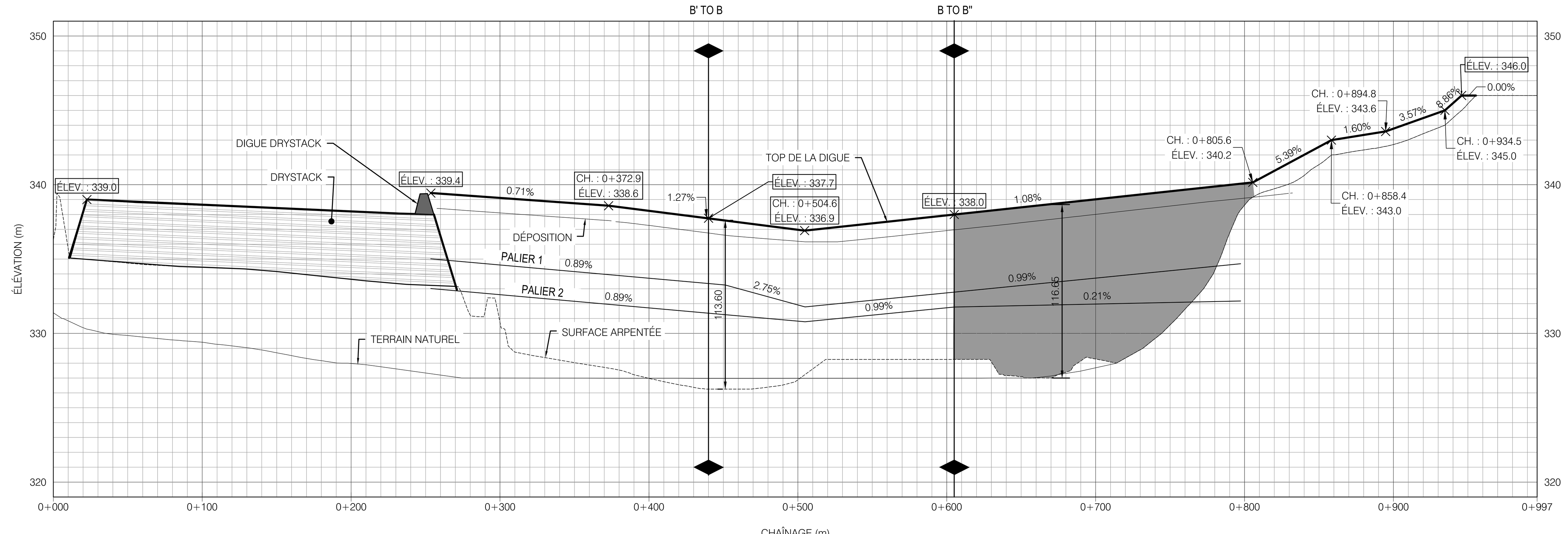
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0004	FEUILLE: FORMAT: A0 RÉV.: AA

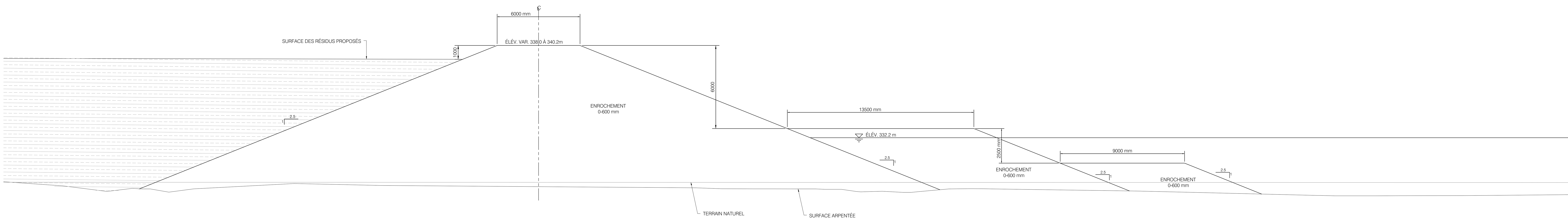
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ IMPRIMÉ:2018-11-16 14:58:34



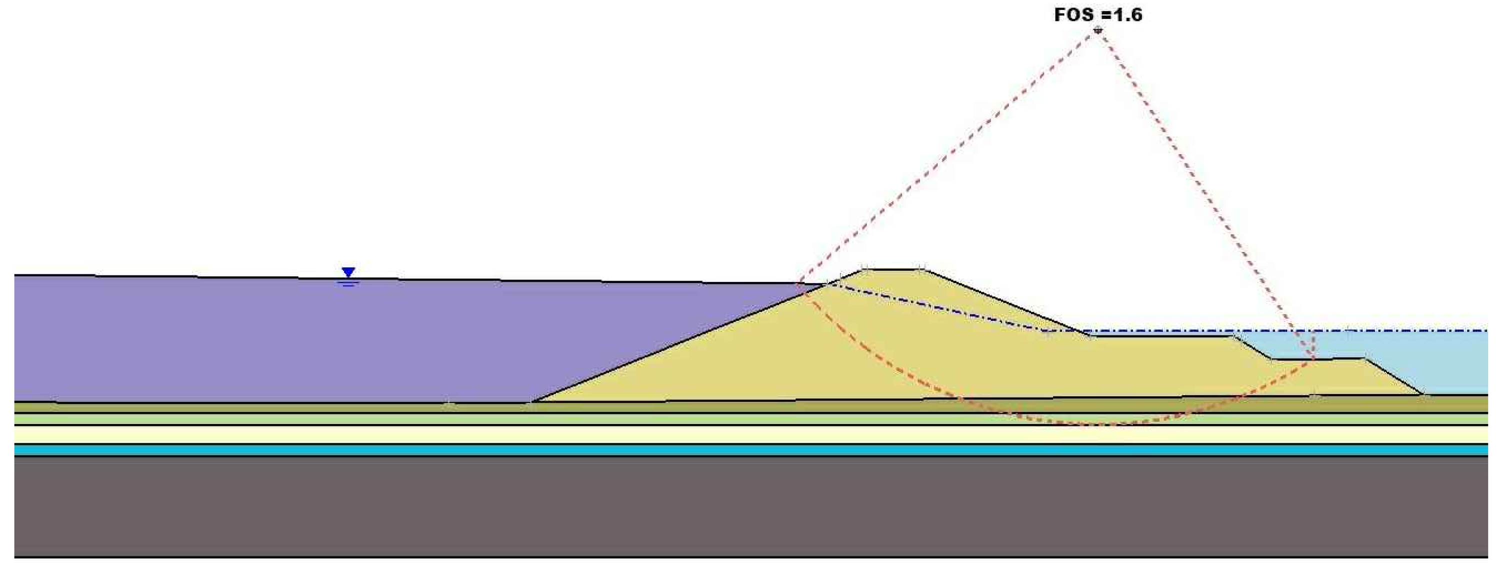
DIGUE INTERNE - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 : V 1:200



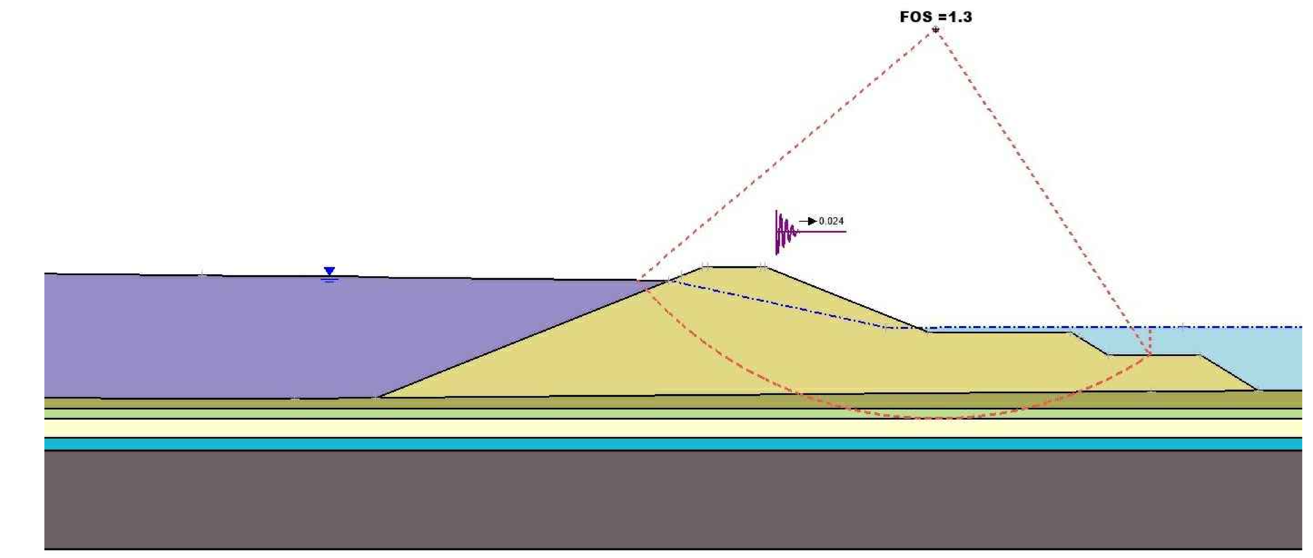
B" DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+680

1:100



DIGUE INTERNE B" - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E.



DIGUE INTERNE B" - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 14:58:43

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

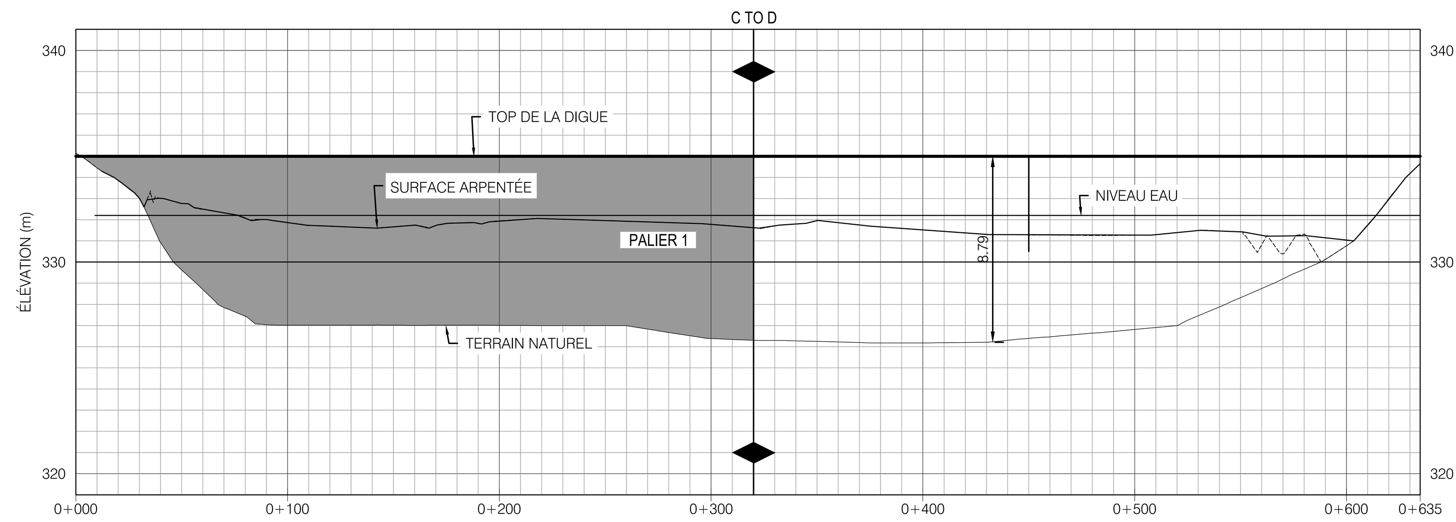
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B" DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

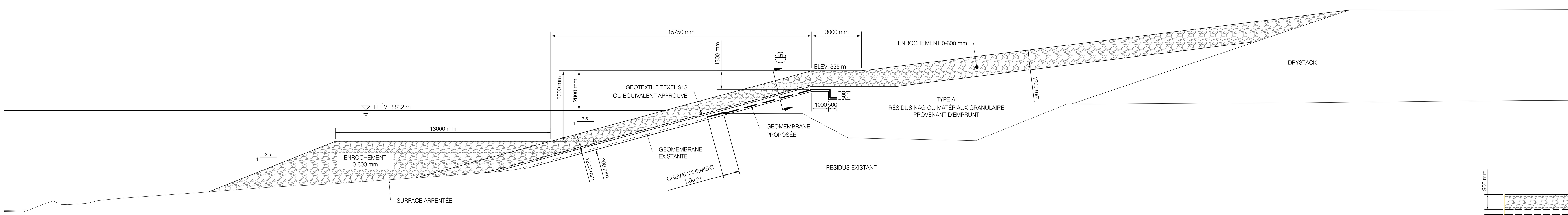
CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0005	FEUILLE: FORMAT: A0 RÉV.: AB

G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG



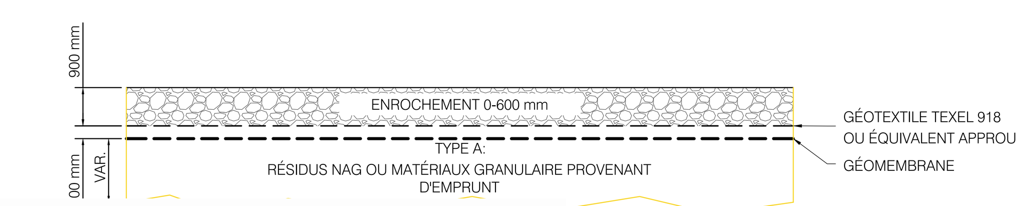
DIGUE MÉDIANE - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



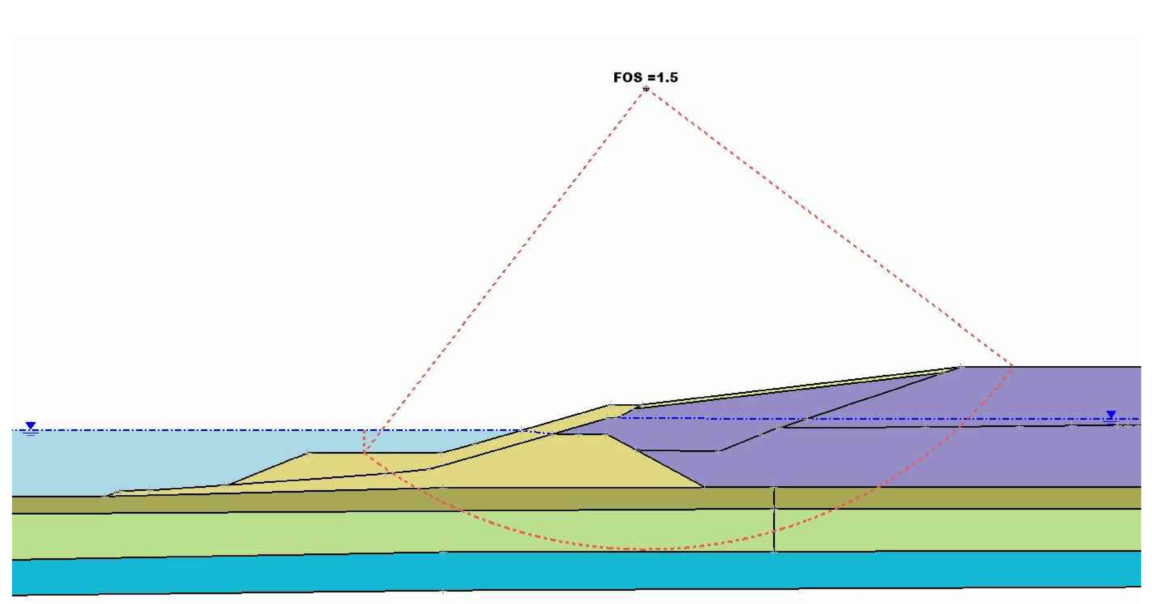
C DIGUE MÉDIANE - COUPE TYPIQUE CH: 0+185

1:100



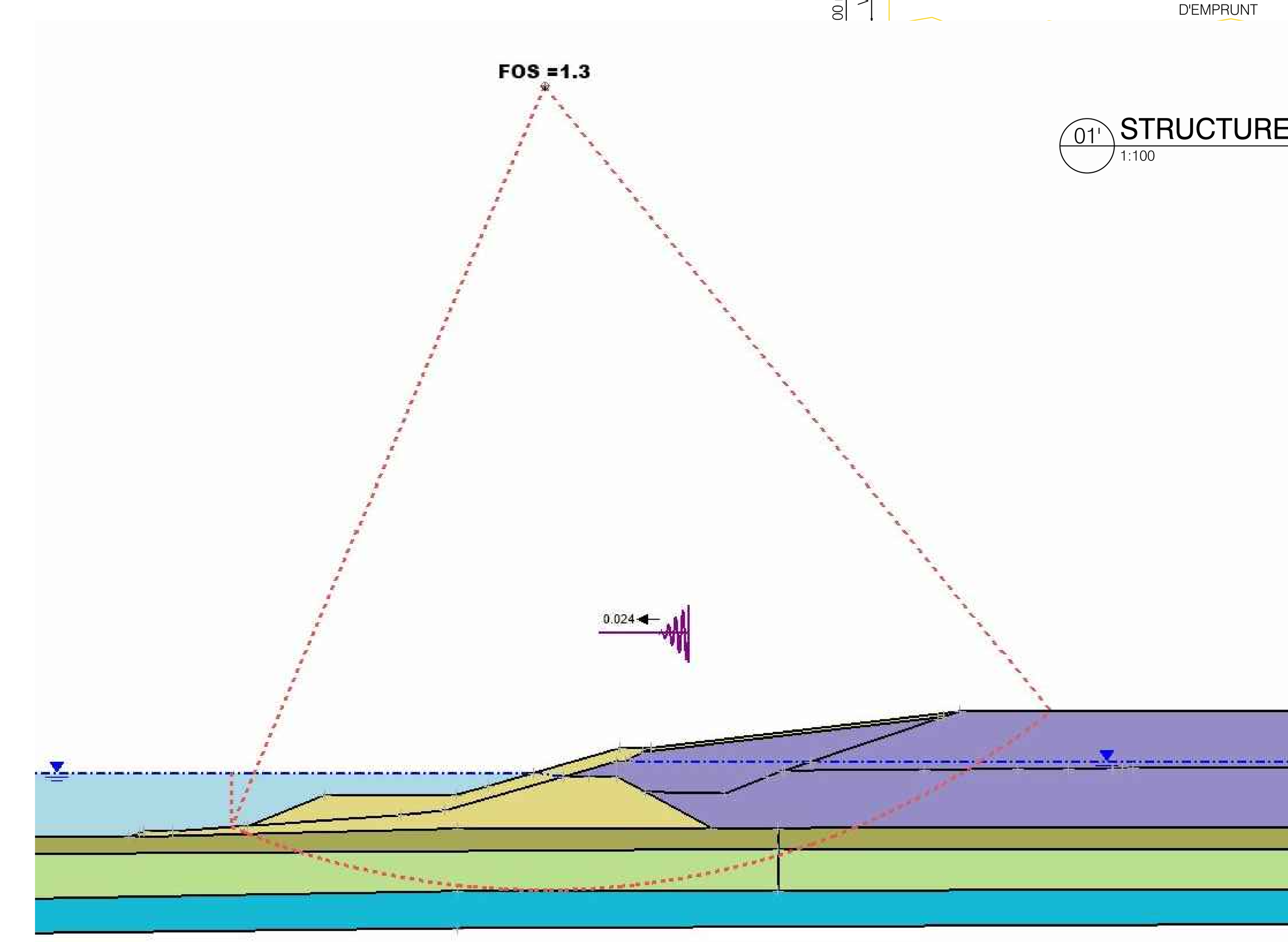
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



DIGUE MÉDIANE C -
RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE: N.A.E.



DIGUE MÉDIANE C - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ
DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE: N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

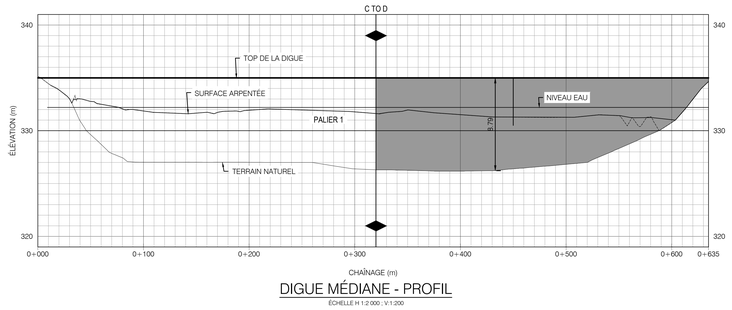
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE MÉDIANE C DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

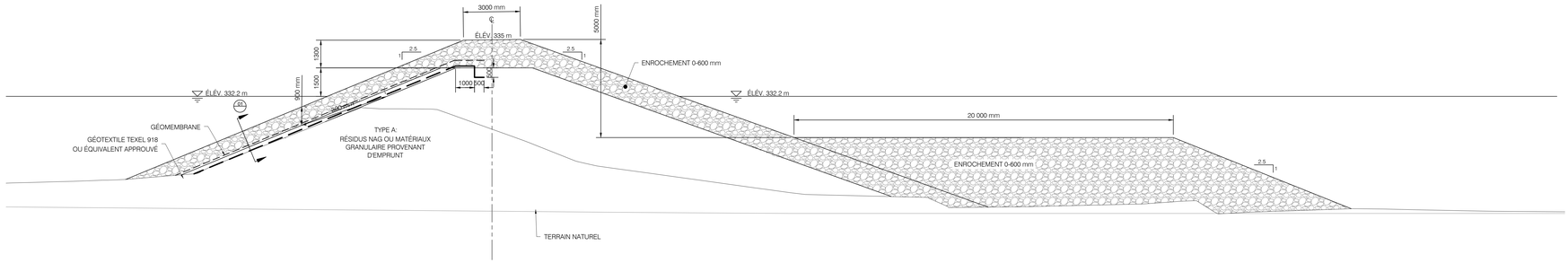
CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0006	FEUILLE: FORMAT: A0 RÉV. AB

G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG



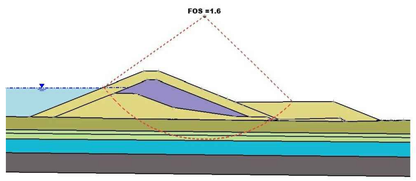
DIGUE MÉDIANE - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



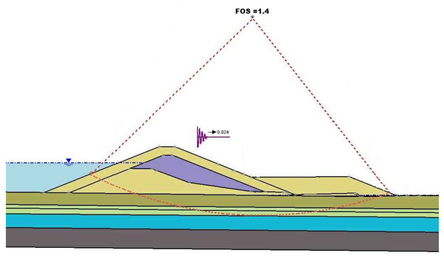
D DIGUE MÉDIANE - COUPE TYPIQUE CH: 0+433
060+000 1:100

01 STRUCTURE DE MEMBRANE
1:100



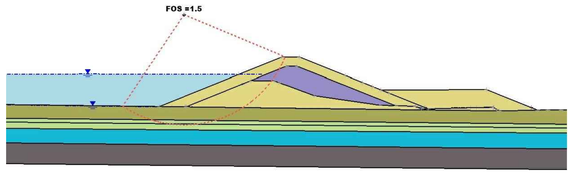
DIGUE MÉDIANE D -
RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE MÉDIANE D - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ
DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE MÉDIANE D - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ
DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

REV.	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT:
BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE MÉDIANE D
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUE EN PROFIL

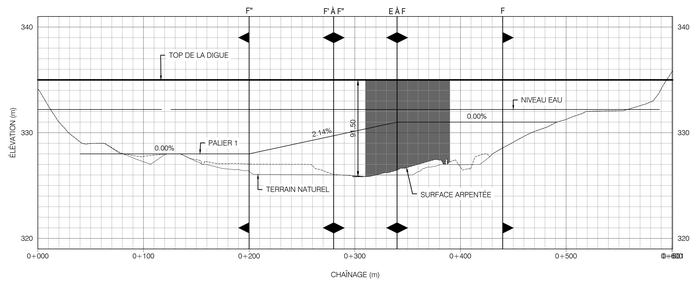
CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:
V. MAREFAT	M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR:	APPROUVÉ PAR:
M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA
ÉCHELLE:	DATE:
INDIQUÉE	2018-11-09

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0007 | FEUILLE | FORMAT: A0 | REV.: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

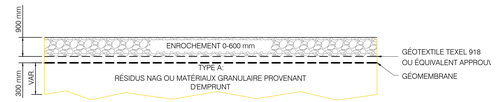
G:\6098\0007\40_ING_ENG\40_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ LE: 16 NOV 2018



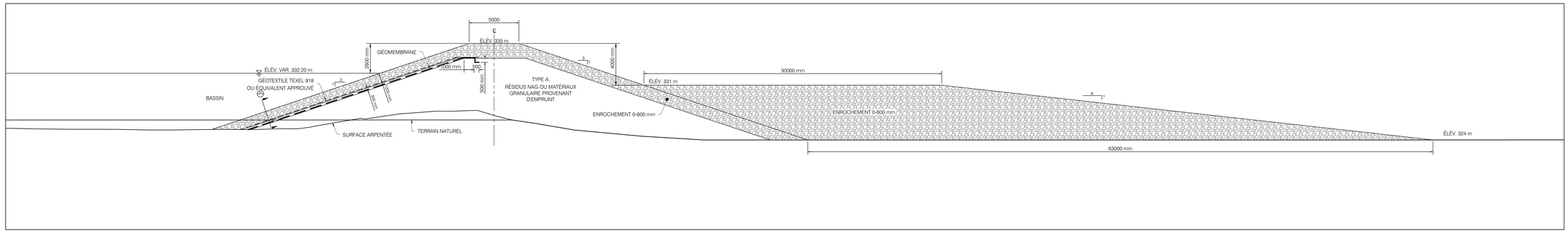
DIGUE NORD - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



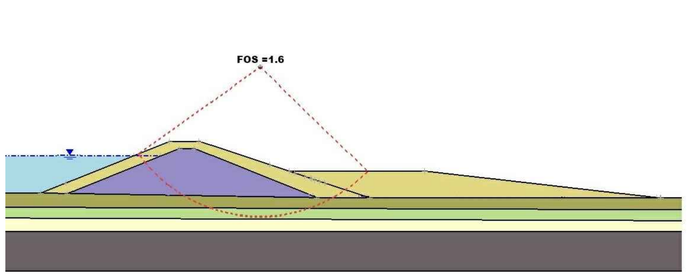
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



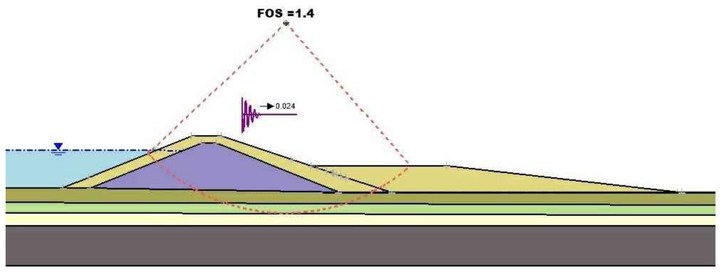
E DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+340

050-0001 1:100



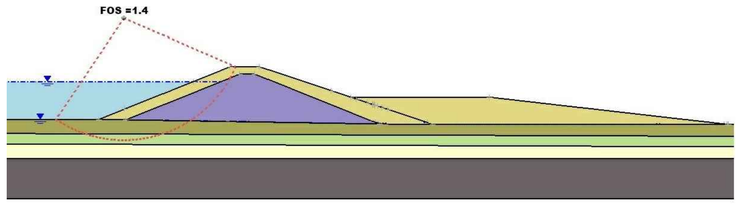
DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR.

DESSINS DE RÉFÉRENCE		RÉVISIONS				
DESSIN No	DESCRIPTION	RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
-	-	AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
		AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

SCEAU:

BBA

CLIENT:

BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE NORD E
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUEN EN PROFIL

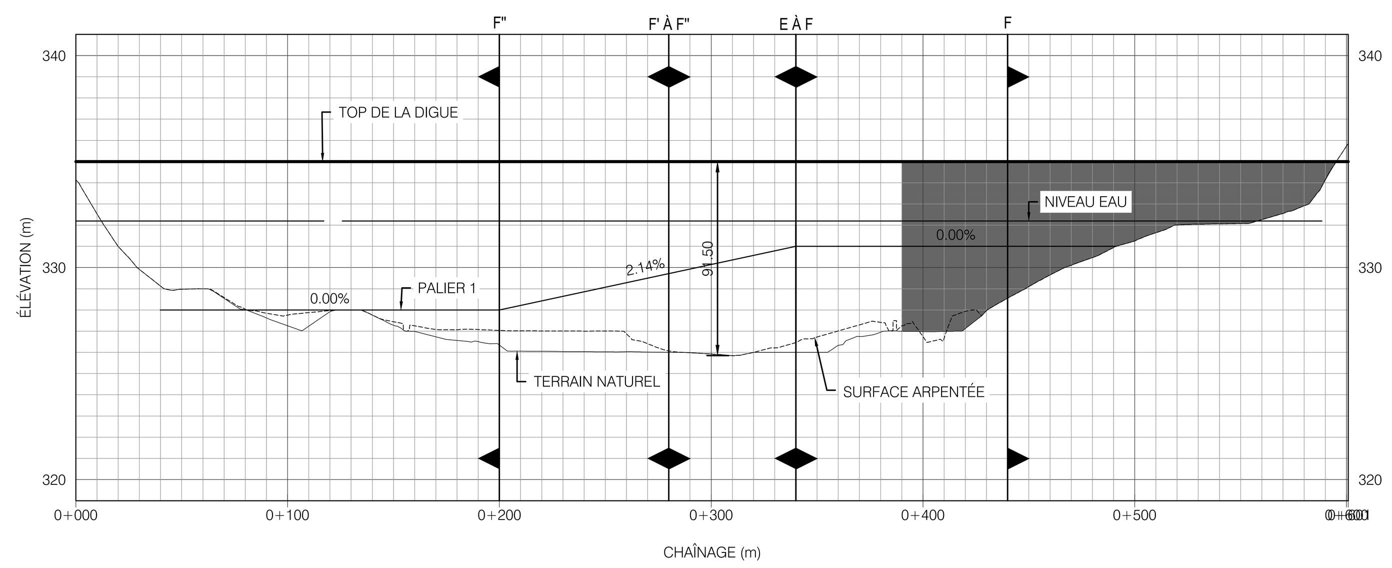
CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:
V. MARÉFAT	M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR:	APPROUVÉ PAR:
M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09

DESSIN No:	FEUILLE	FORMAT:	RÉV.
6098002-4G-D01-0008		A0	AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

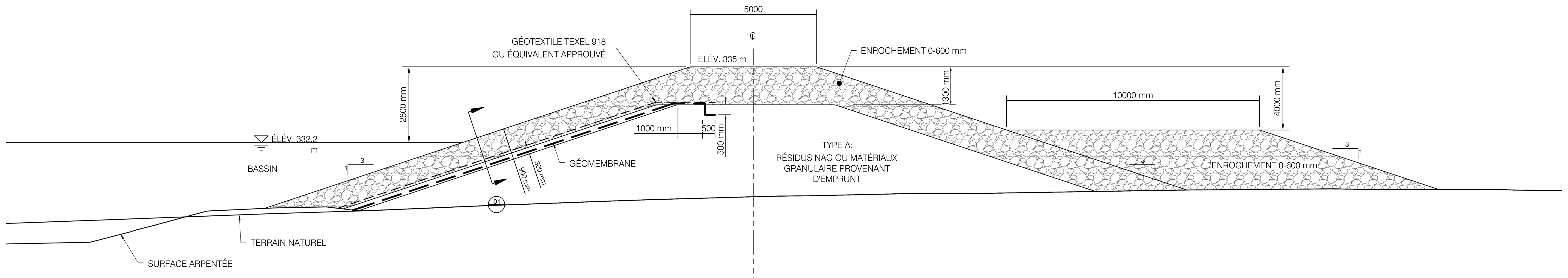
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ LE: 14 NOVEMBRE



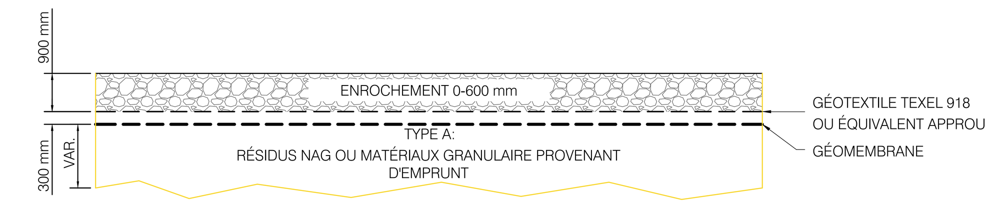
DIGUE NORD - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



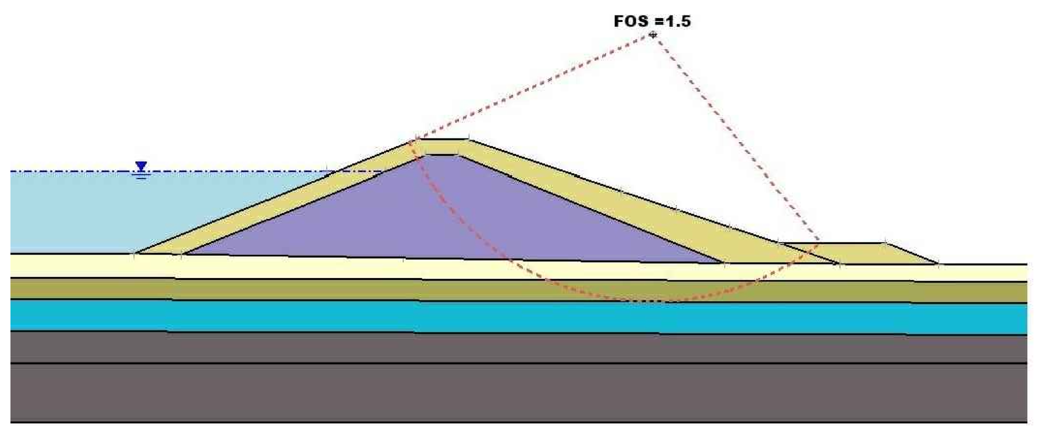
F DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+440

1:100



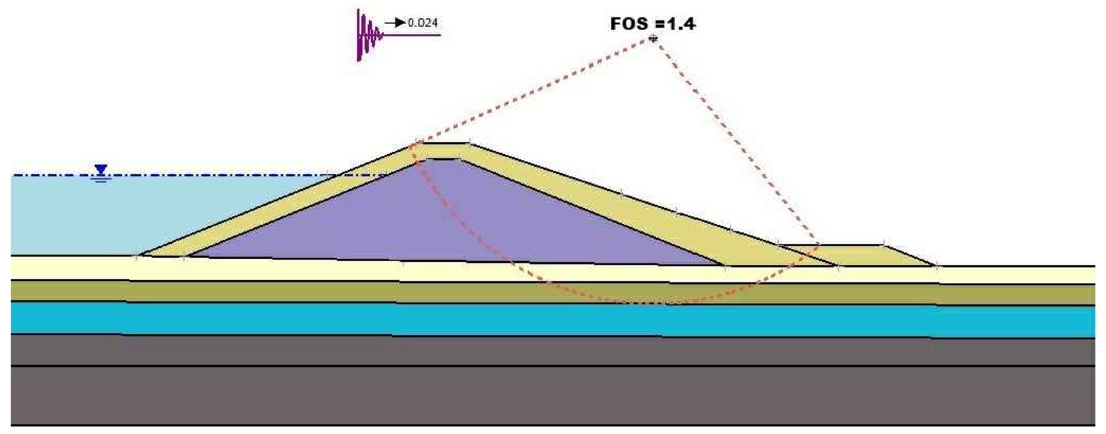
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



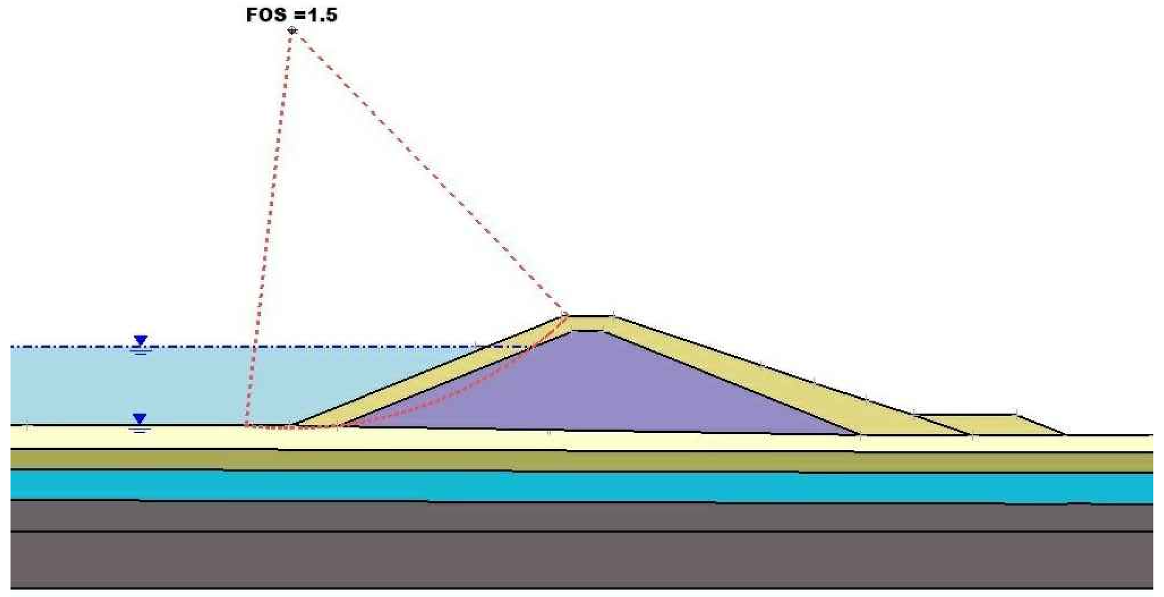
DIGUE NORD F- RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.À.É.



DIGUE NORD F - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.À.É.



DIGUE NORD F - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.À.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

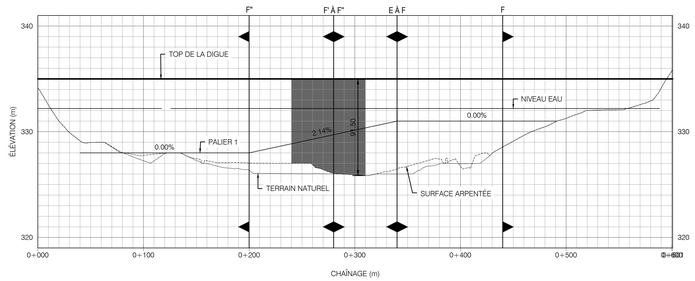
TITRE: DIGUE NORD F
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31

DESSIN No:	FEUILLE:	FORMAT:	RÉV.
6098002-4G-D01-0009		A0	AB

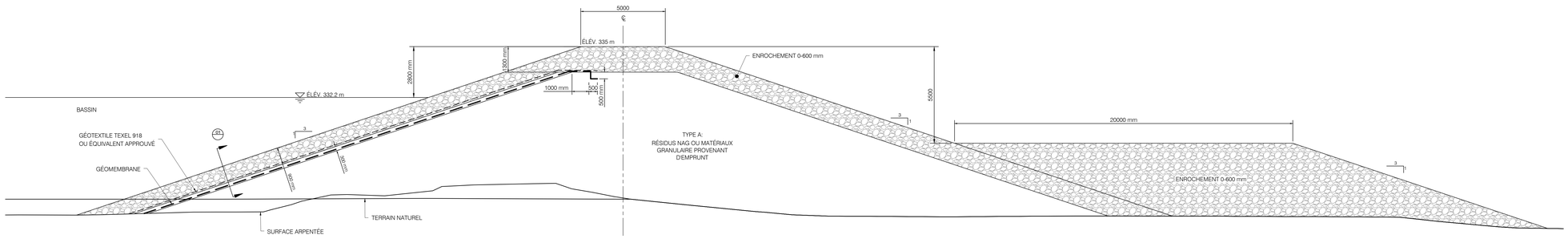
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ IMPRIMÉ:2018-11-16 14:59:51



DIGUE NORD - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200

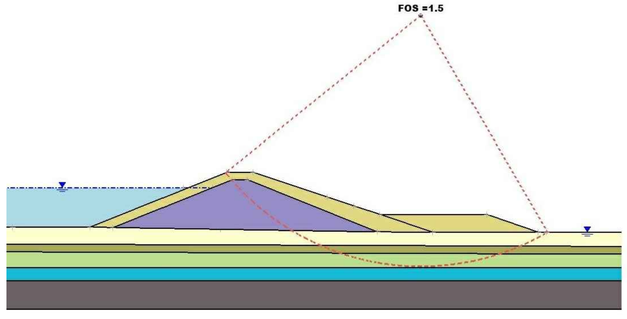


F' 250-0007 DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+280

1:100

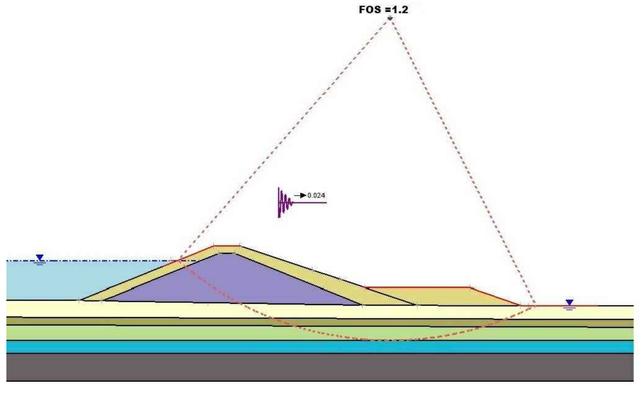
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



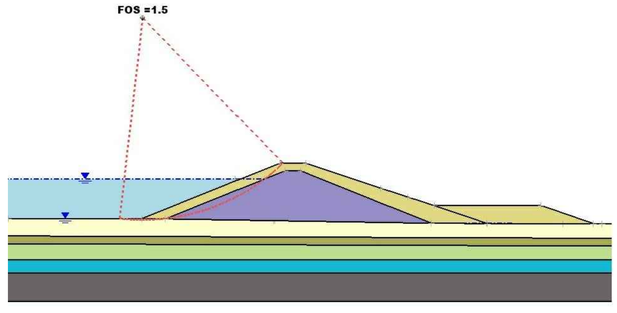
DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.É.

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV.	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT:

BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE NORD F'
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:
V. MARÉFAT	M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR:	APPROUVÉ PAR:
M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA
ÉCHELLE:	DATE:
INDIQUÉE	2018-10-31

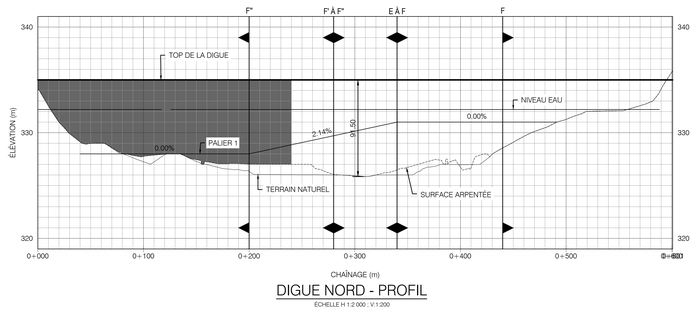
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0010 | FEUILLE | FORMAT: A0 | RÉV. AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

G:\6098\6002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

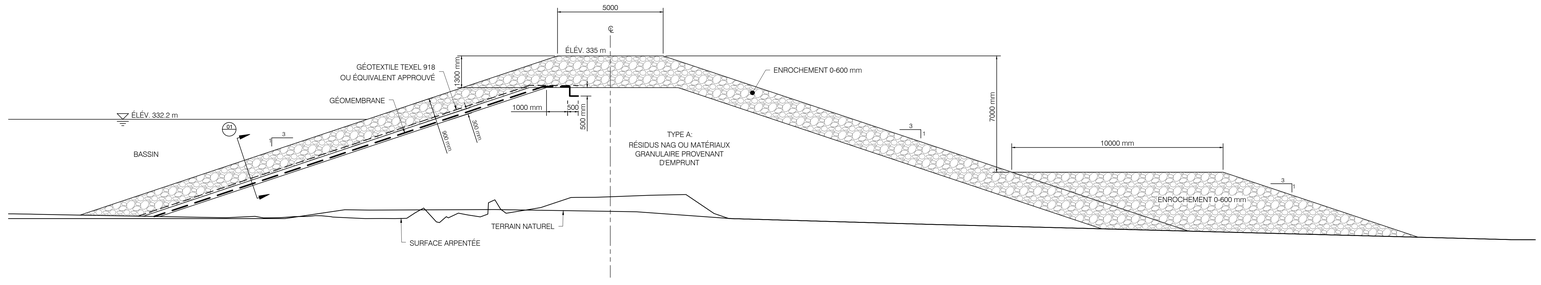
PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ LE:16 NOVEMBRE

6098002-4G-D01-0010



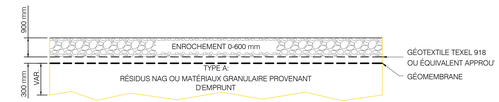
DIGUE NORD - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



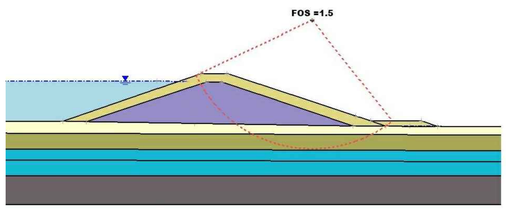
F" DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+200

050-0001 1:100



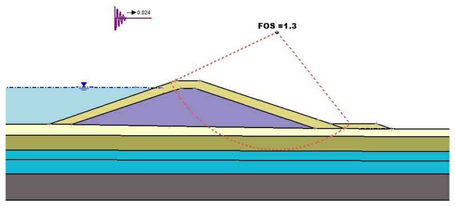
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



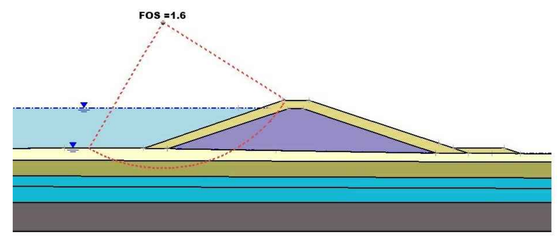
DIGUE NORD F" - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD F" - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD F" - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

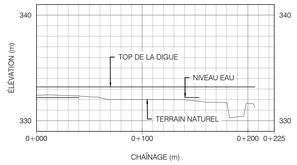
TITRE: DIGUE NORD F" DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0011 | FEUILLE | FORMAT: A0 | RÉV: AB

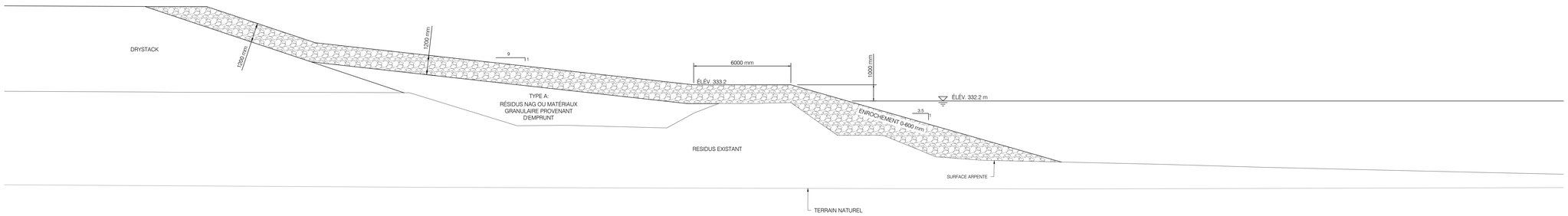
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 15:00:21



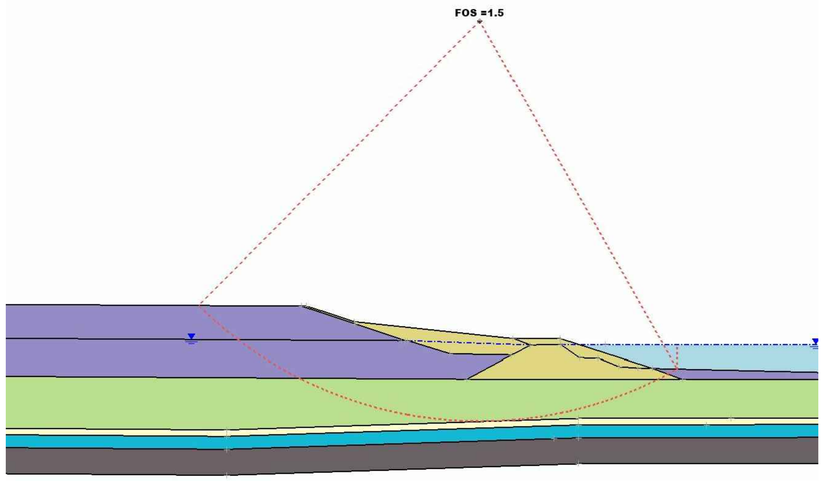
DIGUE DRYSTACK\ BASSIN - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V 1:200



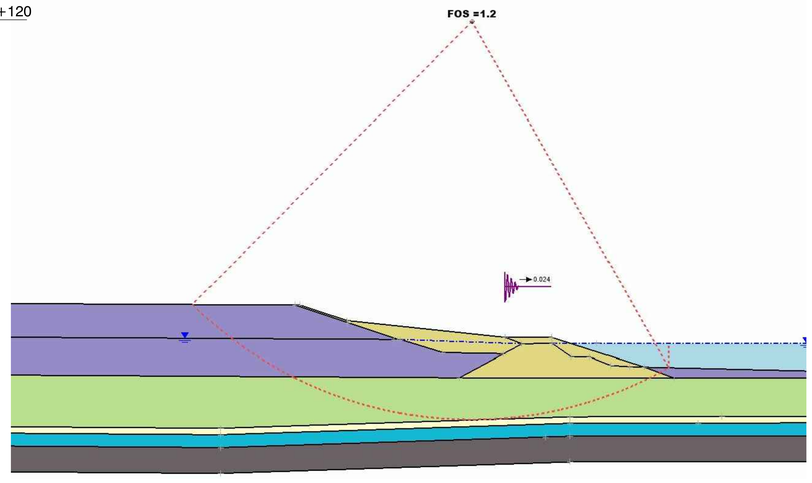
G (200-0003) DIGUE DRYSTACK\ BASSIN- COUPE TYPIQUE CH: 0+120

1:100



DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QUÀ DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSINS DE RÉFÉRENCE		RÉVISIONS				
DESSIN No	DESCRIPTION	RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
-	-	AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
		AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

SCEAU:

BBA

CLIENT:

BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUEN EN PROFIL

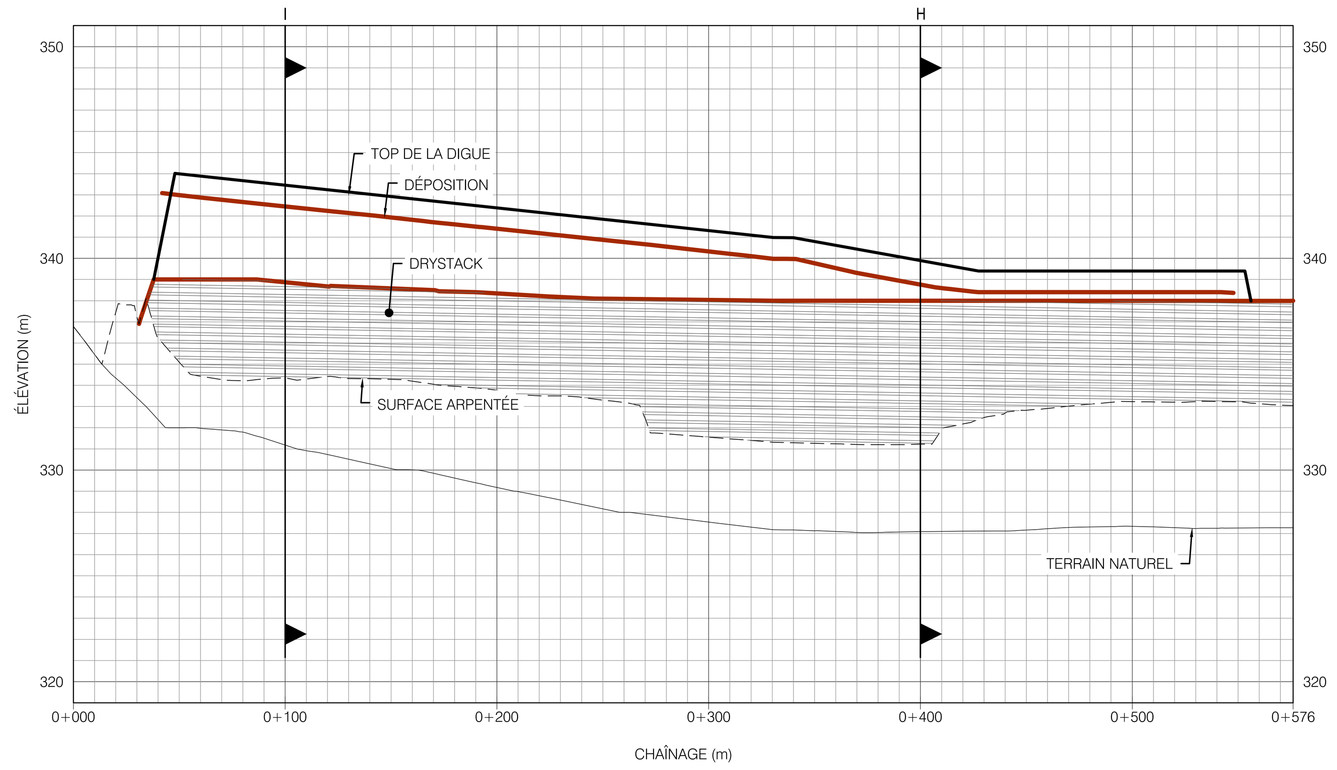
CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:
MAREFAT V.	M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR:	APPROUVÉ PAR:
M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0012 | FEUILLE | FORMAT: A0 | RÉV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

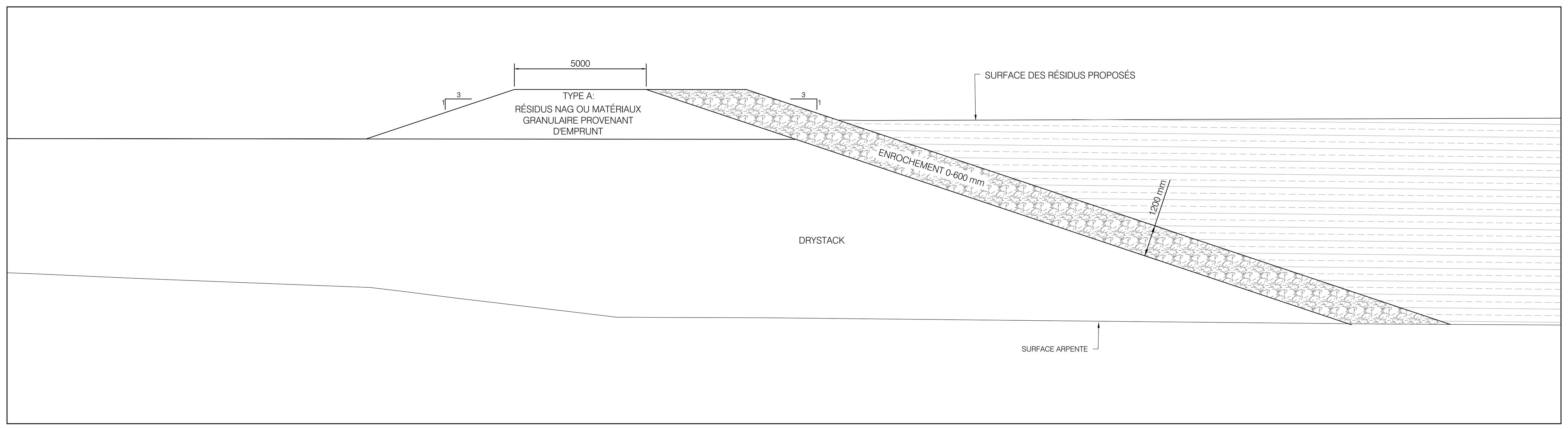
G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ LE:16 NOV 2018



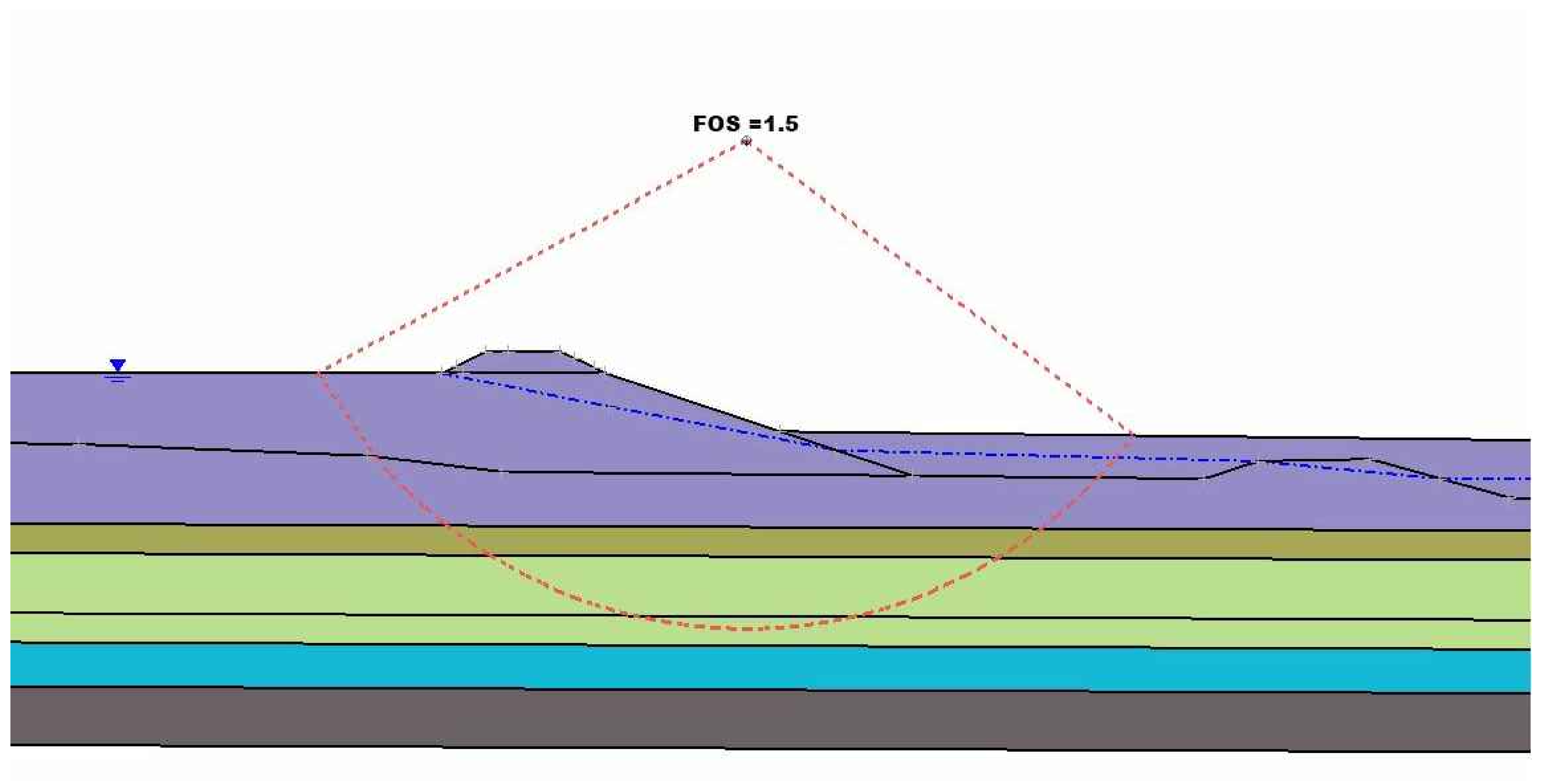
DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V:1:200



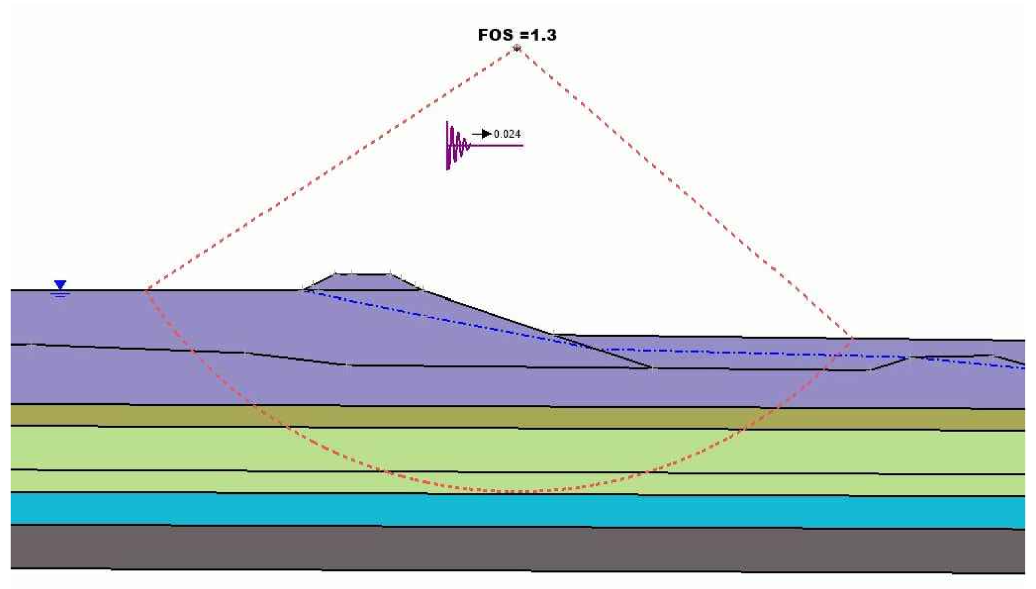
H (D50-0001) DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - COUPE TYPIQUE CH: 0+400

1:100



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.À.É.



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.À.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 15:00:33

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

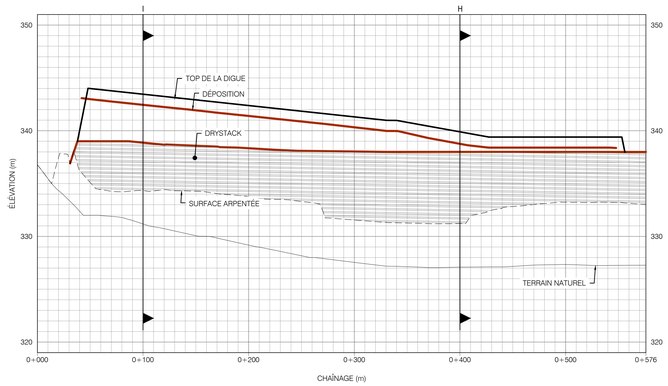
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

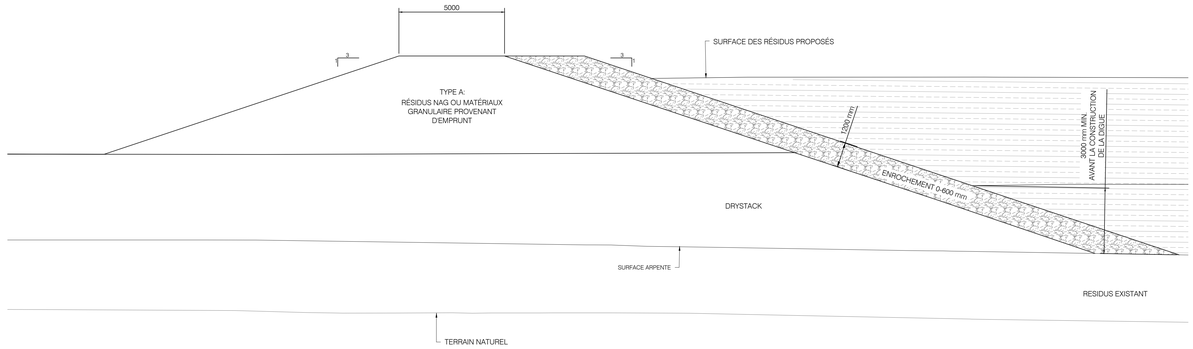
CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0013	FEUILLE: FORMAT: A0 RÉV. AB

G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG



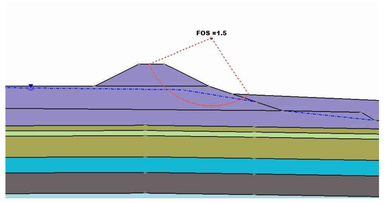
DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 ; V:1:200



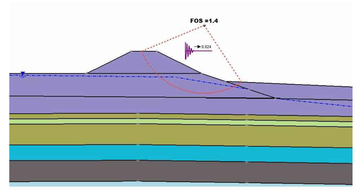
1 DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - COUPE TYPIQUE CH: 0+100

050-0001 1:100



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSIN No	DESCRIPTION
-	-

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU:

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

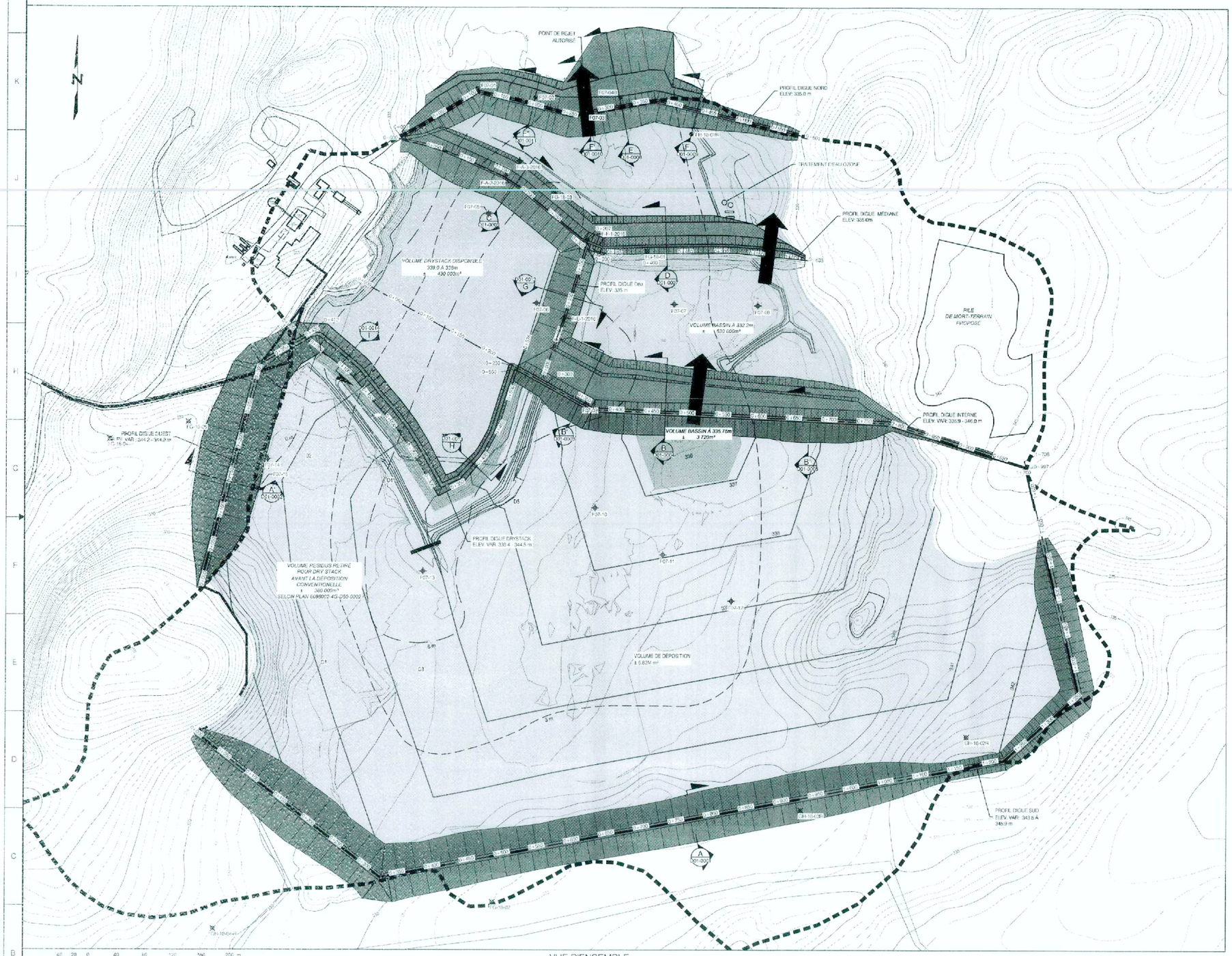
CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0014	FEUILLE: FORMAT: A0 RÉV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

G:\6098\002\40_ING_ENG\4G_GEOTECH\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN COURS\6098002-4G.DWG

PAR:DOUCET, MARC-ANDRÉ
IMPRIMÉ:2018-11-16 15:00:47

H. PLANS ET SECTIONS – ANALYSES DE STABILITÉ DU PARC À RÉSIDUS
(VERSION SIGNÉE ET SCELLÉE)



VUE D'ENSEMBLE

ÉCHELLE : 1:2000

OPTION 6

DÉPOSITION CONVENTIONNELLE
TONNAGE VISÉ: 8M t
VOLUME (- 640 m) : 5.8M m³

LÉGENDE:

- BASSIN VERSANT
- DÉVERSOIR D'OPÉRATION PROPOSÉ
- DÉVERSOIR D'URGENCE ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS
- COURBE ARBITRE (INTERVALLES AUX 5 m)

NOTES:
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QUÀ DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. INTERPRÉTATION BASÉE SUR DES FORAGES GÉOTECHNIQUES LIMITÉS.

INDEX DES PLANS

6098002-4G-D50-0001	PARC À RESIDUS	-		VUE EN PLAN
6098002-4G-D50-0001	RÉFECTION AVANT DÉPOSITION	-		VUE EN PLAN
6098002-4G-D01-0001	DIGUE SUD A	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0002	DIGUE OUEST	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0003	DIGUE INTERNE B'	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0004	DIGUE INTERNE B	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0005	DIGUE INTERNE B''	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0006	DIGUE MÉDIANE C	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0007	DIGUE MÉDIANE D	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0008	DIGUE NORD E	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0009	DIGUE NORD F	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0010	DIGUE NORD F'	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0011	DIGUE NORD F''	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0012	DIGUE DRYSTACK G	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0013	DIGUE DRYSTACK H	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL
6098002-4G-D01-0014	DIGUE DRYSTACK I	- DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL	-	VUE EN PROFIL

TABLEAU VOLUME DE DÉPOSITION

VOLUME	HAUTEUR DIGUE SUD	HAUTEUR DIGUE INTERNE	HAUTEUR DIGUE OUEST
5.65M m3	343.3 - 344.7 m	336.8 - 346.0 m	339.0-343.5 m
5.06M m3	341.3 - 343.7 m	335.8 - 346.0 m	338.0-342.5 m
4.39M m3	340.3 - 343.7 m	334.8 - 346.0 m	337.0-341.5 m
3.83M m3	339.3 - 341.7 m	333.8 - 346.0 m	336.0-339.5 m
3.25M m3	338.3 - 340.7 m	332.8 - 346.0 m	335.0-338.5 m
2.77M m3	337.3 - 339.7 m	331.8 - 346.0 m	334.0-338.5 m
2.29M m3	336.3 - 338.7 m	330.8 - 346.0 m	333.0-337.5 m
1.90M m3	335.3 - 337.7 m	329.8 - 346.0 m	332.0-336.5 m
1.58M m3	334.3 - 336.7 m	328.8 - 346.0 m	331.0-335.5 m
0.90M m3	333.3 - 335.7 m	327.8 - 346.0 m	330.0-334.5 m
0.55M m3	332.3 - 334.7 m	326.8 - 346.0 m	329.0-333.5 m

TABLEAU VOLUME DE CONSTRUCTION DES DIGUES

DIGUE	VOLUME DE RÉSIDUS (±) (m³)	VOLUME D'ENROCHEMENT (±) (m³)	TOTAL (±) (m³)
SUD	464 173.06	111 921.00	576 094.17
OUEST	132 491.48	96 264.69	228 756.37
INTERNE	0	251 969.01	251 969.01
MÉDIANE	34 407.98	40 661.35	75 069.33
NORD	61 092.98	92 673.76	153 770.74
DRYSTACK/ BASSIN	4 934.88	9 185.12	14 120.00
DRYSTACK/ RESIDUS	23 509.34	0	23 509.34
TOTAL	720 349.96	592 733.59	1 313 850.96

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-15

BBA

SURFACE_BAUXANNER	PLAN DE DÉPOSITION OPTION 6						
MAIL VUE CAMPEMENT	BAIL SURFACE (18 SEPTEMBRE 2018)						
ENVI_1802361	BATHYMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE DU PARC À RÉSIDUS	AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A EDUCET	L PICIACCHIA	2018-11-15	
	PRILLEVE 25-26 SEPTEMBRE 2018)	AA	POUR COMMENTAIRES	M-A EDUCET	L PICIACCHIA	2018-11-09	
DESSIN NO	DESCRIPTION	REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE	
DESSINS DE RÉFÉRENCE		RÉVISIONS					

SCEAU: Luciano Picciacchia, INGÉNIEUR - ENGINEER, QUÉBEC, Nov 16, 2018

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor, Une filiale de Bonterra

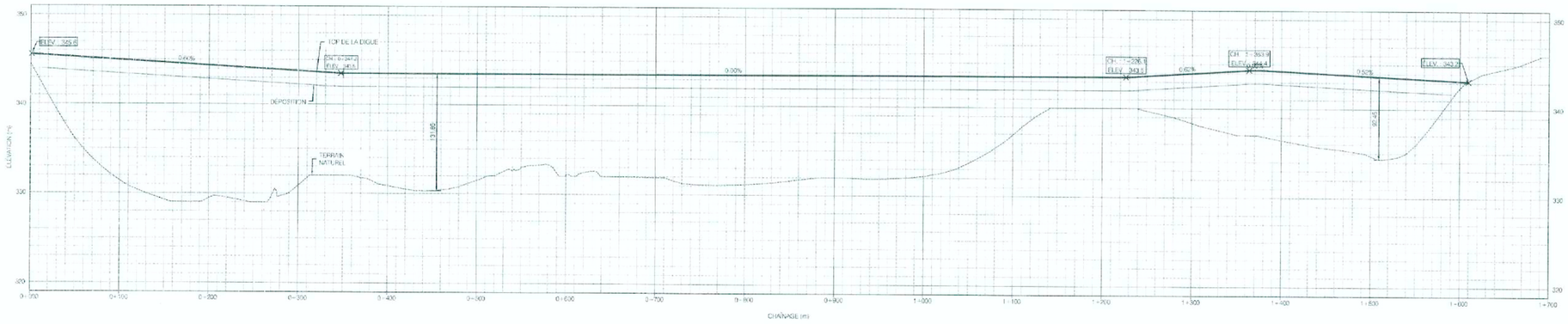
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: PARC À RESIDUS VUE EN PLAN

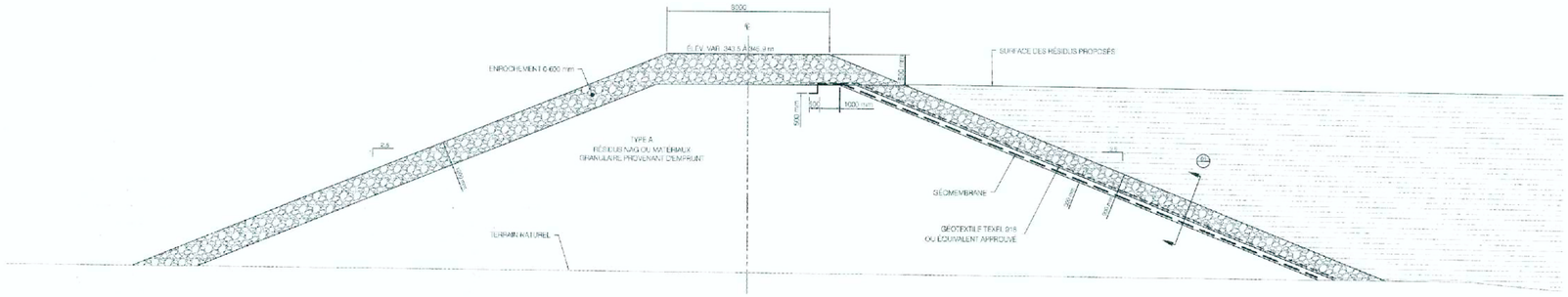
CONÇU PAR: L PICIACCHIA	DESSINÉ PAR: M-A DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: MARRATA	APPROUVÉ PAR: L PICIACCHIA
ÉCHELLE: 1:2000	DATE: 2018-10-31
DESSIN NO: 6098002-4G-D50-0001	ÉCHELLE: A0 / FORMAT: A0 / REV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 m

6098002-4G-D50-0001

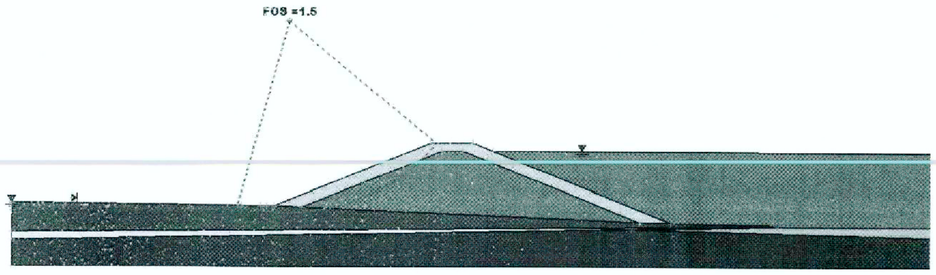


DIGUE SUD - PROFIL

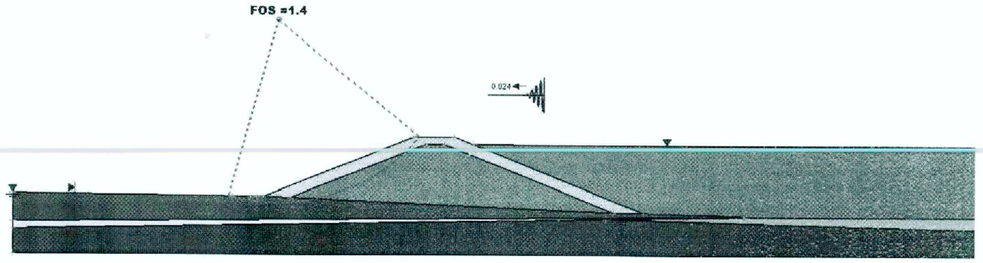


A DIGUE SUD - COUPE TYPIQUE CH: 0+785

01 STRUCTURE DE MEMBRANE



DIGUE SUD - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE SUD - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE DESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QUÀ DES TEST DE LABORATOIRE ET DE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION
	DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M.A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M.A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU: Lucio Picacchia 35912 QUÉBEC
Nov 16. 2018

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

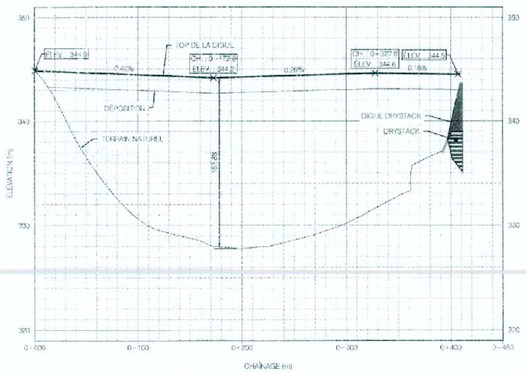
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE SUD A DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

CONÇU PAR	DESSINÉ PAR
V. MARÉTAT	M.A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR
M.A. DOUCET	L. PICACCHIA
ÉCHELLE	DATE
INDIQUÉE	2018-10-31

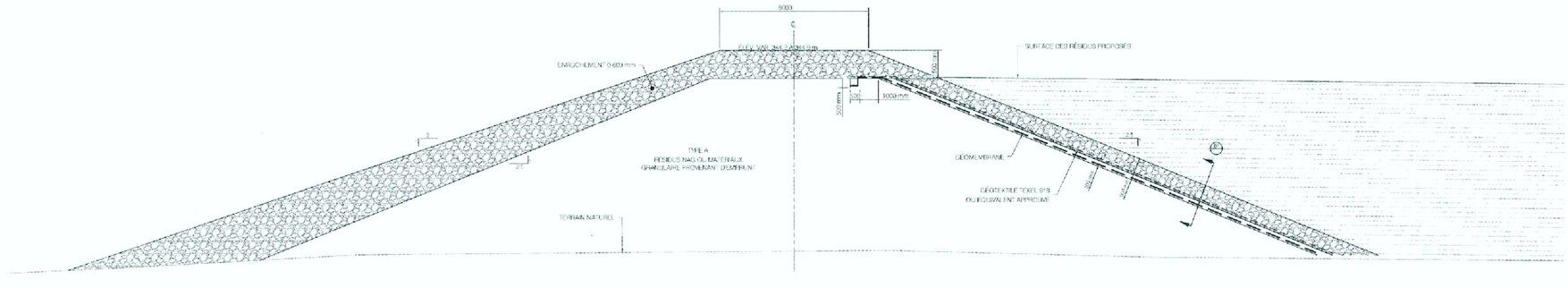
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0001 | FEUILLE | FORMAT A0 | REV AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm



DIGUE OUEST - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 , V 1:200

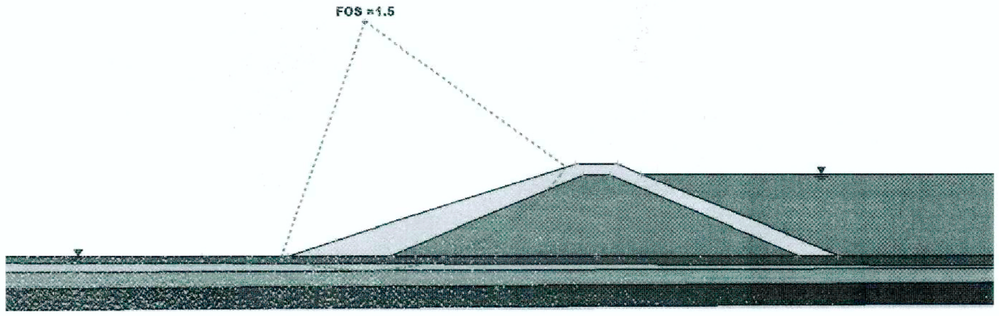


A' DIGUE OUEST - COUPE TYPIQUE CH: 0+155

1:100

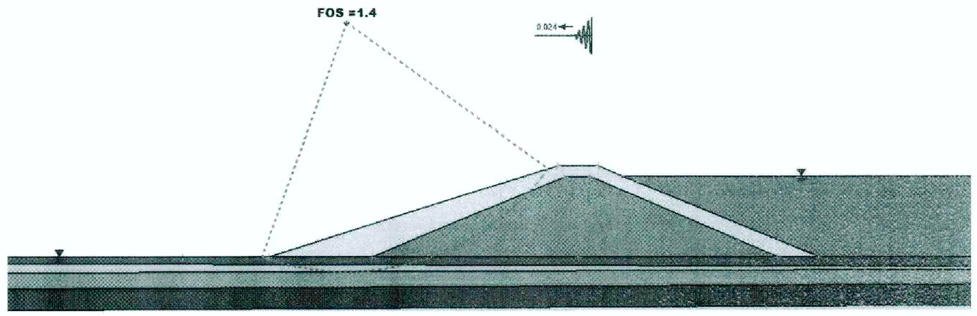
01 STRUCTURE DE MEMBRANE

1:100



DIGUE OUEST - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE NAÉ



DIGUE OUEST - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE NAÉ

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'A DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

DESSIN No	DESCRIPTION

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-00

RÉVISIONS

SCEAU:

INGÉNIEUR - ENGINEER
Luciano Piciacchia
QUÉBEC

Nov. 16. 2018

BBA

CLIENT:

BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

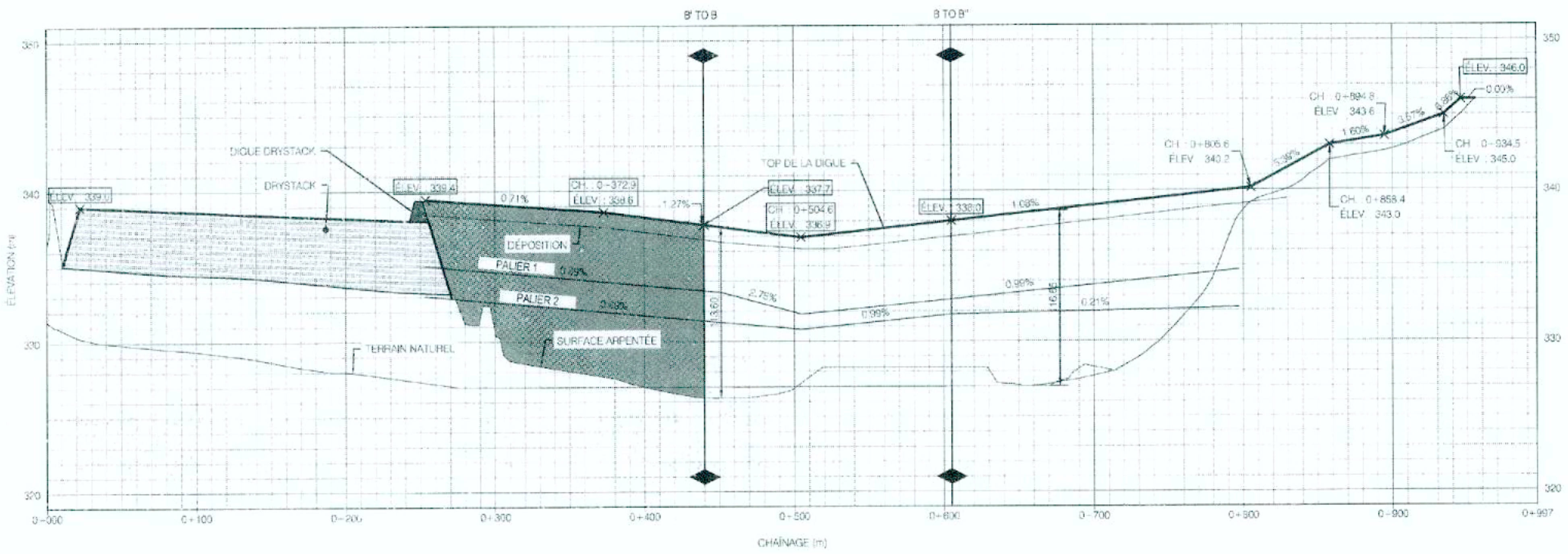
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE OUEST A'
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUE EN PROFIL

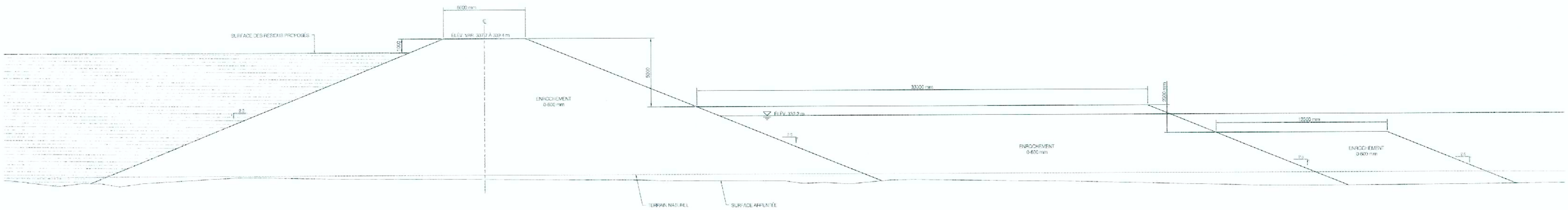
CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-00

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0002 | FEUILLE: | FORMAT: A0 | REV: AB

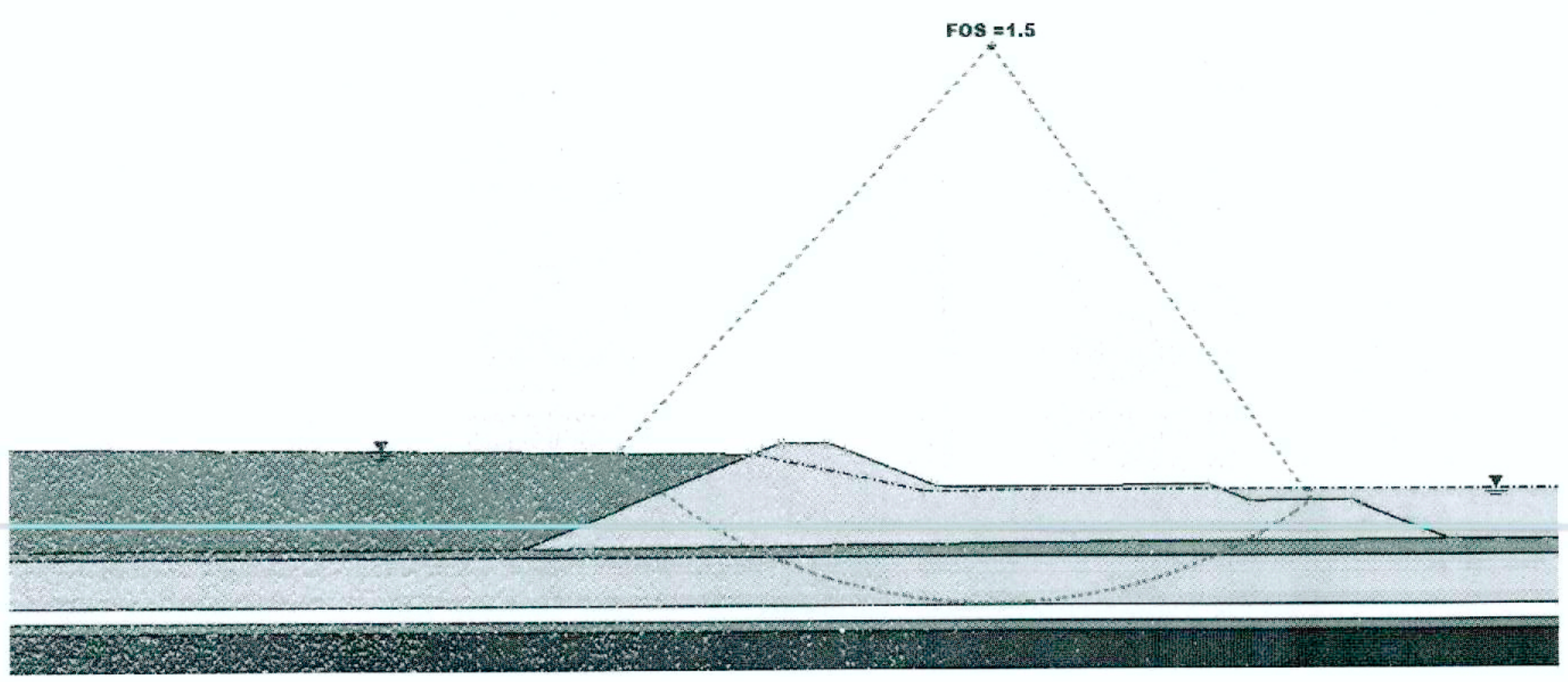
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm



DIGUE INTERNE - PROFIL

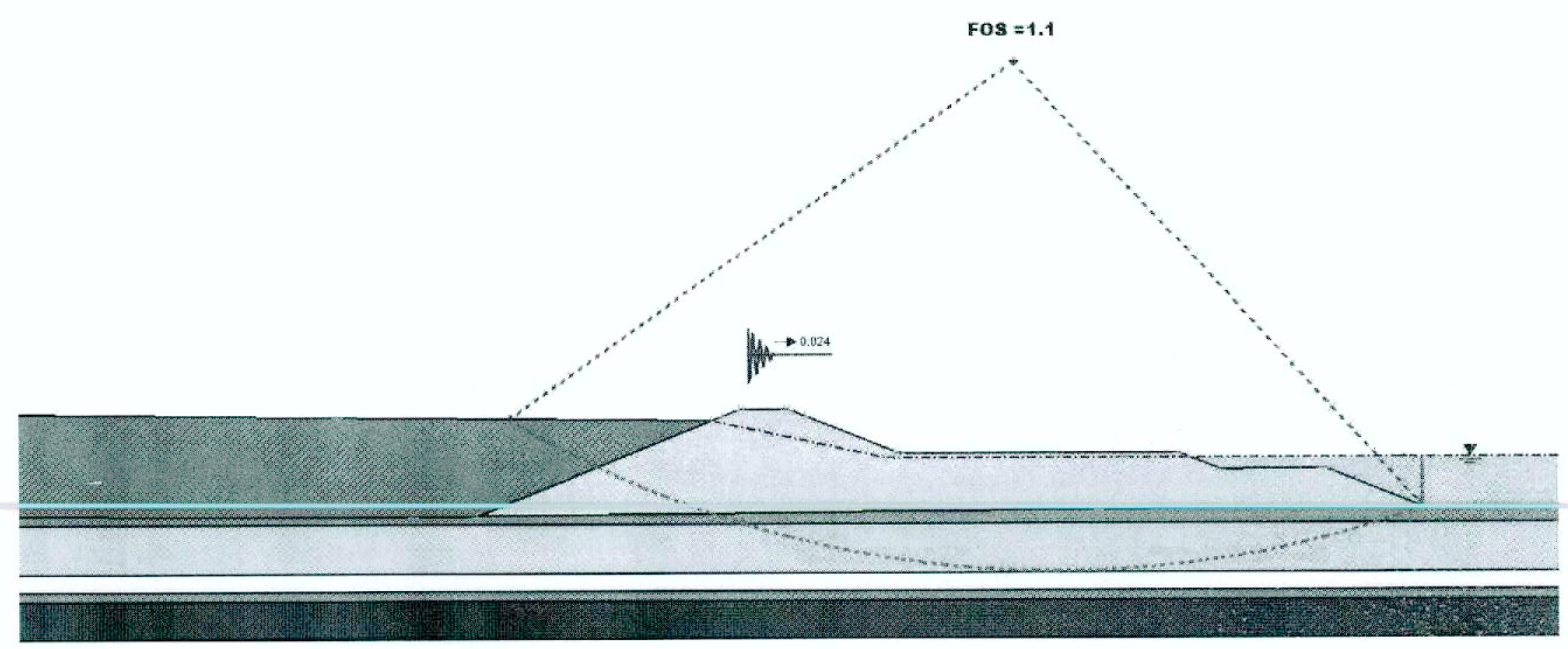


DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+345



DIGUE INTERNE B' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E.



DIGUE INTERNE B' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU: Nov. 16, 2018 — Luciano Piciacchia 35912 — Ingénieur — Québec

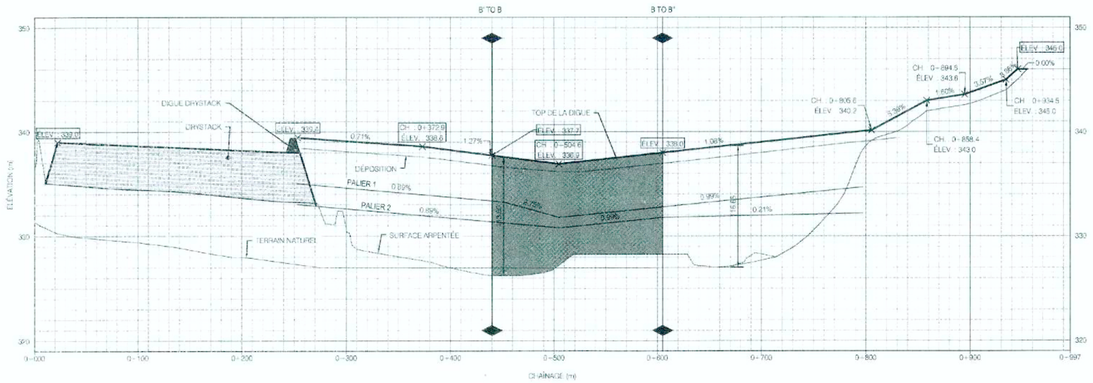
BBA

CLIENT: BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

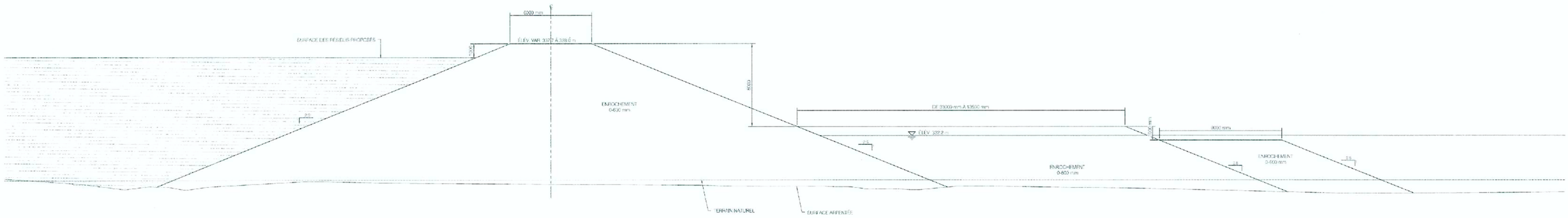
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B'
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUE EN PROFIL

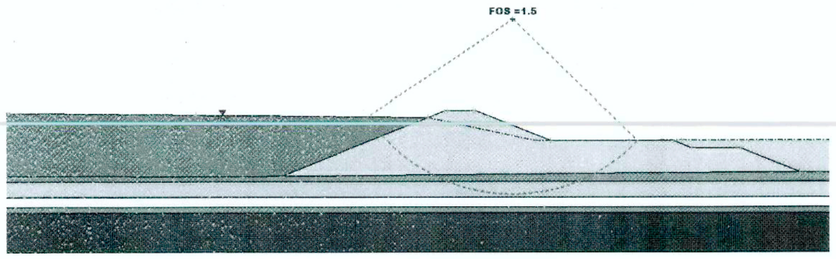
CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0003	FORMAT: A0 — RÉV: AB



DIGUE INTERNE - PROFIL

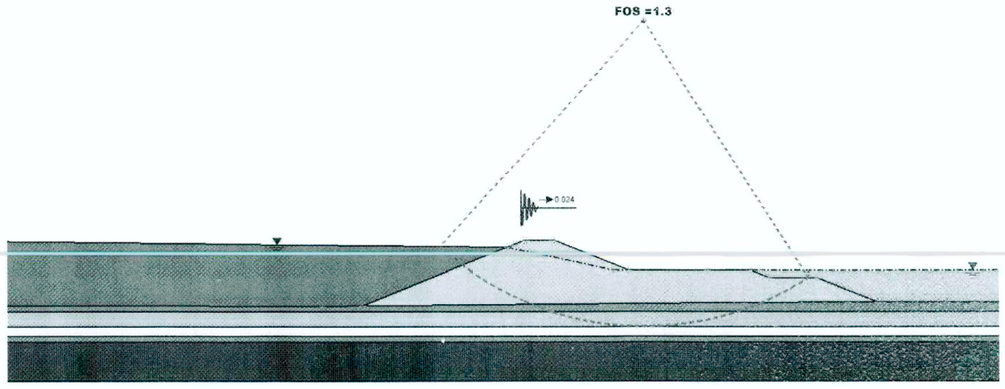


B DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+480



DIGUE INTERNE B - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.À.É.



DIGUE INTERNE B - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.À.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSIN No	DESCRIPTION

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VERIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M.A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M.A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU: INGÉNIEUR ENGINEER Fiano Piciacchia 25912 QUÉBEC
Nov. 16 2018

BBA

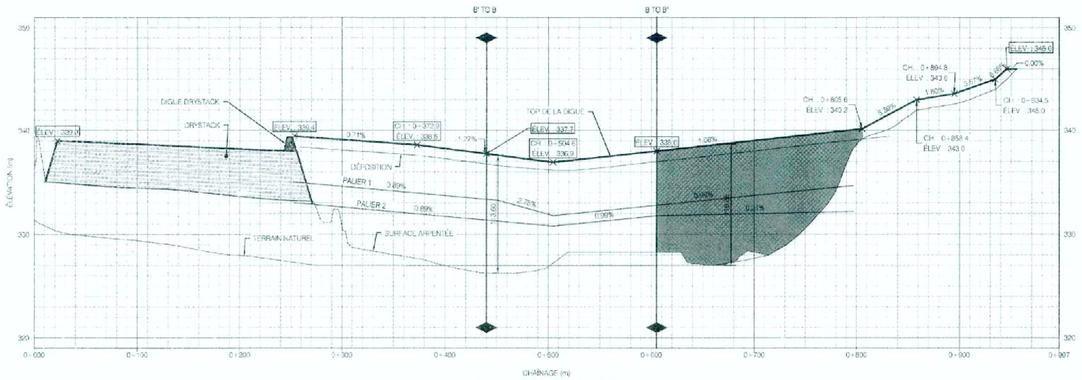
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

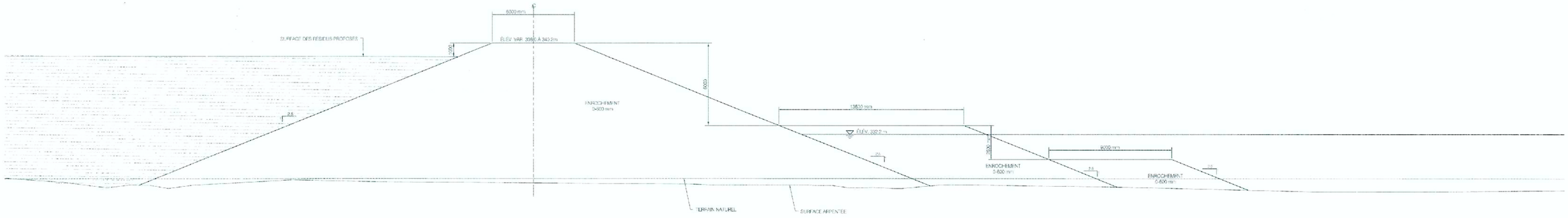
CONÇU PAR: V. MARIÉTAT	DESSINÉ PAR: M.A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M.A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0004	FEUILLE: A0 / FORMAT: A0 / RÉV.: AA

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm



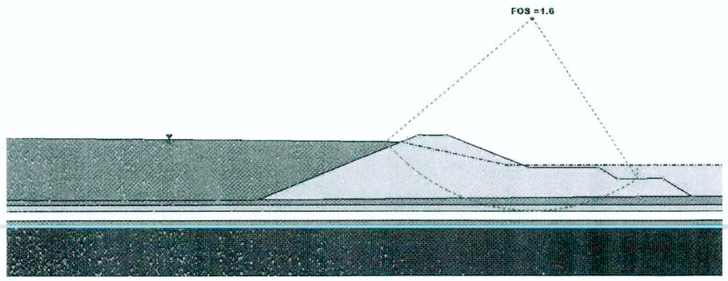
DIGUE INTERNE - PROFIL

ÉCHELLE H 1:2 000 / V 1:50



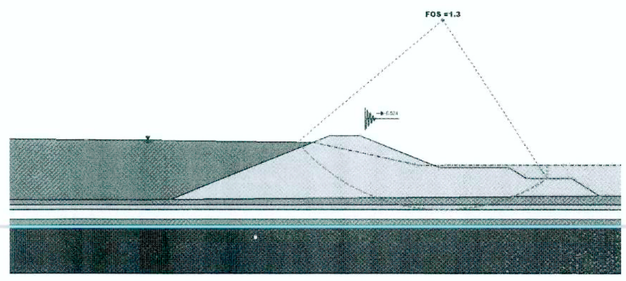
B* DIGUE INTERNE - COUPE TYPIQUE CH: 0+680

ÉCHELLE 1:100



DIGUE INTERNE B* - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E.



DIGUE INTERNE B* - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16

BBA

NOTES:
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QUÀ DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
A0	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-16
A1	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-02

DESSINS DE RÉFÉRENCE — RÉVISIONS

SCEAU: Ingénieur Luciano Picacchia 35012 QUÉBEC Nov 16 2018

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

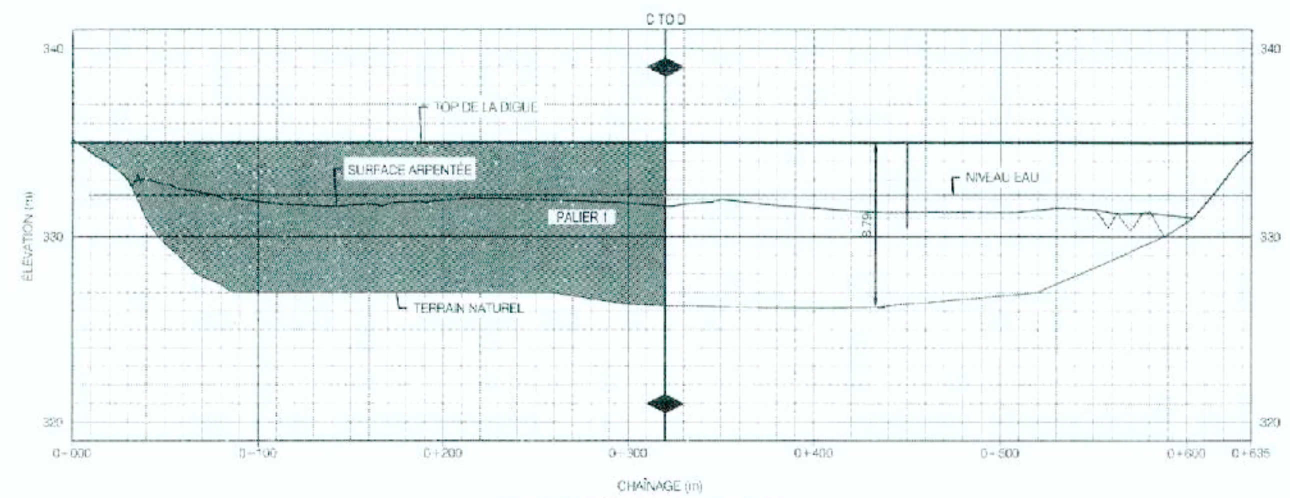
PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE INTERNE B* DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

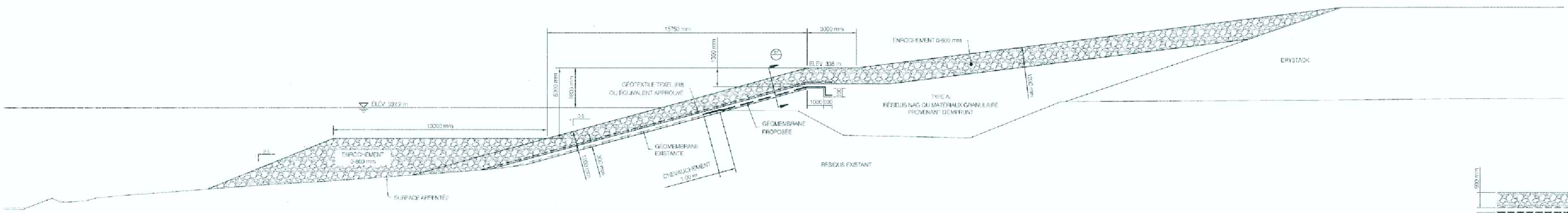
CONÇU PAR: V. MAREAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0005 | FEUILLE: A0 | FORMAT: A0 | REV: AB

6098002-4G-D01-0005

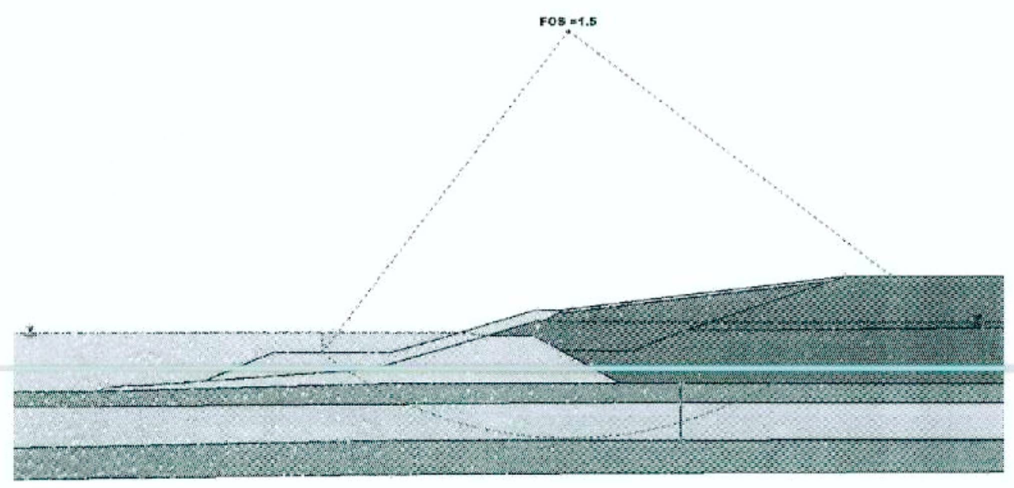


DIGUE MÉDIANE - PROFIL

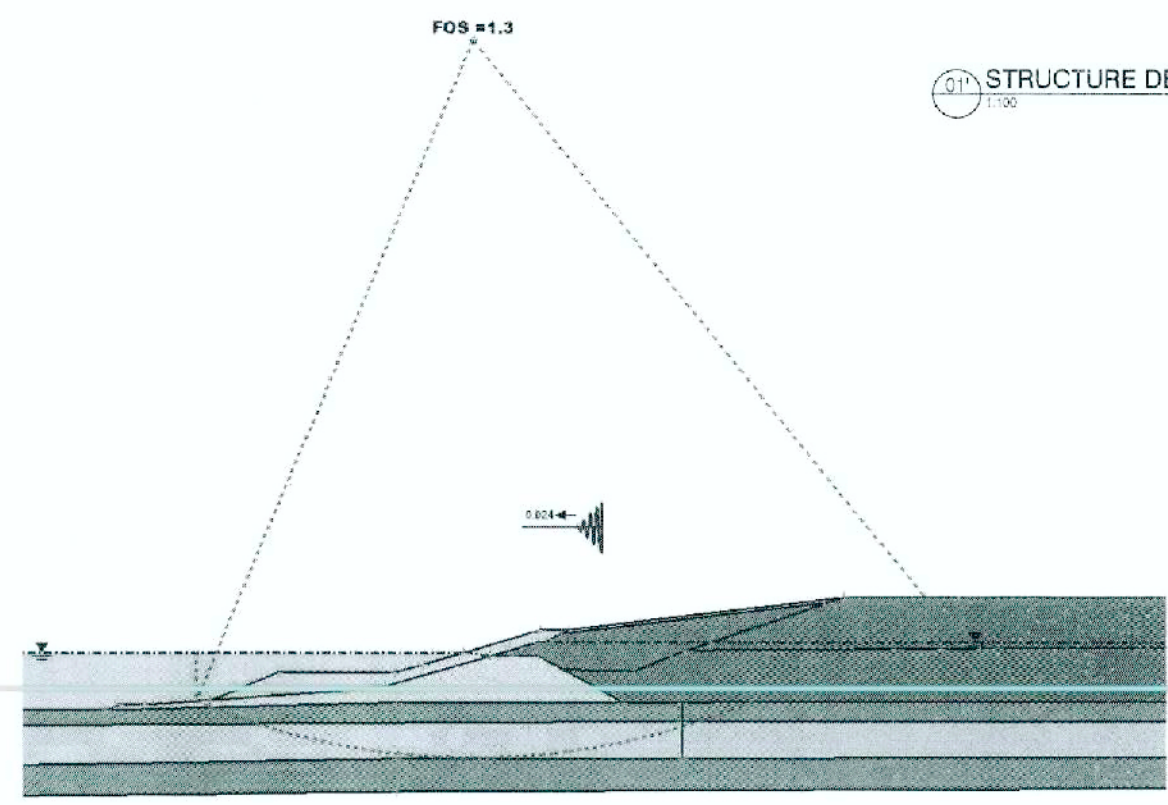


DIGUE MÉDIANE - COUPE TYPIQUE CH: 0+185

STRUCTURE DE MEMBRANE



DIGUE MÉDIANE C -
RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE MÉDIANE C - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ
DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC
Nov 16. 2018

BBA

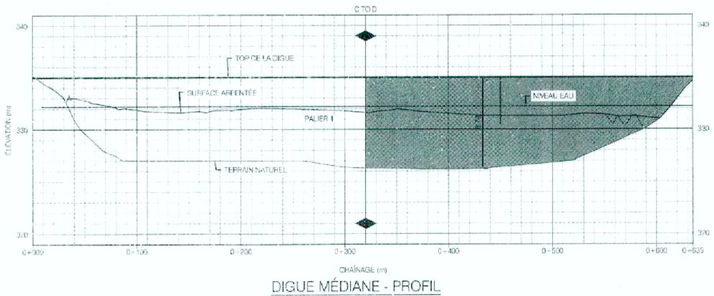
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

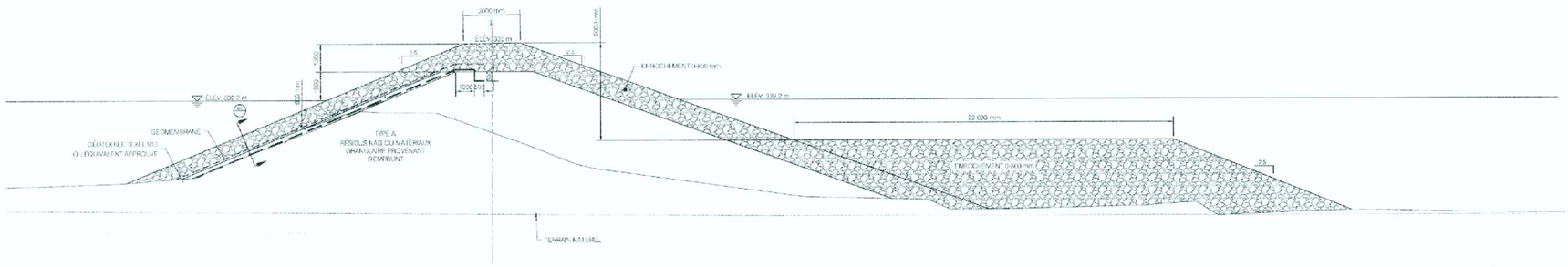
TITRE: DIGUE MÉDIANE C
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUE EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09

DESSIN No: 6098002-4G-D01-0006 | FORMAT: A0 | RÉV: AB

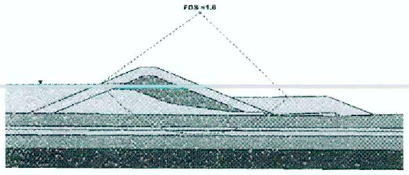


DIGUE MÉDIANE - PROFIL

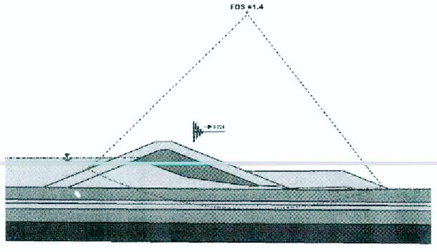


D DIGUE MÉDIANE - COUPE TYPIQUE CH: 0+433

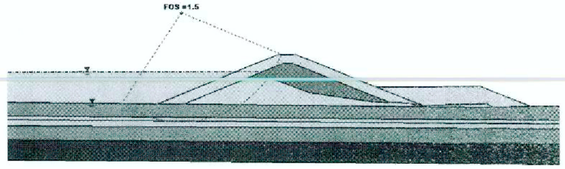
01 STRUCTURE DE MEMBRANE



DIGUE MÉDIANE D -
RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE MÉDIANE D - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE



DIGUE MÉDIANE D - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QUÀ DES TEST DE LABORATOIRE ET CE AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON ACID GENERATOR

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

DESSIN No	DESCRIPTION

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AS	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AM	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-06

RÉVISIONS

SCEAU: Roberto Piciacchia 35912 QUÉBEC
Nov. 16 2018

BBA

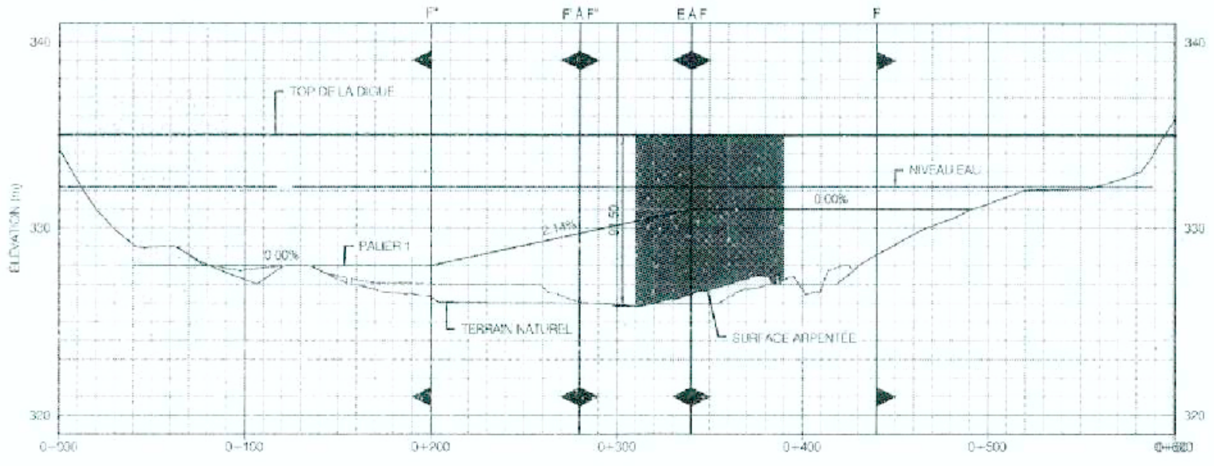
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR

TITRE: DIGUE MÉDIANE D DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUE EN PROFIL

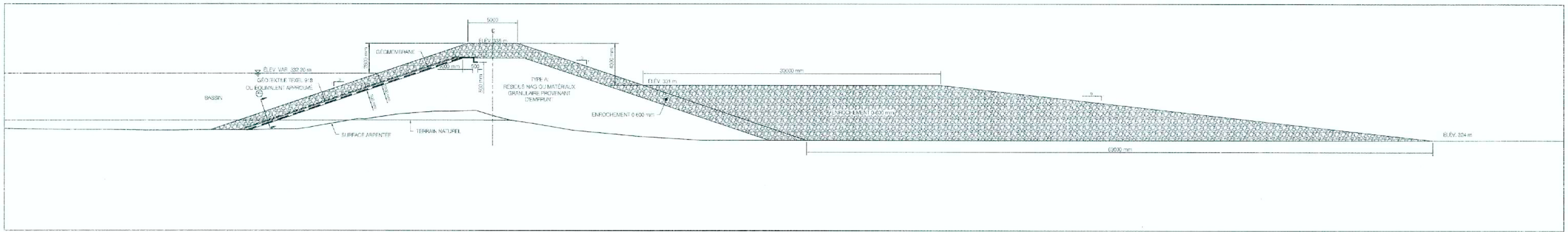
CONÇU PAR: V. MARTAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0007	FEUILLE: FORMAT: A0 REV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm
G:\BBA\6098002-4G-D01-0007.DWG

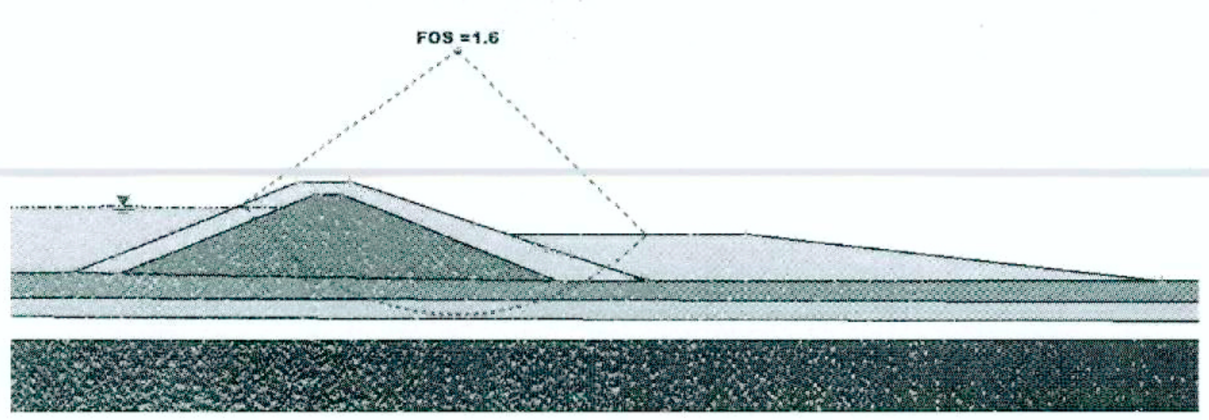


DIGUE NORD - PROFIL

01 STRUCTURE DE MEMBRANE

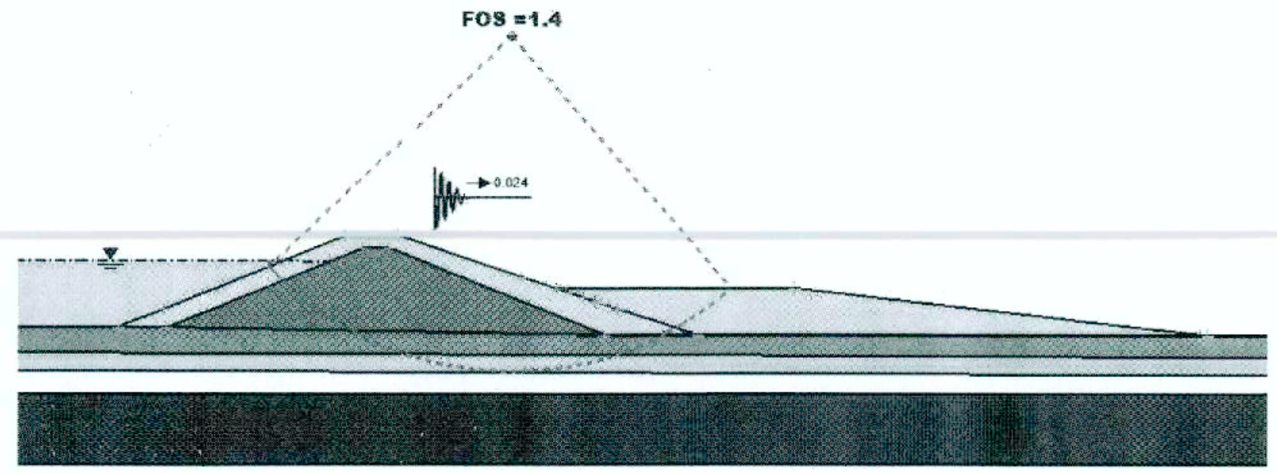


E DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+340



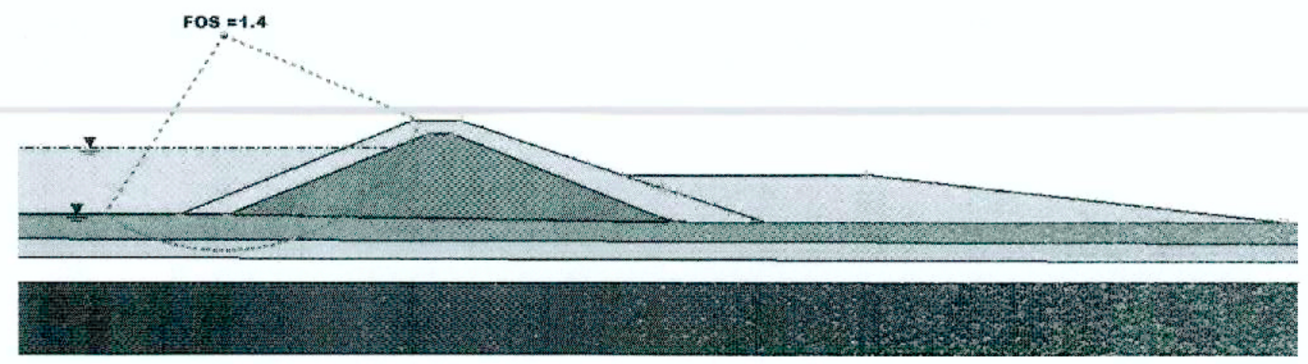
DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE NORD E - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR.

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU: Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC — Nov. 16. 2018

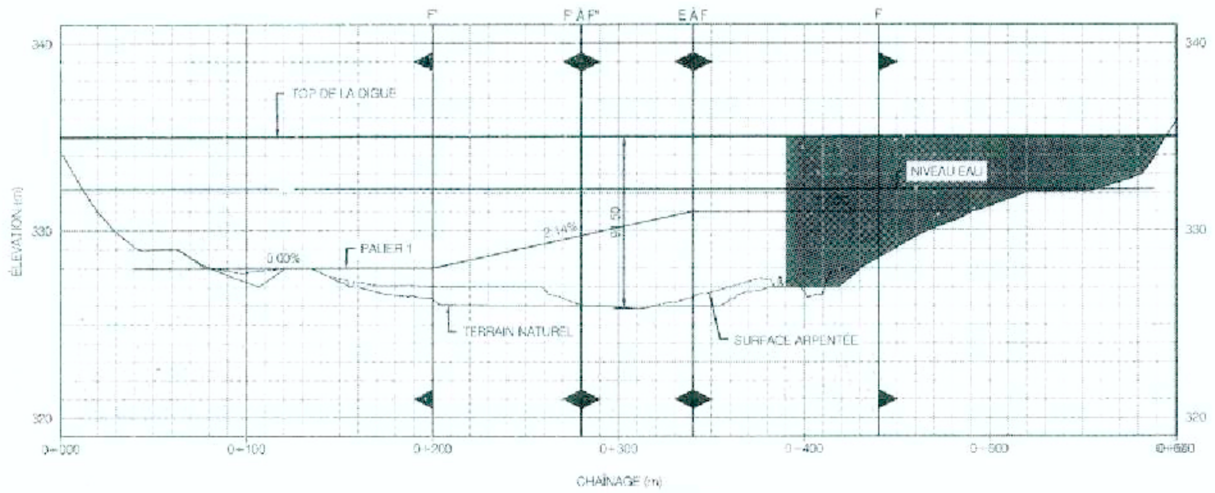
BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

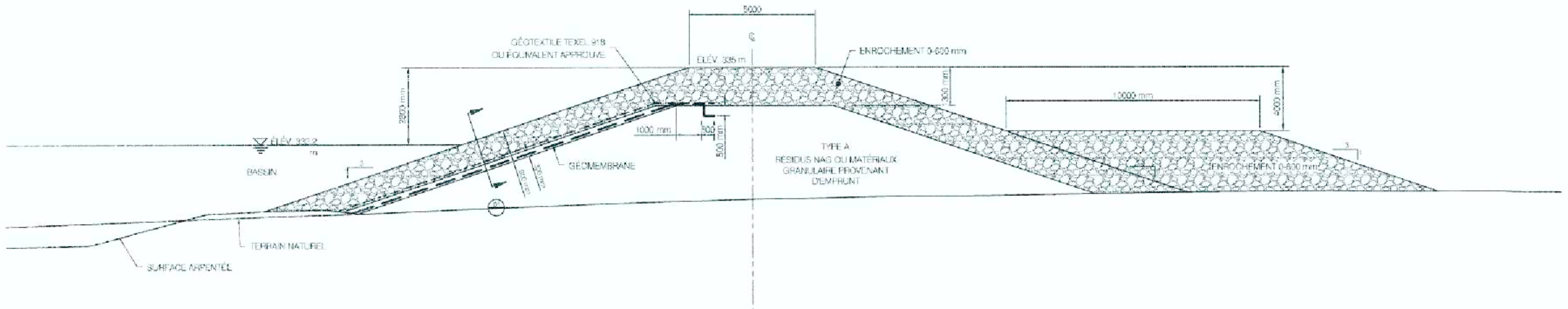
PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE NORD E DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0008	FORMAT: A0 REV.: AB

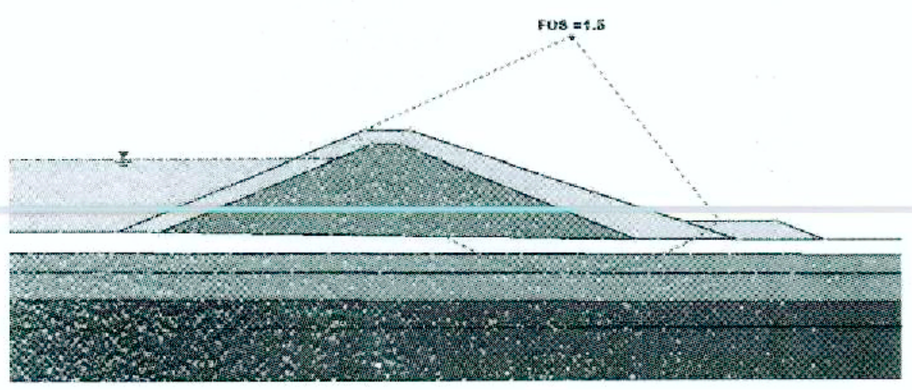


DIGUE NORD - PROFIL



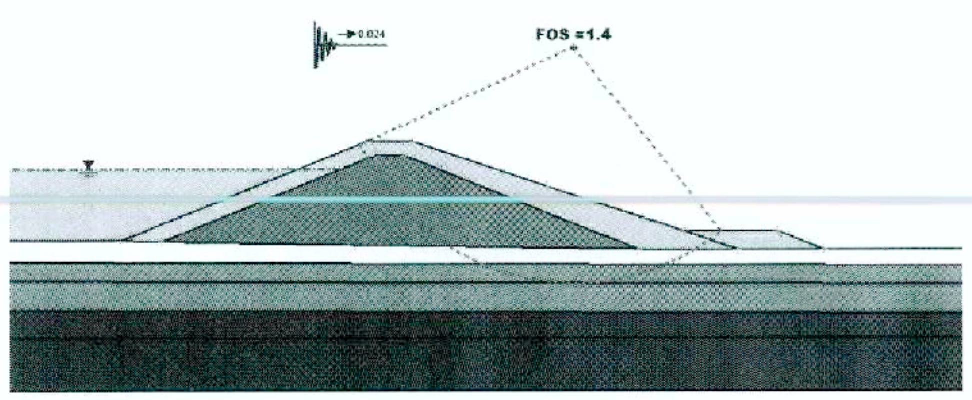
DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+440

STRUCTURE DE MEMBRANE



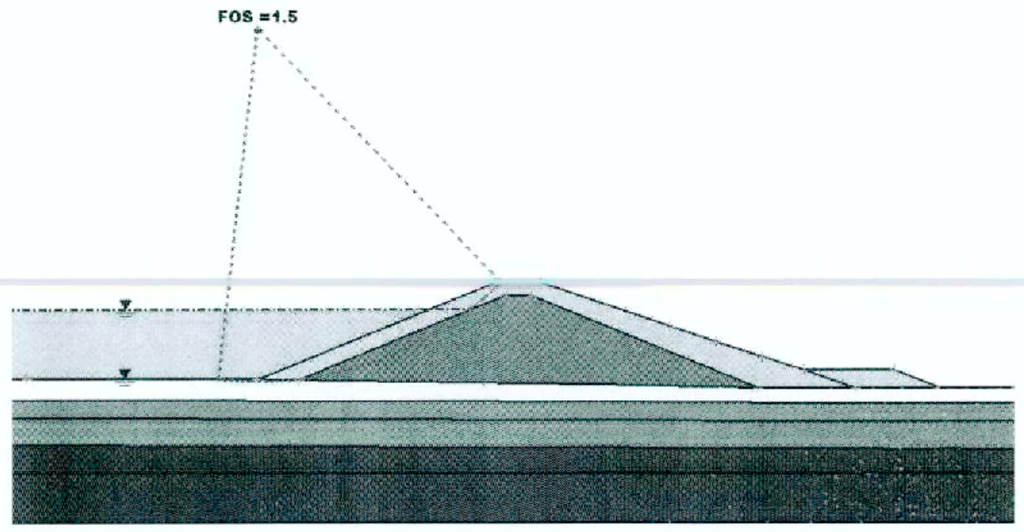
DIGUE NORD F- RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E



DIGUE NORD F - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E



DIGUE NORD F - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

ÉCHELLE N.A.E

NOTES

1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

DESSIN No.	DESCRIPTION

DESSINS DE RÉFÉRENCE

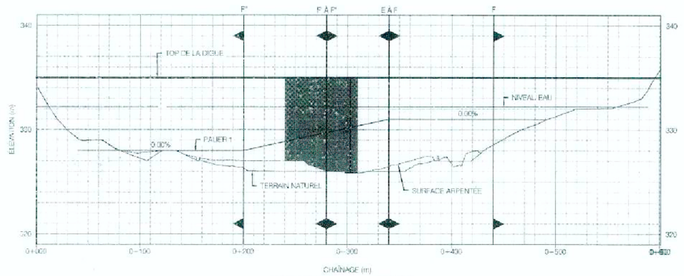
SCEAU: Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC — Nov 16. 2018

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

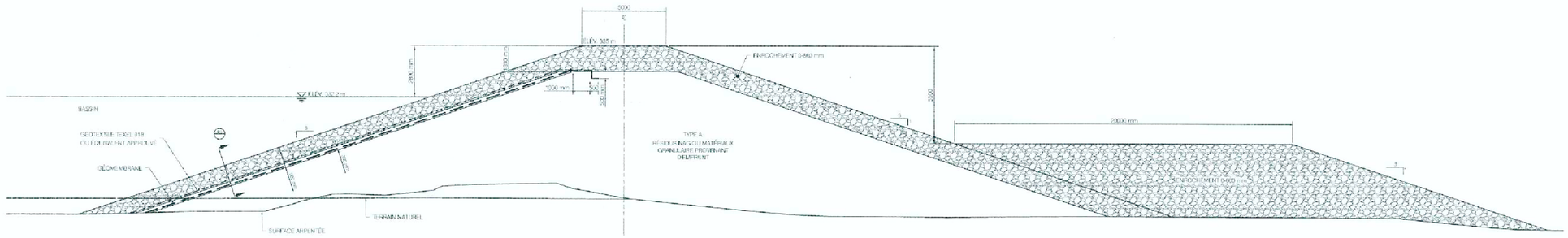
PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE NORD F DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MAREFAT	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31
DESSIN No.: 6098002-4G-D01-0009	FEUILLE / FORMAT: A0 / REV: AB

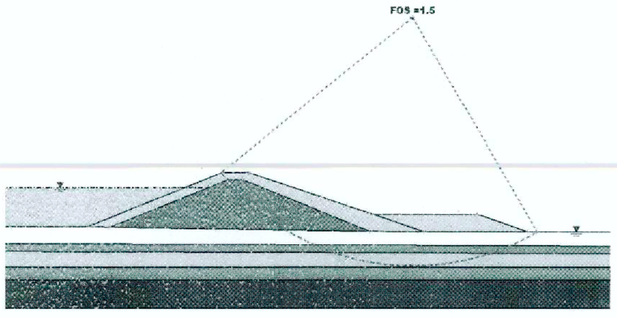


DIGUE NORD - PROFIL

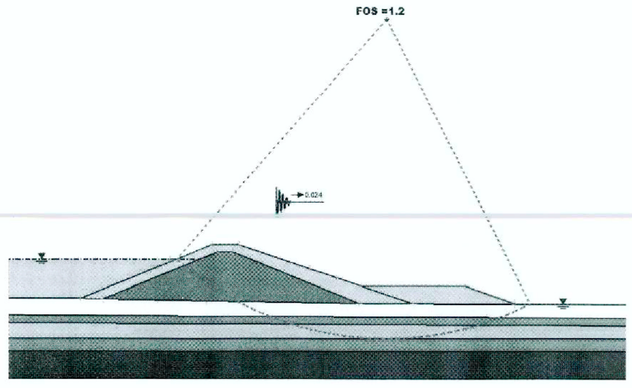


F' DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+280

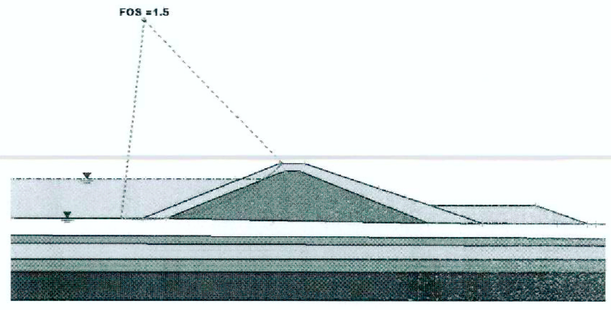
01 STRUCTURE DE MEMBRANE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES:
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET DE APIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
A8	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A DOUCET	L. PIDACCHIA	2018-11-16
A8	POUR COMMENTAIRES	M-A DOUCET	L. PIDACCHIA	2018-11-09

REVISIONS

DESSIN No	DESCRIPTION

DESSINS DE RÉFÉRENCE

SCEAU: Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC
Nov. 16 2018

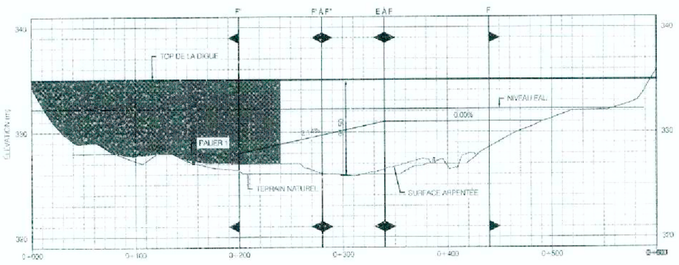
BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

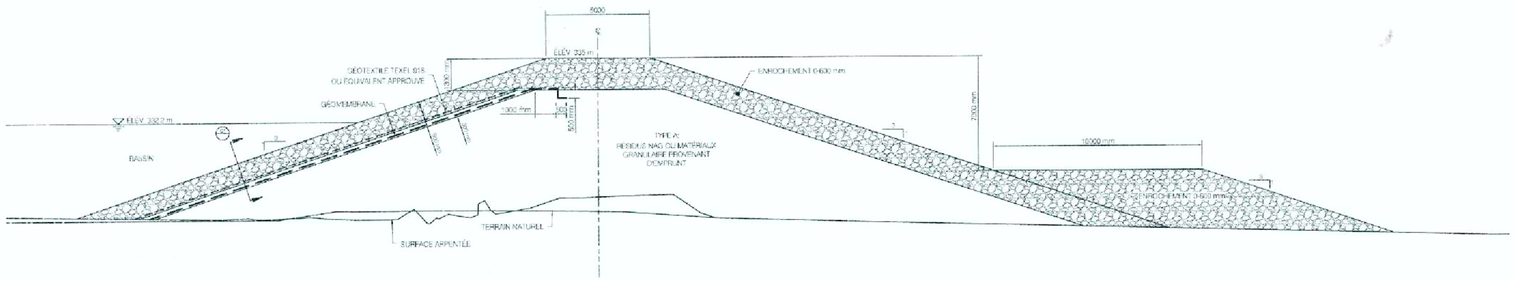
PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE NORD F' DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: V. MARIEFAT	DESSINÉ PAR: M-A DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PIDACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0010	PROJET: FORMAT A0 REV AB

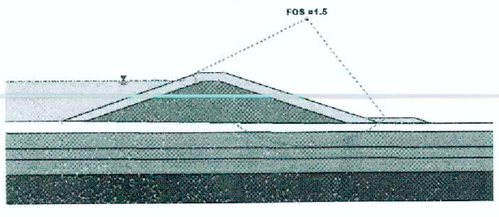


DIGUE NORD - PROFIL

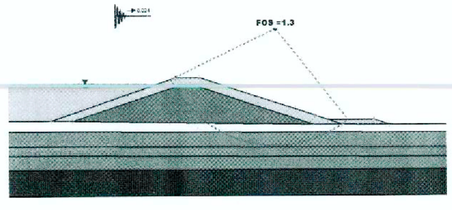


DIGUE NORD - COUPE TYPIQUE CH: 0+200

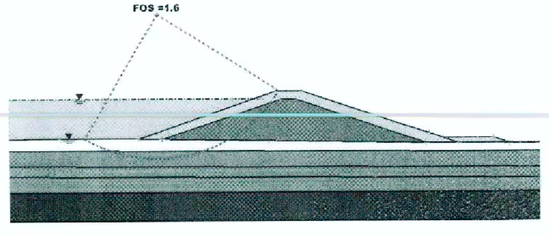
STRUCTURE DE MEMBRANE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE



DIGUE NORD F' - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - RAPID DRAWDOWN

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
2. NAG: NON-ACID GENERATOR

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PIGACCHA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PIGACCHA	2018-11-09

DESSIN No | DESCRIPTION
DESSINS DE RÉFÉRENCE

SCEAU: Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC
Nov 16 2018

BBA

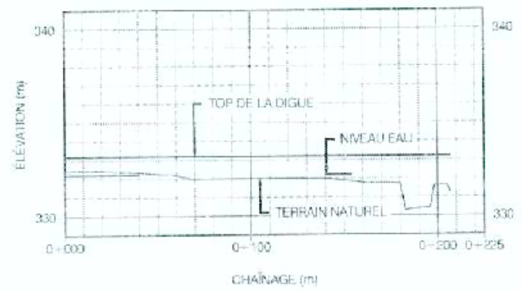
CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

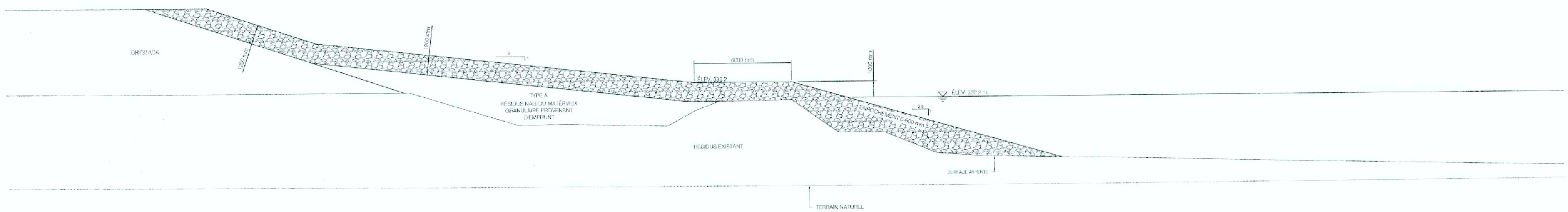
TITRE: DIGUE NORD F' DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PIGACCHA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-10-31
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0011	FEUILLE: A0 / REV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm
G:\6098002\40 ING. ENGING. GEOTECH-DESS. DWG\PROJET PROJECTION C3\2018\6098002-4G.DWG

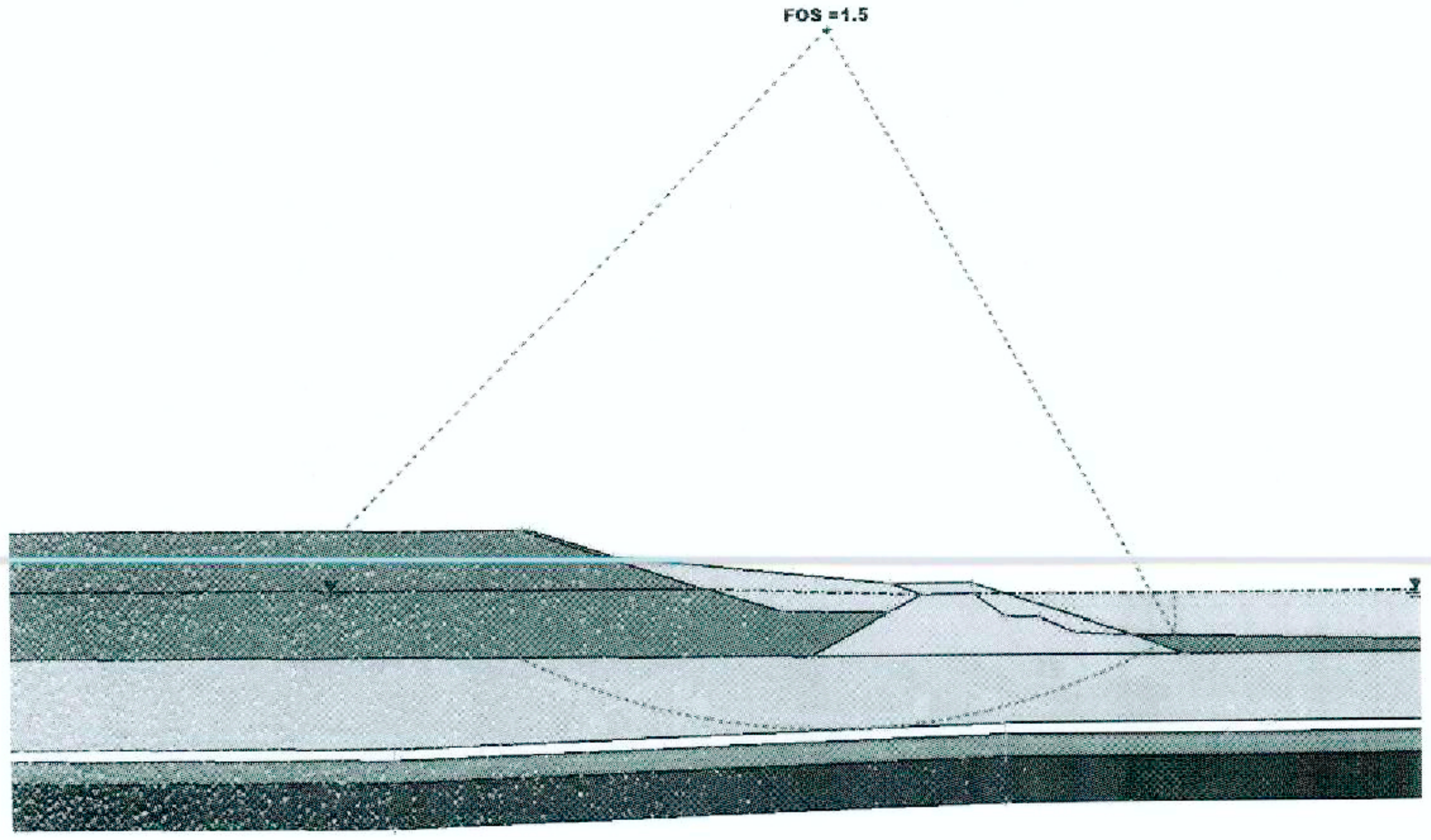


DIGUE DRYSTACK\ BASSIN - PROFIL



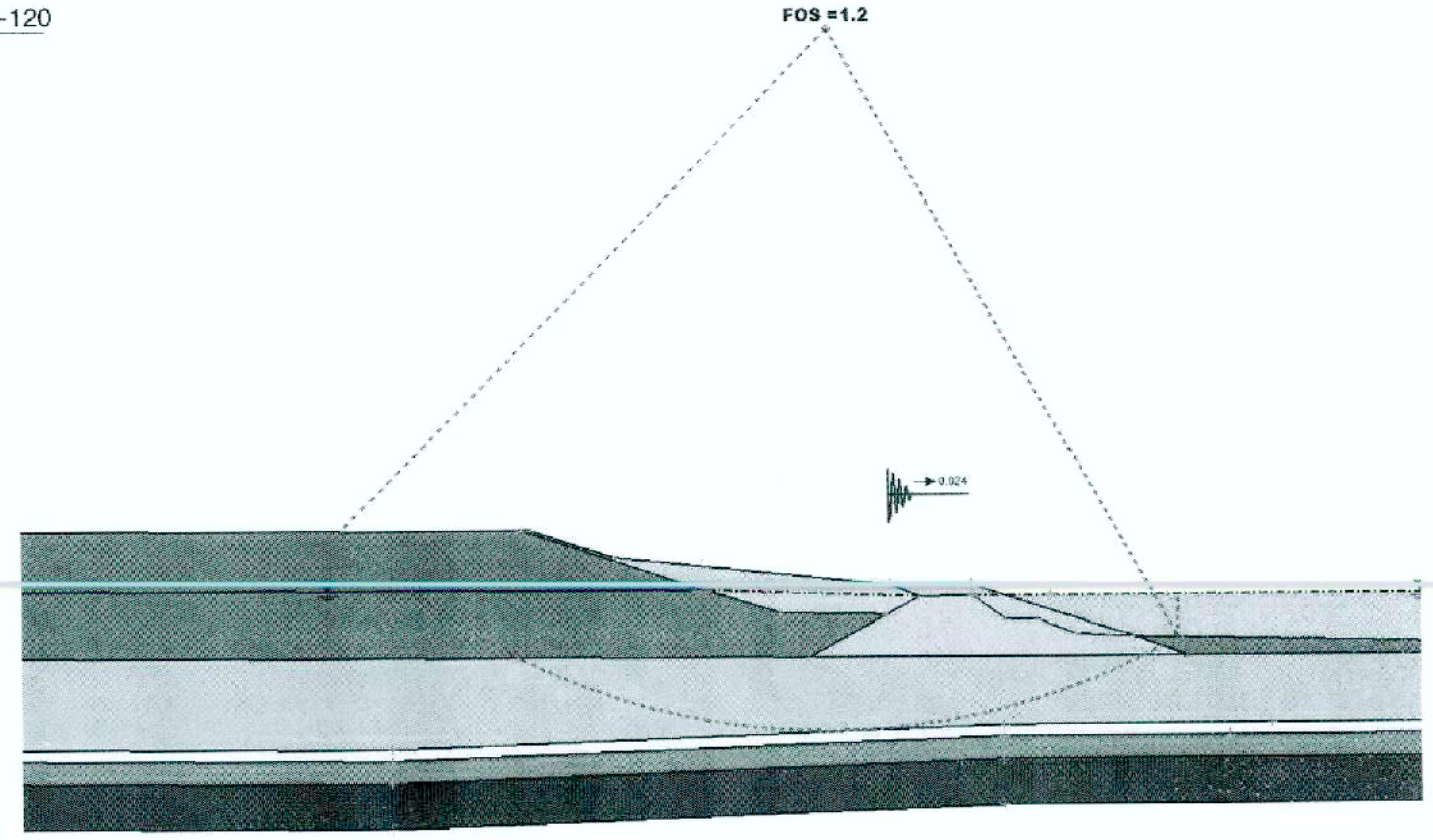
G DIGUE DRYSTACK\ BASSIN- COUPE TYPIQUE CH: 0+120

1:100



DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.E.



DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.E.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

RÉVISIONS

SCEAU: Luciano Piciacchia 35912 QUÉBEC
Nov 16 2018

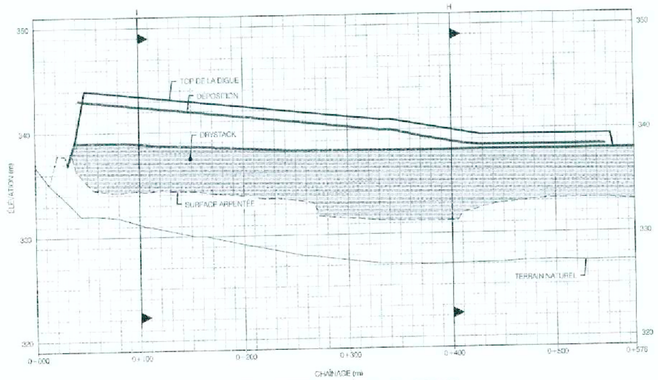
BBA

CLIENT: BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

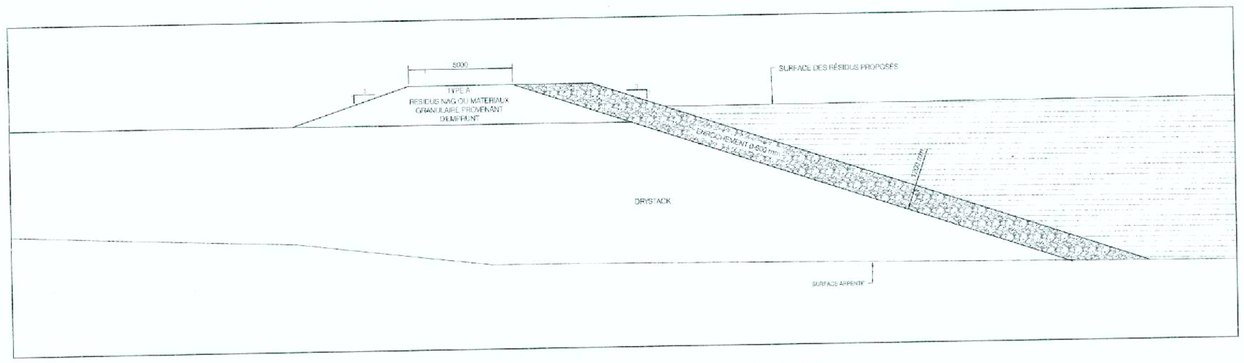
PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ BASSIN G DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUEN EN PROFIL

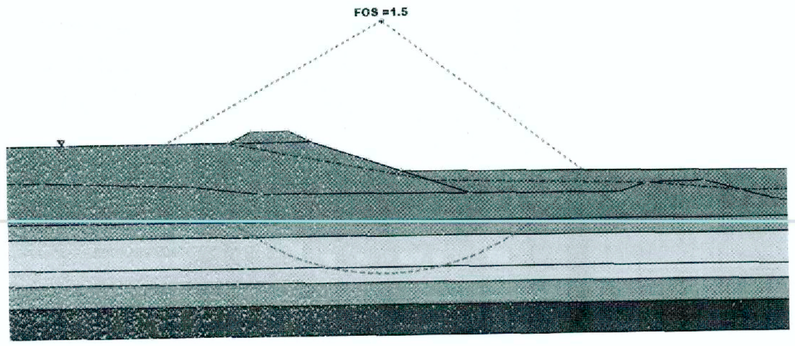
CONÇU PAR: MAREFAT V.	DESSINÉ PAR: M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M-A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0012	FEUILLE / FORMAT: A0 / RÉV: AB



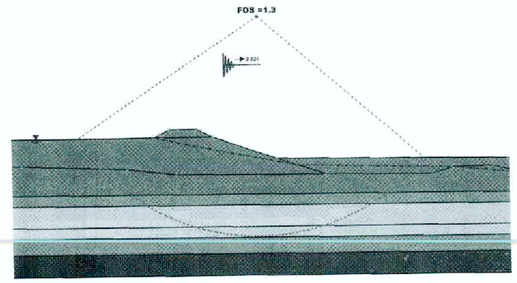
DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - PROFIL



H DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - COUPE TYPIQUE CH: 0+400



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

REV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
AB	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M.A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-16
AA	POUR COMMENTAIRES	M.A. DOUCET	L. PICIACCHIA	2018-11-09

DESSIN No | DESCRIPTION
DESSINS DE RÉFÉRENCE
RÉVISIONS

SCEAU
Luciano Piciacchia
35912
QUÉBEC
N 2016 20 18

BBA

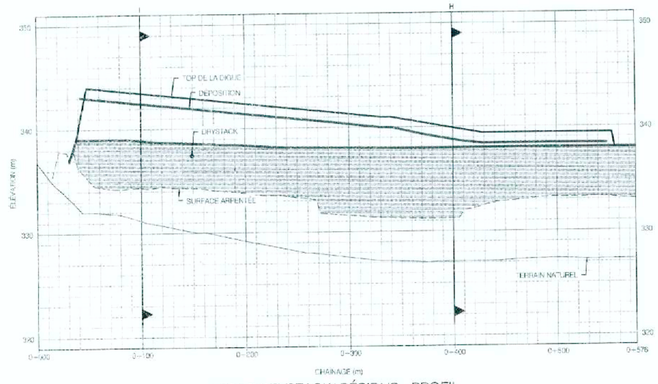
CLIENT
BONTERRA
Ressources Métanor
Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS H
DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL
VUEN EN PROFIL

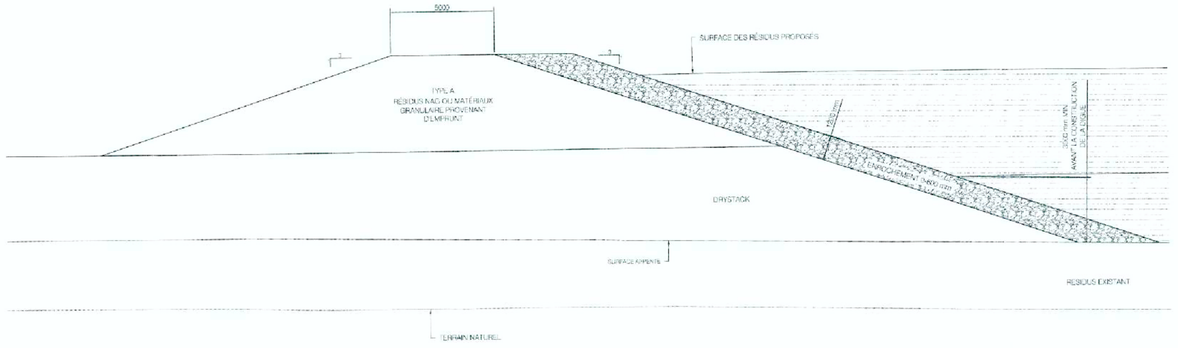
CONÇU PAR: MARIFATV.	DESSINÉ PAR: M.A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR: M.A. DOUCET	APPROUVÉ PAR: L. PICIACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0013	FEUILLE: 1 OF 1
FORMAT: A0	REV: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm
G:\6098002\40 ENGAG GEOTECHNIQUES\PROJET\PROJECT\EN COURS\6098002-4G-D003



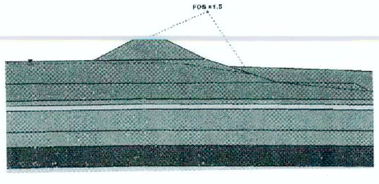
DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - PROFIL

ÉCHELLE 1:500 X 1:100



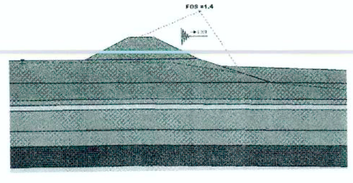
DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS - COUPE TYPIQUE CH: 0+100

ÉCHELLE 1:100



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - CONDITION NON DRAINÉE

ÉCHELLE N.A.É.



DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I - RÉSULTAT DE LA STABILITÉ DES PENTES - PSEUDO STATIQUE

ÉCHELLE N.A.É.

POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
DATE: 2018-11-16
BBA

NOTES
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TEST DE LABORATOIRE ET OE, AFIN DE MIEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.

DESSIN No	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR

DESSINS DE RÉFÉRENCE

RÉV	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
A0	POUR ÉMISSION AUX AUTORITÉS	M-A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-16
A	POUR COMMENTAIRES	M-A. DOUCET	L. PICACCHIA	2018-11-30

RÉVISIONS

SCEAU: Luciano Picacchia, 35912, QUÉBEC, Nov. 16 2018

BBA

CLIENT: BONTERRA Ressources Métanor, Une filiale de Bonterra

PROJET: ÉTUDE PARC À RESIDUS METANOR

TITRE: DIGUE DRYSTACK/ RÉSIDUS I DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL VUES EN PROFIL

CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:
M-A.F.V.	M-A. DOUCET
VÉRIFIÉ PAR:	APPROUVÉ PAR:
M-A. DOUCET	L. PICACCHIA
ÉCHELLE: INDIQUÉE	DATE: 2018-11-09
DESSIN No: 6098002-4G-D01-0014	FEUILLE (FORMAT): A0
	RÉV.: AB

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE BBA INC. IL NE PEUT ÊTRE UTILISÉ, REPRODUIT OU DIVULGUÉ SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE BBA INC. THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF BBA INC. IT CANNOT BE USED, REPRODUCED OR DISCLOSED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BBA INC.

ANNEXE 7

PLAN DE MESURES D'URGENCE

Plan d'urgence

Mine Bachelor

Préparé par : Julie Raiche

Julie Raiche
Coordonnatrice en environnement

Approuvé par : _____

Pascal Hamelin, ing.
Vice-Président de l'exploitation

Date de réalisation : 9 juillet 2013

Table des matières

1.0 INTRODUCTION 1
1.1 But du document 1
1.2 Personnel 1
1.3 Équipements 2
1.4 Accès au site 2
1.5 Bassins versants et sécurité civile 3
1.6 Matériaux d'emprunt 3
1.7 Localisation du plan d'urgences 3
1.8 Rapport d'incident environnemental 3
1.9 Conclusion 4
2.0 OUVRAGES ET DÉFAILLANCES POSSIBLES 5
2.1 Digues 5
2.2 Canal d'amené, fossé d'évacuation d'urgence et déversoirs 7
2.3 Chute de béton dans une ouverture de la mine souterraine 8

Table des annexes

ANNEXE 1 : Organigramme des personnes clés 9
ANNEXE 2 : Entrepreneurs disponibles 11

1.0 INTRODUCTION

1.1 But du document

Le présent document vise à établir les plans d'urgence pour gérer les accidents ayant un potentiel à haut risque qui pourraient survenir pendant la réalisation des travaux de restauration et en période de post-restauration.

1.2 Personnel

Un organigramme des personnes clé est présenté à l'annexe 1. Toutes les personnes mentionnées dans cet organigramme doivent être informées de leurs rôles et responsabilités et de leur implication au niveau des communications.

Rôle des intervenants

Témoin

Le témoin d'activités susceptibles de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention ou de bris des ouvrages de rétention, de ses composantes ou d'une contamination doit aviser le coordonnateur en environnement et/ou le poste de garde.

Poste de garde

Suite à l'avertissement, le gardien du poste de garde avise immédiatement le coordonnateur environnement.

Coordonnateur environnement

Le coordonnateur environnement se rend sur les lieux de l'activité susceptible de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention ou du bris des ouvrages de rétention, de ses composantes ou de la contamination.

Le coordonnateur environnement s'assure que l'activité est sécuritaire, que la réparation est effectuée adéquatement ou que la contamination est contrôlée et enlevée et que tous les travaux sont faits dans le respect des normes environnementales.

Le coordonnateur environnement est chargé de remplir le registre de déclaration des évènements et de le transmettre aux instances gouvernementales concernées.

1.3 Équipements

En cas d'urgence majeure où des équipements seraient nécessaires (pelle, chargeuse sur roues, camion), le département des achats doit être contacté par le coordonnateur environnement afin de pouvoir réagir. Le département des achats doit immédiatement contacter un entrepreneur.

Les entrepreneurs disponibles se trouvent à l'annexe 2.

1.4 Accès au site

La mine Bachelor est localisée sur le territoire de la municipalité de la Baie-James. Elle est située à environ 225 kilomètres au nord-est de Val-d'Or, 95 kilomètres à l'est de Lebel-sur-Quévillon, 30 kilomètres au sud de la communauté crie de Waswanipi et 3.5 kilomètres à l'est du village de Desmaraisville (le voisin le plus proche). La propriété est accessible via la route 113 qui relie Val-d'Or et Chibougamau.

L'adresse du siège social est la suivante :

2872, chemin Sullivan, bureau 2, Val-d'Or, Québec, J9P 0B8
Téléphone : 819-825-8678
Fax : 819-825-8224

L'adresse de la mine est la suivante :

200, chemin de la mine, Desmaraisville, Québec, J0Y 1H0
Téléphone : 819-753-2043
Fax : 819-753-2110

Les coordonnées de la mine sont les suivantes :

Latitude : 49°29' Longitude : 76°09' ; ou
UTM : 417 250 m Est, 5 483 250 m Nord

La propriété se situe sur le canton LeSueur et est constituée de 177 claims et de deux concessions minières couvrant une superficie totale de 4 837.56 hectares.

Le parc à résidus est situé à l'est des installations minières. La partie résidus est située à l'ouest du parc et le bassin de polissage est situé au nord du parc à résidus.

1.5 Bassins versants et sécurité civile

Les eaux de ruissellement et de pluie provenant du parc à résidus se jetteront dans un petit ruisseau sans nom (milieu récepteur) qui se jette à son tour dans le lac Bachelor.

Le bassin versant du parc à résidus et du bassin de polissage est de 1.26 kilomètre carré.

1.6 Matériaux d'emprunt

Un banc d'emprunt est situé à 4 kilomètres au sud-ouest des installations minières. Du sable et du gravier sont disponibles.

1.7 Localisation du plan d'urgences

Une copie du plan d'urgence doit être disponible en tout temps au poste de garde et au siège social de l'entreprise à Val-d'Or.

1.8 Rapport d'incident environnemental

À chaque fois qu'un évènement susceptible de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention ou d'un bris des ouvrages de rétention, de ses composantes ou qu'une contamination survient, le coordonnateur en environnement doit remplir le registre de déclaration des évènements. Des photos des interventions sont prises au besoin.

Toute activité susceptible de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention, tout bris des ouvrages de rétention ou de ses composantes ou toute contamination doit être déclaré au Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), à Environnement Canada et au Ministère des Ressources Naturelles (MRN) sans délai. Le contrôle de la situation est cependant prioritaire à la déclaration.

Les déclarations se font sur le formulaire présent dans le registre des évènements qui se trouve au poste de garde. L'information est d'abord transmise par téléphone puis par e-mail.

Si une activité susceptible de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention ou si un bris des ouvrages de rétention ou de ses composantes ou si de la contamination survient sur le site de la mine Bachelor, mais que ce dernier est attribuable à un entrepreneur, ce dernier doit le déclarer à qui de droit. Ressources Métanor pourrait faire la déclaration au nom de l'entrepreneur.

1.9 Conclusion

Ce plan d'urgence devra être révisé annuellement, approuvé par la Direction du site et l'organigramme des personnes-ressources devra être mis à jour au besoin. Le personnel et les différents intervenants susceptibles d'être appelés à travailler un jour pour contrer une situation d'urgence doivent être informés du contenu de ce plan d'urgence et recevoir la formation qui pourrait leur être utile pour mieux orienter les interventions.

2.0 OUVRAGES ET DÉFAILLANCES POSSIBLES

2.1 Digues

La digue médiane et la digue ouest sont des digues imperméables dont la masse repose sur l'argile naturelle et le roc. La longueur de la digue médiane est de 475 mètres et celle de la digue ouest est de 250 mètres. La digue médiane et la digue ouest sont faites d'enrochement stérile (banc d'emprunt).

Les activités susceptible de nuire à l'intégrité des ouvrages de rétention ou du bris des ouvrages de rétention, de ses composantes et de la contamination qui pourraient survenir pourraient être dû à un tremblemment de terre, à de fortes pluies ou lors d'une fonte des neiges rapide.

Défaillance : Exfiltration d'eau dans la fondation ou à travers la digue

Observations

1. Observer s'il y a entraînement de particules avec l'eau.
2. Observer s'il y a saturation du sol à l'aval de la digue.
3. Observer s'il y a présence de boulance (sable mouvant).
4. Évaluer la variation des débits d'exfiltration.
5. Prendre des photos.

Interventions

Étape 1 : Avertir le coordonnateur environnement.

Étape 2 : Contacter les instances gouvernementales et le consultant technique (AMEC, bureau : (514) 429-6555.

Étape 3 : Évaluer le débit d'exfiltration de la zone critique à toutes les heures et noter l'évolution.

Délais

Situation 1 : Dans le cas où il y a exfiltration d'eau claire sans augmentation de débit ni entraînement de particules, la période d'observation permettra d'évaluer la situation pour prendre si nécessaire les mesures correctives qui s'imposent. Si la situation est stable, le délai d'intervention peut être de quelques jours. L'option de déposer des résidus directement à l'amont de la digue afin de former une plage et éloigner l'eau de la digue, si ce n'est pas déjà fait, peut être envisagée pour diminuer l'écoulement à travers la digue.

Situation 2 : Dans le cas où il y a exfiltration d'eau avec entraînement de particules et une augmentation des débits d'eau, l'intervention devra être appliquée très rapidement et le délai ne sera que de quelques heures.

Situation 3 : Dans le cas où il y a exfiltration d'eau à la mi-pente, un tapis de gravier de 2 m de largeur doit être placé le plus rapidement possible sur la zone humide pour garder en place le matériau de la digue. L'intervention doit être immédiate.

Défaillance : Brèche ou rupture d'une digue et débordement

Brèche qui permet à l'eau et/ou aux résidus de s'échapper de façon non contrôlée du parc à résidus pouvant être causée par de l'eau sur la digue ou un niveau d'eau trop élevée dans le parc à résidus (fossés bloqués).

Observations

1. Localisation de la brèche et évaluation de l'ampleur du déversement.
2. Prendre des photos.

Interventions

Étape 1 : Procéder au colmatage de la brèche à l'aide des matériaux disponibles et/ou construction d'une digue filtrante temporaire en matériel non générateur d'acide pour empêcher la dispersion des particules solides. Le matériel qui servira à construire la digue sera pris dans la réserve de stériles ou au banc d'emprunt.

L'équipe procédera ensuite à la réparation de la ligne brisée avec le matériel disponible de façon à éviter une perte supplémentaire de matériau et/ou d'eau dans l'environnement. Le responsable technique (AMEC) devra être contacté

afin d'évaluer si d'autres réparations sont nécessaires en plus des réparations d'urgence pour que la digue retrouve son intégrité.

Étape 2 : S'il y a eu déversement d'eau ou de résidus à l'extérieur du parc, contacter les instances gouvernementales pour signaler le déversement non contrôlé.

Étape 3 : Prendre des échantillons des résidus, de l'eau déversée et du sol autour du lieu de la brèche pour vérifier le niveau de contamination.

Étape 4 : Procéder à la décontamination des lieux si nécessaire.

Étape 5: Rédiger un rapport détaillé de l'incident et le faire parvenir aux instances gouvernementales.

Délai

Dans tous les cas de brèche ou de rupture, l'intervention doit être immédiate.

2.2 Canal d'amené, fossé d'évacuation d'urgence et déversoirs

Le canal de d'amené des eaux de ruissellement qui se retrouve dans le parc à résidus est situé du côté nord-est du parc à résidus. Ce canal a une longueur d'environ 300 mètres. Il se jette dans le milieu récepteur qui est lié au ruisseau sans nom qui se jette dans le lac Bachelor (même ruisseau que l'effluent final).

Le fossé d'évacuation d'urgence se trouve au nord du parc à résidus. Ce fossé est lié directement au parc par un déversoir d'urgence qui est d'une élévation de 1 mètre sous l'élévation de la digue médiane. Ce déversoir et ce fossé ont été construit dans le but de servir de canal d'évacuation de l'eau du parc advenant que le canal d'amené soit bloqué. Le fossé d'évacuation d'urgence a une longueur de 200 mètres et celui-ci est connecté avec le milieu récepteur.

Défaillance : Obstruction d'un fossé ou d'un déversoir

Observations

1. Localisation de l'obstruction.

2. Nature de l'obstruction.
3. Prendre des photos.

Interventions

Dégager l'obstruction de façon à ce que l'écoulement se fasse naturellement.

Délai

Dès que l'obstruction est localisée, il est préférable de procéder le plus rapidement possible au dégagement de celle-ci.

2.3 Chute de béton dans une ouverture de la mine souterraine

Suite à la restauration du site minier, il y a eu la construction de 4 dalles de béton sur les 4 ouvertures de la mine souterraine à la surface. Il se pourrait qu'un bris survienne suite à un tremblement de terre, une forte pluie ou simplement par détérioration.

Observations

1. Localisation du bris de la dalle de béton.
2. Contacter le MRN.
3. Contacter un entrepreneur en construction.
4. Prendre des photos.

Interventions

Réparer la dalle de béton.

Délai

Dès que le bris est localisée, il est préférable de procéder le plus rapidement possible à la réparation de celle-ci.

ANNEXE 1 : Organigramme des personnes à contacter en cas de déversement ou d'urgence

Personnes à contacter en cas d'urgence

Julie Raiche, Coordonnatrice en environnement 819-753-2043 # 2016 (Bachelor) ou [redacted]
Gardien de sécurité 819-753-2043 # 2001

Autres numéros importants

Urgence environnement Fédéral: 1-866-283-2333

Urgence environnement Provincial: 1-866-694-5454

Canutec: 1-613-966-6666

Centre anti-poison: 1-800-463-5060

ANNEXE 2 : Entrepreneurs disponibles

Entrepreneurs disponibles

Mamu Sibi
15, route 113
Waswanipi (Québec)
J0Y 3C0
Téléphone : (819) 753-2622

Blais et Langlois Inc.
1137, boulevard Industriel
Lebel-sur-Quévillon (Québec)
J0Y 2A0
Téléphone : (819) 755-3220

Construction Val-d'Or Ltée
1935, 3ième avenue
Val-d'Or (Québec)
J9P 4P3
Téléphone : (819) 874-7272

ANNEXE 8

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

INFORMATION ET DESCRIPTION DU PROJET

No de projet:	19-0696-0612
Document:	ECP-0612-1501
Par:	Valérie Fortin
Date:	2021.02.05
Révision :	**00**

Client: Ressources Bonterra inc.

Adresse: 2872, chemin Sullivan,
Val-d'Or (Québec)
J9P 0B9

Responsable: M. Pascal Hamelin

Projet: Plan de restauration - Site Bachelor

PERSONNES-RESSOURCES GCM:

Directeur / Directrice de projet:	Émilie Bélanger
Sécurisation du site minier	V. Fortin
Démantèlement, démolition et démobilisation des infrastructures de surface	L. Bouliane
Démantèlement des équipements de l'usine de traitement du minerai	L. Bouliane
Démolition du campement des travailleurs	L. Bouliane
Restauration de l'empreinte affectée par les activités minières	V. Fortin
Restauration des aires d'accumulation	V. Fortin
Restauration du système de gestion des eaux	V. Fortin
Gestion des sols contaminés	V. Fortin

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET:

Les coûts de restauration ont été évalués dans le cadre de la mise à jour du plan de restauration du site Bachelor suivant la déposition de l'étude d'impact (Wood, 2019).

ESTIMATION BASÉE SUR LES HYPOTHÈSES ET/OU DOCUMENTS SUIVANTS:

Type d'estimation:

- ☐ +/- 50%
- ☑ +/- 30%
- ☐ +/- 15%

Plan de restauration:

Document: ☑ ENV # ENV0612-1501-00

Hypothèses spécifiques:

Voir notes dans les sections

Préparé par: *Valérie Fortin* 2021.02.05
Valérie Fortin, ing.

Note:

Les coûts estimés selon le type d'estimation proposé ont été préparés à titre de guide pour l'évaluation et la réalisation des travaux de restauration à partir de l'information disponible au moment de l'estimation. Les coûts de restauration finaux peuvent dépendre des coûts réels de la main-d'œuvre, des conditions concurrentielles du marché, de la portée finale du projet, de l'échéancier d'exécution et d'autres facteurs variables. Comme résultante, les coûts de restauration du projet peuvent varier par rapport à l'estimation ci-jointe. Conséquemment, ceux-ci devront être revus lors du plan de restauration final pour s'assurer d'une évaluation précise du projet réalisé.

GCM CONSULTANTS	Projet :	**PLAN DE RESTAURATION - SITE BACHELOR**	Par : V. Fortin
	No projet :	19-0696-0612	
BONTERRA	Document :	**ESTIMATION DE COÛTS DE RESTAURATION**	Rév. : **00**
	No document :	ECP0612-1501-00	Date : 2021.02.05

TYPE D'ESTIMATION	☐ +/- 50%	☑ +/- 30%	☐ +/- 15%

COÛTS DIRECTS

No ITEM	TITRE	TOTAL
1000	Sécurisation du site minier	108 000 $
2000	Démantèlement, démolition et démobilisation des infrastructures de surface au complexe industriel	478 900 $
3000	Démantèlement des équipements de l'usine de traitement du minerai	34 500 $
4000	Démolition du campement des travailleurs	58 900 $
5000	Restauration de l'empreinte affectée par les activités minières	277 000 $
6000	Restauration des aires d'accumulation	3 741 600 $
7000	Restauration du système de gestion des eaux	717 200 $
8000	Gestion des sols contaminés	66 700 $
	Sous-total des coûts directs	**5 482 800 $**

COÛTS INDIRECTS

No ITEM	TITRE		QUANTITÉ	UNITÉ	COÛTS UNITAIRES	TOTAL
100	Mobilisation et démobilisation	5%	1	lot	274 140 $	274 140 $
200	Suivi annuel de l'intégrité des ouvrages		5	an	9 120 $	45 600 $
300	Suivi agronomique annuel		5	an	7 040 $	35 200 $
400	Suivi environnemental post-opération	(18 mois)	18	mois	2 806 $	50 500 $
500	Suivi environnemental post-restauration	(30 visites sur 5 ans)	5	an	28 440 $	142 200 $
600	Ingénierie conceptuelle	10%	1	lot	569 420 $	569 420 $
					Sous-total des coûts Indirects	1 117 100 $

TOTAL COÛTS DIRECTS ET INDIRECTS		6 599 900 $
CONTINGENCES	**15%**	989 985 $
COÛT TOTAL $ cdn		**7 589 885 $**

Vérifié par: Richard Fallon ing. / P.Eng Date: 2021.02.05

Richard Fallon, ing.

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

Efficacité 100%

1000 SÉCURISATION DU SITE MINIER — **TAUX HORAIRE ($/h)** 110 $

No ITEM	DESCRIPTION	SOUS-CONTRAT				MAIN-D'ŒUVRE		TOTAL
		UNITÉ	QTÉ	PRIX/UNITÉ ($)	MONTANT ($)	HRES /UNITÉ	MONTANT ($)	($)
1100	**Mise en place d'une dalle de béton sur l'ouverture du puits de production**				**42 000 $**		**- $**	**42 000 $**
1101	Volume de béton[1]	m^3	24	800 $	19 200 $		- $	19 200 $
1102	Préparation de la fondation, du coffrage et mise en place de la dalle incluant les armatures	lot	1	22 800 $	22 800 $		- $	22 800 $
1200	**Mise en place d'une dalle de béton sur l'ouverture de la cheminée de ventilation**				**22 000 $**		**- $**	**22 000 $**
1201	Volume de béton[2]	m^3	15	800 $	12 000 $		- $	12 000 $
1202	Préparation de la fondation, du coffrage et mise en place de la dalle incluant les armatures	lot	1	10 000 $	10 000 $		- $	10 000 $
1300	**Mise en place de dalles de béton sur les ouvertures des anciennes monteries désaffectées**				**44 000 $**		**- $**	**44 000 $**
1301	Volume de béton[3]	m^3	30	800 $	24 000 $		- $	24 000 $
1302	Préparation de la fondation, du coffrage et mise en place de la dalle incluant les armatures	lot	2	10 000 $	20 000 $		- $	20 000 $
			SOUS-TOTAL		108 000 $		- $	108 000 $

TOTAL $ cdn **108 000 $**

NOTES:

1 Il a été considéré la mise en place d'une dalle en béton de 8 m X 5 m et d'une épaisseur de 60 cm.

2 Il a été considéré la mise en place d'une dalle en béton de 5 m X 5 m et d'une épaisseur de 60 cm.

3 Il a été considéré la mise en place d'une dalle en béton de 5 m X 5 m et d'une épaisseur de 60 cm sur chacune des deux ouvertures.

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

Efficacité 100%

2000 DÉMANTÈLEMENT, DÉMOLITION ET DÉMOBILISATION DES INFRASTRUCTURES DE SURFACE AU COMPLEXE INDUSTRIEL — **TAUX HORAIRE ($/h)** 110 $

No ITEM	DESCRIPTION	SOUS-CONTRAT				MAIN-D'ŒUVRE		TOTAL
		UNITÉ	QTÉ	PRIX/UNITÉ ($)	MONTANT ($)	HRES /UNITÉ	MONTANT ($)	($)
2100	**Infrastructures d'extraction**				**27 357 $**		**55 735 $**	**83 092 $**
2101	Abri du puits: 9m x 14m x 10m H, démo	m³	1 260	2.35 $	2 961 $	0.0522	7 235 $	10 196 $
2102	Chevalement: hypothèse 5m x 5m x 30m, démo	m³	750	2.35 $	1 763 $	0.0522	4 307 $	6 069 $
2103	Salle de compresseurs: 18m x 21m x hyp 10m H, démo	m³	3 780	2.35 $	8 883 $	0.0522	21 705 $	30 588 $
2104	Salle de treuil: 11m x 16m x 10m H	m³	1 760	2.35 $	4 136 $	0.0522	10 106 $	14 242 $
2105	Salles: Concassage fondations et dalle de béton	h	6	50.00 $	277 $	1.0000	609 $	886 $
2106	Réservoir de diesel: 2,5m dia x 6m l, riggage + transport	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2107	Réservoir de glycol (antigel): 2,5m dia x 6m L, riggage + transport	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2108	Concasseur	m³	1 134	2.35 $	2 665 $	0.0522	6 511 $	9 176 $
2109	Convoyeurs - Proposée: longueur totale 90m, démo	/ 10 m	9	500.00 $	4 500 $	4.0000	3 960 $	8 460 $
2110	Trémie - Proposée: 3,5m x 7m x hyp 3m H	m³	74	2.35 $	173 $	0.0522	422 $	595 $
2111	Entrepôt d'explosifs: hypothèse 1 conteneur 3m x 6m	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2112	Entrepôt de détonateurs: hypothèse 1 conteneur 3m x 6m	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2200	**Usine de traitement du minerai**				**61 430 $**		**148 179 $**	**209 609 $**
2201	Bâtiment concasseur: 10m x 22m x hyp 11m H	m³	2 420	2.35 $	5 687 $	0.0522	13 896 $	19 583 $
2202	Bâtiment Unine no 1 Floculant: 30x40x10H+23x30x11H+10x17x17H	m³	22 480	2.35 $	52 828 $	0.0522	129 080 $	181 908 $
2203	Concassage fondations/dalles de béton	h	23.3	50.00 $	1 165 $	1.0000	2 563 $	3 728 $
2204	Réservoir de cyanure de sodium liquide: 5m dia x hyp 5mH	lot	1	250.00 $	250 $	4.0000	440 $	690 $
2205	Réservoir de propane	ch	1	250.00 $	250 $	2.0000	220 $	470 $
2206	Réservoirs de soude caustique liquide: 4m dia x hyp 4mH	lot	4	250.00 $	1 000 $	4.0000	1 760 $	2 760 $
2207	Silo de chaux vive sous forme de poudre fine	lot	1	250.00 $	250 $	2.0000	220 $	470 $
2300	**Bâtiments connexes (Bureau, garage, etc.)**				**42 376 $**		**67 879 $**	**110 256 $**
2301	Carothèque: 15m x 18m x hyp 7m H, demo	m³	1 890	2.35 $	4 442 $	0.0522	10 852 $	15 294 $
2302	Conteneur de rangement: chargement + transport	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2303	Conteneurs d'entreposage	ch	3	500.00 $	1 500 $	2.0000	660 $	2 160 $
2304	Réservoir de propane: 2m dia x 5m l	ch	1	250.00 $	250 $	2.0000	220 $	470 $
2305	Atelier d'usinage: hypothèse 10m x 7m x 5m	m³	350	2.35 $	823 $	0.0522	2 010 $	2 832 $
2306	Bureaux, hyp: 13 roulottes 25m, démo partielle+ riggage+transport	ch	16	700.00 $	11 200 $	8.0000	14 080 $	25 280 $
2307	Cabane d'arpentage: hyp 1 roulotte 2,6m x 9m, riggage+transport	ch	1	500.00 $	500 $	4.0000	440 $	940 $
2309	Garage: 12m x 20m x hyp 5m H	m³	1 200	2.35 $	2 820 $	0.0522	6 890 $	9 710 $
2310	Garage Concassage dalles de béton	h	4	50.00 $	200 $	1.0000	440 $	640 $
2311	Laboratoire: 4m x 5m x 3m H	m³	60	2.35 $	141 $	0.0522	345 $	486 $
2312	ALLOCATION Lavoir	lot	1	2 500.00 $	2 500 $		- $	2 500 $
2313	Magasin: hyp 3 roulottes 25m, démo part+riggage+transport	ch	3	700.00 $	2 100 $	8.0000	2 640 $	4 740 $
2314	ALLOCATION Poudrière	lot	1	2 500.00 $	2 500 $		- $	2 500 $
2315	Réservoir de propane: hypothèses 2m dia x 5m l	lot	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

2316	Réservoir d'huiles usées: hypothèse 1.5m dia x 3m l	lot	1	250.00 $	250 $	2.0000	220 $	470 $
2317	Réservoirs d'eau souterraine: 13m dia x hyp 13m H	lot	1	500.00 $	500 $	16.0000	1 760 $	2 260 $
2318	Salle de dîner: 1 roulotte 3,5m x 17m L	ch	1	700.00 $	700 $	8.0000	880 $	1 580 $
2319	Salle d'entretient - Forage: 26m x 18m x hyp 5m H, démo	m³	2 340	2.35 $	5 499 $	0.0522	13 436 $	18 935 $
2320	Sécherie: hypothèse 20m x 15m x 5m (60 travailleurs)	m³	1 500	2.35 $	3 525 $	0.0522	8 613 $	12 138 $
2321	Station de pompage: 4m x 4m x hyp 3m H	m³	48	2.35 $	113 $	0.0522	276 $	388 $
2322	Voûte: 6m x 6m x hyp 4m H	m³	144	2.35 $	338 $	0.0522	827 $	1 165 $
2323	Guérite: 5m x 5m x hyp 3m H	m³	75	2.35 $	176 $	0.0522	431 $	607 $
2324	Clôture, 400m longueur, démo	/200 m	2	400.00 $	800 $	8.0000	1 760 $	2 560 $
2325	Pesée: 7m L	lot	1	500.00 $	500 $	6.0000	660 $	1 160 $
2400	**Aire d'entreposage (Cour arrière)**				**15 047 $**		**15 484 $**	**30 531 $**
2401	Aire d'entrepôt future: hypothèse déchet de 20m x 4m x 2m H	m˘	160	43.00 $	6 880 $		- $	6 880 $
2402	Conteneur d'entreposage (Environnement) 2,6m x 10m x hyp 4m H	m³	146	2.35 $	342 $	0.0522	836 $	1 178 $
2403	Conteneur entrepos. Mat. Dang./ d'huiles usées: 5m x 13m x hyp 5m H	m³	325	2.35 $	764 $	0.0522	1 866 $	2 630 $
2404	Dôme d'entreposage: 14m x 9m x hyp 4m H	m³	504	2.35 $	1 184 $	0.0522	2 894 $	4 078 $
2405	Super dômes d'entreposage: 9m x 13m et 9m x 20m, hyp 4m H	m³	1 188	2.35 $	2 792 $	0.0522	6 821 $	9 613 $
2406	Entrepôt des matières dangereuses: 2m x 6m x hyp 3m H, démo	m³	36	2.35 $	85 $	0.0522	207 $	291 $
2407	Pesée: 10m x 3,5m, demo	lot	1	500.00 $	500 $	6.0000	660 $	1 160 $
2408	Réservoir d'huiles usées: hypothèse 4000l	lot	1	500.00 $	500 $	4.0000	440 $	940 $
2409	Réservoirs d'hydrocarbure: hypothèse 2 riggages+transport	lot	2	500.00 $	1 000 $	4.0000	880 $	1 880 $
2410	Réservoirs de propane (20m/5m) 2 riggages+transport	lot	2	500.00 $	1 000 $	4.0000	880 $	1 880 $
2500	**Infrastructures électriques**				**19 063 $**		**1 019 $**	**20 082 $**
2501	Génératrice Olympian	lot	1	500.00 $	500 $	4.0000	440 $	940 $
2502	Génératrice Detroit Diesel	lot	1	500.00 $	500 $	4.0000	440 $	940 $
2503	ALLOCATION Déconnexion Ligne électrique Waswanipi WAN-234	lot	1	4 000.00 $	4 000 $		- $	4 000 $
2504	ALLOCATION DéconnexionLigne électrique Quévillon QUE-221	lot	1	4 000.00 $	4 000 $		- $	4 000 $
2505	ALLOCATION Démantelement Unité de transformateurs	lot	1	10 000.00 $	10 000 $		- $	10 000 $
2506	ALLOCATION concassage dalle Unité de transformateurs	h	1	50.00 $	63 $	1.0000	139 $	202 $
2600	**Secteur du parc à résidus et de l'usine de traitement des eaux industrielles**				**10 292 $**		**15 067 $**	**25 359 $**
2601	Station pompage recirc. eau vers usine traitement minerai	lot	1	75.00 $	75 $	1.5000	165 $	240 $
2602	Conduites de résidus (digues) hypothèse pvc dia 8'' x 2000m	h	40.0	160.00 $	6 400 $	2.0000	8 800 $	15 200 $
2603	Station de contrôle de l'effluent final (CONTENEUR)	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2604	Traitement d'eau à l'ozone (conteneur)	ch	1	500.00 $	500 $	2.0000	220 $	720 $
2605	ALLOCATION Géotube: 17m x 29m x hyp 2m	m³	986	2.35 $	2 317 $	0.0522	5 662 $	7 979 $
2606	Conduite effluent final, hyp: remblayer 2 extrémités	lot	1	500.00 $	500 $	-	- $	500 $
			SOUS-TOTAL		175 565 $		303 363 $	478 928 $

TOTAL $ cdn **478 928 $**

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

								Efficacité	100%
3000	**DÉMANTÈLEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE L'USINE DE TRAITEMENT DU MINERAI**							**TAUX HORAIRE ($/h)**	110 $
No ITEM	**DESCRIPTION**	**SOUS-CONTRAT**				**MAIN-D'ŒUVRE**			
		UNITÉ	**QTÉ**	**PRIX/UNITÉ ($)**	**MONTANT ($)**	**HRES /UNITÉ**	**MONTANT ($)**	**($)**	
3100	**Étape 1. Circuit de concassage et d'entreposage du minerai fin**				**2 150 $**		**4 730 $**	**6 880 $**	
3101	Alimenteur	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3102	Alimenteur à plaques - Proposé	lot	2	25 $	50 $	0.5	110 $	160 $	
3103	Broyeur semi-autogène - Proposé	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $	
3104	Concasseur (1) à mâchoires:	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $	
3105	Crible grossier « grizzly » équipé d'un marteau hydraulique - Proposé	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3106	Silo d'entreposage du minerai brut (26'dia x 26'H)	lot	1	400 $	400 $	8.0	880 $	1 280 $	
3107	Silos d'entreposage minerai fin, 32'diax30'H - Proposé	lot	2	600 $	1 200 $	12.0	2 640 $	3 840 $	
3108	Système de convoyeurs: hyp longueur totale 140m, démo	/ 10 m	14	25 $	350 $	0.5	770 $	1 120 $	
3200	**Étape 2. Circuit de broyage**				**1 625 $**		**3 575 $**	**5 200 $**	
3201	Alimenteur pour le silo de chaux	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3202	Batterie d´hydrocyclones avec deux cyclones additionnels; (Assumer 4 total)	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3203	Boîte de pompage - Proposée	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3204	Broyeur semi-autogène - Proposé	lot	1	100 $	100 $	2.0	220 $	320 $	
3205	Broyeurs à boulets (présumons 5) - Proposé	lot	5	100 $	500 $	2.0	1 100 $	1 600 $	
3206	Concentrateurs centrifuges Knelson - Proposé	lot	2	25 $	50 $	0.5	110 $	160 $	
3207	Cyclone - Proposé	lot	2	25 $	50 $	0.5	110 $	160 $	
3208	Dépoussiéreur à sacs	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3209	Réservoir d'accumulation du concentré gravimétrique - Proposé	lot	1	100 $	100 $	2.0	220 $	320 $	
3210	Silo de concentré - Proposé	lot	1	400 $	400 $	8.0	880 $	1 280 $	
3211	Système de convoyeurs: hyp 10 convoyeurs démo	/ 10 m	10	25 $	250 $	0.5	550 $	800 $	
3212	Table de concentration à secousses à action réciproque - Proposée	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3213	Tamis à rebus	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3214	Tamis vibrant - Proposé	lot	1	25 $	25 $	0.5	55 $	80 $	
3300	**Étape 3. Circuit de lixiviation et de charbon en pulpe**				**5 900 $**		**12 980 $**	**18 880 $**	
3301	Cuves cyanuration: 7m dia x hyp 7m H	ch	6	500 $	3 000 $	10.0	6 600 $	9 600 $	
3302	Cuves d'agitation pour la cyanuration - Proposée	lot	7	200 $	1 400 $	4.0	3 080 $	4 480 $	

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

3303	Épaississeur: 17m dia x hyp 5m H	ch	1	1 000 $	1 000 $	20.0	2 200 $	3 200 $
3304	Épaississeur extérieur - Proposé	lot	3	50 $	150 $	1.0	330 $	480 $
3305	Réservoirs de charbon en pulpe - Proposé	lot	3	100 $	300 $	2.0	660 $	960 $
3306	Tamis	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3400	**Étape 4. Circuit de traitement du charbon et de raffinage**				**1 200 $**		**2 310 $**	**3 510 $**
3401	Cellules d'électrolyse avec cathodes	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3402	Filtre à plaques, 12'dia x 14'H	lot	3	250 $	750 $	4.0	1 320 $	2 070 $
3403	Four de réactivation du charbon	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3404	Four pour le gâteau de boue métallique filtrée	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3405	Fournaise	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3406	Réservoir d'élution	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3407	Réservoir de lavage	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3408	Réservoir tampon	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3409	Structure dendritique	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
3410	Tamis	lot	1	50 $	50 $	1.0	110 $	160 $
			SOUS-TOTAL		10 875 $		23 595 $	34 470 $

TOTAL $ cdn **34 470 $**

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

Efficacité 100%

4000 DÉMOLITION DU CAMPEMENT DES TRAVAILLEURS — **TAUX HORAIRE ($/h)** 110 $

No ITEM	DESCRIPTION	SOUS-CONTRAT				MAIN-D'ŒUVRE		TOTAL
		UNITÉ	QTÉ	PRIX/UNITÉ ($)	MONTANT ($)	HRES /UNITÉ	MONTANT ($)	($)
4100	**Campement des travailleurs**				**24 892 $**		**34 054 $**	**58 946 $**
4101	Camps F, G, I: 8 roulottes 14'x64': démo part+riggage+transport	ch	8	700 $	5 600 $	8	7 040 $	12 640 $
4102	Clôture longueur 600m, démo	/200 m	3	400 $	1 200 $	8	2 640 $	3 840 $
4103	Cuisine (4 roulottes) démo part+riggage+transport	ch	4	700 $	2 800 $	8	3 520 $	6 320 $
4104	Dortoir des dirigeants (1 roulotte) démo part+riggage+transport	ch	3	700 $	2 100 $	8	2 640 $	4 740 $
4105	Dortoir des employés-cadres (3 roulottes) démo part+riggage+transport	ch	3	700 $	2 100 $	8	2 640 $	4 740 $
4106	Dortoir des employés horaires (10 roulottes) démo part+riggage+transport	ch	10	700 $	7 000 $	8	8 800 $	15 800 $
4107	Fémina (1 roulotte): riggage+transport	ch	1	500 $	500 $	4	440 $	940 $
4108	Garage, 7x9x hyp 5m H, démo	m^3	315	2.35 $	740 $	0.0522	1 809 $	2 549 $
4109	Réservoir de propane	lot	1	500.00 $	500 $	4.0000	440 $	940 $
4110	Salle communautaire (2 roulottes) démo partielle, riggage+transport	ch	2	700 $	1 400 $	8	1 760 $	3 160 $
4111	Station de pompage, 9x9x hyp 5m H		405	2.35 $	952 $	0.0522	2 326 $	3 277 $
			SOUS-TOTAL		24 892 $		34 054 $	58 946 $

TOTAL $ cdn **58 946 $**

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

Efficacité 100%

5000 RESTAURATION DE L'EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES — **TAUX HORAIRE ($/h)** 110 $

No ITEM	DESCRIPTION	SOUS-CONTRAT				MAIN-D'ŒUVRE		TOTAL
		UNITÉ	QTÉ	PRIX/UNITÉ ($)	MONTANT ($)	HRES /UNITÉ	MONTANT ($)	($)
5100	**Restauration de l'empreinte affectée par les activités minières**				**275 759 $**		**- $**	**275 759 $**
5101	Recouvrement de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain[4,5]	m^3	2 070	6.50 $	13 455 $		- $	13 455 $
5102	Scarification des aires de services[6]	m^2	108 185	0.20 $	21 637 $		- $	21 637 $
5103	Scarification des chemins[7]	m^2	33 935	0.20 $	6 787 $		- $	6 787 $
5104	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	m^2	155 920	1.50 $	233 880 $		- $	233 880 $
5200	**Restauration des fosses septiques**				**1 220 $**		**- $**	**1 220 $**
5201	Remplissage des fosses septiques de matériaux inertes en provenance de la halde à mort-terrain[8]	m^3	114	10.70 $	1 220 $		- $	1 220 $
			SOUS-TOTAL		276 979 $		- $	276 979 $

TOTAL $ cdn **276 979 $**

NOTES:

4 Le coût unitaire inclut le chargement, le transport et l'épandage du sol en considérant que le matériel provient de la halde à mort-terrain. Il est présumé que la quantité disponible sur la halde à mort terrain est suffisante pour l'ensemble des travaux de recouvrement. La volumétrie devra être prise en considération lors de la prochaine révision du plan de restauration.

5 L'estimation considère une superficie de 13 800 m^2 dans le secteur de l'usine de traitement du minerai.

6 La superficie des aires de services comprend le secteur du campement (46 710 m^2), du secteur d'entreposage des explosifs (2 400 m^2) et du secteur de la cour arrière de l'usine de traitement du minerai (59 075 m^2).

7 L'estimation considère les chemins d'accès sud et nord au campement, le chemin reliant le campement et l'extrême ouest du parc à résidus, le chemin menant à l'aire d'entreposage des explosifs, le chemin d'accès sud au Complexe Bachelor, le tronçon au sud du parc à résidus Bachelor et l'accès sud proposé.

8 L'estimation considère le remblayage de 8 fosses septiques d'un volume 14,3 m^3.

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

Efficacité 100%

6000 RESTAURATION DES AIRES D'ACCUMULATION — **TAUX HORAIRE ($/h)** 110 $

No ITEM	DESCRIPTION	SOUS-CONTRAT				MAIN-D'ŒUVRE		TOTAL
		UNITÉ	QTÉ	PRIX/UNITÉ ($)	MONTANT ($)	HRES /UNITÉ	MONTANT ($)	($)
6100	**Haldes à minerai temporaires**				**8 055 $**		**- $**	**8 055 $**
6101	Recouvrement de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain[4]	m^3	488	6.5 $	3 172 $		- $	3 172 $
6102	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	m^2	3 255	1.5 $	4 883 $		- $	4 883 $
6200	**Halde à mort-terrain**				**122 322 $**		**- $**	**122 322 $**
6201	Nivellement	m^2	33 060	2.2 $	72 732 $		- $	72 732 $
6202	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	33 060	1.5 $	49 590 $		- $	49 590 $
6300	**Halde à stériles temporaire**				**18 711 $**		**- $**	**18 711 $**
6301	Recouvrement de 150 mm de matières organiques sur l'empreinte de la halde[4]	m^3	1 134	6.5 $	7 371 $		- $	7 371 $
6302	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	7 560	1.5 $	11 340 $		- $	11 340 $
6400	**Empilement à sec (cellule 1 du parc à résidus Bachelor)**				**161 370 $**		**- $**	**161 370 $**
6401	Recouvrement - 150 mm de matière organique[4]	m^3	9 780	6.5 $	63 570 $		- $	63 570 $
6402	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	65 200	1.5 $	97 800 $		- $	97 800 $
6500	**Bassin surnageant (nouvelle cellule de résidus incluant les anciennes cellules 2 et 3)**				**2 937 551 $**		**- $**	**2 937 551 $**
6501	Nivellement du plateau de l'élévation 337m	m^2	12 680	2.2 $	27 896 $		- $	27 896 $
6502	Recouvrement - 300 mm de stériles	m^3	184 740	7.5 $	1 385 550 $		- $	1 385 550 $
6503	Recouvrement - 150 mm de matières organiques[4]	m^3	92 370	6.5 $	600 405 $		- $	600 405 $
6504	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	615 800	1.5 $	923 700 $		- $	923 700 $
6600	**Parc à résidus - Digues**				**493 544 $**		**- $**	**493 544 $**
6601	Recouvrement - 150 mm de matières organiques sur terrain en pente[4]	m^3	27 044	8.25 $	223 109 $		- $	223 109 $
6602	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	m^2	180 290	1.5 $	270 435 $		- $	270 435 $
			SOUS-TOTAL		3 741 552 $		- $	3 741 552 $

TOTAL $ cdn **3 741 552 $**

NOTES:

4 Le coût unitaire inclut le chargement, le transport et l'épandage du sol en considérant que le matériel provient de la halde à mort-terrain. Il est présumé que la quantité disponible sur la halde à mort terrain est suffisante pour l'ensemble des travaux de recouvrement. La volumétrie devra être prise en considération lors de la prochaine révision du plan de restauration.

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

								Efficacité	100%
7000	**RESTAURATION DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX**							**TAUX HORAIRE ($/h)**	110 $
No ITEM	**DESCRIPTION**	**SOUS-CONTRAT**				**MAIN-D'ŒUVRE**		**TOTAL**	
		UNITÉ	**QTÉ**	**PRIX/UNITÉ ($)**	**MONTANT ($)**	**HRES /UNITÉ**	**MONTANT ($)**	**($)**	
7100	**Mise en place d'une brèche dans la digue du bassin de sédimentation**				**76 889 $**		**- $**	**76 889 $**	
7101	Excavation	m^3	2 537	10.4 $	26 482 $		- $	26 482 $	
7102	Géotextile (Texel 918)	m^2	3 476	3.5 $	12 167 $		- $	12 167 $	
7103	Empierrement (100-300 mm 400 mm épais)	m^3	1 391	27.5 $	38 240 $		- $	38 240 $	
7200	**Restauration du bassin de sédimentation**				**208 980 $**		**- $**	**208 980 $**	
7201	Épandage de 150 mm de matière organique dans l'empreinte du bassin[4]	m^3	10 393	6.5 $	67 553 $		- $	67 553 $	
7202	Aménagement du canal d'amenée	m	300	125.0 $	37 500 $		- $	37 500 $	
7203	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	69 285	1.5 $	103 928 $		- $	103 928 $	
7300	**Mise en place d'une brèche dans la digue du bassin de recirculation**				**76 889 $**		**- $**	**76 889 $**	
7301	Excavation	m^3	2 537	10.44 $	26 482 $		- $	26 482 $	
7302	Géotextile (Texel 918)	m^2	3 476	3.5 $	12 167 $		- $	12 167 $	
7303	Empierrement (100-300 mm 400 mm épais)	m^3	1 391	27.5 $	38 240 $		- $	38 240 $	
7400	**Restauration du bassin de recirculation**				**151 928 $**		**- $**	**151 928 $**	
7401	Épandage de 150 mm de matière organique dans l'empreinte du bassin[4]	m^3	9 208	6.5 $	59 850 $		- $	59 850 $	
7402	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	m^2	61 385	1.5 $	92 078 $		- $	92 078 $	
7500	**Remise en état du réseau de drainage naturel**				**202 475 $**		**- $**	**202 475 $**	
7501	Remblayage des fossés du parc à résidus Bachelor[9]	m^3	12 441	10.7 $	133 119 $		- $	133 119 $	
7502	Remblayage des fossés du Complexe industriel Bachelor[9]	m^3	2 898	10.7 $	31 009 $		- $	31 009 $	
7503	Mise en végétation des fossés par ensemencement hydraulique	m^2	25 565	1.5 $	38 348 $		- $	38 348 $	
			SOUS-TOTAL		717 161 $		- $	717 161 $	
							TOTAL $ cdn	**717 161 $**	

NOTES:

4 Le coût unitaire inclut le chargement, le transport et l'épandage du sol en considérant que le matériel provient de la halde à mort-terrain. Il est présumé que la quantité disponible sur la halde à mort terrain est suffisante pour l'ensemble des travaux de recouvrement. La volumétrie devra être prise en considération lors de la prochaine révision du plan de restauration.

9 L'estimation considère un fossé typique avec une pente de 2 :1 et un fond d'une largeur de 1 m. Une longueur totale d'environ 4 150 m et 970 m a été considéré respectivement pour les fossés ceinturant le parc à résidus et les fossés au complexe industriel.

ESTIMATION DES COÛTS DE RESTAURATION

								Efficacité	100%
8000	**GESTION DES SOLS CONTAMINÉS**							**TAUX HORAIRE ($/h)**	110 $
No ITEM	**DESCRIPTION**	**SOUS-CONTRAT**				**MAIN-D'ŒUVRE**		**TOTAL**	
		UNITÉ	**QTÉ**	**PRIX/UNITÉ ($)**	**MONTANT ($)**	**HRES /UNITÉ**	**MONTANT ($)**	**($)**	
8100	**Caractérisation environnementale du site**[10]				**60 245 $**		**- $**	**60 245 $**	
8101	Mobilisation visite	lot	1	7 700 $	7 700 $		- $	7 700 $	
8102	Réalisation de tranchée	lot	20	350 $	7 000 $		- $	7 000 $	
8103	Réalisation de forages	lot	11	2 500 $	27 500 $		- $	27 500 $	
8104	Analyses chimiques	lot	1	9 045 $	9 045 $		- $	9 045 $	
8105	Rapport	lot	1	9 000 $	9 000 $		- $	9 000 $	
8200	**Enlèvement et disposition des sols contaminés aux hydrocarbures**[11]				**2 717 $**		**- $**	**2 717 $**	
8201	Excavation	m^3	10	12.7 $	127 $		- $	127 $	
8202	Transport	h	12	120 $	1 440 $		- $	1 440 $	
8203	Disposition	lot	1	1 150 $	1 150 $		- $	1 150 $	
8300	**Gestion des sols contaminés en métaux**[11]				**1 905 $**		**- $**	**1 905 $**	
8301	Gestion des sols contaminés en métaux	m^3	150	12.7 $	1 905 $		- $	1 905 $	
8400	**Caractérisation des boues dans le géotube**[12]				**1 853 $**		**- $**	**1 853 $**	
8401	Mobilisation visite	lot	1	1 665 $	1 665 $		- $	1 665 $	
8402	Analyses chimiques	lot	1	188 $	188 $		- $	188 $	
			SOUS-TOTAL		66 720 $		- $	66 720 $	
							TOTAL $ cdn	**66 720 $**	

NOTES:

10 Il a été considéré que la caractérisation environnementale du site se ferait par un tiers. Le forfait inclut la mobilisation et démobilisation d'un technicien de la région de Val-d'Or, les travaux de caractérisation incluant la réalisation de 20 tranchées et 11 forages aménagés et la production d'un rapport de caractérisation.

11 Dans une phase préliminaire, il a été considéré qu'une surface de 20 m2 de sols autour des réservoirs d'essence aura subi une contamination en hydrocarbures pétroliers sur une épaisseur de 50 cm. Il a été considéré d'excaver et de disposer des sols affectés par les hydrocarbures pétroliers dans un site autorisé. Il a aussi été considéré que 30 % des aires d'accumulation de minerai (3 255 m2) auront été affectées par les métaux sur 150 mm. Il est prévu de relocaliser les sols affectés par les métaux sous terre ou dans le parc à résidus.

12 Il a été considéré que la caractérisation des boues se ferait par un tiers. Le forfait inclut la mobilisation et démobilisation d'un technicien de la région de Val-d'Or, l'échantillonnage et l'analyse des boues.