



LVM inc.
1309, boulevard Saint-Paul
Chicoutimi (Québec) Canada G7J 3Y2
Téléphone : 418.698.6827
Fax: 418.543-6812
chicoutimi@lvm.ca

PAR COURRIEL : j.s.david@arianne-inc.com
PAR LA POSTE

Le 30 mai 2013

Monsieur Jean-Sébastien David
Ressources d'Ariane inc.
30, rue Racine Est, suite 160
Chapais (Québec) G7H 1P5

Objet : Étude géotechnique

Usine de traitement du minerai
Lac à Paul
N/Réf. : 153-P-0001126-0-01-100-GE-R-0001-0A

Monsieur,

Nous vous transmettons, ci-joint, le rapport préliminaire de l'étude géotechnique effectuée par notre firme pour le projet cité en titre.

Nous espérons qu'il sera à votre satisfaction et nous vous remercions de nous avoir permis de participer à la réalisation de votre projet.

Veuillez accepter, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.


Jean-François Boivin, ing., 5009684
Chargé de projet - Géotechnique

JFB/gg

p.j. Rapport (1 copie)

\\CHICOUTIMI-SF1\projets\153\P-0001126_Lac à Paul_Ressources d'Ariane\Lot100_Étude géotechnique_usine\1_Livrables\153-P-0001126-0-01-100-GE-R-0001-0A.doc

Ressources d'Arianne inc.

Usine de traitement du minerai

Étude géotechnique

Rapport préliminaire

Mai 2013

N/Réf. :153-P-0001126-0-01-100-GE-R-0001-0A

L|V|M

Ressources d'Arianne inc.

Implantation d'une usine

Lac à Paul

Étude géotechnique

Rapport préliminaire

Préparé par :



Jean-François Boivin, ing. 5009684

Chargé de projet - géotechnique

Vérfié par :



Pierre Torresan, ing., 38759

Directeur de service

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION DU MANDAT ET DU PROJET	1
2	DESCRIPTION DU SITE	2
3	MÉTHODOLOGIE	4
3.1	Travaux sur le terrain	4
3.1.1	<i>Localisation</i>	4
3.1.2	<i>Forages</i>	5
3.1.3	<i>Supervision</i>	5
3.2	Travaux en laboratoire	6
4	NATURE ET PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX	7
4.1	Sol organique	7
4.2	Silt sableux	7
4.3	Sable graveleux	8
4.4	Socle rocheux	8
5	EAU SOUTERRAINE	9
6	RECOMMANDATIONS	10
6.1	Remarques générales	10
6.2	Plateforme – site de l’usine et ses aménagements connexes	11
6.2.1	<i>Préparation du site</i>	11
6.2.2	<i>Excavation des dépôts meubles</i>	14
6.2.3	<i>Fond d’excavation et excavation du socle rocheux</i>	15
6.2.4	<i>Drainage temporaire</i>	16
6.2.5	<i>Drainage permanent</i>	16
6.2.6	<i>Méthode de remblayage</i>	17
6.2.7	<i>Structure de chaussée et coussins granulaires</i>	18
6.3	Fondations	19
6.3.1	<i>Capacité portante du socle rocheux</i>	19
6.3.1.1	Réaction géotechnique à l’état limite ultime (ÉLU)	19
6.3.1.2	Réaction géotechnique à l’état limite de tenue en service (ÉLTS)	20
6.3.2	<i>Capacité portante du remblai structural</i>	21
6.3.2.1	Réaction géotechnique à l’état limite ultime (ÉLU)	21
6.3.2.2	Réaction géotechnique à l’état limite de tenue en service (ÉLTS)	22
6.3.3	<i>Module de réaction du sol</i>	23
6.4	Paramètres sismiques	23
6.4.1	<i>Catégorie d’emplacement</i>	23

TABLE DES MATIÈRES

6.4.2 Accélération spectrale.....	24
6.5 Contrôle de construction	24

Figure

Figure 1 : Localisation du projet lac à Paul	2
--	---

Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées approximatives et élévation estimée des sondages.....	5
Tableau 2 : Échantillons prélevés pour des essais en compression uniaxiale	6
Tableau 3 : Stratigraphie des sols en place (profondeurs en mètres)	7
Tableau 4 : Conditions de terrain au droit de certains aménagements	13
Tableau 5 : Paramètres recommandés pour le calcul de q_{ult}	22
Tableau 6 : Module de réaction (k_s)	23
Tableau 7 : Accélération spectrale et accélération maximale du sol	24

Annexes

Annexe 1	Portée et limitations
Annexe 2	Note explicative et rapports de sondage
Annexe 3	Rapport d'essais en laboratoire
Annexe 4	Plan de localisation des sondages

Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est la propriété de LVM et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de LVM et de son Client.

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

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

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2013-05-30	Rapport préliminaire

1 DESCRIPTION DU MANDAT ET DU PROJET

La firme LVM a été mandatée par M. Jean-Sébastien David, vice-président aux opérations pour Ressources d'Arianne inc., afin de réaliser une étude géotechnique pour les différentes infrastructures nécessaires à l'implantation d'une nouvelle mine de phosphore au nord-est du Lac-Saint-Jean. Le présent rapport fait état des premiers résultats et de nos recommandations générales préliminaires suite à une première phase de travaux de terrain au site de l'usine de traitement des minerais. Lors de la rédaction du présent rapport, une campagne complémentaire à plus grande échelle était en cours de planification.

Le mandat régissant la réalisation de la présente étude a été défini dans l'offre de services n° 12-0244-153, transmise par courriel le 28 mai 2012 et dûment acceptée par M. Jean-Sébastien David, en date du 6 juin 2012.

L'étude géotechnique avait pour but de déterminer les caractéristiques géotechniques des sols et du socle rocheux afin de guider les concepteurs dans le choix et le dimensionnement des fondations des infrastructures et des bâtiments projetés. Pour ce faire, des forages géotechniques suivis d'analyses en laboratoire des échantillons prélevés au droit de ces forages ont été réalisés.

La portée et les limitations du rapport sont précisées à l'annexe 1. Ces commentaires s'avèrent importants pour une bonne compréhension des informations contenues dans le rapport et doivent être considérés comme faisant partie intégrante de celui-ci. Les autres annexes comprennent une note explicative et les rapports de sondage (annexe 2), les résultats des essais en laboratoire (annexe 3) et finalement, le plan de localisation des sondages (annexe 4).

2 DESCRIPTION DU SITE

Depuis quelques années, Ressources d'Arianne inc. détient plusieurs claims miniers dans le secteur du lac à Paul situé à 200 kilomètres au nord de Ville de Saguenay (Figure 1). La propriété du lac à Paul couvre une superficie approximative de 250 kilomètres carrés. Les travaux d'exploration réalisés par Ressources d'Arianne ainsi qu'un contexte économique favorable à l'exploitation du phosphore auront permis d'envisager l'implantation d'une mine à ciel ouvert. À ce jour, deux (2) dépôts potentiellement exploitables ont été identifiés : les dépôts Paul et Manouane. La présente étude géotechnique traite de l'exploitation du dépôt Paul uniquement.

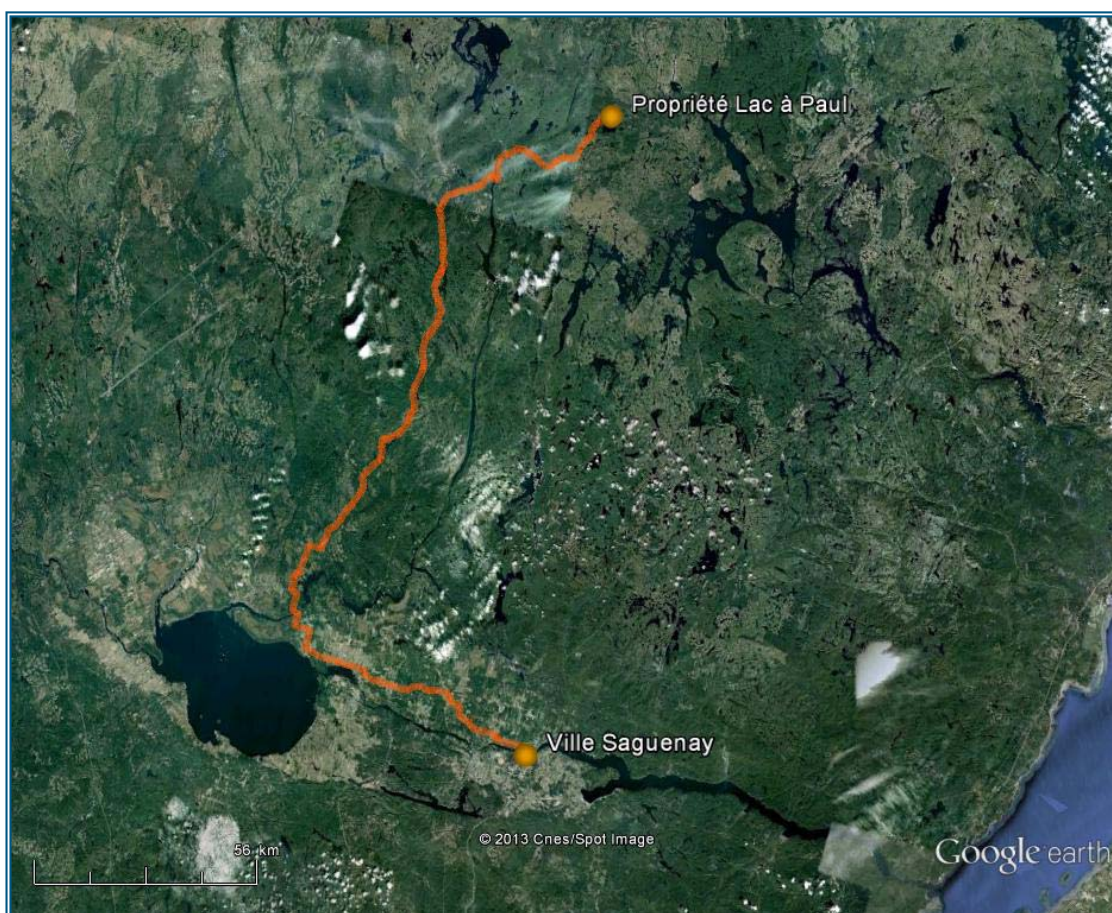


Figure 1 : Localisation du projet lac à Paul.

L'environnement du secteur du lac à Paul est caractérisé par une forte prédominance du couvert forestier ainsi que de lacs et cours d'eau. La topographie du secteur présente un territoire parsemé de montagnes entrecoupées de dépressions abritant généralement le réseau hydrographique. On y décèle sporadiquement la présence de chemins forestiers généralement encore praticables mais

parfois abandonnés. On y retrouve également quelques installations telles une pourvoirie et le campement actuellement utilisé par Ressources d'Arianne inc. Le site projeté pour la construction de l'usine se situe à proximité du kilomètre 171 du chemin principal. Afin de réaliser les travaux de forages, du déboisement a dû être effectué afin de faire accéder la foreuse et son équipement au site. Le site devant accueillir l'usine de traitement du minerai se situe au droit d'un sommet topographique avoisinant les 460 mètres d'élévation. Considérant les observations réalisées sur le terrain, l'élévation des collets de forage et la grande superficie qu'occupera l'usine, on peut estimer que l'élévation du terrain naturel sur la pleine emprise du site varie de plus ou moins 10 mètres. Toujours selon les observations effectuées sur le terrain, le site se caractérise par une prédominance du couvert forestier et d'affleurements.

3 MÉTHODOLOGIE

La détermination de la nature et des propriétés des matériaux a été réalisée à partir de travaux sur le terrain et en laboratoire.

3.1 TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Au total, six (6) forages géotechniques ont été réalisés sur le site de la future usine à traitement du minerai lors de cette campagne préliminaire. Ces sondages ont été effectués du 12 au 16 novembre 2012 et ont été positionnés de manière à couvrir la superficie suivant une maille relativement régulière. Aucune cible précise n'était visée lors de la réalisation de ses sondages puisque la localisation des ouvrages restait à définir au moment des travaux.

Les forages ont été identifiés de TF-301-12 à TF-303-12, TF-305-12 et TF-307-12 à TF-308-12 selon la nomenclature suivante : TF-NN-AA où NN correspond au numéro du sondage (par exemple 301) et AA à l'année de réalisation du forage.

3.1.1 Localisation

Dans le cadre de la présente étude, six (6) forages géotechniques ont été réalisés dans le but de déterminer la stratigraphie, la compacité ou consistance, ainsi que d'autres propriétés intrinsèques des sols en place et du socle rocheux. Étant donné la grande superficie qu'occuperont les infrastructures de la mine (concentrateur, concasseurs, garage, bureaux, entrepôts, etc.) et qu'au moment des travaux de forage, aucun plan précis de l'aménagement des installations n'était à notre disposition, les sondages réalisés ne couvrent que certaines portions de l'emprise du secteur de l'usine. Ce secteur comprendra plusieurs installations tels le concentrateur, des sites d'entreposage du minerai et de son concentré, une salle et une sous-station électrique, une station de pompage et un garage pour véhicules lourds. Des sondages additionnels devront être réalisés afin de couvrir l'ensemble des installations projetés. Les résultats et recommandations de ces sondages additionnels feront l'objet d'un rapport géotechnique à venir et viendront préciser les recommandations fournies dans le présent rapport.

La position théorique des forages a été déterminée à nos bureaux à l'aide du plan d'aménagement du site fourni par Cegertec WorleyParsons. Par la suite, notre technicien a positionné sur le chantier les sondages à l'aide d'un GPS de poche ayant une précision de plus ou moins 5 mètres. Les coordonnées théoriques de chacun des forages sont données dans le tableau suivant selon le système de référence géodésique MTM NAD 83 (fuseau 07). Il est à noter que l'élévation des sondages a été interprétée par interpolation de courbes topographiques d'après le positionnement théorique de ceux-ci. Ainsi, l'utilisateur des données fournies dans le présent rapport doit considérer le niveau de précision attaché au positionnement dans son interprétation des résultats.

Tableau 1 : Coordonnées approximatives et élévation estimée des sondages

Sondage	Coordonnées MTM Nad 83 fuseau 07		Élévation géodésique approximative (mètres)
	MTM_Nord	MTM_Est	
TF-301-12	5 531 084	290 180	455,45
TF-302-12	5 531 085	289 998	462,10
TF-303-12	5 531 043	289 791	458,39
TF-305-12	5 530 985	289 926	462,00
TF-307-12	5 530 787	289 741	462,03
TF-308-12	5 530 862	290 085	455,99

3.1.2 Forages

Les forages stratigraphiques TF-301-12 à TF-303-12, TF-305-12 et TF-307-12 à TF-308-12 ont été effectués à l'aide d'une foreuse de type automotrice CME-55. Les forages ont été avancés par rotation de tubage de calibre NW jusqu'à l'atteinte du socle rocheux. Les forages ont par la suite été avancés par rotation de tubage de calibre NQ afin d'échantillonner le socle rocheux jusqu'à des profondeurs variant de 3,5 à 8,9 mètres.

Dans ces forages stratigraphiques, les sols ont été échantillonnés au moyen d'une cuillère fendue de 51 mm de diamètre extérieur et de 600 mm de longueur, enfoncée par battage à l'aide d'un marteau de 63,5 kg tombant en chute libre d'une hauteur de 76 cm (norme NQ 2501-140).

Au droit de tous les forages, les sols ont généralement été échantillonnés en continu jusqu'au refus sur le socle rocheux. Ce dernier a, quant à lui, été échantillonné en continu à l'aide d'un carottier diamanté de calibre NQ.

Les rapports des sondages TF-301-12 à TF-303-12, TF-305-12 et TF-307-12 à TF-308-12 ont été insérés à l'annexe 2 du présent document.

3.1.3 Supervision

Les travaux sur le terrain ont été réalisés sous la supervision d'un (1) membre de notre personnel expérimenté en géotechnique, soit M. Éric Perron. Ce dernier a dirigé les opérations, identifié les échantillons récupérés et rédigé les rapports de sondage de terrain.

Toutes les informations recueillies lors de la réalisation des sondages sont consignées sur les fiches individuelles de sondage à l'annexe 2.

3.2 TRAVAUX EN LABORATOIRE

Tous les échantillons de sol récupérés ont été acheminés à notre laboratoire où ils ont fait l'objet d'un examen visuel attentif de la part du chargé de projet. Les carottes de forage ont également été acheminées à notre laboratoire où ils ont fait l'objet d'une description pétrographique par observation mégascopique. Des échantillons de carottes de forage ont ensuite été prélevés afin d'y effectuer des essais en compression uniaxiale (ASTM D 7012). Le tableau 2 présente les résultats obtenus lors de ces essais. Les rapports d'essais en laboratoire sont inclus à l'annexe 3 de ce rapport.

Les échantillons non utilisés pour la réalisation d'essais en laboratoire seront conservés pendant une période de trois (3) mois à compter de la date de parution de ce rapport. Ils seront par la suite détruits à moins de recevoir des directives spéciales à cet égard de la part du client.

Tableau 2 : Échantillons prélevés pour des essais en compression uniaxiale

Sondage	N° Échantillon	Profondeur (mètres)	Essai en compression uniaxiale (MPa)
TF-302-12	CR-4	1,60 à 1,70	104,1
TF-302-12	CR-6	7,10 à 7,20	112,7
TF-303-12	CR-5	2,58 à 2,68	73,4
TF-303-12	CR-6	5,48 à 5,58	87,8
TF-305-12	CR-5	2,50 à 2,60	49,7
TF-305-12	CR-7	8,20 à 8,30	144,9
TF-307-12	CR-5	4,60 à 4,70	102,4
TF-307-12	CR-7	8,01 à 8,11	115,2
TF-308-12	CR-4	3,40 à 3,50	83,5

4 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

On devra se référer aux rapports de forage insérés en annexe pour une description détaillée des matériaux. La stratigraphie des sols est brièvement résumée dans le tableau 3 qui présente les résultats obtenus lors de nos travaux d'investigation géotechnique. Sommairement, le terrain à l'étude se compose d'une mince couche de sol granulaire sus-jacent au socle rocheux.

Tableau 3 : Stratigraphie des sols en place (profondeurs en mètres)

Stratigraphie	Profondeur (élévation estimée) en mètres					
	TF-301-12	TF-302-12	TF-303-12	TF-305-12	TF-307-12	TF-308-12
Sol organique	0,00 à 0,30 (455,45 à 455,15)	0,00 à 0,53 (462,10 à 461,57)	0,00 à 0,30 (458,39 à 458,09)	0,00 à 0,30 (462,00 à 461,70)	0,00 à 0,61 (462,03 à 461,42)	0,00 à 1,06 (455,99 à 454,93)
Silt sableux	---	---	0,30 à 1,62 (458,09 à 456,77)	0,30 à 0,76 (461,70 à 461,24)	0,61 à 0,99 (461,42 à 461,04)	1,06 à 1,37 (454,93 à 454,62)
Sable graveleux	---	---	---	0,76 à 1,17 (461,24 à 460,83)	---	---
Socle rocheux	0,30 à 3,50 (455,15 à 451,95)*	0,53 à 8,90 (461,57 à 453,20)*	1,62 à 5,64 (456,77 à 452,75)*	1,17 à 8,74 (460,83 à 453,26)*	0,99 à 8,40 (461,04 à 453,63)*	1,37 à 4,80 (454,62 à 451,19)*

* Fin du sondage

4.1 SOL ORGANIQUE

Au sommet stratigraphique des six (6) forages géotechniques, on observe une couche décimétrique à localement métrique de sol organique.

4.2 SILT SABLEUX

Au droit des sondages TF-303-12, TF-305-12, TF-307-12 et TF-308-12, on note la présence d'un horizon de sol pulvérulent composé de silt sableux ou de sable silteux contenant un peu de gravier. La compacité de ce dépôt varie de lâche à compact et son épaisseur varie de décimétrique à localement métrique. À première vue, il ne semble pas y avoir de corrélation entre la présence de ce dépôt et l'élévation des forages. On dénote cependant l'absence de ce dépôt dans la partie nord-est du site (TF-301-12 et TF-302-12). On retrouve généralement ce sol sus-jacent au socle rocheux. Au sondage TF-308-12, on a retrouvé cette unité saturé.

4.3 SABLE GRAVELEUX

Au droit du sondage TF-305-12, on observe une mince couche de sable graveleux sous-jacent au silt sableux décrit précédemment. Cette unité est de compacité lâche, de couleur brun-beige et est en place sur le socle rocheux.

4.4 SOCLE ROCHEUX

Le socle rocheux a été atteint dans l'ensemble des sondages réalisés à des élévations variant entre 454,62 et 461,57. Il a été carotté sur des profondeurs variant entre 3,20 et 8,37 mètres. Le socle rocheux s'apparente à une roche de composition intermédiaire à mafique à grains fins à grossiers, sain à peu altéré et non friable. Le relevé des fractures réalisé sur les carottes de forage indique un indice de qualité de la roche (R.Q.D) variant de moyen à excellent. Les sondages TF-303-12, TF-305-12 et TF-307-12 présentent cependant un roc de très mauvaise qualité en surface. Au total, neuf (9) essais en compression uniaxiale ont été réalisés à différentes profondeurs dans la plupart des forages.

5 EAU SOUTERRAINE

Aucun piézomètre n'a été installé lors des travaux de forages. On dénote la présence d'un sol saturé au droit des sondages TF-308-12. Quant aux autres sondages, aucun indice visuel, lors de l'échantillonnage des sols, n'indique la présence d'une nappe phréatique au droit de ces derniers.

Il est important de souligner que le niveau de l'eau souterraine peut être influencé par plusieurs facteurs, dont entre autres, les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique (drain de fondation, fossé de drainage, etc.) et ainsi, il peut varier avec les saisons et les années.

6 RECOMMANDATIONS

6.1 REMARQUES GÉNÉRALES

Les commentaires et recommandations présentés dans les paragraphes suivants sont basés sur les résultats des travaux sur le terrain et en laboratoire, de même que sur les informations qui nous ont été transmises par le client et le concepteur. Sommairement, le projet l'installation d'une usine de traitement du minerai ainsi que toutes ses installations connexes afin d'exploiter un gisement de phosphore mis en valeur par Ressources d'Arianne inc.

Étant donné l'étendue limitée des travaux de forage réalisés dans le cadre de cette étude préliminaire, ce rapport présente des recommandations générales qui permettront au concepteur de l'usine et de ses installations connexes d'avoir un aperçu d'ensemble du type de fondation et des travaux de préparation du terrain à prévoir au site de l'usine de traitement du minerai. Des valeurs de capacité portante pour différentes géométries de fondation sont également fournies. Ce rapport n'émet cependant aucune recommandation pour chacune des installations prises individuellement (garage de véhicules lourds, station-électrique, convoyeur, concasseur, concentrateur, etc). Au moment de rédiger le présent rapport, une campagne de sondages géotechniques est en préparation afin d'apporter les éléments nécessaires à l'émission de recommandations géotechniques pour chacune des infrastructures.

En se basant sur les résultats obtenus et en considérant que ces derniers sont représentatifs de l'ensemble de la stratigraphie du site, les recommandations géotechniques relatives au présent projet sont maintenant présentées.

Sur la base des données recueillies en forage, le site projeté pour la construction de l'usine à traitement du minerai est caractérisé par la présence, au sommet stratigraphique, d'un mince horizon de sol organique suivi d'un horizon de sol pulvérulent décimétrique à métrique. Le substratum rocheux se retrouve immédiatement sous ce dépôt pulvérulent et s'apparente à une roche de composition intermédiaire à mafique. Du point de vue structural, l'indice de qualité de la roche (RQD) a été déterminé sur les carottes de roc récupérées au droit des forages. On peut affirmer que le roc est, généralement, de moyenne à excellente qualité.

6.2 PLATEFORME – SITE DE L'USINE ET SES AMÉNAGEMENTS CONNEXES

La présente section expose les recommandations relatives à la préparation de la plateforme qui accueillera l'ensemble des installations entourant l'usine de traitement du minerai.

Il est à noter qu'il est prévu par le concepteur de procéder par remblai-déblai dans le roc afin d'aménager cette plateforme.

6.2.1 Préparation du site

Sur la base des résultats obtenus en forage, la stratigraphie du site de l'usine se caractérise par une faible épaisseur de mort-terrain variant entre 0,30 et 1,62 mètre de profondeur reposant sur le socle rocheux. De ce fait, il est recommandé d'excaver les sols sur la totalité de l'emprise du site de l'usine jusqu'à ce qu'on atteigne la surface du socle rocheux. On procédera par la suite à l'érection d'un remblai structural (voir sous-section 6.2.6) directement à partir de la surface du roc. Dépendamment de l'épaisseur de remblai structural mis en place, de l'ordre de grandeur des charges appliquées et des possibles interactions entre les ouvrages, la présente étude considère que certains aménagements reposeront directement sur le roc tandis que d'autres pourraient prendre appui au sein du remblai structural.

Selon les plans d'aménagement du site de l'usine fourni par Cergetec WorleyParsons, l'élévation des installations (niveau RDC) varie entre 459,2 et 461,1 mètres. En considérant que l'élévation de la surface du socle rocheux a été interceptée entre 454,62 et 461,57 en sondage, les investigations réalisées confirment que l'aménagement de la plateforme sera effectué par remblai-déblai. Les remblais seront visiblement maximaux à l'extrémité nord-ouest de la plateforme avec une épaisseur de remblai structural avoisinant 25 mètres à l'extrémité du remblai et près de 18 mètres sous les aménagements (sous-station électrique). Pour l'ensemble des autres secteurs, si l'on considère comme maximale l'épaisseur de mort-terrain de 1,6 mètre rencontré au droit de TF-303-12, on peut estimer que l'épaisseur de remblais à mettre en place n'excédera que très rarement les 4 mètres.

Plus spécifiquement, l'élévation du socle rocheux au droit des sondages TF-301-12, TF-303-12 et TF-308-12 se situe à un minimum d'environ 3 mètres sous le niveau projeté de la plateforme. Une fois les dépôts meubles excavés, il sera possible de poser directement sur la surface rocheuse le remblai structural jusqu'au niveau projeté de la ligne d'infrastructure (ou niveau des fondations). Les sections qui suivent font état de la méthodologie à préconiser pour la mise en place de ses remblais.

D'autre part, les sondages TF-302-12 (à proximité de la sous-station électrique principale), TF-305-12 (à proximité de la salle électrique du site d'entreposage du minerai) et TF-307-12 (au droit d'une portion nord-est du convoyeur) sont des secteurs où la surface du socle rocheux devra être rabaissé jusqu'au niveau de la ligne d'infrastructure ou jusqu'au niveau des fondations le cas échéant. Malgré la présence locale de roc de très mauvaise qualité, il sera difficile d'envisager

l'excavation de ce dernier à l'aide de machinerie hydraulique ou mécanique. L'utilisation de tels équipements (ex : prédécoupage et marteau hydraulique), pour une faible épaisseur d'excavation demeure possible, mais on devra appréhender des conditions de travail tel que dans un roc sain. Il serait préférable d'envisager le dynamitage comme méthode de travail pour la grande majorité des excavations dans le roc. Lors des travaux de dynamitage, l'entrepreneur spécialisé dans ce domaine devra mettre en œuvre toutes les mesures utiles et applicables pour accomplir de tels travaux. Le patron et les techniques de sautage devront être adaptés à la nature du roc ainsi qu'à la présence de zones de fracturation et/ou d'altération, lesquelles auraient pour effet de dissiper l'énergie de sautage. De plus, il est de la responsabilité de l'entrepreneur de voir à respecter les normes et lois en vigueur concernant le contrôle des projections et le degré de vibration induit par les travaux de sautage. Les travaux doivent être effectués de manière à ne pas mettre en péril l'intégrité des aménagements (roulottes de chantier) et de la machinerie avoisinants.

Le tableau qui suit présente, sur la base des résultats partiels disponibles, les conditions de terrain à appréhender, en termes de remblai et déblai, pour chacun des aménagements couverts par les sondages disponibles.

Tableau 4 : Conditions de terrain au droit de certains aménagements

Aménagement	Élévation R.D.C	Élévation dessous béton	Élévation de la plateforme	Sondage à proximité	Élévation du terrain naturel ²	Élévation du socle rocheux en forage	Excavation du mort-terrain estimé	Déblai de roc maximal estimé sous les fondations ¹	Épaisseur de remblai contrôlé maximale estimée sous les fondations
Usine de traitement du minerais	460,7	458,1	460,7 à 459,9	TF-301-12	455,5 à 462,1	455,2 à 461,6	0,3 à 1,2	3,5	2,9
				TF-302-12					
				TF-305-12					
Site d'entreposage du minerais	460,2	457,6	459,6 à 460,2	TF-305-12	462,0 à 460,0 ³	460,8	1,2	3,2	Note 4
Sous-station électrique principale	---	---	461,2 à 460,6	TF-302-12	445,0 ⁵ à 462,1	461,6	0,5	1,0 ⁶	<18,0 ⁷
Garage des véhicules lourds	459,9	457,3	459,5 à 459,7	TF-308-12	456,0	454,6	1,4	---	2,7

¹ En considérant des fondations prenant appui directement au socle rocheux.

² Selon l'élévation des collets de forage, sauf avis contraire.

³ Estimé selon la topographie du secteur ouest.

⁴ Estimé comme nul ou négligeable.

⁵ Estimé pour le coin nord-ouest de l'enceinte de la sous-station.

⁶ En supposant la mise en place d'une structure de chaussée d'un minimum de 600 mm.

⁷ Épaisseur de remblai estimé à partir du niveau du terrain naturel en considérant un maximum 1,8 mètre de mort-terrain.

Le tableau s'avère un résumé préliminaire des conditions appréhendées pour l'aménagement des ouvrages et devra être précisé par des investigations complémentaires. La campagne de sondages à venir permettra d'évaluer avec une plus grande précision les secteurs en remblai ou en déblai ainsi que les quantités de roche à dynamiter ou de remblai structural à poser.

6.2.2 Excavation des dépôts meubles

Tel que stipulé précédemment, vu les conditions de terrain rencontrées en forage, on recommande de prévoir l'excavation complète des sols meubles en place et ce, sur la pleine emprise de la plateforme. Ces excavations pourront se faire en tranchées ouvertes si les conditions usuelles de drainage sont respectées.

Compte tenu de la stratigraphie des sols rencontrés, il sera nécessaire d'excaver dans des dépôts de type granulaire afin d'atteindre le socle rocheux qui constituera le niveau d'assise du remblai structural de la plateforme. Étant donné la grande étendue du site et qu'il est fort probable que le dépôt soit de nature glaciaire (till), on devra s'attendre à excaver des cailloux et des blocs au sein du dépôt granulaire. On devra de plus prévoir l'enlèvement de toutes parties de roc instables, de roc de mauvaise qualité excavable (si présent) et le nettoyage complet d'éventuelles dépressions (sillons) découpant la surface rocheuse. **L'excavation des sols meubles et la préparation de la surface rocheuse avant remblayage pourraient s'avérer difficiles et l'entrepreneur devra prévoir des équipements appropriés pour ces travaux.**

Puisque l'excavation se fera en tranchée ouverte, des pentes temporaires sécuritaires devront être aménagés. L'entrepreneur est responsable de leur stabilité ainsi que de la sécurité des travailleurs quand cette sécurité dépend de la stabilité des pentes temporaires.

À titre indicatif et pour fin d'estimation des volumes de sols excavés, les pentes des talus temporaires d'excavation peuvent être considérées à :

- ▶ 2,5 horizontale pour 1,0 verticale dans le sol organique (profondeur de 0,0 à 1,0 m);
- ▶ 1,5 horizontale pour 1,0 verticale dans le dépôt granulaire en conditions favorables (jusqu'à une épaisseur de 3 m).

Nous entendons par conditions favorables, la présence de matériaux de compacité dense à très dense et/ou des conditions d'infiltration d'eau contrôlées par une méthode adéquate d'assèchement et adaptée aux travaux à exécuter.

Les pentes d'excavation doivent être ajustées sur place en fonction des conditions effectivement observées au moment des travaux et aussi en fonction des méthodes de travail de l'entrepreneur. Les parois des talus temporaires d'excavation doivent être uniformes et, s'il y a lieu, libres de cailloux et/ou blocs lâches ou ébranlés en saillie. Enfin, il est entendu qu'en présence d'instabilité, les pentes doivent être adoucies.

Les excavations doivent être réalisées en respectant les exigences de la CSST en la matière.

Si les excavations demeurent ouvertes pour des périodes de plus de quelques jours, il est recommandé que des inspections quotidiennes, par du personnel spécialisé en géotechnique, soient effectuées afin de déceler les risques de glissement et de déterminer les mesures à prendre pour corriger les situations dangereuses.

Il est recommandé de ne stationner aucun véhicule lourd en crête du talus et ce, jusqu'à une distance équivalente à la profondeur des excavations. Il est également recommandé d'éviter la circulation des véhicules et des équipements en bordure des excavations, jusqu'à une distance équivalente à la profondeur des excavations afin de minimiser les vibrations.

Il sera aussi important de s'assurer de toujours garder une distance au moins égale à la profondeur de l'excavation entre le bord des excavations et la base des piles de matériaux entreposés temporairement au chantier. Cette condition doit être respectée en tout temps à moins que des études particulières ne soient effectuées pour chaque cas spécifique.

Il est important de considérer que l'utilisation de boîtes de tranchée ne constitue pas un système de soutènement des terres efficace et que celles-ci doivent être considérées uniquement comme un système assurant la protection des travailleurs. Pour assurer la stabilité des pentes, l'entrepreneur devra profiler les parois à des inclinaisons permettant leur stabilité durant toute la durée des travaux de chantier.

6.2.3 Fond d'excavation et excavation du socle rocheux

Afin de s'assurer d'obtenir un fond d'excavation apte à accueillir le remblai structural ou les fondations, certaines mesures de vérification et d'aménagement devront être prises après l'excavation des sols meubles en place et, si requis, du dynamitage du socle rocheux. Des exigences additionnelles à la préparation du fond d'excavations sous les unités de fondations pourraient vous être fournies une fois les concepts de fondations connus. Les paragraphes suivants présentent les mesures minimales à considérer pour la préparation des surfaces.

Dans le cas où le remblai structural ou les fondations prendront appui directement sur la surface naturelle du socle rocheux, le fond d'excavation devra être constitué de roc sain et les parties lâches, altérées et/ou ébranlées de roc devront être enlevées mécaniquement à l'aide de l'excavatrice. Dans le même ordre d'idée, dans le cas des surfaces dynamitées, on devra prévoir, après nettoyage complet de la surface rocheuse, l'enlèvement de toutes parties de roc ébranlées ou en saillis. Toutes les surfaces de roc devront être asséchées et nettoyées adéquatement afin de valider la qualité de la surface d'assise. Le profil de l'assise devra être relativement plat, sans saillies importantes, une attention particulière devra être portée sur ce point lors des activités de préparation des surfaces. Des recommandations particulières pourraient s'appliquer pour le traitement de certains types de surfaces, en présence d'irrégularité des surfaces ou de pentes abruptes.

Spécifiquement dans l'axe longitudinal des fondations périphériques des bâtiments (ou autres structures longues), l'aménagement de transitions dans le roc pourrait s'avérer requis si la pente naturelle de la surface rocheuse excède 10H : 1V (à valider selon le type d'ouvrage). Dans le même ordre d'idée, des excavations dans le roc pourraient être nécessaires afin de mettre à niveau les surfaces d'assises de fondations isolées tels les radiers prenant appui directement sur le socle rocheux. On pourra envisager, toujours sous les éléments de fondations, l'utilisation de béton maigre pour combler des aspérités locales et mettre, localement, des surfaces à niveau.

Dans tous les cas, nous recommandons de faire vérifier et approuver le fond d'excavation par un ingénieur géotechnicien ou son représentant. Sur la base de cette inspection et tenant compte de la localisation de la structure par rapport à l'orientation et la fracturation du roc, ce dernier pourra recommander de poursuivre les excavations plus en profondeur ou de nettoyer les interlits plus friables, d'utiliser des boulons d'ancrage ou encore d'injecter ou colmater des fissures.

6.2.4 Drainage temporaire

D'après les observations faites lors de la réalisation des forages, le niveau de l'eau souterraine semble se situer à des profondeurs inférieures au niveau du substratum rocheux à l'exception du forage TF-308-12 où un sol saturé a été noté à des élévations entre 454,62 à 454,93. Aucun piézomètre n'a été installé au droit des sondages afin d'obtenir des niveaux d'eau fiables.

Cependant, si rencontrée, toute l'eau de ruissellement et d'infiltration devra être évacuée à l'aide d'un système de pompage adéquat et efficace qui tiendra compte des conditions particulières des matériaux en place, de façon à ce que le fond et les parois de l'excavation soient maintenus stables et à sec durant les travaux de préparation des assises.

De plus, il est recommandé de maintenir en tout temps, le niveau de l'eau souterraine à au moins 300 mm sous le fond de l'excavation durant les travaux pour assurer la stabilité des pentes et du fond des excavations temporaires.

6.2.5 Drainage permanent

Il est recommandé de prévoir un fossé périphérique au pourtour de la plateforme de l'usine. Cette disposition permettra de rabattre le niveau de la nappe phréatique aux endroits où elle s'élève au-dessus du niveau de la base du remblai structural et également de collecter et drainer les eaux de ruissellement et d'infiltration. Nous recommandons également la mise en place d'un système de drainage permanent en périphérie des fondations des installations projetées. Ce système devra faire l'objet d'une configuration qui s'adaptera au concept de fondation choisi pour chacune des installations.

Un système de drainage efficace permettra d'éviter le gel excessif des sols en périphérie des fondations advenant des problèmes de drainage locaux. Le système de drainage devra être raccordé à un exutoire positif.

6.2.6 Méthode de remblayage

En considérant les résultats obtenus, nous sommes d'avis que l'ensemble des fondations au site de l'usine de traitement du minerai pourront prendre appui directement au roc ou par l'entremise d'un remblai structural en pierre dynamitée. De manière préliminaire, il apparaît que les fondations périphériques de l'usine de traitement du minerai prendront en partie appui au roc et en partie sur remblai structural. Dans le cas où un tel aménagement serait envisagé pour le bâtiment, des mesures particulières devront être prévues afin d'assurer une transition adéquate entre les deux (2) types de préparation. Celles-ci pourront être définies plus précisément une fois le concept du bâtiment mieux défini. On estime à ce stade, que tous les éléments unitaires fortement chargés, tels que les fondations intérieures d'équipements lourds, prendront appui directement au socle rocheux. Dans le même ordre d'idée, la quasi-totalité des éléments de fondations mis en place à la sous-station électrique principale et au garage de véhicules lourds reposeront sur le remblai structural qui pourrait atteindre près de 18 mètres d'épaisseur à l'extrémité nord-ouest de la sous-station. Le cas échéant, certains sites d'entreposage (stockpile) impliquant une importante sollicitation des sols d'assises pourraient prendre appui sur ce même remblai. Ainsi, on recommande d'envisager la mise en place d'un remblai structural adéquatement préparé et apte à recevoir de telles charges sur la pleine emprise du site.

Pour ce faire, on procédera à l'excavation complète des sols en place ainsi qu'à l'excavation du socle rocheux aux endroits où l'élévation de ce dernier se situe au dessus du niveau d'implantation des installations (voir sous-sections 6.2.1 et 6.2.2). Les excavations devront permettre la mise en place d'une tablette de remblai structural continu qui couvrira l'entièreté du site. Advenant le cas où une fondation devra être aménagée en bordure de la tablette de remblai structurale, ce dernier devra inclure une sur largeur adéquate par rapport aux semelles de fondation permettant une distribution adéquate des contraintes. De plus, la pente aux extrémités dudit remblai devra respecter un ratio de 1V : 1,5H (33,7°) et prendre appui directement sur le roc. Ainsi les dimensions des excavations seront fonction de différents éléments tels que la profondeur du roc, sa configuration (pente) et les dimensions des fondations.

En sa base, directement à partir de la surface du roc, le remblai structural sera constitué de pierre dynamitée 0-600 mm (si requis) bien graduée ($D_{50} = 300$ mm) posée jusqu'à 1,0 mètre sous le niveau projeté de la ligne de d'infrastructure ou sous le niveau projeté des fondations. La pierre sera posée par couches successives (à plat) de 900 mm d'épaisseur, placées et compactées selon la méthode exposée ci-après. Chaque couche devra présenter une surface plane, uniforme et adéquatement scellée. **Chaque couche devrait être validée par le surveillant en chantier avant l'érection de la suivante.**

Par la suite, jusqu'à un niveau correspondant à la base des coussins granulaire prévus sous les fondations ou encore jusqu'au niveau projeté de la structure de chaussée, on procédera à la pose de pierre dynamitée 0-300 mm bien gradué ($D_{50} = 300$ mm). Cette pierre sera posée par couches successives (à plat) de 450 mm d'épaisseur, placées et compactées selon la méthode exposée ci-

après. Chaque couche devra présenter une surface plane, uniforme et adéquatement scellée.

Chaque couche devrait être validée par le surveillant en chantier avant l'érection de la suivante. Le dernier 300 mm au sommet de cette couche sera composé d'une pierre 0-150 mm bien graduée ($D_{50} = 75$ mm) afin de sceller adéquatement la surface finie. Cette pierre sera posée en une seule et unique couche (à plat), compactée de la même manière.

Malgré les recommandations ci-haut mentionnées, il est à noter que la pose des gros granulats (0-600 et 0-300 mm) devrait, sous un aménagement spécifique, prendre fin à un niveau unique correspondant à la base du coussin granulaire de l'élément de fondation le plus bas. On évitera de poser de tels matériaux à l'intérieur de l'enceinte de fondations, entre différents empattements rapprochés ou autre situation rendant la pose difficile et favorisant la ségrégation du matériau.

Pour chaque couche, la pierre dynamitée sera d'abord déversée sur la surface du roc ou de la couche précédente. À l'aide d'un buteur de calibre adéquat (ex : Caterpillar D8 ou son équivalent), on étendra la couche selon l'épaisseur voulu en poussant le matériel dans le sens de l'avancé de la couche. On procédera ensuite à la compaction de la couche posée à l'aide d'un rouleau compacteur vibrant de 15 tonnes ou plus. Ce dernier devra être capable de livrer une force totale appliquée d'au minimum 15 000 kg par mètre de rouleau. La force totale appliquée correspond à la somme de la force centrifuge et du poids du rouleau. Le niveau de compaction pourrait être évalué à l'aide de planches d'essais ou autres mesures de contrôle qui devront préalablement être établies par un ingénieur géotechnicien, ou son représentant, spécialisés en qualité des matériaux. Afin d'assurer la qualité des remblais structuraux, chaque couche devrait faire l'objet de mesures de contrôle. Des essais de densité *in situ* (ASTM D5030-04) pourraient aussi être envisagés pour les matériaux les plus fins. Étant donné la difficulté et les coûts reliés aux nombreux essais pouvant être exigés pour obtenir des résultats représentatifs et puisque l'interprétation des résultats d'essais *in situ* peut être parfois s'avérer complexe (spécialement pour la pierre dynamitée), la qualité de la compaction ne devrait pas être seulement jugée sur la base d'essais *in situ*. En effet, l'évaluation du niveau de compaction à atteindre en chantier devra être le résultat d'un programme qualitatif et quantitatif rigoureux mené par un ingénieur géotechnicien d'expérience dans le domaine de qualité des matériaux.

La pierre dynamitée pourra provenir d'une source externe au site et/ou des déblais provenant du site. L'entrepreneur devra prévoir l'ensemble des opérations nécessaires à la production des matériaux exigés précédemment pour l'érection du remblai structural. Lors de l'exploitation du roc, l'entrepreneur devra enlever les déblais de deuxième classe, incluant le roc désagrégé, avant d'exécuter les déblais de première classe. Le roc utilisé pour la production des matériaux de remblai (pierre dynamitée ou autres) devra être sain.

6.2.7 Structure de chaussée et coussins granulaires

Étant donné le contexte préliminaire de la présente étude et l'état d'avancement du concept des ouvrages, nous n'estimons pas être en mesure de proposer de structure de chaussée optimisée. Il

en va de même pour la nature et l'épaisseur des coussins granulaires à mettre en place sous les fondations qui prendraient appui sur le remblai structural.

Il est par contre important de noter qu'il sera nécessaire de prévoir une couche transitoire de matériau MG-56, lorsque des granulats concassés sont prévus être mis en place sur le remblai structural.

6.3 FONDATIONS

Tel que discuté dans les sections précédentes, la présente étude constitue une étape préliminaire à l'émission de recommandations précises pour chacune des installations. Ainsi, les valeurs de capacité portante qui suivent sont considérées comme conservatrices et sécuritaires étant donné la mise en place des fondations sur remblai structural ou sur le socle rocheux. On considère actuellement que les fondations des divers ouvrages seront soit appuyées au roc en totalité soit entièrement appuyées sur le remblai structural. La possibilité d'alterner deux (2) types de préparation sous les fondations sera abordée dans la version finale du présent rapport. On considère aussi que, vu la proximité du socle rocheux, les fondations des ouvrages impliquant de fortes charges seront conçues en appui au roc. Il en est de même pour des ouvrages sensibles situés dans la zone d'influence d'autres aménagements (ex : pilier aval du convoyeur influencé par l'entreposage en vrac du minerai).

Les recommandations qui suivent sont présentées conformément aux directives du « Code national du bâtiment – Canada 2005 » (CNB 2005) qui exigent que le calcul des fondations soit réalisé selon les calculs aux états limites. Ceux-ci se subdivisent en deux (2) groupes : les états limites ultimes (ÉLU) et les états limites de tenue en service (ÉLTS). Les états limites ultimes portent principalement sur les mécanismes d'effondrement de la structure et portent donc sur la sécurité, tandis que les états limites de tenue en service correspondent aux mécanismes qui limitent ou empêchent l'usage prévu de la structure.

Les états limites calculés dans le cadre de ce projet sont les suivants :

- ▶ Les états limites ultimes liés à la capacité portante;
- ▶ Les états limites de tenue en service liés aux tassements.

6.3.1 Capacité portante du socle rocheux

6.3.1.1 Réaction géotechnique à l'état limite ultime (ÉLU)

À partir des informations tirées des sondages réalisés, le socle rocheux est généralement de bonne qualité. La valeur de capacité portante présentée ici est valable en autant le socle rocheux soit de bonne à excellente qualité, sain et non-friable.

Selon le manuel canadien d'ingénierie des fondations (2006), la résistance géotechnique ultime peut être calculée selon la méthode suivante :

$$q_{ult} = K_{sp} \cdot \sigma_{ci}$$

Où : q_{ult} = résistance géotechnique à l'état limite ultime (MPa);

K_{sp} = coefficient empirique prenant en compte l'espacement des joints;

σ_{ci} = résistance en compression uniaxiale (MPa).

Sur la base des échantillons de roc récoltés et des observations préliminaires effectuées pour l'ensemble du site, on recommande de considérer une valeur de K_{sp} égale à 0,1. En considérant la valeur de résistance en compression la plus faible obtenue lors des essais en compression uniaxiale (49,7 MPa), on estime qu'une résistance géotechnique ultime (ÉLU) de 5 MPa peut être utilisée pour les besoins de conception des éléments de fondation prenant appui sur le roc sain.

Le roc sain est défini lorsque l'indice de qualité du roc RQD est égal ou supérieur à 60 %. Le RQD étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carottes de 100 mm ou plus à la longueur totale de la course.

Une inspection du fond de l'excavation par un géologue devrait être effectuée avant le bétonnage afin de s'assurer de la qualité du roc.

6.3.1.2 Réaction géotechnique à l'état limite de tenue en service (ÉLTS)

Basée sur notre connaissance géologique du roc du secteur, la résistance géotechnique pondérée en service du roc en place (ÉLTS) peut être sécuritairement estimée à **500 kPa** pour des semelles d'au minimum 600 mm de largeur prenant appui sur le roc sain. Le tassement dans le roc engendré par une telle pression devrait être négligeable en supposant cependant que les surfaces d'assises au niveau des semelles seront horizontales, libres de toute boue, de tout sol remanié et de toute partie de roc altérée et détachable mécaniquement à l'aide d'une pelle mécanique avant de procéder au bétonnage des fondations.

La résistance géotechnique mentionnée est valide en autant que les vérifications suivantes soient effectuées :

- ▶ Périodiquement, les excavations devront être inspectées par un géologue ou par un ingénieur géologue ou géotechnicien afin de s'assurer que le roc n'est pas incliné, ne comporte pas de joints ouverts importants ou encore de minces joints d'argile préjudiciables pour le comportement des structures existantes et projetées.
- ▶ Toutes les excavations exécutées pour les semelles de fondation seront inspectées par un géologue ou par un ingénieur géologue ou géotechnicien afin de s'assurer que tout roc fracturé, fissuré ou altéré, ainsi que tout roc brisé lors de l'excavation aient été convenablement enlevés et que la surface exposée du roc est intacte, saine et acceptable avant la mise en place des fondations.

- ▶ De plus, la valeur de résistance de tenue en service limite recommandée se définit comme la pression qui peut être transmise au roc par un empattement carré ou rectangulaire en sus du poids actuel des terres. En conséquence, le poids du sol sus-jacent à l'empatement ne doit pas être inclus dans le calcul de la pression transmise par l'empatement.

6.3.2 Capacité portante du remblai structural

6.3.2.1 Réaction géotechnique à l'état limite ultime (ÉLU)

La capacité portante ultime pour des fondations superficielles peut être évaluée à partir de la formule suivante provenant du Canadian Foundation Engineering Manual 2006 (CFEM 2006):

$$q_u = c N_c S_c + q_s N_q S_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

(1) (2) (3)

où	q_u	:	Capacité portante à l'état limite ultime
	c	:	Cohésion du sol sous la fondation, kPa
	q_s	:	Pression verticale des terres au niveau de la base de la fondation, kPa (= $\gamma_1 D$)
	γ_1	:	Poids volumique du sol au-dessus de la fondation, kN/m ³
	D	:	Encastrement de la fondation, m
	γ	:	Poids volumique du sol sous la fondation, kN/m ³
	B	:	Largeur effective de la fondation tenant compte de l'excentricité des charges verticales, m
	N_c, N_q, N_γ	:	Coefficients de portance
	S_c, S_q, S_γ	:	Coefficients de modification pour la forme et la profondeur de la fondation, l'inclinaison des charges, la pente de la surface d'appui et la pente de la surface du terrain

(1) : Terme cohésion

(2) : Terme profondeur

(3) : Terme pesanteur

Nous recommandons d'utiliser les paramètres présentés au tableau suivant dans les calculs.

Tableau 5 : Paramètres recommandés pour le calcul de q_{ult}

Paramètre	Valeur ou formulation
Cohésion effective du sol sous la fondation (c') ou cohésion non drainée (c)	0 kPa
Angle de frottement effectif du sol sous la fondation (ϕ')	40°
Pression verticale des terres au niveau de la fondation (q_s) ⁽¹⁾	$\gamma_1 D$ ou $\gamma'_1 D$
Poids volumique total du sol au-dessus de la base de la fondation (γ_1)	20 kN/m ³
Poids volumique déjaugé du sol au-dessus de la base de la fondation (γ'_1)	10,2 kN/m ³
Poids volumique total du sol sous la fondation (γ) ⁽¹⁾	22,5 kN/m ³
Poids volumique déjaugé du sol sous la fondation (γ') ⁽¹⁾	12,7 kN/m ³
Coefficients de portance	
N_c	75
N_q	64
N_γ	86

Note ⁽¹⁾ La valeur du poids volumique à utiliser dépend du niveau de l'eau souterraine (voir le CFEM 2006).

La résistance géotechnique pondérée sera obtenue en appliquant un coefficient de tenue égal à 0,5 à la valeur q_{ult} .

Bien que pour une semelle filante avec des charges verticales non excentrées et d'une largeur de 600 mm, on estime que la valeur de résistance pondérée soit supérieure à 1,5 MPa, on recommande de limiter cette valeur à 1 MPa pour fin de conception.

6.3.2.2 Réaction géotechnique à l'état limite de tenue en service (ÉLTS)

La pression de tassement aux états limites de tenue en service a été estimée selon les modèles usuels de mécanique des sols. La répartition des contraintes repose sur la théorie de l'élasticité alors que l'estimation des tassements est basée sur un modèle pseudo-élastique dans les sols pulvérulents et sur un modèle de consolidation unidimensionnelle dans les sols cohérents.

Nous estimons sécuritairement la résistance géotechnique à l'état limite de tenue de service (ÉLTS) à **350 kPa** pour des semelles carrée ou filantes, de moins de 3,0 mètres de largeur, prenant appui sur le remblai structural.

Les pressions de tassement sont estimées pour des tassements maximums de 25 mm. Nous entendons par pression nette de tassement la contrainte pouvant être ajoutée à la contrainte initiale en place au niveau de la fondation.

Le tassement total engendré par ces contraintes ne devrait pas dépasser 25 mm, alors que les tassements différentiels ne devraient pas excéder 20 mm.

6.3.3 Module de réaction du sol

Pour la conception de fondation sur radier, le module de réaction (modulus of Subgrade Reaction k_s) est nécessaire. Ce module représente la relation qui existe entre la capacité portante des sols sous la fondation et la déformation subi par la fondation lorsqu'on la soumet des contraintes externe au poids statique du bâtiment (par exemple de la machinerie lourde en mouvement dans l'enceinte du bâtiment). L'équation 5-16 et la table 5-2 du livre de J.E. Bowles « Foundation Analysis and Design », 5^{ième} édition (page 302 et 303) présente le module de réaction comme une fonction du module de déformation (E_s) du sol porteur, d'une dimension de la fondation (B) ainsi que d'une propriété mécanique de cette dernière (μ).

Le module de réaction peut être évalué selon l'équation suivante :

$$k_s = E_s / B \times (1 - \mu^2)$$

Où B = largeur de la fondation

μ = coefficient de Poisson

E_s = module de déformation

Un module de déformation (E_s) de 65 MPa et un coefficient de Poisson de 0,3 sont représentatif d'un remblai structural composé de pierre dynamitée. Un module de déformation (E_s) de 20 000 MPa et un coefficient de Poisson de 0,3 peuvent être utilisés pour des fondations d'assises sur le socle rocheux.

Le tableau qui suit présente un exemple de module de réaction appliqué à quelques largeurs de radier.

Tableau 6 : Module de reaction (k_s)

Géométrie	Remblai structural	Socle rocheux
B = 1 m	71 MPa/m	22 GPa/m
B = 2 m	36 MPa/m	11 GPa/m

L'utilisation de ces valeurs suppose la mise en place d'un cousin granulaire de 300 mm de matériel granulaire du type MG 20 placé sous la fondation. Le coussin devra être densifié à 95 % de l'essai avec énergie de compactage modifiée (anciennement Proctor Modifié).

6.4 PARAMÈTRES SISMIQUES

6.4.1 Catégorie d'emplacement

Le CNB, édition 2005, détermine des catégories d'emplacement en fonction de la réponse sismique des sols (sous-section 4.1.8.4). La catégorie d'emplacement est déterminée en fonction

de la nature des sols rencontrés lors des travaux de reconnaissance en chantier réalisés dans le cadre du projet.

Dans le but de déterminer celle-ci pour l'ensemble du site, nous recommandons de prévoir dans le cadre de la campagne complémentaire, la réalisation d'un relevé géophysique au site de l'usine. Ce relevé (généralement par ultrason) sera effectué dans le roc jusqu'à une profondeur de 30 mètres sous le niveau des fondations. La méthode retenue devra permettre d'obtenir un profil de vitesse de propagation des ondes sismiques dans le socle rocheux (V_s) sur la pleine hauteur du sondage.

6.4.2 Accélération spectrale

Le CNB, édition 2005, donne des valeurs d'accélération spectrale pour différentes périodes ainsi que des valeurs d'accélérations maximales du sol (« Peak Ground Acceleration »; PGA) et ce, pour différentes villes ou municipalités au Canada. Les données sismiques pour le secteur du Lac à Paul n'étant pas disponible dans le CNB, édition 2005, celle-ci proviennent du site internet <http://www.seismescanada.rncan.gc.ca> pour les coordonnées latitude/longitude 49°53'53,85" et 70°45'53,92".

Tableau 7 : Accélération spectrale et accélération maximale du sol

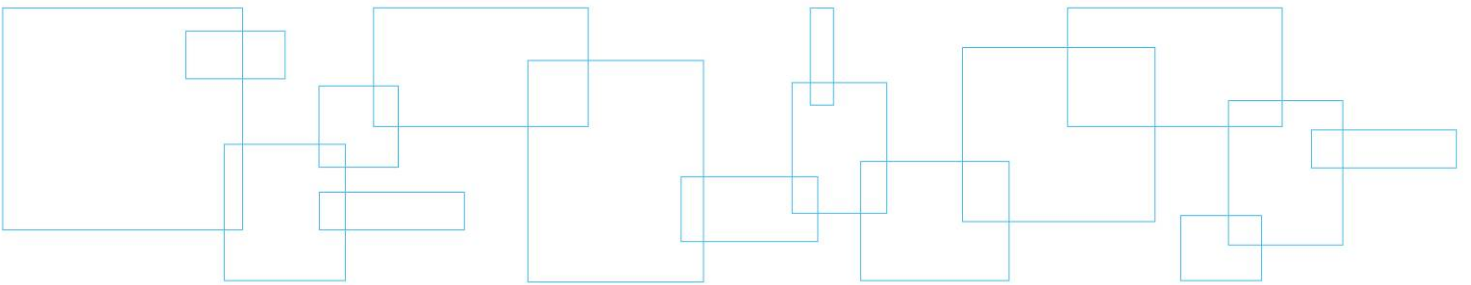
Secteur	Données sismiques (g)				
	$S_a(0,2)$	$S_a(0,5)$	$S_a(1,0)$	$S_a(2,0)$	PGA
Lac à Paul	0,223	0,174	0,095	0,034	0,057

6.5 CONTRÔLE DE CONSTRUCTION

Compte tenu de l'envergure des travaux, nous recommandons qu'un programme de contrôle qualitatif soit établi. Celui-ci sera supervisé par un ingénieur spécialiste dans ce domaine, en consultation avec un géotechnicien familier avec le projet. Le programme de contrôle qualitatif doit être réalisé de façon à ce que les recommandations émises dans ce rapport soient respectées et que la qualité des travaux complétés soit adéquate.

Annexe 1

Portée et limitations



PORTÉE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

1.0 *Caractéristiques des sols et du roc*

Les caractéristiques des sols et du roc décrites dans ce rapport proviennent de forages et/ou de sondages effectués à une période donnée et correspondent à la nature du terrain aux seuls endroits où ces mêmes forages et sondages ont été effectués. Ces caractéristiques peuvent varier de façon importante entre les points de forage et de sondage.

Les formations de sol et de roc présentent une variabilité naturelle. Les limites entre les différentes formations présentées sur les rapports doivent donc être considérées comme des transitions entre les formations plutôt que comme des frontières fixes. La précision de ces limites dépend du type et du nombre de sondages, de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage.

Les descriptions des échantillons prélevés ont été faites selon les méthodes d'identification et de classification reconnues et utilisées en géotechnique. Elles peuvent impliquer le recours au jugement et à l'interprétation du personnel ayant réalisé l'examen des matériaux. Celles-ci peuvent être présumées justes et correctes suivant la pratique courante dans le domaine de la géotechnique. Finalement, si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les propriétés des sols et du roc peuvent être modifiées de façon importante à la suite d'activités de construction, telles que l'excavation, le dynamitage, le battage de pieux ou le drainage, effectuées sur le site ou sur un site adjacent. Elles peuvent également être modifiées indirectement par l'exposition des sols ou du roc au gel ou aux intempéries.

2.0 *Eau souterraine*

Les conditions d'eau souterraine présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié. La précision et la représentation de ces conditions doivent être interprétées en fonction du type d'instrumentation mis en place et de la période, de la durée et du nombre d'observations effectuées. Ces conditions peuvent varier selon les précipitations, les saisons et éventuellement les marées. Elles peuvent également varier à la suite d'activités de construction ou de modifications d'éléments physiques sur le site ou dans le voisinage. La problématique de l'ocre ferreuse et ses effets n'est pas couverte par le présent rapport.

3.0 *Utilisation du rapport*

Les commentaires et recommandations donnés dans ce rapport s'adressent principalement à l'équipe de conception du projet. Pour déterminer toutes les conditions souterraines pouvant affecter les coûts et les techniques de construction, le choix des équipements ainsi que la planification des opérations, le nombre de forages ou de sondages nécessaire pourrait être supérieur au nombre de forages ou sondages effectué pour les besoins de la conception. Les entrepreneurs présentant une soumission ou effectuant les travaux doivent effectuer leur propre interprétation des résultats des forages et des sondages et au besoin leur propre investigation pour déterminer comment les conditions en place peuvent influencer leurs travaux ou leur méthode de travail.

Toute modification de la conception, de la position et de l'élévation des ouvrages devra être communiquée rapidement à LVM de façon à ce que la validité des recommandations présentées puisse être vérifiée. Des travaux complémentaires de terrain ou de laboratoire pourraient éventuellement s'avérer nécessaires.

Le rapport ne doit pas être reproduit, sinon entier, sans l'autorisation de LVM.

4.0 *Suivi du projet*

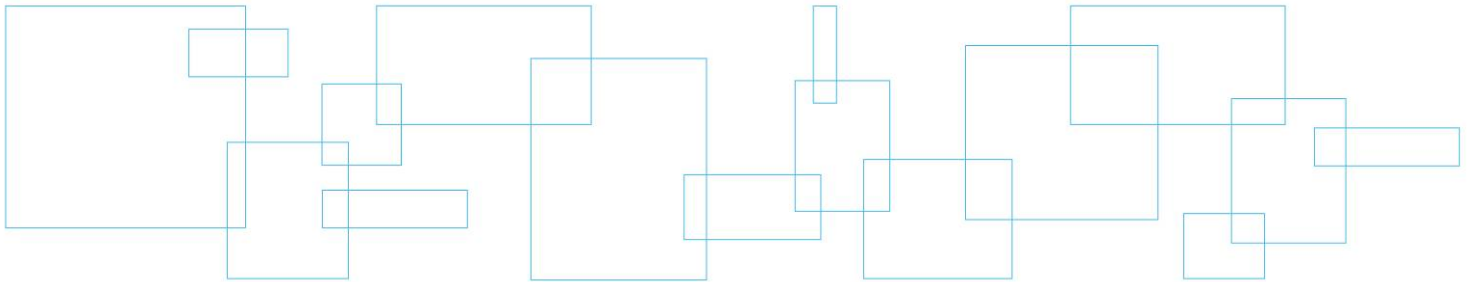
L'interprétation des résultats de chantier et de laboratoire et les recommandations présentées dans ce rapport s'appliquent uniquement au site étudié et aux informations disponibles sur le projet au moment de la rédaction du rapport.

Les informations disponibles sur les conditions de terrain et sur l'eau souterraine augmentent au fur et à mesure de l'avancement des travaux de construction. Les conditions de terrain ayant été interprétées et corrélées entre les points de forage et de sondage, LVM devrait avoir la possibilité de vérifier ces conditions de terrain par des visites de chantier effectuées au fur et à mesure de l'avancement des travaux, afin de confirmer les informations obtenues des forages et sondages. S'il nous est impossible de faire de telles vérifications, LVM n'assurera aucune responsabilité concernant l'interprétation géotechnique que des tiers feront des recommandations de ce rapport, particulièrement si la conception est modifiée ou que des conditions de terrain différentes à celles décrites dans ce rapport sont rencontrées. L'identification de tels changements requiert de l'expérience et doit être effectuée par un ingénieur géotechnicien expérimenté.

5.0 *Environnement*

Les informations contenues dans ce rapport ne couvrent pas les aspects environnementaux des conditions de terrain, ces aspects ne faisant pas partie du mandat d'étude.

Annexe 2 **Note explicative et
rapports de sondage**



Les rapports de sondage qui font suite à cette note synthétisent les données de chantier et de laboratoire sur les propriétés géotechniques des sols, de la roche et de l'eau souterraine recueillies à chaque sondage. Cette note a pour but d'expliquer les différents symboles et abréviations utilisés dans les rapports de sondage.

STRATIGRAPHIE

Élévation/Profondeur : Dans cette colonne sont inscrites les élévations des contacts géologiques rattachées au niveau de référence mentionné à l'en-tête du rapport de sondage et établies à partir de la surface du terrain mesuré au moment de la réalisation du sondage. Les profondeurs sont également indiquées.

Description des sols et du roc : Chaque formation géologique est décrite selon la terminologie d'usage présentée ci-dessous.

SYMBOLES

TERRE VÉGÉTALE	SABLE	CAILLOUX
REMBLAI	SILT	BLOC
GRAVIER	ARGILE	ROC

NIVEAU D'EAU

Dans cette colonne est indiquée l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée à la date indiquée. Un schéma présentant le type et la profondeur d'installation est aussi présenté dans cette colonne.

ÉCHANTILLONS

Type et numéro : Chaque échantillon est étiqueté conformément au numéro de cette colonne et la notation donnée réfère au type d'échantillon décrit à l'en-tête du rapport de sondage.

Sous-échantillon : Lorsqu'un échantillon inclut un changement de matière stratigraphique, il est parfois requis de le séparer et de créer des sous-échantillons. Cette colonne permet l'identification de ces derniers et permet l'association des mesures in situ et en laboratoire à ces sous-échantillons.

État : La position, la longueur et l'état de chaque échantillon sont montrés dans cette colonne. Le symbole illustre l'état de l'échantillon suivant la légende donnée à l'en-tête du rapport de sondage.

Calibre : Dans cette colonne est indiqué le calibre de l'échantillonneur.

N et Nb coups/150 mm : L'indice de pénétration standard « N » donné dans cette section est montré dans la colonne correspondante. Cet indice est obtenu de l'essai de pénétration standard et correspond au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kilogrammes tombant en chute libre de 0,76 mètre nécessaire pour enfoncer les 300 derniers millimètres du carottier fendu normalisé (ASTM D-1586). Le résultat du nombre de coups obtenu par 150 mm est indiqué dans la colonne Nb coups/150 mm. Pour un carottier de 610 mm de longueur, l'indice N est obtenu en additionnant le nombre de coups nécessaire pour enfoncer les 2^e et 3^e courses de 150 mm d'enfoncement.

RQD : L'indice de qualité de la roche (RQD) est défini comme étant le rapport de la longueur totale de tous les fragments de carottes de 100 millimètres ou plus à la longueur totale de la course. L'indice RQD est présenté en pourcentage.

ESSAIS

Résultats : Dans cette section, les résultats d'essais effectués sur le chantier et au laboratoire sont indiqués à la profondeur correspondante. La définition des symboles rattachés à chaque essai est présentée à l'en-tête du rapport de sondage. Les résultats des essais qui n'apparaissent pas sur le rapport sont présentés en note à la fin du rapport de sondage. Par contre, une abréviation indiquant le type d'analyse réalisée est présentée vis-à-vis l'échantillon analysé.

Graphique : Ce graphique montre la résistance au cisaillement non drainé des sols cohérents mesurée en chantier ou en laboratoire (NQ 2501-200). Il est également utilisé pour les essais de pénétration dynamique (NQ 2501-145). De plus, ce graphique sert à la représentation des résultats de la teneur en eau et des limites d'Atterberg.

Classification

Argile
Silt et argile (non différenciés)
Sable
Gravier
Caillou
Bloc

Dimension des particules

Plus petite que 0,002 mm
plus petite que 0,08 mm
de 0,08 à 5 mm
de 5 à 80 mm
de 80 à 300 mm
plus grande que 300 mm

Terminologie descriptive

« Traces »
« Un peu »
Adjectif (ex. : sableux, silteux)
« Et » (ex. : sable et gravier)

Proportions

1 à 10 %
10 à 20 %
20 à 35 %
35 à 50 %

Compacité des sols granulaires

Très lâche
Lâche
Moyenne ou compacte
Dense
Très dense

Indice « N » de l'essai de pénétration standard, ASTM D-1586 (coups par 300 mm de pénétration)

0 à 4
4 à 10
10 à 30
30 à 50
plus de 50

Consistance des sols cohérents

Très molle
Molle
Moyenne ou ferme
Raide
Très raide
Dure

Résistance au cisaillement non drainé (kPa)

Moins de 12
12 à 25
25 à 50
50 à 100
100 à 200
plus de 200

Plasticité des sols cohérents

Faible
Moyenne
Élevée

Limite de liquidité

Inférieure à 30 %
entre 30 et 50 %
supérieure à 50 %

Sensibilité des sols cohérents

Faible
Moyenne
Forte
Très forte
Argile sensible

S_t=(Cu/Cur)

S_t < 2
2 à 4
4 à 8
8 à 16
S_t > 16

Classification du roc

Très mauvaise qualité
Mauvaise qualité
Qualité moyenne
Bonne qualité
Excellente qualité

RQD (%)

< 25
25 à 50
50 à 75
75 à 90
90 à 100

	Client : RESSOURCES D'ARIANNE INC.	RAPPORT DE FORAGE Dossier n°: P-0001126-0-01-100 Sondage n°: TF-301-12 Date: 2012-11-13																																	
Projet: Étude géotechnique - Nouvelle mine Endroit: Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec		Coordonnées (m): Nord 5531084,0 (Y) MTM NAD83 Zone 7 Est 290180,0 (X) Géodésique Élévation 455,45 (Z) Prof. du roc: 0,30 m Prof. de fin: 3,50 m																																	
État des échantillons Intact Remanié Perdu Carotte		Examens organoleptiques sur les sols: Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)																																	
Type d'échantillon CF Carottier fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier TA À la tarière MA À la main TU Tube transparent PW Carottier LVM SG Sol gelé	Abréviations L Limites de consistance W _L Limite de liquidité (%) W _p Limite de plasticité (%) I _p Indice de plasticité (%) I _L Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement VBS Valeur au Bleu du sol PDT Poids des tiges M.O. Matière organique (%) K Perméabilité (cm/s) PV Poids volumique (kN/m³) A Absorption (l/min. m) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) AC Analyse chimique P _L Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E _M Module pressiométrique (MPa) E _r Module de réaction du roc (MPa) SP _o Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)	Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N _C Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ● σ' _p Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols Résistance au cisaillement C _U Intact (kPa) ▲ C _{UR} Remanié (kPa) △ ● Laboratoire ▲ Champier																																	
PROFONDEUR - pi PROFONDEUR - m ÉLEVATION - m PROF. - m	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS				Examens organo.	RÉSULTATS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W_p</td> <td style="text-align: center;">W</td> <td style="text-align: center;">W_L</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> </table>	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)			W _p	W	W _L				20	40	60	80	100	120	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE			20	40	60	80	100	120
TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)																																			
W _p	W	W _L																																	
20	40	60																																	
80	100	120																																	
RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE																																			
20	40	60																																	
80	100	120																																	
455,45		Sol organique.			CF-1	B	0	1-4																											
455,15		Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition intermédiaire à mafique, grains grossiers, d'excellente qualité.			CR-2	NQ	100		100																										
0,30					CR-3	NQ	95		82																										
451,95		Fin du forage à une profondeur de 3,50 m.			CR-4	NQ	98		60																										
3,50																																			
1																																			
2																																			
3																																			
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
Remarques:																																			
Type de forage: Forage au diamant						Équipement de forage: CME																													
Préparé par: E. Perron, tech.				Vérifié par: J.-F. Boivin, ing.				2013-05-29		Page: 1 de 1																									



Client :

RESSOURCES D'ARIANNE INC.

RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: P-0001126-0-01-100
 Sondage n°: TF-302-12
 Date: 2012-11-14

Projet: Étude géotechnique - Nouvelle mine
 Endroit: Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec

Coordonnées (m): Nord 5531085,0 (Y)
 MTM NAD83 Zone 7 Est 289998,0 (X)
 Géodésique Élévation 462,10 (Z)
 Prof. du roc: 0,53 m Prof. de fin: 8,90 m

État des échantillons

Intact Remanié Perdu Carotte

Examens organoleptiques sur les sols:

Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM)
 Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)

Type d'échantillon

CF Carottier fendu
 TM Tube à paroi mince
 PS Tube à piston fixe
 CR Tube carottier
 TA À la tarière
 MA À la main
 TU Tube transparent
 PW Carottier LVM
 SG Sol gelé

Abréviations

L Limites de consistance
 W_L Limite de liquidité (%)
 W_p Limite de plasticité (%)
 I_p Indice de plasticité (%)
 I_L Indice de liquidité
 W Teneur en eau (%)
 AG Analyse granulométrique
 S Sédimentométrie
 R Refus à l'enfoncement
 VBS Valeur au Bleu du sol
 PDT Poids des tiges
 M.O. Matière organique (%)
 K Perméabilité (cm/s)
 PV Poids volumique (kN/m³)
 A Absorption (l/min. m)
 U Compression uniaxiale (MPa)
 RQD Indice de qualité du roc (%)
 AC Analyse chimique
 P_L Pression limite, essai pressiométrique (kPa)
 E_m Module pressiométrique (MPa)
 E_r Module de réaction du roc (MPa)
 SP_o Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)

▼ Niveau d'eau
 N Pénétration standard (Nb coups/300mm)
 N_c Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ●
 σ'_p Pression de préconsolidation (kPa)
 TAS Taux d'agressivité des sols

Résistance au cisaillement

C_u Intact (kPa) ▲
 C_{ur} Remanié (kPa) △

Chantier
 Laboratoire

J. Paquet, dess.

X:\S\yle_LVM\Log\Forage_LVM_FR.sly - Imprimé le : 2013-05-29 10h

Échelle verticale = 1 : 75

EQ-09-Ge-68 R.1 04.03.2009

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m	PROF. - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS							ESSAIS					
				DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.		RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)			
														Odeur	Visuel		W _p	W	W _L	
		462,10	0,00	Sol organique.																
		461,57	0,53	Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition mafique, grains fins à grossiers, peu altéré, non-friable, de moyenne à excellente qualité.																
1					CF-1															
2					CR-2															
3					CR-3															
4					CR-4															
5																				
6																				
7					CR-5															
8					CR-6															
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				

Remarques:

Type de forage: Forage au diamant

Équipement de forage: CME

Préparé par: E. Perron, tech.

Vérifié par: J.-F. Boivin, ing.

2013-05-29

Page: 1 de 2



Client :

RESSOURCES D'ARIANNE INC.

RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: P-0001126-0-01-100
 Sondage n°: TF-302-12
 Date: 2012-11-14

Projet: **Étude géotechnique - Nouvelle mine**
 Endroit: **Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec**

Coordonnées (m): Nord 5531085,0 (Y)
 MTM NAD83 Zone 7 Est 289998,0 (X)
 Géodésique Élévation **462,10 (Z)**
 Prof. du roc: 0,53 m Prof. de fin: 8,90 m

PROFONDEUR - pi		STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							ESSAIS					
PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RGD	Examens organo.		RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE	
	PROF. - m											Odeur	Visuel				20 40 60 80 100 120
30		Fin du forage à une profondeur de 8,90 m.															
31																	
32																	
33	-10																
34																	
35																	
36	-11																
37																	
38																	
39	-12																
40																	
41																	
42																	
43	-13																
44																	
45																	
46	-14																
47																	
48																	
49	-15																
50																	
51																	
52	-16																
53																	
54																	
55																	
56	-17																
57																	
58																	
59	-18																
60																	
61																	
62	-19																
63																	
64																	
65																	
66	-20																
67																	
68																	
69	-21																
70																	
71																	
72	-22																

Remarques:

Type de forage: **Forage au diamant**

Équipement de forage: **CME**

Préparé par: **E. Perron, tech.**

Vérifié par: **J.-F. Boivin, ing.**

2013-05-29

Page: 2 de 2

		Client : RESSOURCES D'ARIANNE INC.		RAPPORT DE FORAGE						
				Dossier n°: P-0001126-0-01-100 Sondage n°: TF-303-12 Date: 2012-11-15						
Projet: Étude géotechnique - Nouvelle mine		Endroit: Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec		Coordonnées (m): Nord 5531043,0 (Y) Est 289791,0 (X) MTM NAD83 Zone 7 Géodésique Élévation 458,39 (Z) Prof. du roc: 1,62 m Prof. de fin: 5,64 m						
État des échantillons Intact Remanié Perdu Carotte			Examens organoleptiques sur les sols: Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)							
Type d'échantillon CF Carottier fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier À la tarière MA À la main TU Tube transparent PW Carottier LVM SG Sol gelé		Abréviations L Limites de consistance W _L Limite de liquidité (%) W _P Limite de plasticité (%) I _p Indice de plasticité (%) I _L Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement VBS Valeur au Bleu du sol PDT Poids des tiges M.O. Matière organique (%) K Perméabilité (cm/s) PV Poids volumique (kN/m³) A Absorption (l/min. m) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) AC Analyse chimique P _L Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E _M Module pressiométrique (MPa) E _r Module de réaction du roc (MPa) SP _o Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)			Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N _C Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ● σ' _p Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols Résistance au cisaillement C _U Intact (kPa) ▲ C _{UR} Remanié (kPa) △					
STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS			ESSAIS					
PROFONDEUR - pi PROFONDEUR - m ÉLÉVATION - m PROF. - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO SOUS-ÉCH. ÉTAT CALIBRE RÉCUPÉRATION % Nb coups/150mm "N" ou RQD Examens organo. Odeur Visuel	RÉSULTATS TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W _p W W _L 20 40 60 80 100 120 RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE 20 40 60 80 100 120					
458,39 0,00 458,09 0,30 456,77 1,62 452,75 5,64	Sol organique. Silt sableux avec un peu de gravier, brun-beige, de compacité moyenne. Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition intermédiaire à mafique, grains fins à grossiers, peu altéré, non-friable, de très mauvaise qualité en surface et de bonne qualité par la suite.		Niveau d'eau à 0,30 m	CF-1 CF-2 CF-3 CR-4 CR-5 CR-6	B B B NQ NQ NQ	52 50 / 10cm 61 97 95	1-1 3-3 5-7 8-6 0 0 81 84	4 15 R 0	Odeur Visuel	Résultats des essais (tableau à grilles)
Remarques:										
Type de forage: Forage au diamant		Équipement de forage: CME								
Préparé par: E. Perron, tech.		Vérifié par: J.-F. Boivin, ing.		2013-05-29 Page: 1 de 1						

LVM		Client : RESSOURCES D'ARIANNE INC.		RAPPORT DE FORAGE										
Projet: Étude géotechnique - Nouvelle mine		Dossier n°: P-0001126-0-01-100		Sondage n°: TF-305-12										
Endroit: Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec		Date: 2012-11-14		Coordonnées (m): Nord 5530985,3 (Y)										
				MTM NAD83 Zone 7 Est 289926,9 (X)										
				Géodésique Élévation 462,00 (Z)										
				Prof. du roc: 1,17 m Prof. de fin: 8,74 m										
État des échantillons			Examens organoleptiques sur les sols:											
Intact Remanié Perdu Carotte			Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)											
Type d'échantillon		Abréviations												
CF	Carottier fendu	L	Limites de consistance	M.O.	Matière organique (%)									
TM	Tube à paroi mince	W _L	Limite de liquidité (%)	K	Perméabilité (cm/s)									
PS	Tube à piston fixe	W _p	Limite de plasticité (%)	PV	Poids volumique (kN/m³)									
CR	Tube carottier	I _p	Indice de plasticité (%)	A	Absorption (l/min. m)									
TA	À la tarière	I _L	Indice de liquidité	U	Compression uniaxiale (MPa)									
MA	À la main	W	Teneur en eau (%)	RQD	Indice de qualité du roc (%)									
TU	Tube transparent	AG	Analyse granulométrique	AC	Analyse chimique									
PW	Carottier LVM	S	Sédimentométrie	P _L	Pression limite, essai pressiométrique (kPa)									
SG	Sol gelé	R	Refus à l'enfoncement	E _M	Module pressiométrique (MPa)									
		VBS	Valeur au Bleu du sol	E _r	Module de réaction du roc (MPa)									
		PDT	Poids des tiges	SP _o	Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)									
					▼ Niveau d'eau									
					N Pénétration standard (Nb coups/300mm)									
					N _C Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ●									
					σ' _p Pression de préconsolidation (kPa)									
					TAS Taux d'agressivité des sols									
					Résistance au cisaillement									
					C _U Intact (kPa) ▲									
					C _{UR} Remanié (kPa) □									
					▲ Champier									
					■ Laboratoire									
STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					ESSAIS							
PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.	RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)
	ÉLÉVATION - m											Odeur		W _p W WL
	PROF. - m											Visuel		20 40 60 80 100 120
														RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE
														20 40 60 80 100 120
1	462,00	Sol organique.			CF-1			B	25	1-1 4-5	5			
2	461,70	Silt sableux, brun-beige, de compacité lâche.			CF-2			B	39	4-3 15/41cm	18			
3	461,24	Contact approximatif			CR-3			NQ	65		0			
4	460,83	Sable graveleux, brun-beige, de compacité lâche.			CR-4			NQ	100		30			
5	1,17	Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition intermédiaire à mafique, grains fins à grossiers, peu altéré, non-friable, de très mauvaise qualité en surface puis de moyenne à excellente qualité.			CR-5			NQ	98		87			
6					CR-6			NQ	100		91			
7					CR-7			NQ	99		77			
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28	453,26	Fin du forage à une profondeur de												
29	8,74													
Remarques:														
Type de forage: Forage au diamant Équipement de forage: CME														
Préparé par: E. Perron, tech. Vérifié par: J.-F. Boivin, ing. 2013-05-29 Page: 1 de 2														



Client :
RESSOURCES D'ARIANNE INC.

RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: **P-0001126-0-01-100**
Sondage n°: **TF-305-12**
Date: **2012-11-14**

Projet: **Étude géotechnique - Nouvelle mine**
Endroit: **Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec**

Coordonnées (m): Nord 5530985,3 (Y)
MTM NAD83 Zone 7 Est 289926,9 (X)
Géodésique Élévation **462,00 (Z)**
Prof. du roc: 1,17 m Prof. de fin: 8,74 m

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS							ESSAIS							
		ÉLÉVATION - m	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RGD	Examens organo.		RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%)			
PROF. - m	Odeur	Visuel											Wp	W		WL			
30			8,74 m.																
31																			
32																			
33	-10																		
34																			
35																			
36	-11																		
37																			
38																			
39	-12																		
40																			
41																			
42																			
43	-13																		
44																			
45																			
46	-14																		
47																			
48																			
49	-15																		
50																			
51																			
52	-16																		
53																			
54																			
55																			
56	-17																		
57																			
58																			
59	-18																		
60																			
61																			
62	-19																		
63																			
64																			
65																			
66	-20																		
67																			
68																			
69	-21																		
70																			
71																			
72	-22																		

Remarques:

Type de forage: **Forage au diamant**

Équipement de forage: **CME**

Préparé par: **E. Perron, tech.**

Vérifié par: **J.-F. Boivin, ing.**

2013-05-29

Page: 2 de 2

	Client : RESSOURCES D'ARIANNE INC.	RAPPORT DE FORAGE Dossier n°: P-0001126-0-01-100 Sondage n°: TF-307-12 Date: 2012-11-16												
Projet: Étude géotechnique - Nouvelle mine Endroit: Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec		Coordonnées (m): Nord 5530787,0 (Y) MTM NAD83 Zone 7 Est 289741,0 (X) Géodésique Élévation 462,03 (Z) Prof. du roc: 0,99 m Prof. de fin: 8,40 m												
État des échantillons Intact Remanié Perdu Carotte		Examens organoleptiques sur les sols: Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM) Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)												
Type d'échantillon CF Carottier fendu TM Tube à paroi mince PS Tube à piston fixe CR Tube carottier À la tarière MA À la main TU Tube transparent PW Carottier LVM SG Sol gelé	Abréviations L Limites de consistance W _L Limite de liquidité (%) W _p Limite de plasticité (%) I _p Indice de plasticité (%) I _L Indice de liquidité W Teneur en eau (%) AG Analyse granulométrique S Sédimentométrie R Refus à l'enfoncement VBS Valeur au Bleu du sol PDT Poids des tiges M.O. Matière organique (%) K Perméabilité (cm/s) PV Poids volumique (kN/m³) A Absorption (l/min. m) U Compression uniaxiale (MPa) RQD Indice de qualité du roc (%) AC Analyse chimique P _L Pression limite, essai pressiométrique (kPa) E _m Module pressiométrique (MPa) E _r Module de réaction du roc (MPa) SP _o Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)	Niveau d'eau N Pénétration standard (Nb coups/300mm) N _C Pénétration dyn. (Nb coups/300mm) ● σ' _p Pression de préconsolidation (kPa) TAS Taux d'agressivité des sols Résistance au cisaillement C _u Intact (kPa) Chamber C _{ur} Remanié (kPa) Laboratoire												
PROFONDEUR - pi PROFONDEUR - m ÉLÉVATION - m PROF. - m	STRATIGRAPHIE	SYMBOLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	ÉCHANTILLONS	Examens organo.	Odeur Visuel	ESSAIS	RÉSULTATS						
	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC			TYPE ET NUMÉRO SOUS-ÉCH. ÉTAT CALIBRE RÉCUPÉRATION % Nb coups/150mm "N" ou RQD			TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) W _p W WL 20 40 60 80 100 120	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa) OU PÉNÉTRATION DYNAMIQUE 20 40 60 80 100 120						
462,03 0,00	Sols organiques.			CF-1	B	49	1-1 2-3	3						
461,42 0,61	Sable fin silteux avec un peu de gravier, brun-beige, parfois oxydé. Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition intermédiaire à mafique, grains fins à grossiers, peu altéré, non-friable, de très mauvaise qualité en surface puis de moyenne à excellente qualité par la suite.			CF-2	B	100	5-39 /23cm	R						
461,04 0,99				CR-3	NQ	92			0					
				CR-4	NQ	100				58				
				CR-5	NQ	99				92				
		CR-6	NQ	99				99						
		CR-7	NQ	100				100						
453,63 8,40	Fin du forage à une profondeur de 8,40 m.													
Remarques:														
Type de forage: Forage au diamant						Équipement de forage: CME								
Préparé par: E. Perron, tech.				Vérifié par: J.-F. Boivin, ing.				2013-05-29		Page: 1 de 1				



Client : **RESSOURCES D'ARIANNE INC.**

RAPPORT DE FORAGE

Dossier n°: **P-0001126-0-01-100**
 Sondage n°: **TF-308-12**
 Date: **2012-11-15**

Projet: **Étude géotechnique - Nouvelle mine**
 Endroit: **Secteur du lac à Paul, Lac-Saint-Jean, Québec**

Coordonnées (m): Nord 5530862,0 (Y)
MTM NAD83 Zone 7 Est 290085,0 (X)
 Géodésique Élévation **455,99 (Z)**
 Prof. du roc: 1,37 m Prof. de fin: 4,80 m

État des échantillons

Intact Remanié Perdu Carotte

Examens organoleptiques sur les sols:

Aspect visuel: Inexistant(I); Disséminé(D); Imbibé(IM)
 Odeur: Inexistante(I); Légère(L); Moyenne(M); Persistante(P)

Type d'échantillon

- CF** Carottier fendu
- TM** Tube à paroi mince
- PS** Tube à piston fixe
- CR** Tube carottier
- TA** À la tarière
- MA** À la main
- TU** Tube transparent
- PW** Carottier LVM
- SG** Sol gelé

Abréviations

- L** Limites de consistance
- W_L** Limite de liquidité (%)
- W_P** Limite de plasticité (%)
- I_p** Indice de plasticité (%)
- I_L** Indice de liquidité
- W** Teneur en eau (%)
- AG** Analyse granulométrique
- S** Sédimentométrie
- R** Refus à l'enfoncement
- VBS** Valeur au Bleu du sol
- PDT** Poids des tiges
- M.O.** Matière organique (%)
- K** Perméabilité (cm/s)
- PV** Poids volumique (kN/m³)
- A** Absorption (l/min. m)
- U** Compression uniaxiale (MPa)
- RQD** Indice de qualité du roc (%)
- AC** Analyse chimique
- P_L** Pression limite, essai pressiométrique (kPa)
- E_M** Module pressiométrique (MPa)
- E_r** Module de réaction du roc (MPa)
- SP_o** Potentiel de ségrégation (mm²/H °C)

- Niveau d'eau
- N** Pénétration standard (Nb coups/300mm)
- N_C** Pénétration dyn. (Nb coups/300mm)
- σ'_p** Pression de préconsolidation (kPa)
- TAS** Taux d'agressivité des sols

Résistance au cisaillement

- C_U** Intact (kPa)
- C_{UR}** Remanié (kPa)

PROFONDEUR - pi	PROFONDEUR - m	ÉLÉVATION - m	PROF. - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS						ESSAIS			
				DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBLES	NIVEAU D'EAU (m) / DATE	TYPE ET NUMÉRO	SOUS-ÉCH.	ÉTAT	CALIBRE	RÉCUPÉRATION %	Nb coups/150mm	"N" ou RQD	Examens organo.		RÉSULTATS	TENEUR EN EAU ET LIMITES (%) Wp W WL
														Odeur	Visuel		
		455,99	0,00	Sol organique.													
1		454,93	1,06	Sable fin silteux avec un peu de gravier, brun-beige, de compacité moyenne, saturé. Roc: socle rocheux s'apparentant à une roche de composition mafique, grains fins à grossiers, sain, non-friable, de bonne à excellente qualité.													
2		454,62	1,37		CF-1		X	B	13	1-1 1-1	2						
3					CF-2		X	B	72	1-3 7-12	10						
4				CR-3			NQ	100		75							
5		451,19	4,80	Fin du forage à une profondeur de 4,80 m.			NQ	100		100							
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	

Remarques:

Type de forage: **Forage au diamant**

Équipement de forage: **CME**

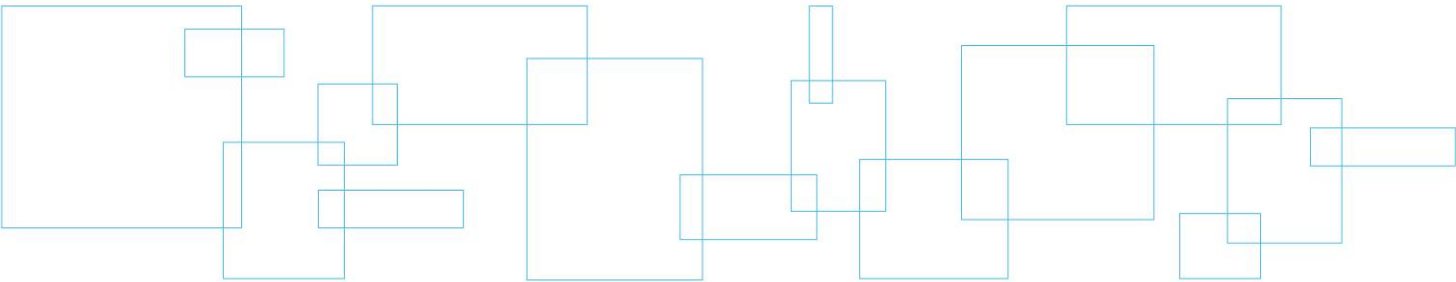
Préparé par: **E. Perron, tech.**

Vérifié par: **J.-F. Boivin, ing.**

2013-05-29

Page: 1 de 1

**Annexe 3 Rapport d'essais en
laboratoire**



Client : Ressources d'arianne
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne

Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Réf. client :
Rapport n° : 1 **Rév. 0**
Page 1 de 1

Échantillonnage

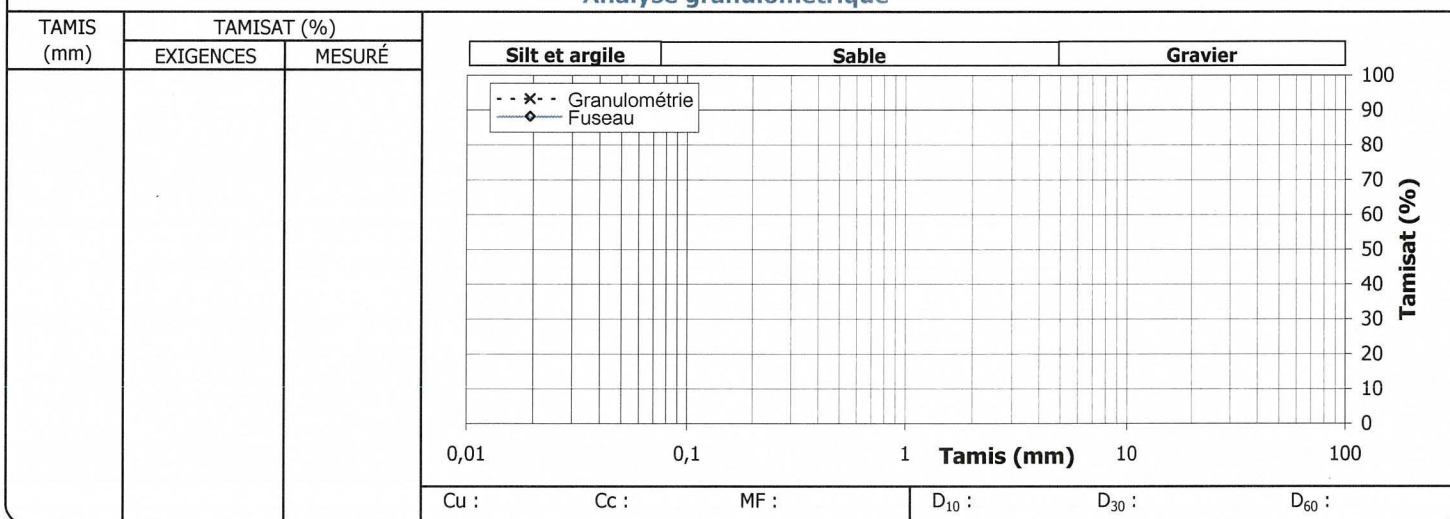
N° d'échantillon : 1
N° d'échantillon client :
Type de matériau :
Source première; ville :
Endroit échantillonné : TF308-12 CR-4; 3.40 à 3.50 m

Spécification n° 1

Référence :
Usage :
Calibre :
Classe :

Prélevé le :
Par : Éric Perron
Reçu le : 2013-05-22

Analyse granulométrique



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais

Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)

Exigé

Mesuré

83,5

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par:

Michel Verreault, chef laboratoire

Date :

2013-05-24

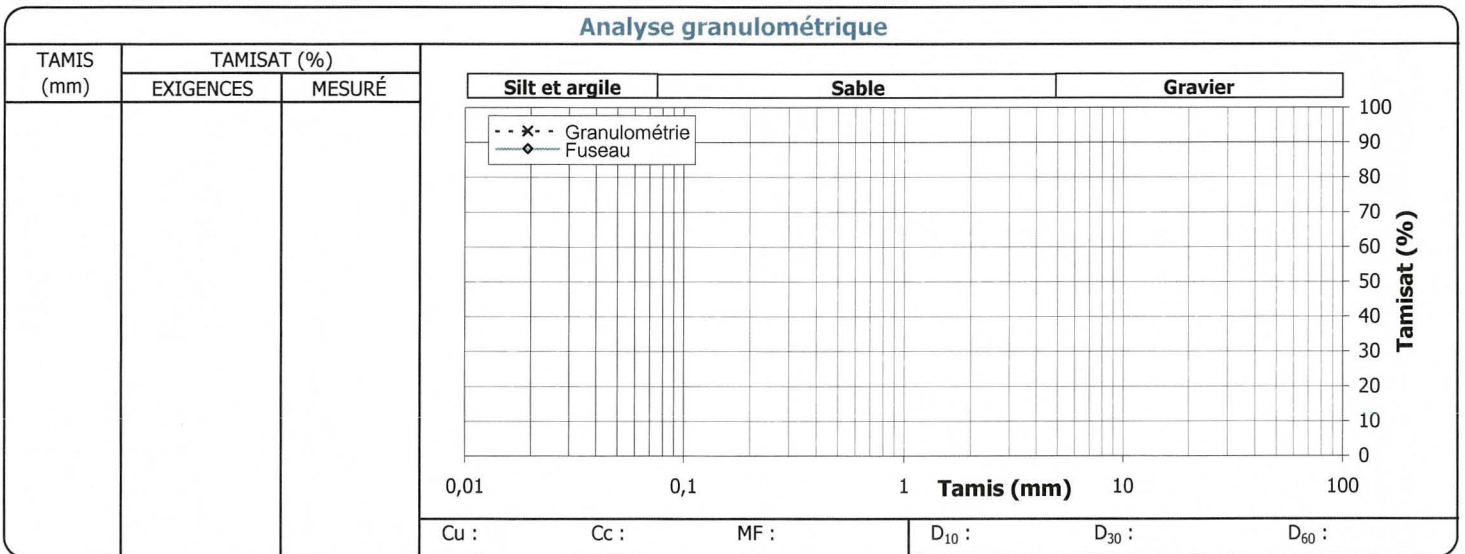
Approuvé par: JEAN-FRANÇOIS BOIVIN Date :

Yannick Leclerc

29/5/13

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 2 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	Spécification n° 1
N° d'échantillon : 2	Référence :
N° d'échantillon client :	Usage :
Type de matériau :	Calibre :
Source première; ville :	Classe :
Endroit échantillonné : TF307-12 CR-5; 4.60 à 4.70 m	Prélevé le :
	Par : Éric Perron
	Reçu le : 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
Proportions selon analyse granulométrique (%)		
Cailloux :	Sable :	
Gravier :	Silt et argile :	

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		102,4

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

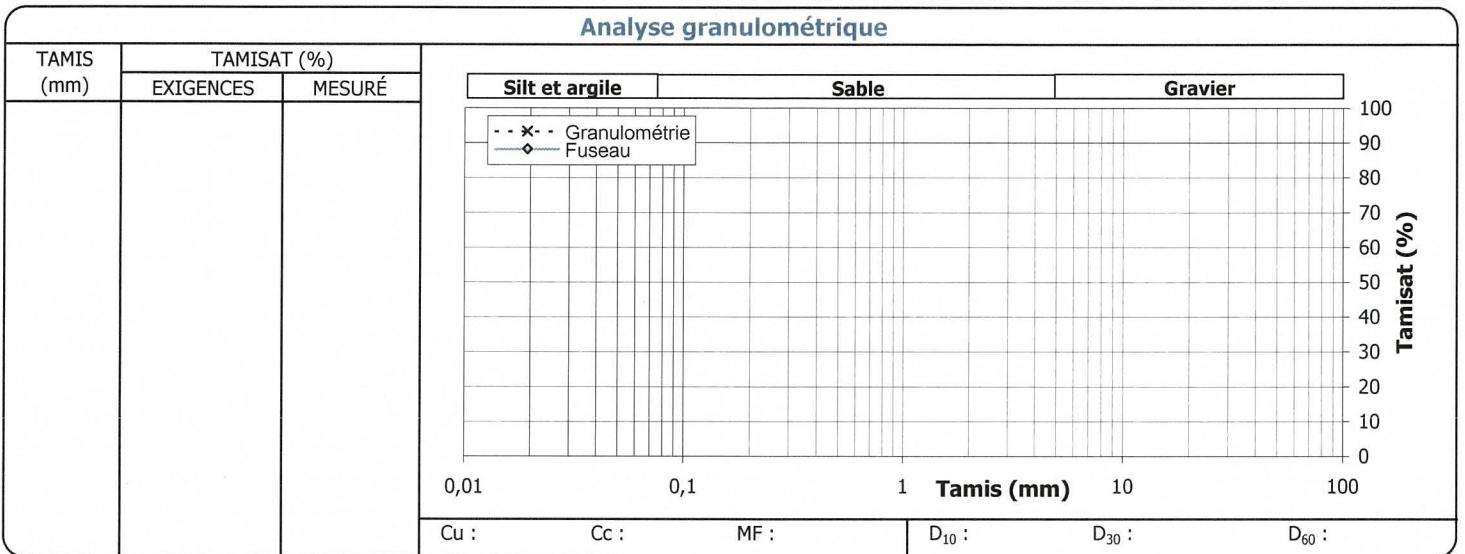
Préparé par : Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24	Approuvé par : Jean-François Boivin	Date : 29/5/13
--	-----------------------------	---	--------------------------

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 3 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 3
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF307-12 CR-7; 8.01 à 8.11 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		115,2

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par : Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24
--	-----------------------------

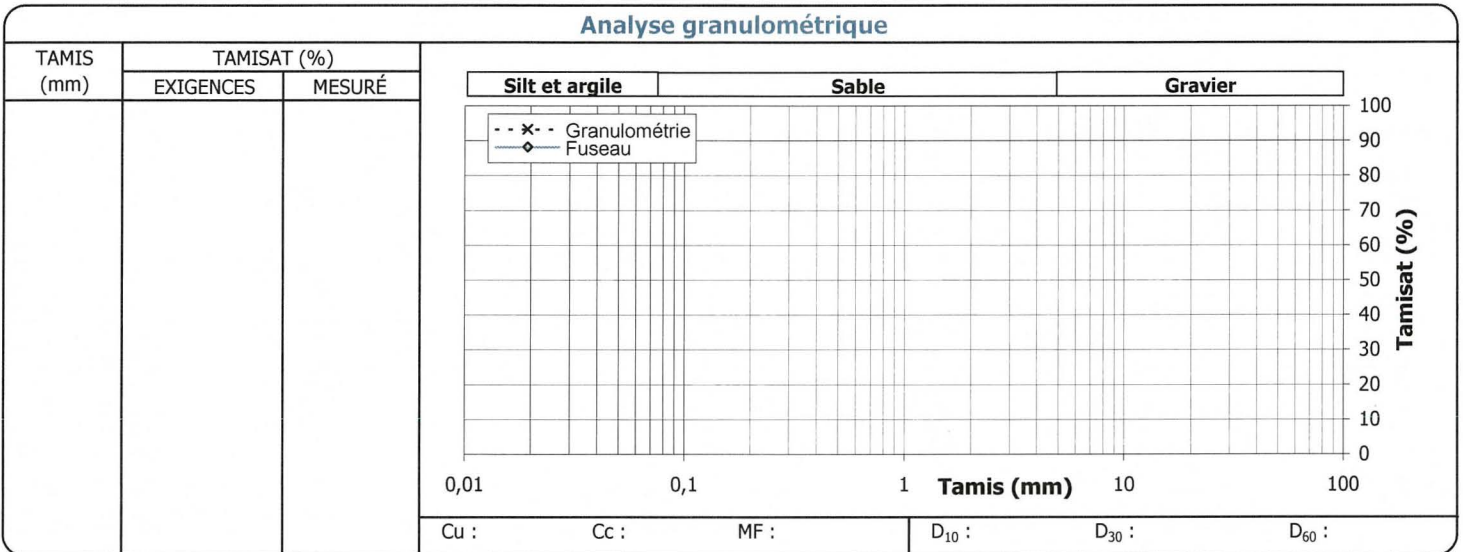
Approuvé par : Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
--	--------------------------

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 4 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 4
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF305-12 CR-5; 2.50 à 2.60 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		49,7

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

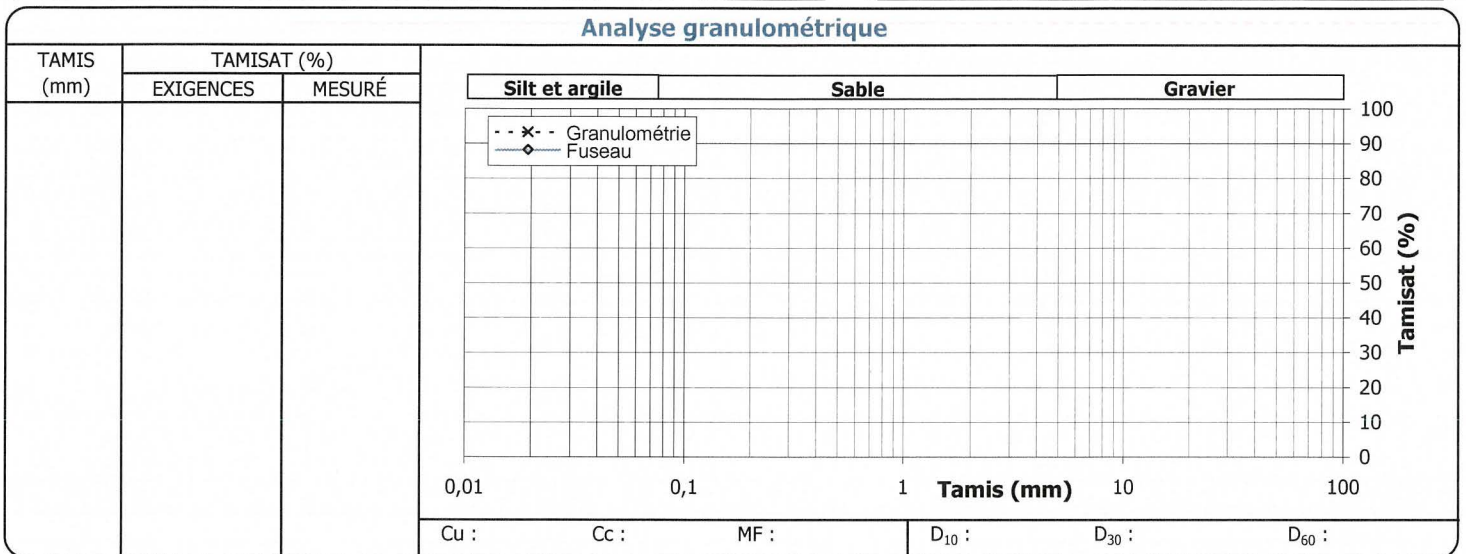
Préparé par : Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24	Approuvé par : JEAN-FRANÇOIS BOIVIN pour Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
--	-----------------------------	--	--------------------------

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 5 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 5
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF305-12 CR-7; 8.20 à 8.30 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		144,9

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par : Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24
--	-----------------------------

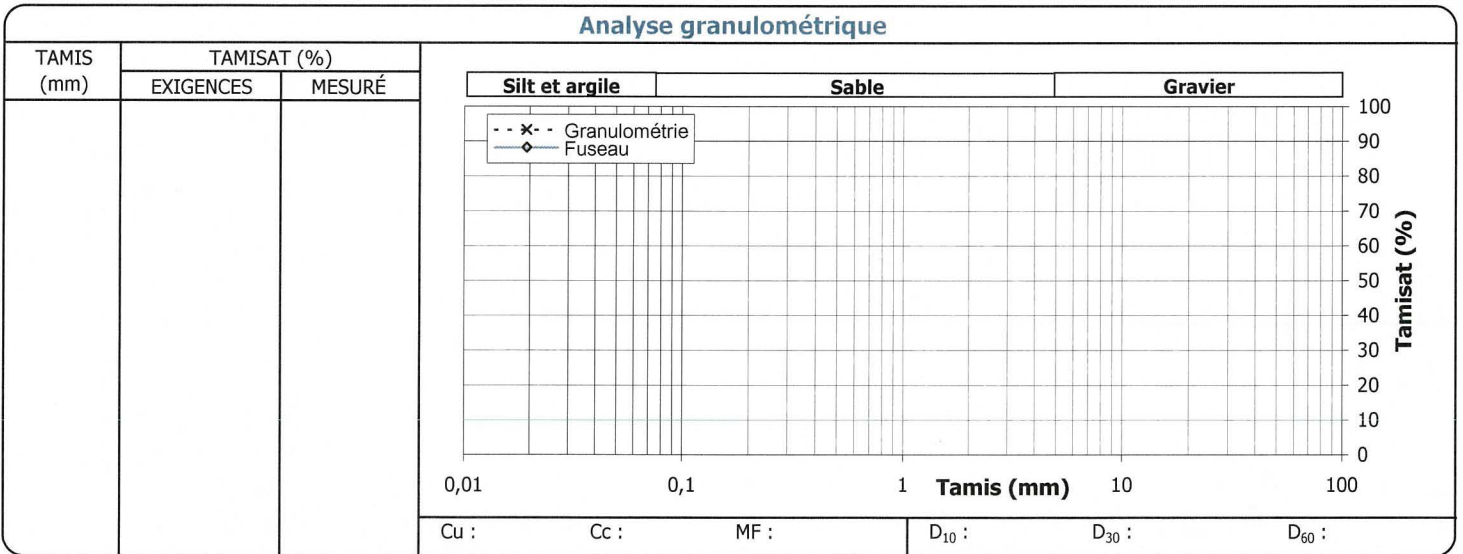
Approuvé par : JEAN-FRANÇOIS BOIVILLE Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
---	--------------------------

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 6 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 6
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF303-12 CR-6; 5.48 à 5.58 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		87,8

Remarques
UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par : <i>Michel Verreault</i> Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24
---	-----------------------------

Approuvé par : <i>Jean-François Boivin</i> pour Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
--	--------------------------

Client : Ressources d'arianne
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique

Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Réf. client :

Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne

Rapport n° : 7 **Rév. :** 0
Page : 1 **de :** 1

Échantillonnage

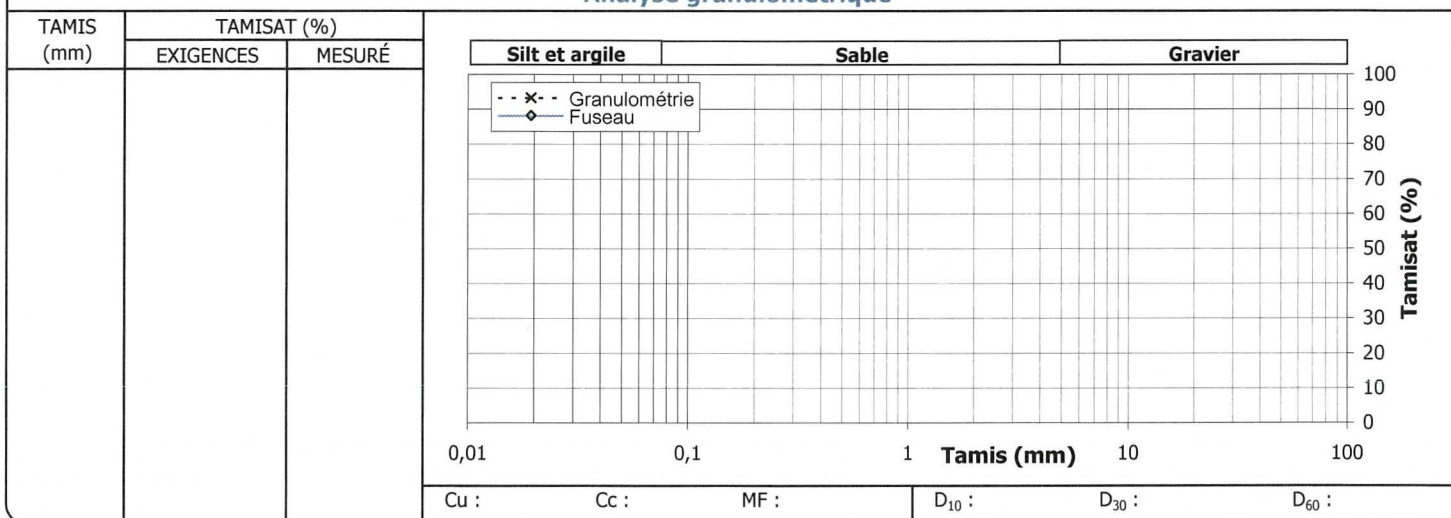
N° d'échantillon : 7
N° d'échantillon client :
Type de matériau :
Source première; ville :
Endroit échantillonné : TF303-12 CR-5; 2.58 à 2.68 m

Spécification n° 1

Référence :
Usage :
Calibre :
Classe :

Prélevé le :
Par : Éric Perron
Reçu le : 2013-05-22

Analyse granulométrique



Masse vol. sèche maximale
kg/m³

Humidité optimale
%

Retenu 5 mm
%

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux : Sable :
Gravier : Silt et argile :

Autres essais

Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)

Exigé

Mesuré

73,4

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par :

Michel Verreault, chef laboratoire

Date :

2013-05-24

Approuvé par : JEAN-FRANÇOIS BOIVIN Date :

Yannick Leclerc

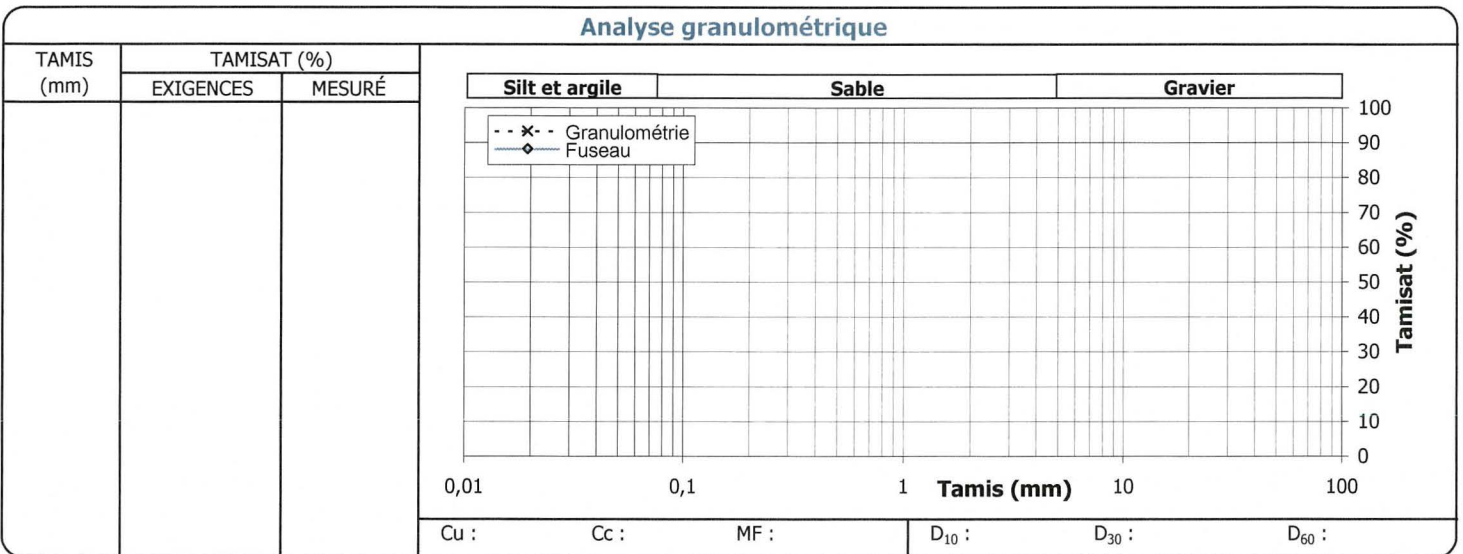
29/5/13

Client : Ressources d'arianne	Dossier : P-0001126-0-01-100-01
Projet : Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :
Endroit : Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° : 8 Rév. 0
	Page 1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 8
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF302-12 CR-4; 1.60 à 1.70 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais	Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)		104,1

Remarques

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME

Préparé par : Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24
--	-----------------------------

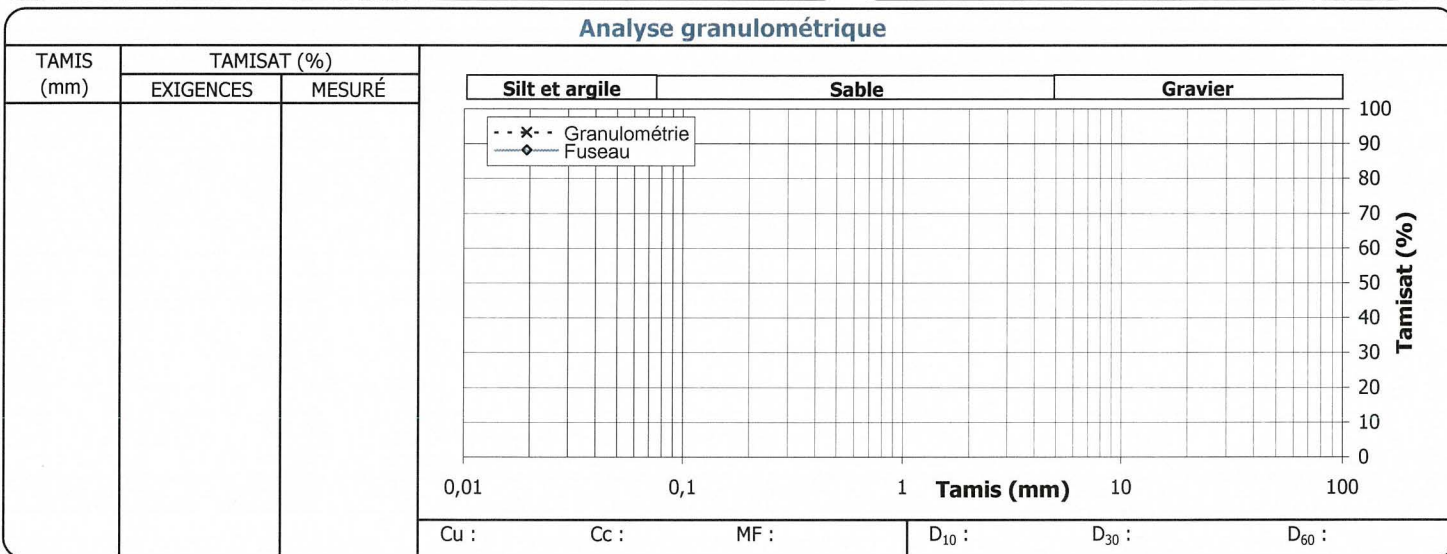
Approuvé par : JEAN-FRANÇOIS BOIVIN Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
---	--------------------------

Client :	Ressources d'arianne	Dossier :	P-0001126-0-01-100-01
Projet :	Études Lac à Paul - Ress. d'Arianne; Étude géotechnique	Réf. client :	
Endroit :	Lac à Paul - Ressources D'Arianne	Rapport n° :	9
		Rév.	0
		Page	1 de 1

Échantillonnage	
N° d'échantillon	: 9
N° d'échantillon client	:
Type de matériau	:
Source première; ville	:
Endroit échantillonné	: TF302-12 CR-6; 7.10 à 7.20 m

Spécification n° 1	
Référence	:
Usage	:
Calibre	:
Classe	:

Prélevé le	:
Par	: Éric Perron
Reçu le	: 2013-05-22



Masse vol. sèche maximale kg/m ³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Proportions selon analyse granulométrique (%)	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

Autres essais		Exigé	Mesuré
Résistance à la compression uniaxiale sur carotte de roc (ASTM D 7012) (MPa)			112,7

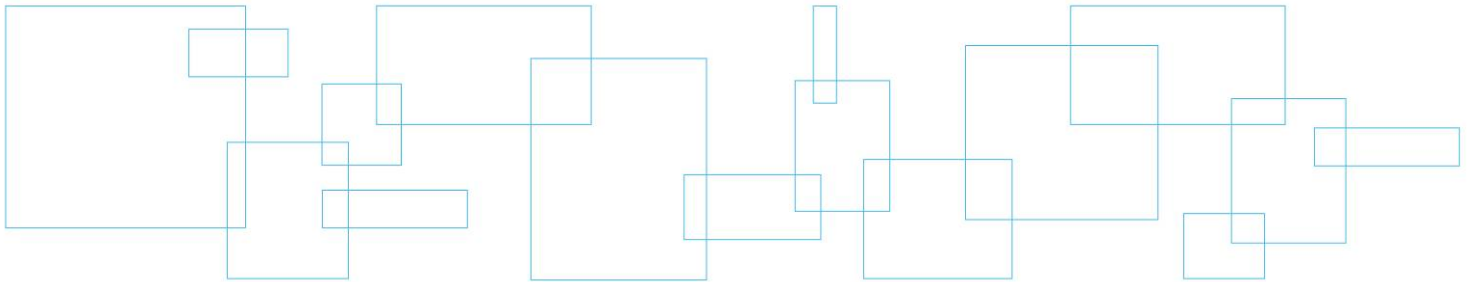
Remarques	
UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RESULTAT NON CONFORME	

Préparé par : <i>Michel Verreault</i> Michel Verreault, chef laboratoire	Date : 2013-05-24
---	-----------------------------

Approuvé par : <i>JEAN-FRANÇOIS BONIN</i> Yannick Leclerc	Date : 29/5/13
--	--------------------------

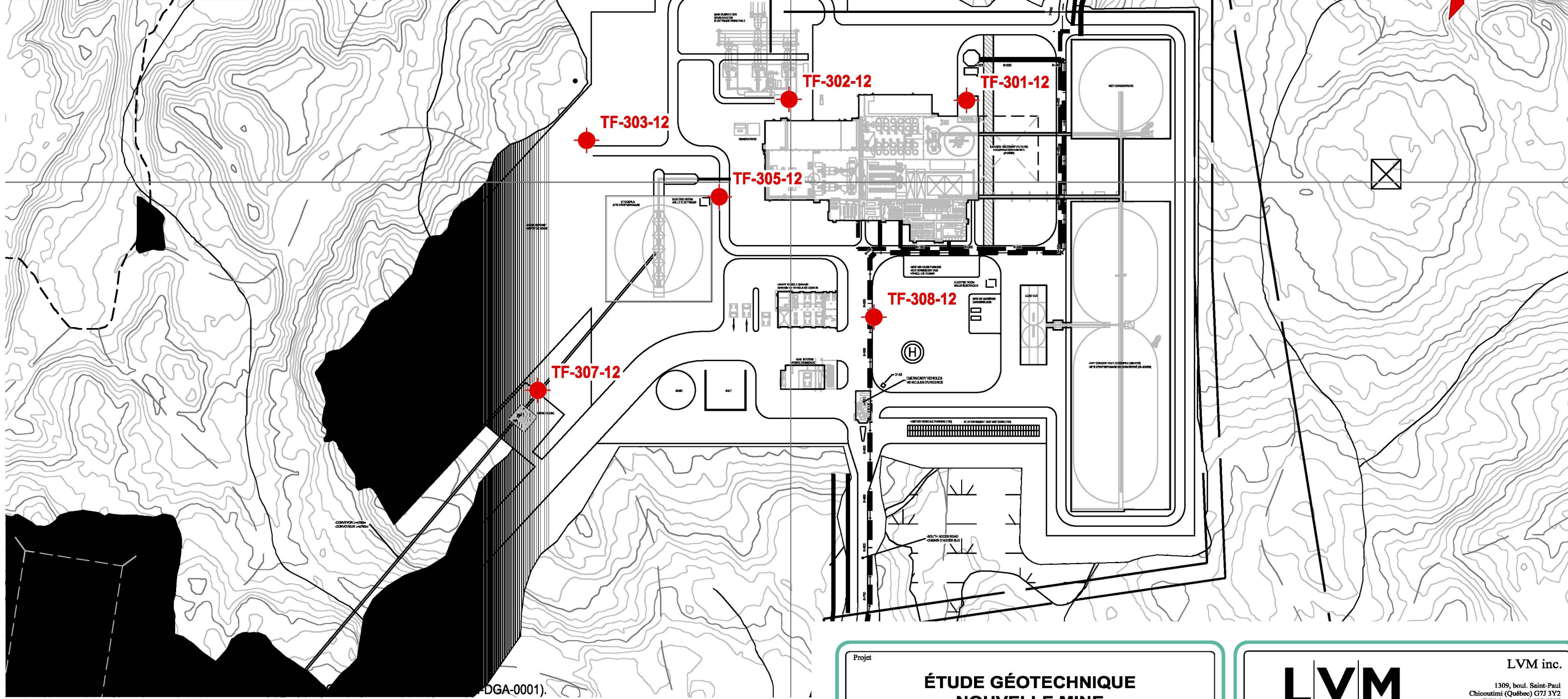
Annexe 4

Plan de localisation des sondages



10 cm
5
4
3
2
1
0

Sondage	Coordonnées MTM NAD83 Fuseau 7 (m)		Élévation géodésique (m)	Profondeur du roc (m)
	X	Y		
TF-301-12	290 180,00	5 531 084,00	455,45	0,30
TF-302-12	289 998,00	5 531 085,00	462,10	0,53
TF-303-12	289 791,00	5 531 043,00	458,39	1,62
TF-305-12	289 926,90	5 530 985,30	462,00	1,17
TF-307-12	289 741,00	5 530 787,00	462,03	0,99
TF-308-12	290 085,00	5 530 862,00	455,99	1,37



G:\151P-0001126_LAC À PAUL_RESSOURCES D'ARIANNE\LOT100_ÉTUDE GÉOTECHNIQUE_USINE\ZS_CAD\151_P0001126_0_01_100_GE_D_0001_00.DWG

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude géotechnique

LÉGENDE :

TF-NN-AA Trou de Forage(TF)-Numéro(NN)-Année(AA)

Projet

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
NOUVELLE MINE
SECTEUR DU LAC-À-PAUL**

LAC-SAINT-JEAN, QUÉBEC

Titre

PLAN DE LOCALISATION DES SONDRAGES

LVM inc.
1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi (Québec) G7J 3Y2
Téléphone : 418.698.6827
Télécopieur : 418.543.6812

Préparé É. Perron, tech.	Discipline Géotechnique	Chargé de projet J-F Boivin, ing.
Dessiné J. Paquet, dess.	Échelle 1: 4000	Extrait de: Rév.:
Vérifié J-F Boivin, ing.	Date 2013-05-23	

Serv. resp.	Projet	Otp	Disc.	Type	N° Dessin	Rév.
153	P-0001126	0/01/100	GE	D	0001	00