Sayona Québec inc.

Plan de réaménagement et de restauration

Site minier Authier, QC

Rapport technique

Plan de restauration et de réaménagement

N° document BBA / Rév. : 6015015-000000-4E-ERA-0001 / R00

11 décembre 2019

BBA

L'ingénierie
pour un monde en changement

bba.ca

Sayona Québec inc.

Plan de réaménagement et de restauration

Site minier Authier, QC

Rapport technique

Plan de restauration et de réaménagement

N° document BBA / Rév. : 6015015-000000-4E-ERA-0001 / R00

11 décembre 2019

FINAL

Préparé par :
Yves Thomassin, M. Sc.A.

2020, boul. Robert-Bourassa, bureau 300
Montréal, Québec H3A 2A5 CANADA
T +1 514.866.2111 **F** +1 514.866.2116
bba.ca Tous droits réservés. © BBA

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2019-12-11

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1
2. Renseignements généraux 1
2.1 Résumé du plan de restauration 1
2.2 Identification du requérant 3
2.3 Emplacement du terrain 4
2.4 Géologie et minéralogie 7
2.5 Caractérisation géochimique du stérile minier, du minerai et des résidus miniers 9
2.6 Historique du site visé par le plan de restauration 11
2.7 Autorisations diverses 14
2.8 Description du milieu 14
3. Description des activités minières 25
3.1 Description des activités actuelles et futures 25
3.2 Activités d'exploitation minière 25
3.3 Bâtiments et infrastructures 28
3.4 Haldes des stériles et des résidus miniers 33
3.5 Gestion des eaux sur le site 37
3.6 Lieux d'entreposage et d'élimination 42
4. Mesures de réaménagement et de restauration 44
4.1 Fosse 44
4.2 Démantèlement des bâtiments et des infrastructures 44
4.3 Équipements et machinerie lourde 46
4.4 Chemins 46
4.5 Infrastructures électriques 46
4.6 Aires d'accumulation 47
4.7 Infrastructures de gestion de l'eau 49
4.8 Changements climatiques 50
4.9 Installations sanitaires 53
4.10 Réhabilitation du terrain 53
4.11 Produits pétroliers et chimiques, et matières résiduelles dangereuses et non dangereuses 53

5. Mesures en cas d'arrêt temporaire des activités 54
6. Programme de suivi et d'entretien postrestauration 55
6.1 Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages 56
6.2 Suivi environnemental 56
6.3 Suivi agronomique 59
7. Plan d'urgence 59
8. Considérations économiques et temporelles 60
8.1 Évaluation détaillée des coûts des travaux de restauration 60
8.2 Calendrier de réalisation des travaux 64
9. Références 66

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des claims du projet Authier 7
Tableau 2 : Synthèse des résultats des études de caractérisation géochimique 9
Tableau 3 : Description sommaire des forages réalisés avant 2016 12
Tableau 4 : Estimation des réserves minérales (BBA, 2019) 25
Tableau 5 : Plan minier 26
Tableau 6 : Volumes mensuels et horaires à l'effluent (année hydrologique normale) 41
Tableau 7 : Produits chimiques 42
Tableau 8 : Changements saisonniers des précipitations pour la région Centre du Québec (Ouranos, 2015) 50
Tableau 9 : Changements saisonniers des précipitations pour la région de l'Abitib (URSTM, 2017) 51
Tableau 10 : Projections des variations de température et de précipitations à Val d'Or (Ouranos ,2018) 51
Tableau 11 : Changements saisonniers des températures pour la région Centre du Québec (adapté de Ouranos, 2015) 52
Tableau 12 : Changements saisonniers des températures pour la région de l'Abitibi (URSTM, 2017) 52
Tableau 13 : Projections des variations de température à Val d'Or (Ouranos, 2018) 52
Tableau 14 : Synthèse des modes de gestion des matières résiduelles 54
Tableau 15 : Suivi de la qualité des eaux souterraines 58
Tableau 16 : Éléments présents à perpétuité sur le site, risques de défaillance, causes et mesures de prévention 59

Tableau 17 : Estimation des coûts de restauration 61

Tableau 18 : Calendrier des travaux pour les phases post-exploitation et post-restauration 65

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Emplacement de la zone du projet 5

Figure 2 : Emplacement des claims miniers de la propriété Authier 6

Figure 3 : Géologie régionale 8

Figure 4 : Topographie du secteur du projet Authier 15

Figure 5 : Carte des dépôts meubles dans le secteur du projet Authier 16

Figure 6 : Localisation des bassins versants 17

Figure 7 : Points de prélèvement des échantillons d'eau de surface 19

Figure 8 : Localisation des piézomètres 22

Figure 9 : Pentes-types de la fosse 27

Figure 10 : Section type du chemin de halage 28

Figure 11 : Vues en plan de la fosse et de la ramp 28

Figure 12 : Schéma de procédé simplifié 30

Figure 13 : Coupe-type de la halde à stériles et à résidus miniers 35

Figure 14 : Bilan d'eau schématisé 38

Figure 15 : Infrastructures à démanteler 45

ANNEXES

Annexe A : Résolution du Conseil d'administration

Annexe B : Rapports de caractérisation géochimique (Lamont (2017) et CRTI (2019)

Annexe C : Étude de stabilité de la fosse

Annexe D : Études de stabilité des haldes

Annexe E : Grille de validation du contenu du plan de restauration

Annexe F : Plan d'aménagement général

1. INTRODUCTION

Le présent document constitue une mise à jour du plan de réaménagement et de restauration du projet Authier ayant été rendu public le 13 décembre 2018 pour fins de consultations publiques, conformément aux dispositions règlementaires de la Loi sur les mines (RLRQ, chapitre M-13.1, article 101.0.1). La version précédente du plan de restauration a été produite par SNC-Lavalin (réf. : 653655-0000-4GER-0001).

La mise à jour du plan de restauration est rendue nécessaire à la suite des modifications apportées au projet, tel que définies par l'étude de faisabilité définitive (DFS) d'octobre 2019 (BBA, 2019). Le présent plan de restauration reflète, de plus, les commentaires émis par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) et par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Le plan de restauration est soumis au MERN afin d'obtenir, entre autres, le bail minier permettant l'exploitation d'un dépôt de spodumène dans le secteur des municipalités de La Motte et de Preissac, en Abitibi-Témiscamingue (RLRQ, chapitre M-13.1, article 232.6). Il sera révisé à tous les cinq ans ou plus tôt, si requis.

La grille de validation du plan de restauration est présentée à l'Annexe E.

2. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

2.1 Résumé du plan de restauration

Les activités de réaménagement et de restauration du projet Authier comprennent :

- Le démantèlement du site des infrastructures minières, incluant la restauration et la réhabilitation du secteur;
- Le démantèlement et la démobilisation du système de traitement des eaux et de la station de pompage, incluant la restauration et la réhabilitation du secteur;
- La sécurisation du site;
- La gestion des matières résiduelles et des rebuts;
- La restauration progressive des aires d'accumulation (halde à stériles et à résidus miniers);
- Le dépôt d'une garantie financière, incluant les coûts directs et indirects et la contingence.

Les résultats de la caractérisation géochimique démontrent que les résidus et les stériles miniers du projet Authier sont non acidogènes et non lixiviables. Le programme de restauration proposé est basé sur le concept de restauration progressive, tel que recommandé dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (MERN,

2016). L'objectif visé par la restauration progressive est d'assurer, le plus rapidement possible, la réintégration du site à son environnement et la réduction de la durée des impacts sur les composantes du milieu.

La restauration progressive est possible puisque l'entreposage des résidus et des stériles miniers se fera en co-disposition permettant ainsi de restaurer, au fur et à mesure, les secteurs qui auront atteint leur niveau final.

Les différentes interventions de restauration progressives prévues pour la halde à stériles et à résidus miniers incluent :

- La mise en place d'une couche de mort-terrain et de matières organiques sur chacun des bancs lorsque l'élévation finale est atteinte;
- La mise en végétation de l'ensemble des pentes et de la surface supérieure de la halde.

À la fin des opérations, les bâtiments et les infrastructures seront démantelés, à moins qu'une seconde vocation ne soit identifiée en cours d'exploitation. Les pièces de machinerie seront réutilisées ailleurs et, la plupart des matériaux en acier seront récupérés ou recyclés hors du site. Les matériaux de fondation seront enfouis sur place en les recouvrant de sol (mort-terrain) puis mis en végétation. Les matériaux de démolition et les déchets seront gérés conformément au Règlement sur les déchets solides ainsi qu'à la règlementation en vigueur au moment de la fermeture du site.

La fosse sera sécurisée et le niveau de l'eau montera progressivement pour atteindre le niveau statique des eaux souterraines du secteur. Un déversoir et un fossé de dérivation permettront de diriger les eaux vers le milieu récepteur.

Les objectifs visés par ces travaux de restauration sont de remettre le site dans un état satisfaisant, c'est-à-dire :

- éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité des personnes;
- limiter la production et la propagation de substances susceptibles de porter atteinte au milieu récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de suivi;
- remettre le site dans un état visuellement acceptable pour la collectivité.

La mise en œuvre du programme de surveillance et de suivi environnemental permettra de vérifier et de démontrer l'atteinte des objectifs de restauration et la remise du site dans un état compatible avec son environnement et sécuritaire pour les usagers.

Les travaux de restauration se poursuivront de 18 à 24 mois suivant la fin des opérations. Le coût estimé des travaux est 10,9 M$, incluant les coûts d'ingénierie et de contingence.

Ce plan a été rédigé en fonction de la définition de projet présentée dans l'étude de faisabilité de 2019 (BBA, 2019). Lors de l'ingénierie de détail, des optimisations pourront être apportées, entre autres, pour la halde à stériles et à résidus miniers, les bassins de gestion des eaux et le mode de gestion des eaux. Cependant, l'envergure du projet minier, ainsi que les concepts de réaménagement, de sécurisation et de restauration, demeureront similaires.

2.2 Identification du requérant

Sayona Québec est une compagnie qui s'intéresse au graphite et au lithium, principaux éléments entrant dans la fabrication des batteries lithium-ion. Savona Québec est une entité corporative détenue à 100 % par Sayona Mining une compagnie publique se transigeant à la bourse australienne sous le titre SYA.

Sayona Mining a incorporé une entité au Québec sous le nom de Sayona Québec inc. Ce plan de restauration est soumis en vertu de la Loi sur les Mines pour fin de consultations publiques. La mine n'est pas encore construite et il sera requis que le plan de restauration révisé à la suite des consultations publiques soit approuvé pour l'obtention du bail minier.

Les coordonnées du siège social de la compagnie Sayona Mining Ltd sont :

Adresse: Suite 68, 283 Given Tce,
Paddington QLD 4064
Australia

Les coordonnées de Sayona Québec inc. sont :

Adresse :69, Chemin du Quai,
La Motte (Québec) J0Y 1T0
Téléphone : (819) 218-3423

Une copie de la résolution du conseil d'administration autorisant Monsieur Guy Laliberté, Chef de la Direction de Sayona Québec inc., à soumettre le plan de restauration est disponible à l'Annexe A .

La firme BBA inc. a produit le présent plan de restauration. Les coordonnées de BBA sont :

Adresse :2020 Boulevard Robert-Bourassa, Suite 300
Montréal, Qc
H3A 2A5
Canada

Responsable :

Yves Thomassin, M.Sc.A., Spécialiste principal - Environnement minier
Téléphone : (418) 657-2110 ext. 5554

2.3 Emplacement du terrain

La propriété Authier est située dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue à environ 45 km au nord-ouest de la ville de Val-d'Or et à 15 km au nord de la municipalité de Rivière Héva (Figure 1). La propriété est accessible par un réseau routier rural (chemin de Preissac et route du Nickel) se raccordant à la Route 109, située à environ 5 km à l'est du site. La route 109 relie Rivière Héva à Amos puis Matagami et rejoint la route 117 à la hauteur de Rivière Héva. Les coordonnées au centre du site minier sont : UTM NAD83 Z17, 5 361 360 mN et 706 725 mE.

La propriété comprend 24 claims couvrant 884,04 ha. Les claims sont situés dans le canton de La Motte, à l'exception de six claims les plus à l'ouest qui sont localisés dans le canton de Preissac. Les claims sont situés sur les terres de la Couronne et ils sont tous détenus à 100 % par Sayona. La propriété s'étend sur 3,4 km dans la direction est-ouest et 3,1 km nord-sud. Tous les claims qui composent la propriété sont des cellules désignées sur carte appelées CDC. La propriété est adjacente à une zone protégée située au nord. Cette zone de contrainte correspond à l'aire de captage d'eau souterraine de l'esker St-Mathieu-Berry et toutes activités d'exploration et d'exploitation minière y sont interdites. La Figure 2 montre la carte des claims de la propriété et une liste détaillée des claims est présentée au Tableau 1.

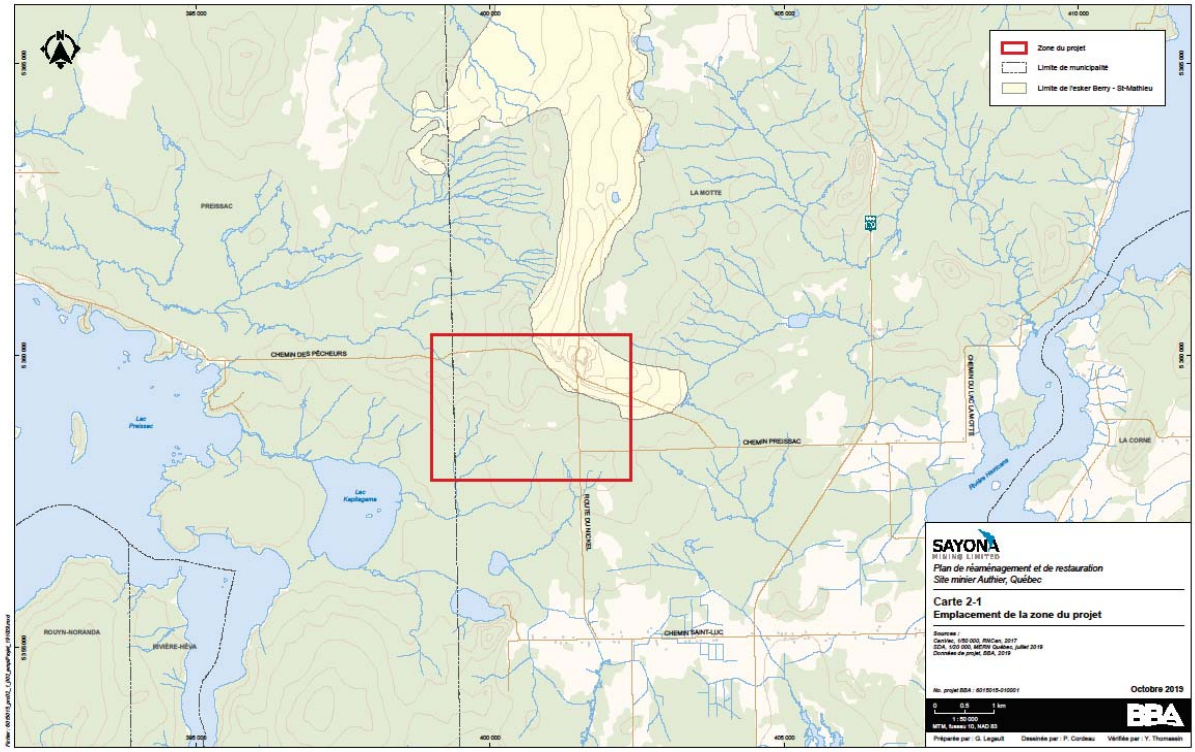


Figure 1 : Emplacement de la zone du projet

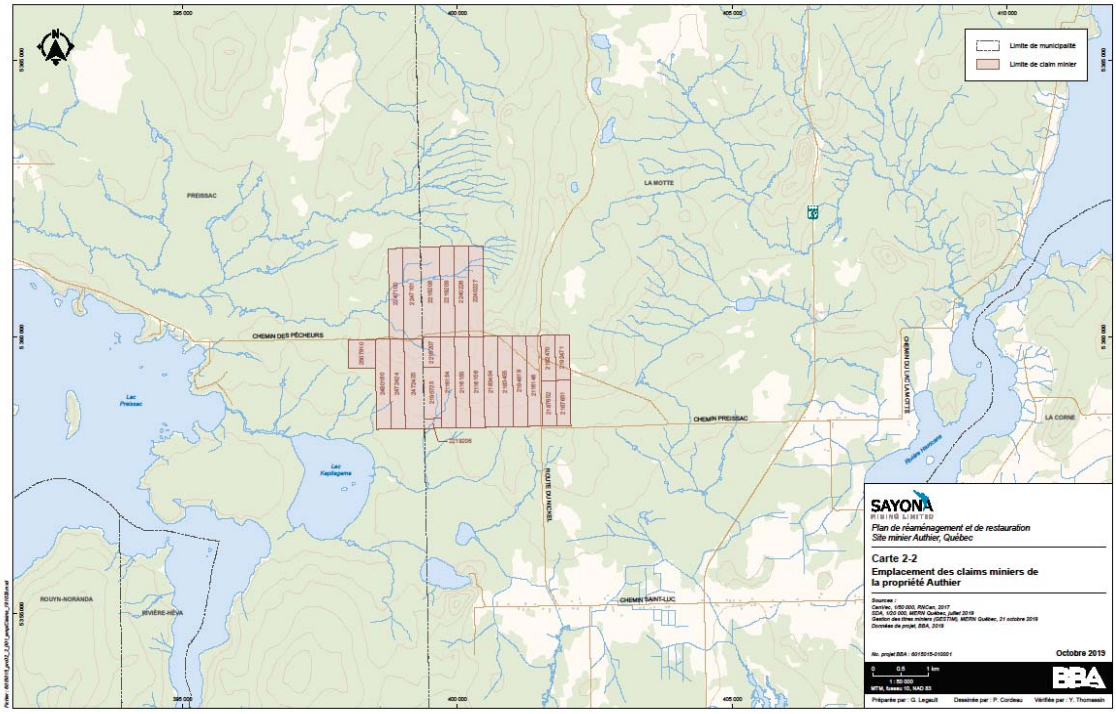


Figure 2 : Emplacement des claims miniers de la propriété Authier

Tableau 1 : Liste des claims du projet Authier

Numéro de claim	Détenteur enregistré	Date d'enregistrement	Date d'expiration	Superficie (ha)
2116146	Sayona Mining Limited	8/08/2007	7/08/2021	43,24
2116154	Sayona Mining Limited	8/08/2007	7/08/2021	42,88
2116155	Sayona Mining Limited	8/08/2007	7/08/2021	42,87
2116156	Sayona Mining Limited	8/08/2007	7/08/2021	42,86
2183454	Sayona Mining Limited	2/06/2009	1/06/2021	42,85
2183455	Sayona Mining Limited	2/06/2009	1/06/2021	42,84
2187651	Sayona Mining Limited	2/09/2009	1/09/2021	21,39
2187652	Sayona Mining Limited	2/09/2009	1/09/2021	21,29
2192470	Sayona Mining Limited	22/10/2009	21/10/2021	21,08
2192471	Sayona Mining Limited	22/10/2009	21/10/2021	21,39
2194819	Sayona Mining Limited	19/11/2009	18/11/2021	42,82
2195725	Sayona Mining Limited	27/11/2009	26/11/2021	29,03
2219206	Sayona Mining Limited	22/04/2010	21/04/2022	5,51
2219207	Sayona Mining Limited	22/04/2010	21/04/2022	17,06
2219208	Sayona Mining Limited	22/04/2010	21/04/2022	55,96
2219209	Sayona Mining Limited	22/04/2010	21/04/2022	42,71
2240226	Sayona Mining Limited	9/07/2010	8/07/2022	42,71
2240227	Sayona Mining Limited	9/07/2010	8/07/2022	42,71
2247100	Sayona Mining Limited	23/08/2010	22/08/2022	42,75
2247101	Sayona Mining Limited	23/08/2010	22/08/2022	53,77
2472424	Sayona Mining Limited	11/01/2017	10/01/2021	42,5
2472425	Sayona Mining Limited	11/01/2017	10/01/2021	55,96
2480180	Sayona Mining Limited	22/02/2017	21/02/2021	42,51
2507910	Sayona Mining Limited	15/12/2017	14/12/2021	25,35
			Total :	**884,04**

2.4 Géologie et minéralogie

Le projet Authier est localisé dans la province géologique du Supérieur, plus précisément dans la sous-province géologique de l'Abitibi. Les roches sont principalement d'origine volcanique et d'âge Archéen. Deux environnements plutoniques, également d'âge Archéen, sont présents dans la région: le pluton de La Motte et le pluton de Preissac, qui font partie du batholite Preissac-La Corne connu pour ses pegmatites à Li-Mo-Be (Jébrak et Marcoux, 2008). La Figure 3 présente la géologie régionale autour du projet Authier. Le métamorphisme régional passe du grade des schistes verts à celui des amphibolites au contact avec les masses intrusives.

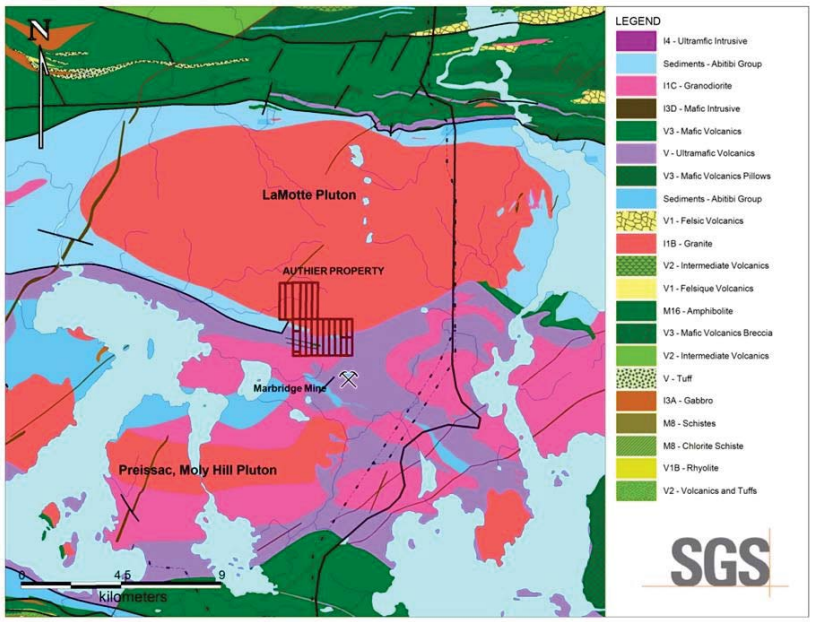


Figure 3 : Géologie régionale

Le projet Authier se situe dans la Formation de La Motte-Vassan, étant composée de roches métavolcaniques mafiques à ultramafiques et de roches métasédimentaires telles que des schistes. La pegmatite à spodumène du projet Authier est encaissée dans ces unités volcaniques mafiques à ultramafiques. Ces unités géologiques ultramafiques sont également reconnues pour contenir des indices de nickel.

Le projet Authier héberge deux systèmes distincts de pegmatites minéralisées à spodumène, dont Authier et Authier Nord.

- Authier mesure 1 100 mètres de long, est-ouest, avec une épaisseur moyenne de 25 m, allant de 4 à 55 m, plongeant de 40 à 50 degrés au nord. Le gisement affleure dans le secteur centre-est et s'étend ensuite jusqu'à 10 m de couverture dans le secteur ouest.
- Authier Nord, situé à 400 m au nord de la pegmatite principale d'Authier, mesure environ 300 m de longueur, a une largeur moyenne de 7 m et plonge à 15 degrés vers le nord.

Les gisements Authier et Authier Nord demeurent ouverts dans toutes les directions. Les principaux minéraux y étant associés sont le spodumène, le quartz, l'albite (feldspath), la muscovite, la biotite, la tourmaline et parfois le pyroxène (Brien et al., 2017). Des teneurs plus élevées en lithium sont associées à des concentrations élevées de cristaux de spodumène, fins et moyens à grossiers (jusqu'à 4 cm de long), dans un faciès de pegmatite à grain moyen ou

grossier. Une zone de transition est également observée entre la pegmatite et la roche encaissante.

2.5 Caractérisation géochimique du stérile minier, du minerai et des résidus miniers

2.5.1 Caractérisation géochimique initiale

Une caractérisation géochimique comprenant plusieurs analyses et essais statiques a été effectuée sur des échantillons de stériles, de minerai et de résidus miniers. Les essais comprenaient des tests de potentiel acidogène (Sobek ABA modifié), la détermination des contenus partiels en métaux traces et des essais de lixiviation (*Toxicity characteristic leaching procedure* (TCLP) et *Synthetic precipitation leaching procedure* (SPLP).

Le rapport complet décrivant le nombre et la sélection des échantillons, la méthodologie et les critères de classification sont joints à l'Annexe B (Lamont (2017). Le nombre d'échantillons par lithologie a été déterminé à partir d'une évaluation des sections et des plans de forage. La sélection des échantillons a donc été faite de manière à maximiser la représentativité spatiale des échantillons dans le gisement. Cette approche permet d'obtenir un nombre d'échantillons proportionnel à la proportion relative d'une lithologie donnée.

Les essais de la caractérisation géochimique ont permis de statuer sur le potentiel acidogène et sur le potentiel de lixiviation des matériaux. Selon les critères de la Directive 019 sur l'industrie minière, un seul des 52 échantillons de stériles est considéré potentiellement acidogène avec un contenu total en soufre de 0,303 %, ce qui est très légèrement supérieur au critère de 0,3 % (Tableau 2). Toutefois, le contenu en sulfures de cet échantillon est de 0,28 %.

Tous les échantillons de minerai et de résidus miniers sont considérés non acidogènes.

Les contenus totaux en métaux des résidus miniers sont présentés à la figure 4.3 du rapport de caractérisation. Puisque seul le lithium est récupéré dans le concentré, les contenus en métaux du minerai et du concentré devraient être similaires.

Tableau 2 : Synthèse des résultats des études de caractérisation géochimique

	Lithologie	Nombre	Acidogène	Lixiviable
Stériles (Lamont)	Volcanique ultramafique	26	1[1]	Cu (1) Ni (19)
	Basalte	14	0	Cu (1) Ni (7)
	Péridotite	7	0	Ni (5)
	Schiste	3	0	Ni (1)
	Pegmatite	1	0	0

	Lithologie	Nombre	Acidogène	Lixiviable
	Granodiorite	1	0	0
Minerai (Lamont)	-	3	0	Cu (2)
Résidus (Lamont)	-	2	0	0
Stériles (CTRI)	Volcanique ultramafique	3	0	Tests en cours
	Basalte	3	0	
	Péridotite	3	0	

1. Contenu en soufre de 0,303 % et en sulfure de 0,28 %

Selon les critères de la Directive 019 basés sur les concentrations en métaux obtenues avec l'essai de lixiviation TCLP, les critères de résurgence dans les eaux de surface et les critères A du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* (Guide d'intervention) du MELCC, 32 des 52 échantillons de stériles seraient considérés potentiellement lixiviables pour le nickel (19 échantillons de type volcaniques ultramafiques, sept échantillons de type basaltes, cinq échantillons de type péridotite et un échantillon de type schiste). Un échantillon de type volcanique ultramafique et un échantillon de type basalte seraient également considérés lixiviables pour le cuivre.

Par ailleurs, deux des trois échantillons de minerai étudiés ont montré des contenus dépassant le critère A et le critère de résurgence pour le cuivre. Pour les deux échantillons de résidus miniers, aucun contenu en métaux n'excède le critère A correspondant, de sorte que ces échantillons ne sont pas potentiellement lixiviables.

Des concentrations significatives de chrome ont été mesurées dans les lixiviats. Toutefois, compte tenu de l'absence d'oxydes de manganèse (nécessaire pour l'obtention de Cr (VI) dit naturel (Oze et al., 2007)) dans les stériles et dans le minerai, le chrome est certainement sous forme Cr (III) et non sous forme Cr (VI). Les concentrations de chrome mesurées sont inférieures au critère de résurgence pour le Cr (III), de sorte que les stériles, le minerai et les résidus ne sont pas considérés lixiviables pour le chrome.

Des essais de lixiviation, selon la procédure SPLP simulant les pluies acides, ont aussi été effectués sur les divers échantillons. Aucun des échantillons de roches stériles montrant des contenus excédant les critères A n'a montré de concentrations en métaux supérieurs aux critères de résurgence. Le risque de lixiviation est donc peu probable puisque les conditions de réalisation de l'essai SPLP sont plus représentatives des conditions rencontrées sur le terrain que les conditions de réalisation de l'essai TCLP.

Deux échantillons de minerai ont montré un dépassement du critère de résurgence et du critère A pour le cuivre.

2.5.2 Caractérisation géochimique complémentaire

Le Centre technologiques des résidus industriels (CTRI) a débuté en 2019 une étude de caractérisation géochimique des stériles afin de déterminer le potentiel de valorisation de ceux-ci. Les essais réalisés comprendront des mesures de contenus en métaux, des tests de potentiel de génération d'acide (Sobek Modified ABA et NAG), ainsi que des essais cinétiques qui seront réalisés avec des mini-cellules d'altération, des cellules humides et des barils (*in situ*).

Les premiers résultats des essais statiques réalisés par le CTRI confirment que les échantillons étudiés ne sont pas générateurs de drainage minier acide. Le rapport préliminaire du CTRI est présenté à l'Annexe B. Le rapport final du CTRI sera transmis au MERN et au MELCC dès qu'il sera disponible.

Par ailleurs, dans le cadre de la caractérisation physico-chimique des sols avant l'implantation d'un projet industriel, 15 des 16 échantillons de sols analysés ont montré un contenu en sulfures inférieur à 0,1 % et un échantillon a montré un contenu de 0,145 %.

2.6 Historique du site visé par le plan de restauration

De 1956 à 1965, plusieurs travaux d'exploration ont été réalisés par diverses compagnies (Kopp Scientific Inc., East-Sullivan Mines Ltd Space Age Metals Corp. et Delta Mining Corporation Ltd). De 1966 à 1969, des travaux d'exploration, conçus à l'origine pour les sulfures magmatiques, ont permis de décrire la pegmatite contenant du spodumène sur la propriété.

En 1969, le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) a effectué une série de tests de flottation sur deux échantillons composites. Les résultats ont confirmé que le spodumène pouvait être concentré par un procédé de flottation produisant un concentré de spodumène de qualité commerciale.

En 1978, la *Société Minière Louvem Inc*. a complété deux trous de forage au diamant sur l'extension ouest du dyke de pegmatite. En 1980, la *Société québécoise d'exploration minière* (SOQUEM) a complété six trous de forage au diamant dans la partie centrale de la pegmatite contenant du spodumène. Parallèlement, 224 échantillons prélevés lors des forages effectués entre 1967 et 1980 sur le dyke de pegmatite ont été ré-analysés pour leur teneur en Li_2O.

En 1991, *Raymor Resources Ltd* (Raymor) a réalisé des essais métallurgiques à petite échelle sur des roches de pegmatite à spodumène. En 1993, Raymor a réalisé 33 forages supplémentaires, dans le but de vérifier la présence et de préciser la géométrie des unités de pegmatite à spodumène et a également effectué de la cartographie géologique, des tranchées et a débuté un échantillonnage en vrac de 30 tonnes du dyke de pegmatite (achevé en 1996). En 1997, Raymor a engagé le CRM pour effectuer des essais métallurgiques supplémentaires.

Les ressources minérales historiques ont été estimées en 1994 puis révisées en 1999 par *Karpoff* pour SOQUEM et Raymor. En 1999, Raymor a conclu une entente avec SOQUEM afin de produire une étude de préfaisabilité incluant des essais métallurgiques supplémentaires. L'analyse économique a donné un taux de rentabilité interne (TRI) négatif rendant le projet non rentable à ce moment-là.

Aucune campagne de travaux d'exploration n'a été rapportée sur la propriété Authier de 1999 à 2009, jusqu'à l'acquisition des claims par *Ressources Glen Eagle Inc*. (Glen Eagle) en 2010. Cette compagnie a effectué des divers travaux de 2010 à 2012, dont un levé géophysique magnétique au sol, un levé géochimique afin d'identifier la signature géochimique des pegmatites présentes sur la propriété et des campagnes de forage au diamant. En tout, Glen Eagle a complété 69 forages sur la pegmatite principale, dans le secteur nord-ouest et dans le secteur sud-sud-ouest de la propriété.

Une estimation des ressources minérales, conformément à la norme canadienne NI 43-101, a été réalisée en 2011 par *SGS Geostat*. Avec une teneur de coupure de 0,8 % Li_2O, les ressources ont été estimées à 4 167 000 tonnes à 1,04 % Li_2O dans la catégorie indiquée, et à 2 290 000 tonnes à 1,00 % Li_2O dans la catégorie présumée. Les auteurs ont considéré que le projet était suffisamment robuste afin de poursuivre les travaux d'exploration et de développement.

En 2013, une étude économique préliminaire (ÉÉP) a été complétée par *SGS Canada Inc*. et *Bumigene Inc*. Les ressources minérales ont été mises à jour avec les forages effectués en 2011 et 2012. Les forages utilisés pour l'estimation de ressources minérales sont présentés dans le Tableau 3. Avec une teneur de coupure de 0,5 % Li_2O, les ressources mesurées ont été estimées à 2 244 000 tonnes à 0,95 % Li_2O, les ressources indiquées à 5 431 000 tonnes à 0,97 % Li_2O et les ressources présumées à 1 552 000 tonnes à 0,96 % Li_2O.

Des tests métallurgiques ont également été effectués par les laboratoires métallurgiques de *SGS* à Lakefield et les résultats ont permis de développer la conception d'un procédé de flottation afin d'obtenir un concentré de spodumène contenant 6 % Li_2O avec un taux de récupération estimée de 85 %.

Tableau 3 : Description sommaire des forages réalisés avant 2016

Période	Série	Nombre de forages	Nombre de mètres forés	Nombre d'analyses	% du métrage ayant été analysé
Historique	AL-XX	21	2 375	413	25 %
	R-93-XX	33	3 700	258	18 %

Période	Série	Nombre de forages	Nombre de mètres forés	Nombre d'analyses	% du métrage ayant été analysé
Glen Eagle	AL-10-XX	18	1 905	582	41 %
	AL-11-XX	27	4 051	462	17 %
	AL-12-XX	24	3 034	428	21 %
Total		123	15 065	2 143	22%

En mai 2016, Sayona Mining signait des ententes afin d'acquérir le projet de Glen Eagle et complétait l'acquisition en août 2016 pour un montant de 4 M $.

Une personne compétente indépendante a visité le projet de lithium Authier et a complété un examen géologique et historique des données de forage pour publier une estimation des ressources minérales conforme à la norme australienne JORC 2012. L'estimation des ressources effectuée à l'interne par Sayona était fortement corrélée avec l'estimation des ressources de Glen Eagle tirée du rapport technique de 2012. Les ressources calculées par Sayona ont été estimées et rapportées conformément aux directives du Code australien pour la déclaration des résultats d'exploration des ressources minérales et des réserves de minerai (code JORC 2012).

Sayona Mining a, de plus, réalisé trois programmes de forage sur la propriété Authier, notamment :

- Phase 1 : octobre et novembre 2016, 18 trous totalisant 3 967 m. À la suite du programme de forage, Sayona a achevé la mise à niveau des ressources et a réalisé une étude de préfaisabilité publiée en février 2017;
- Phase 2 : forages au diamant en mai 2017, 31 trous totalisant 4 117 m;
- Phase 3 : forages au diamant en novembre et décembre 2017 (7 trous PQ et HQ d'une longueur de 769,5 m);
- collectes de cinq tonnes de carottes pour des essais métallurgiques pilotes à la fin 2017;
- forages au diamant en janvier et mars 2018 (19 trous de diamètre NQ pour 2 170,45 m);
- forages de condamnation en avril 2018 (6 trous de diamètre NQ pour 342,65 m).

Le nombre et la longueur des forages effectués par Sayona depuis l'acquisition de la propriété sont de 81 trous pour 11 367,5 m. À partir de cette base de données, 199 trous de forage ont été utilisés pour l'actualisation de l'estimation des ressources. L'estimation des réserves et des ressources est présentée à la section 3.1.

2.7 Autorisations diverses

Tous les permis requis pour procéder aux travaux d'exploration ont été obtenus. Il s'agit de permis d'intervention émis par le MERN. Outre les permis d'intervention, aucun certificat d'autorisation ou autre permis n'a été émis pour le site du projet.

Suite à l'augmentation du taux de production à 2 600 t/j, le projet est soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Ainsi, la majorité des permis et autorisations sera demandée après l'obtention du décret gouvernemental.

2.8 Description du milieu

2.8.1 Climat

Les données climatiques proviennent de la station météorologique de Val-d'Or. Dans la région de Val-d'Or, la température journalière moyenne annuelle est de 1,6 °C. La température moyenne en juillet atteint 17 °C, tandis que la température en janvier est de -16 °C.

La moyenne des précipitations est de 928 mm par an dans la région. Les précipitations mensuelles moyennes varient de 48 mm en février à 103 mm en septembre. La neige tombe d'octobre à avril, mais elle est beaucoup plus importante de novembre à mars. La moyenne pour ces cinq mois est de 26 mm (équivalent en eau). Le pH des précipitations mesurées à la station de Joutel en 1991 était de 4,30 en novembre et 4,78 en juin.

Les données anémométriques recueillies à Val d'Or entre 1961 et 1991 montrent que de juin à janvier les vents du sud-ouest dominent, alors que de février à mai les vents venant du nord-ouest sont plus fréquents. Dans ce secteur, les vents ont une vitesse moyenne variant entre 11 et 14 km/h.

2.8.2 Topographie

La topographie de la propriété Authier est relativement plane. L'altitude moyenne est de 350 m, variant de 310 à 380 m. La zone la plus élevée est située dans le nord-est et se compose de petites collines en raison d'un esker. La topographie est présentée à la Figure 4.

À l'échelle régionale, la crête de l'esker de St-Mathieu-Berry domine le sol environnant d'environ 20 à 25 m, avec une pente générale vers le nord, à l'exception de son prolongement sud localisé à proximité de la limite nord de la propriété minière qui a une pente vers le sud-est (Figure 6).

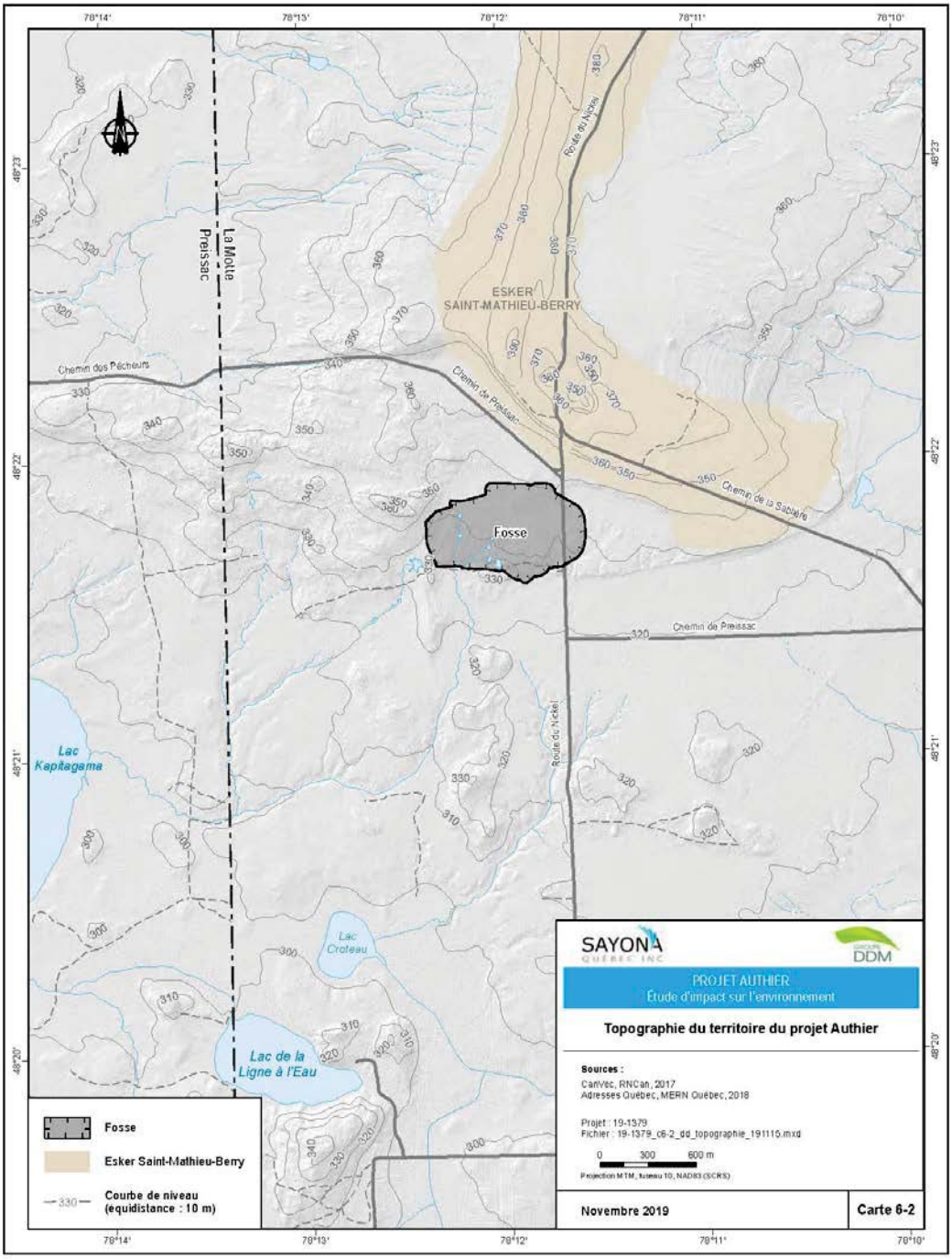


Figure 4 : Topographie du secteur du projet Authier

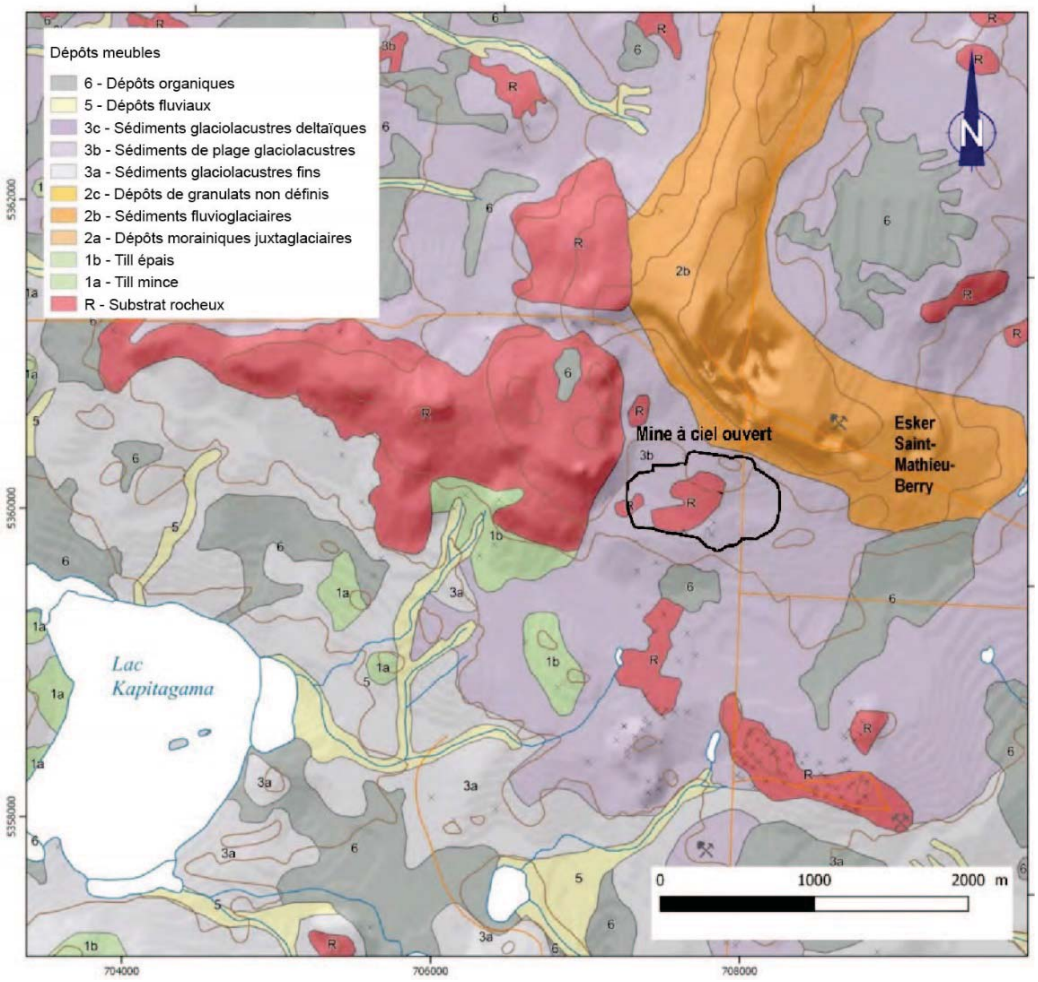


Figure 5 : Carte des dépôts meubles dans le secteur du projet Authier

2.8.3 Végétation et zones humides

Les informations utilisées pour décrire la végétation terrestre et les milieux humides proviennent des études réalisées en 2017 et 2019. Les données de la carte écoforestière du 4^{e} inventaire décennal (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs), ainsi que les interventions planifiées ou récentes (PRAN_08651, Direction de la gestion des forêts de l'Abitibi-Témiscamingue), ont été intégrées à la carte de la végétation.

Les peuplements forestiers couvrent plus de 55 % (490,3 ha) de la propriété minière. Les peuplements résineux (246,4 ha) et mélangés (241,8 ha) sont les plus importants. Les peuplements feuillus ne représentent que 2,0 ha ou 0,23 % de la superficie de la propriété.

Les marais (1,9 ha), marécages (73,4 ha) et tourbières (151,4 ha) sont les trois types de milieux humides présents, soit plus de 25 % de la superficie de la propriété. Parmi les milieux humides, les tourbières boisées ombrotrophes représentent plus de 43 % de la superficie des milieux humides. Les tourbières n'ont pas révélé de particularités majeures au cours des inventaires.

2.8.4 Hydrologie

La fosse est située près de la limite de deux bassins versants hydrographiques (Figure 6). La portion sud du site se draine vers le lac Kapitagama qui se jette dans le lac Preissac puis dans la rivière Kinojevis. Le projet se situe dans ce bassin versant. La portion nord du site se retrouve dans le sous-bassin versant du lac Croteau, qui est localisé dans le bassin versant du lac Malartic.

On retrouve plusieurs barrages de castors sur des petits ruisseaux de tête qui se jettent dans le lac Kapitagama.

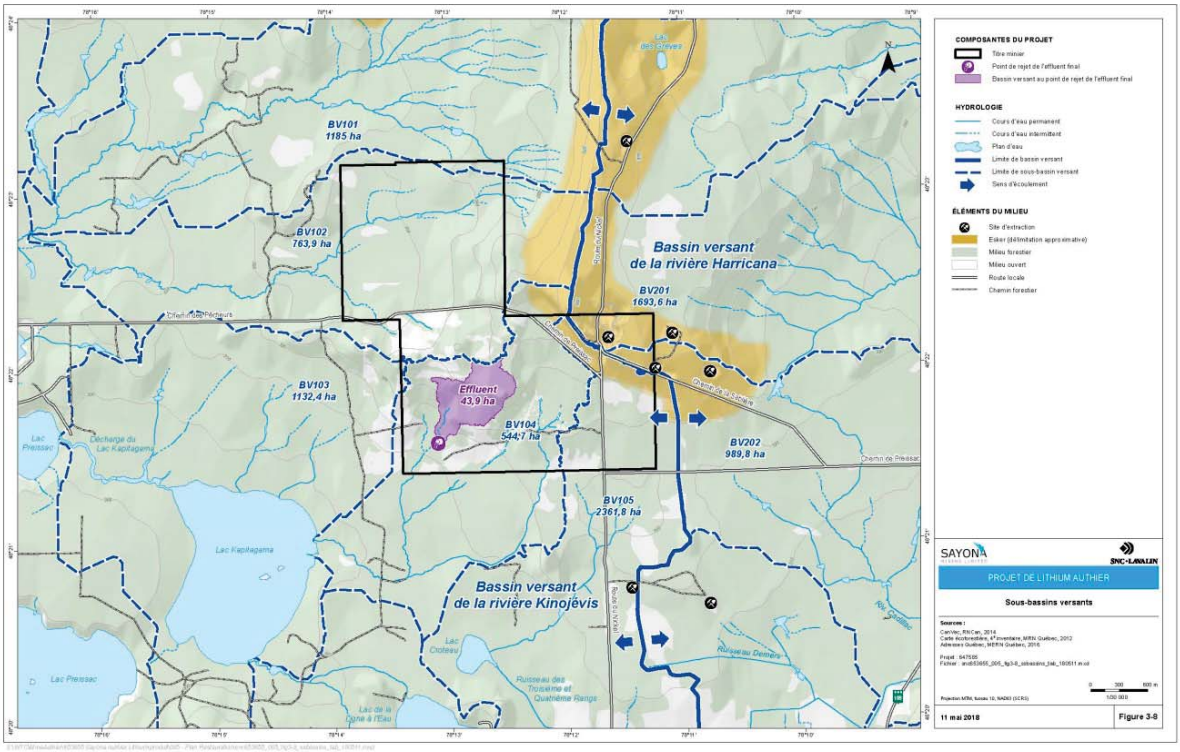


Figure 6 : Localisation des bassins versants

Des campagnes d'échantillonnages de l'eau de surface ont été réalisées en 2017, 2018 et 2019 afin de connaître la qualité de l'eau initiale dans la zone du projet et le long du cours d'eau qui recevra l'effluent final. Les prélèvements ont été effectués à cinq stations. En 2019, une station supplémentaire a été ajoutée dans le programme d'échantillonnage à l'exutoire du lac Kapitagama. La Figure 7 présente les points de prélèvements pour les échantillons de la qualité des eaux de surface.

L'analyse des échantillons d'eaux de surface comprenait les éléments suivants : pH et alcalinité, MES et turbidité, nutriments (phosphore et azote), oxygène dissous, ions majeurs et conductivité, métaux, cyanures et coliformes. Les résultats d'analyse ont été comparés aux critères provinciaux de protection de la vie aquatique pour une toxicité chronique du MELCC et aux recommandations canadiennes de protection de la vie aquatique pour une exposition à long terme du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). De façon générale, les eaux sur le site sont peu minéralisées, relativement limpides, acides et d'alcalinité faible à moyenne, ce qui démontre une sensibilité à l'acidification. De plus, des dépassements ont été occasionnellement mesurés pour le phosphore total, l'aluminium, le fer, le manganèse, le cadmium, le cuivre, le plomb et le nickel.

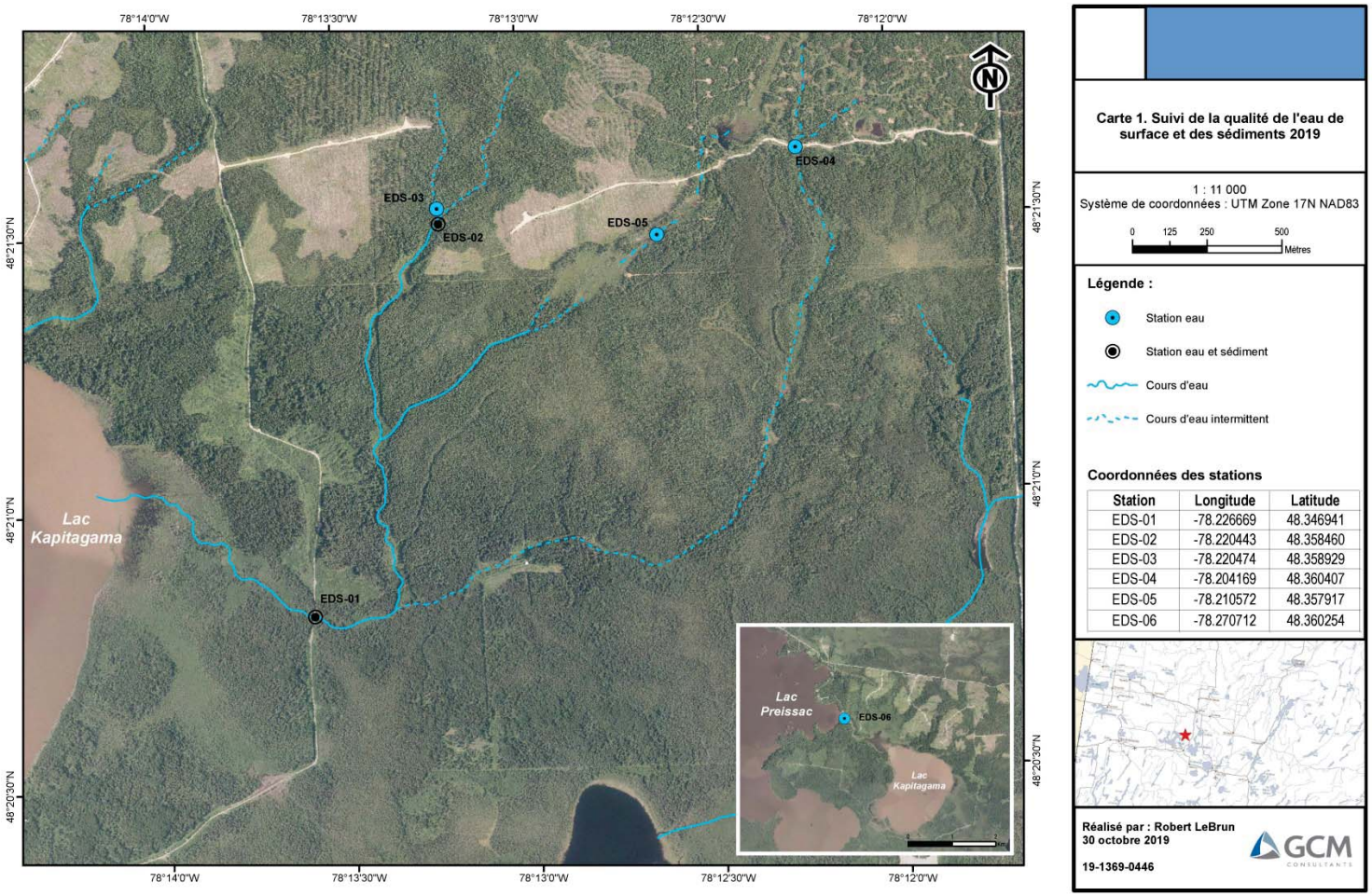


Figure 7 : Points de prélèvement des échantillons d'eau de surface

2.8.5 Hydrogéologie

La section hydrogéologie est tirée du rapport d'Étude hydrogéologique de base et évaluation des répercussions du projet sur l'environnement. L'Étude hydrogéologique est fournie en annexe de l'Étude d'impact sur l'environnement (Sayona, 2019).

L'esker de St-Mathieu-Berry domine le sol environnant. L'écoulement des eaux souterraines de l'esker se fait vers le nord, à l'exception de son extrémité sud qui a une pente vers le sud-est. La limite sud de l'esker est située à environ 400 m au nord de la limite de la fosse.

2.8.5.1 Description sommaire des travaux réalisés et résultats

L'étude hydrogéologique a débuté en décembre 2016 et a compris, jusqu'à présent, la mise en place de 27 puits d'observation des eaux souterraines, la réalisation de cinq campagnes d'échantillonnage des eaux souterraines, d'essais de perméabilité à charge variable, d'essais de traçage par profil et de relevés de niveaux d'eau (Richelieu Hydrogéologie, 2019). En termes hydrostratigraphique, la propriété Authier est caractérisée par la présence des principales unités suivantes :

- Le socle rocheux, qui constitue un aquifère d'extension régionale de perméabilité moyenne à faible ;
- Le till glaciaire à matrice sablo-silteuse dont l'épaisseur varie de nulle à 6,25 m ;
- Une unité fluvio-glaciaire (esker) de sable et gravier est aussi présente à la limite nord-est du secteur et constitue un aquifère aux endroits où il est saturé d'eau ;
- Les sédiments glaciolacustres composés de sable (unité littorale) ou de silt (unité d'eau profonde), dont l'épaisseur maximale est de 14,9 m ;
- Un horizon de matière organique en surface dont l'épaisseur n'excède pas 80 cm.

La conductivité hydraulique des unités a été déterminée à l'aide d'essais de perméabilité à charge variable dans les puits d'observation et dans certains forages d'exploration minière, ainsi qu'à l'aide d'essais de traçage par profil dans quelques-uns des forages d'exploration minière réalisés pour définir le gisement. Dans l'ensemble, toutes méthodes confondues, la partie du socle rocheux qui contribue à l'écoulement se retrouve en général dans les 150 premiers mètres du socle rocheux.

La conductivité hydraulique moyenne y est de l'ordre de 10^{-7} m/s. Par la suite, la conductivité hydraulique diminue à des valeurs moyennes de l'ordre de 10^{-8} m/s à 200 m de profondeur et de 10^{-11} m/s à 250 m de profondeur. Dans les dépôts meubles, la conductivité hydraulique moyenne mesurée est de l'ordre de 10^{-6} m/s.

La Figure 8 montre la localisation actuelle des puits d'observation et le sens de l'écoulement des eaux souterraines.

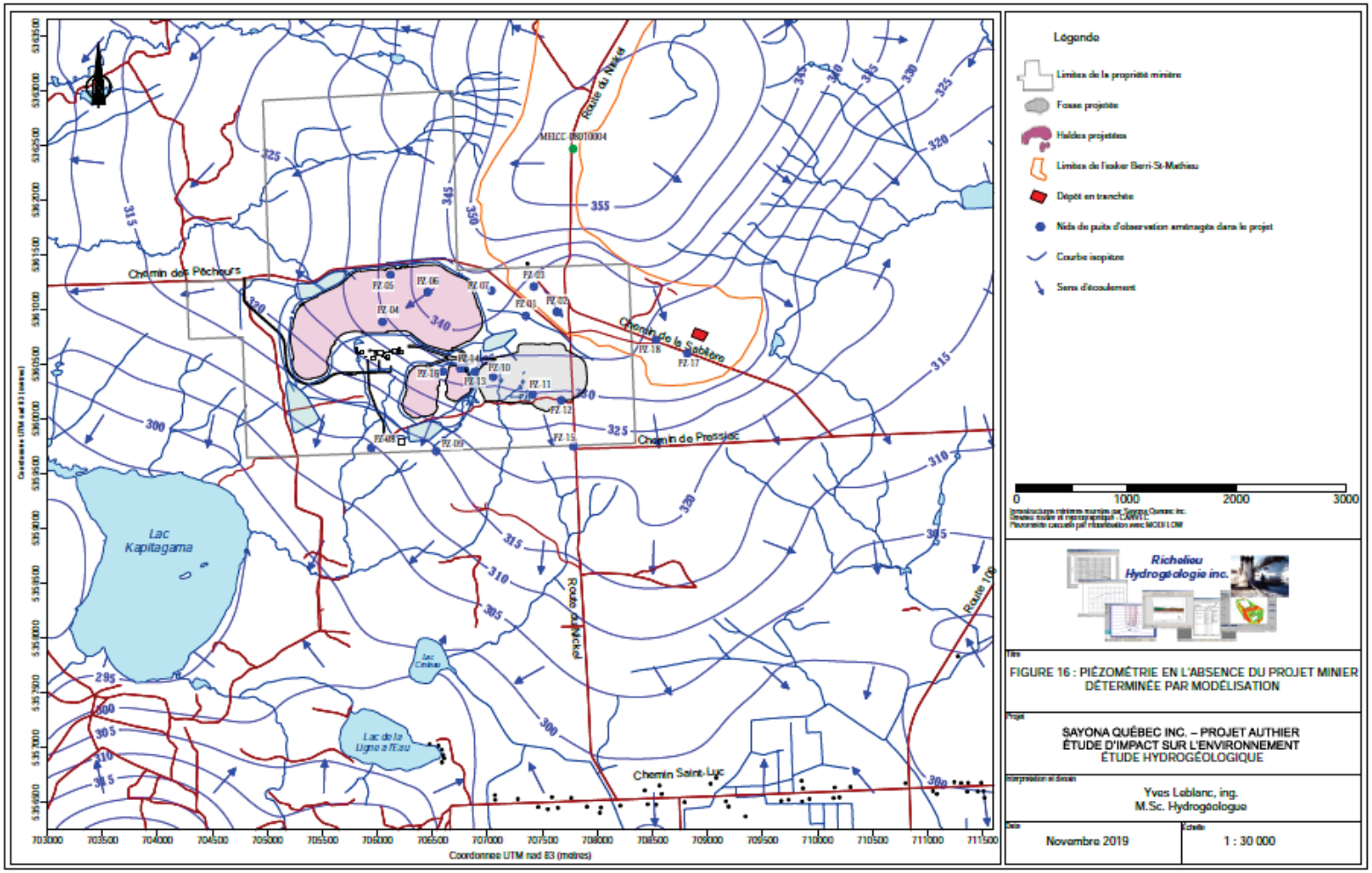


Figure 8 : Localisation des piézomètres

2.8.5.2 Écoulement des eaux souterraines

En matière d'écoulement souterrain, la surface piézométrique est généralement conforme à la surface topographique. En effet, la plupart des forages recoupent la surface piézométrique à environ 1,9 m de profondeur, sauf pour les puits d'observation aménagés dans l'esker, où le niveau de la nappe est à plus de 12 m de profondeur. L'interprétation des niveaux d'eau mesurés permet de déterminer qu'à l'endroit de la fosse projetée, l'écoulement souterrain s'effectue de façon générale en direction sud-ouest. Les zones de recharge sont localisées dans les secteurs occupés par les sédiments fluvio-glaciaires et les affleurements rocheux. La vidange de l'aquifère s'effectue par des suintements vers la surface aux abords et dans les cours d'eau qui drainent la propriété.

La recharge annuelle moyenne par unité de surface est estimée entre 0 et 420 mm/an en fonction de la texture des sols et de la pente du terrain. La Figure 8 présente le sens de l'écoulement régional des eaux souterraines.

2.8.5.3 Qualité des eaux souterraines

Les eaux souterraines échantillonnées sont généralement de type bicarbonaté calcique, possèdent un pH neutre à alcalin et sont peu chargées en minéraux (conductivité électrique moyenne de 128 µS/cm). Le profil géochimique de l'eau qui circule dans les dépôts meubles est semblable à celui de l'eau qui circule dans le réseau de fissures du socle rocheux.

Enfin, la qualité des eaux souterraines échantillonnée dans les 27 puits d'observation depuis 2017 affiche quelques dépassements de critères de consommation de la PSRTC ou du RQEP, notamment pour les concentrations en aluminium (n=6), en arsenic (n=5), en manganèse (n=24), en mercure (n=6), en nickel (n=1) et en plomb (n=2). Le critère de résurgence dans les eaux de surface est, quant à lui, dépassé pour le cuivre (n=7), le mercure (n=17) et le zinc (n = 4). Le puits localisé en aval de l'ancien dépôt en tranchée (DET) de la ville de La Motte ne présente qu'un seul dépassement des critères au niveau de l'arsenic.

2.8.5.4 Impacts du projet sur les eaux souterraines

Lorsque la fosse aura atteint sa profondeur maximale (~ 200 m), son aire d'influence pourrait atteindre, dans le pire des cas, une superficie de 7,8 km^2 (incluant la fosse), tandis que son rayon d'influence pourrait atteindre environ 1 070 à 2 330 m. À la fin de la vie de la mine, le remplissage de la fosse s'effectuera de façon naturelle par l'apport des eaux souterraines dans la fosse ainsi que par l'apport des eaux de ruissellement et des précipitations directes. La durée de la période de remplissage est estimée à environ 18 ans.

En phase d'exploitation, la migration d'eau souterraine à partir de la propriété Authier sera affectée par le cône de rabattement provoqué par le maintien à sec de la fosse. À l'extérieur de l'aire d'influence de la fosse, la migration d'eau souterraine s'effectuera en direction des

exutoires naturels de l'aquifère (ruisseaux), ainsi que vers le lac Kapitagama situé au sud-ouest du site. En phase post-exploitation, le lac formé par la présence de la fosse agira encore comme piège hydraulique, mais dans une moindre mesure, pour les eaux de la partie est de la halde.

Les essais statiques et les analyses réalisées sur des échantillons de stériles et de résidus n'indiquent pas de potentiel de génération d'acide. Au niveau de la lixiviation des métaux, seuls les échantillons de stériles ont montré un potentiel de lixiviation en nickel dans les essais de type TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*), tandis que dans les essais de type SPLP (*Synthetic Precipitation Leaching Procedure*), aucun métal n'est lixiviable.

Par rapport au site minier Authier, les utilisateurs d'eau souterraine les plus rapprochés sont situés sur le chemin de la Ligne à l'eau et sur le chemin Saint-Luc. La résidence la plus rapprochée est à 3,5 km de distance par rapport au centre de la fosse projetée. Les résidents sur le chemin de la Ligne à l'eau et sur le chemin Saint-Luc sont situés à une distance de plus du double de l'aire d'influence de la fosse. Le rendement de leur puits ne sera donc pas affecté par les activités de la mine. Par ailleurs, la qualité de l'eau des utilisateurs d'eau souterraine ne sera pas affectée par les activités puisque la mine agira comme un drain qui interceptera toutes les eaux s'infiltrant autour.

En matière d'effets sur l'environnement, selon le scénario le plus conservateur, les milieux humides et cours d'eau qui traversent l'aire d'influence de la fosse (~7.8 km^2) pourraient subir une diminution de niveau d'eau ou de débit.

Selon l'indice de vulnérabilité DRASTIC, l'aquifère régional est considéré comme faiblement à fortement vulnérable, avec des indices variant de 60 à 200 sur la propriété Authier.

L'extrémité sud de l'esker St-Mathieu-Berry est localisée à l'intérieur de l'aire d'influence du rabattement de la nappe phréatique en périphérie de la fosse. Il est donc prévu que le niveau de l'eau dans cette partie de l'esker puisse subir un rabattement lors de la phase d'exploitation. Un secteur de l'esker d'une superficie de 1,9 km² pourrait être affecté par un rabattement du niveau de la nappe phréatique de 0,5 à 6,5 m. Cette portion de l'esker n'est pas connectée avec la principale portion de l'esker qui est exploitée, notamment par la ville d'Amos et par la société Eska et qui est connue pour son potentiel aquifère (quantité et qualité). En effet, une remontée du socle rocheux est observée entre le segment sud et le reste de l'esker.

3. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES

3.1 Description des activités actuelles et futures

3.1.1 Estimation des réserves minérales

Les réserves minérales comprennent 6,58 Mt de réserves prouvées et 10,6 Mt de réserves probables à une teneur de 1.01% Li_2O. Le Tableau 4 présente la mise à jour des réserves minérales utilisant une teneur de coupure de 0,55% Li_2O. L'estimation de la réserve minérale inclut la dilution et les pertes de minerai. La durée de vie de la mine est estimée à environ 15 ans basée sur ces réserves prouvées et probables.

Tableau 4 : Estimation des réserves minérales (BBA, 2019)

Catégorie	Tonnes (Mt)	Teneur (% Li2O)	Contenu en Li_2O (t)
Réserves prouvées	6,58	1,02	67 116
Réserves probables	10,60	1,01	107 060
Réserves prouvées et probables	17,18	1,00	121 590
Ressources inférées	3,76	0,98	36 848

3.2 Activités d'exploitation minière

3.2.1 Taux d'extraction et de traitement du minerai

La mine prévoit traiter 2 600 tonnes/jour de minerai au concentrateur. La quantité de mort-terrain et de stériles miniers déplacés sera variable pendant les 15 ans de durée la mine. Le Tableau 5 présente les quantités de divers matériaux extraits pendant la vie de la mine. Le taux de production de résidus miniers sera assez semblable au taux d'extraction de minerai puisque la teneur en spodumène est relativement faible par rapport à la gangue.

Le mort-terrain (5,22 Mt) sera entreposé de façon temporaire pendant l'exploitation à l'ouest de la fosse (plan à l'Annexe F). Le mort-terrain inorganique et la couche de matière organique seront entreposés sur deux haldes distinctes juxtaposées et localisées à l'ouest de la fosse. Ces matériaux seront utilisés au cours des opérations pour les travaux de restauration progressive et finale.

La halde à stériles et à résidus miniers des stériles et des résidus miniers sera localisée au nord–ouest de la fosse et au sud du chemin Preissac. Le volume de stériles miniers à déplacer est estimé à 78,2 Mt. Le tonnage de minerai extrait et de résidus produits par le concentrateur est estimé à 12,1 Mt. Enfin, environ 115 000 t de concentré à 6 % de Li_20 seront produits durant l'exploitation minière. Le tonnage de résidus s'élèvera à 10,5 Mt.

Tableau 5 : Plan minier

Année	PP	1	2	3	4	5	6	7
Matériel total extrait (kt)	794	3 020	3 296	5 964	8 956	11 920	13 995	14 000
Mort-terrain (kt)	257	180	1 022	939	751	609	1 440	20
Stériles (kt)	538	2 068	1 391	4 142	7 322	10 429	11 672	13 098
Minerai (kt)		772	883	883	883	883	883	883
Année	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**Total**
Matériel total extrait (kt)	11 989	8 750	5 974	2 522	1 734	1 454	1 168	95 536
Mort-terrain (kt)								5 217
Stériles (kt)	11 106	7 867	5 092	1 639	852	572	435	78 223
Minerai (kt)	883	883	883	883	883	883	733	12 101

3.2.2 Forage et dynamitage

Le forage sera effectué par des unités de forage fonctionnant au diesel. Tous les trous seront forés avec un diamètre de 6,75 pouces (17,145 cm), avec un patron de 3,0 m x 3,0 m dans le minerai et de 5,5 m x 5,5 m dans le stérile minier. La hauteur des bancs est prévue à 3,0 m dans le minerai et de 6,0 m dans le stérile minier. Le dynamitage sera sous-traité à un entrepreneur en explosifs qui sera en charge des opérations de sautage, des explosifs et des détonateurs.

L'explosif de type émulsion a été choisi en raison de sa bonne résistance à l'eau et à une meilleure performance que les autres explosifs. En fait, les émulsions ont un impact environnemental moindre que les explosifs de type ANFO en raison de leur plus faible solubilité et de leur plus faible contenu en azote.

Le site pour le stockage des explosifs (détonateurs et amorces) sera situé au sud-ouest de la fosse (plan à l'Annexe F).

3.2.3 Géométrie de la fosse

À la fin de l'exploitation, la fosse sera d'environ 1000 m de longueur est-ouest par 600 m de largeur nord-sud et 200 m de profondeur. La rampe sera construite sur le mur nord et la sortie sera au sud-ouest de la fosse. La localisation de la fosse est présentée au plan à l'Annexe F).

Le système de classification Rock Mass Rating (RMR) a été utilisé pour estimer la compétence (qualité) du massif rocheux. Sur la base des données disponibles, le RMR de la roche hôte est estimé à 84, classifiant le massif rocheux de très bonne qualité avec un angle de frottement interne supérieur à 45°. L'étude géomécanique recommande l'utilisation d'un angle de pente

globale de 48° pour le mur sud et de 59° pour le mur nord. La Figure 9 montre une coupe-type de la fosse.

Une étude de stabilité de la fosse réalisée par la firme Journeaux et Associés est présentée à l'Annexe C.

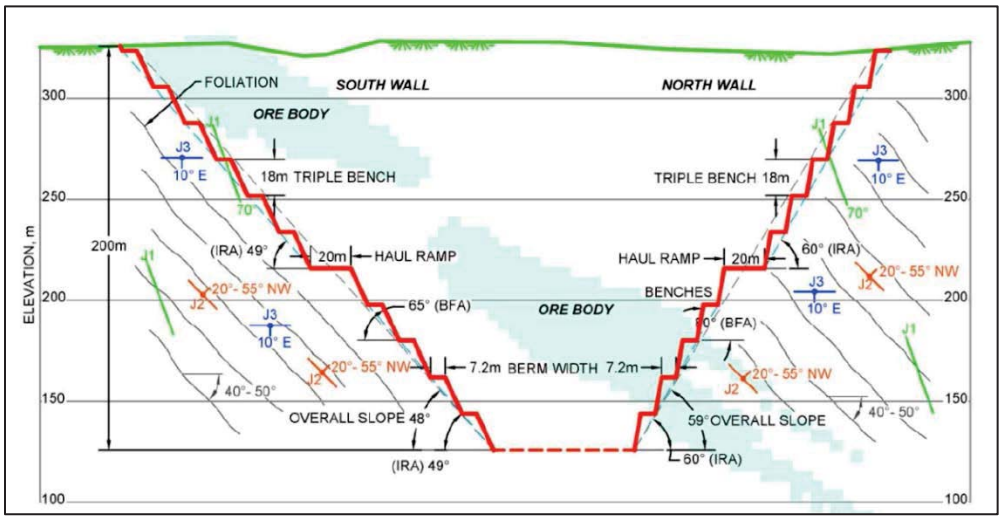


Figure 9 : Pentes-types de la fosse

3.2.4 Sécurisation de la fosse

Des stériles miniers avec un diamètre supérieur à deux mètres seront mis en place autour de la fosse au fur et à mesure de l'exploitation minière. À la cessation des activités, l'ensemble de la fosse sera sécurisé au moyen d'une berme (voir 4.1).

3.2.5 Chemin de halage

Les rampes de la fosse ont été conçues avec une largeur totale de 23,0 m incluant les bermes et les fossés. Elles ont été conçues pour accommoder l'utilisation de camions miniers classiques, comme un camion CAT 775G (camion de 65 tonnes métriques) ou l'équivalent. Ainsi, la surface de roulement a été conçue à une largeur de 17 m. Une pente de 10 % a été retenue aux fins de conception. Cette pente est acceptable pour la circulation des camions de transport CAT 775G ou leurs équivalents. La Figure 10 montre une section type d'un chemin de halage dans la fosse.

La Figure montre une vue en plan de la fosse finale, incluant les bancs et les voies d'accès à la fosse. La localisation des routes de halage entre la fosse et la halde à stériles et à résidus miniers des stériles et des résidus, la halde de terre végétale et la halde de mort-terrain inorganique est présentée sur le plan à l'Annexe F).

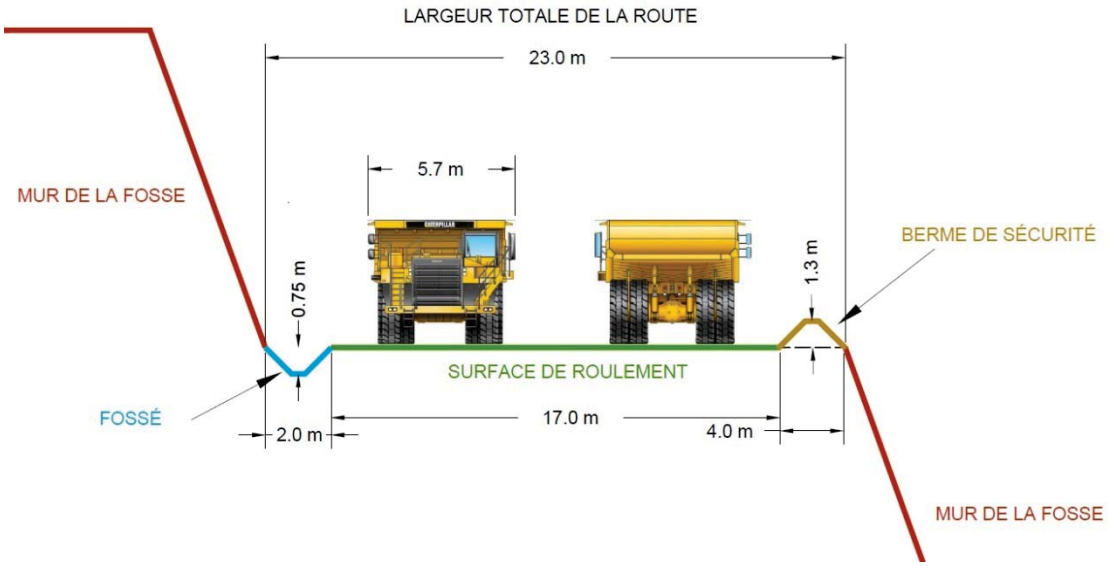


Figure 10 : Section type du chemin de halage

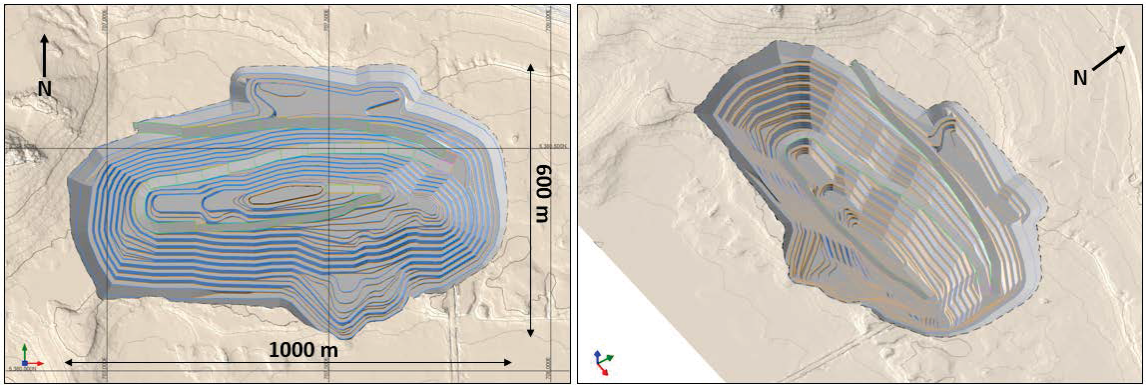


Figure 11 : Vues en plan de la fosse et de la ramp

3.3 Bâtiments et infrastructures

3.3.1 Traitement du minerai

Le minerai sera concassé en trois étapes et entreposé en pile dans un bâtiment couvert près du concentrateur. Les éléments principaux du procédé sont décrits ici-bas :

- Concassage;
- Broyage;
- Flottation des micas;
- Séparation magnétique;
- Conditionnement haute densité;
- Flottation du spodumène;
- Épaississement et filtration des résidus;
- Filtration, entreposage et transport du concentré.

Un schéma de procédé simplifié est présenté à la Figure 12 Ce schéma de procédé est basé sur l'hypothèse que le concentrateur pourra traiter 882 570 t de minerai par année avec une moyenne journalière de 2 600 t/j.

La localisation du concasseur, de l'entrepôt de minerai, de l'usine de traitement du minerai et de l'entrepôt du concentré sont présentés à l'Annexe F.

Le concentré sera acheminé par camions à un port (Trois-Rivières, Contrecœur ou Montréal) pour être par la suite transporté vers une usine de seconde transformation.

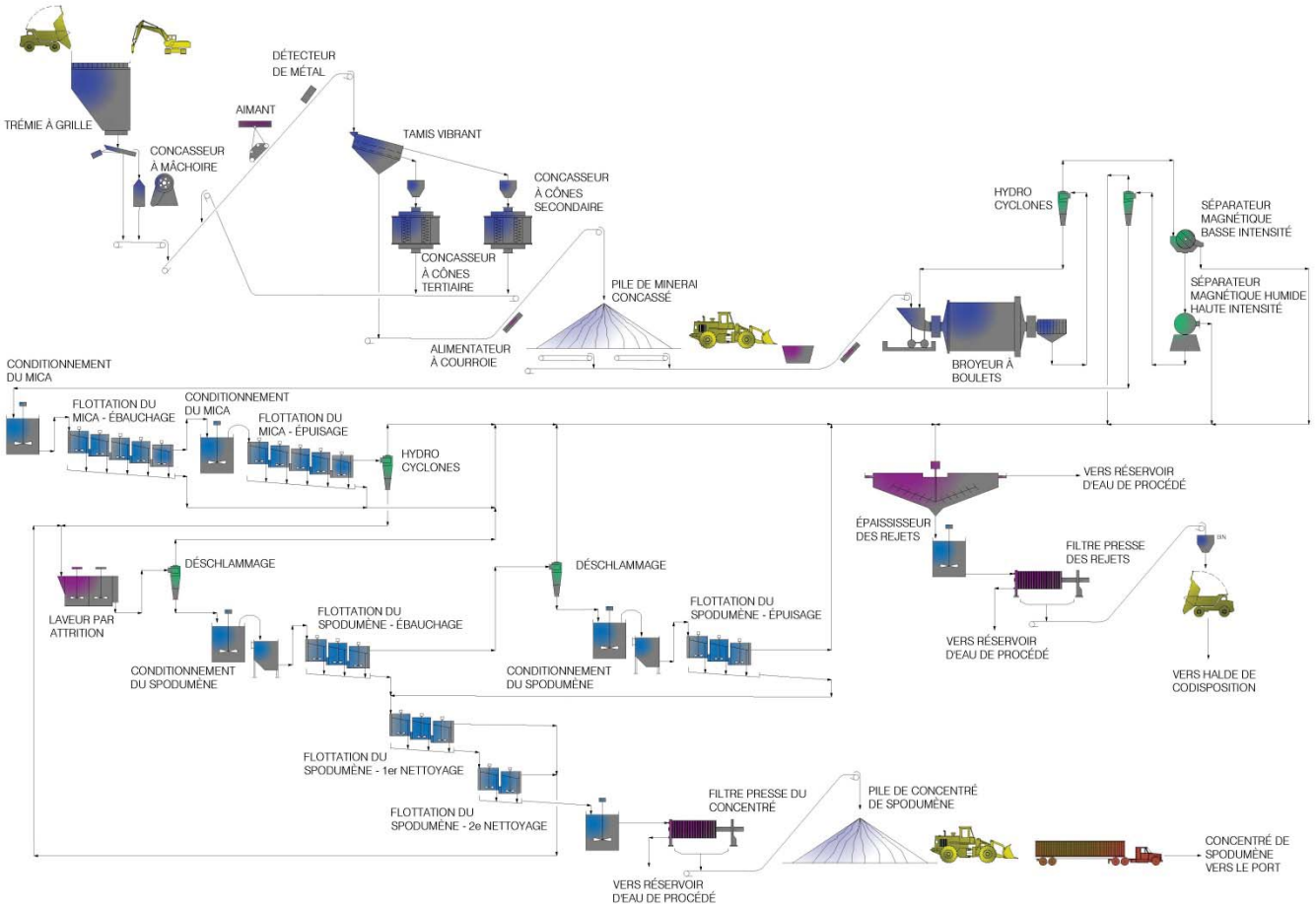


Figure 12 : Schéma de procédé simplifié

3.3.2 Infrastructures électriques, de transport et de soutien

Alimentation électrique

Le site sera alimenté par une ligne électrique aérienne de 25 kV connectée au réseau d'Hydro-Québec à 7 km du projet le long de la route 109. La puissance requise estimée pour le projet est de 7,0 MVA. Une sous-station électrique principale sera construite près du concentrateur et un transformateur y sera installé. La distribution aux autres bâtiments partira de ce point.

Salle électrique principale

La salle électrique principale sera installée près du broyeur à boulet afin d'alimenter le concentrateur et les équipements majeurs.

Distribution électrique

L'alimentation des différents bâtiments sur le site se fera à un niveau de tension de 4,16 kV partant de la sous-station principale. Chaque bâtiment aura sa salle électrique ainsi qu'un transformateur pour la distribution interne.

En cas de panne une génératrice (environ 500 kW) alimentera les principaux équipements. Les pompes incendies d'urgences seront alimentées au diesel.

Routes

Des routes seront construites pour accéder à toutes les infrastructures du site minier. La localisation des routes est présentée sur le plan à l'Annexe F). De plus, une aire de stationnement sera aménagée près des bureaux administratifs.

3.3.3 Autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, etc.)

Les autres bâtiments seront principalement localisés sur l'aire industrielle de la mine tel que montré à le plan à l'Annexe F. Ces bâtiments comprendront :

- Installations de gestion de construction temporaire ;
- Bureaux administratifs;
- Laboratoire de dosage;
- Sècherie;
- Atelier de réparation, entrepôt et aire d'entreposage;
- Installations d'entreposage du carburant, de l'huile et du lubrifiant;
- Garage de maintenance;

- Bâtiment d'entreposage du minerai.

Installations de gestion de construction temporaire

Une superficie d'environ un hectare servira à construire un bâtiment de gestion de la construction temporaire et d'un stationnement. Le bâtiment sera une structure de type modulaire (préfabriqué) avec des services temporaires (réservoir et pompe pour eau potable livré depuis l'extérieur du site, installation de collecte des eaux usées autonome pour vidange et élimination hors-site, installation de communication temporaire et alimentation électrique monophasée pour la construction). L'installation pourra accueillir environ 120 personnes pendant la phase de construction. À l'achèvement des travaux de construction, ces installations seront réaffectées ou transportés hors-site par l'entrepreneur en construction.

Bureaux administratifs

Le bâtiment administratif sera situé au sud de l'usine de traitement. Il sera un bâtiment modulaire de construction légère avec un revêtement et une couverture en acier. Ce bâtiment aura une capacité de 35 personnes et comprendra des bureaux pour les différents départements, une salle de premiers soins, des salles de bain (H/F), un magasin, une salle à manger et des salles de réunion. Le bâtiment sera conforme aux codes du bâtiment du Québec et du Canada.

Un vestiaire (dry) sera annexé au bâtiment administratif. Une partie du bâtiment administratif sera construit pendant la phase de construction préliminaire et servira de bureau de construction pendant cette période.

Laboratoire de dosage

Un bâtiment modulaire de construction légère, similaire au bâtiment administratif, abritera le laboratoire de d'analyses, doté de personnel 24 heures sur 24, sept jours sur sept et disposant d'espaces réservés pour la préparation des échantillons, le stockage de la pâte (pulp), la salle de pesée, le laboratoire de chimie humide, le stockage des réactifs, une salle dédiée au PCI, des salles de réunion, des bureaux, des salles de lavage, des locaux techniques et autres.

Entrepôt

Un entrepôt de type « mega-dôme », d'une superficie approximative de 400 m^2, sera construit au sud du concentrateur et inclura des bureaux et une zone de réception et d'envoi de la marchandise.

Atelier de réparation

Un atelier de réparation sera construit à côté de l'entrepôt. Il servira principalement aux besoins reliés au concentrateur.

Garage de maintenance

Le garage de maintenance sera une structure préfabriquée en acier, dimensionnée pour accueillir un camion de transport hors route Caterpillar 775G non chargé avec le plateau vers le bas. L'accès se fera par l'entrée et la sortie, et le garage comprendra un espace à bureau, une crèche à outils, une salle de premiers soins, une salle à manger et des toilettes (H/F). Un entretien léger des véhicules léger et lourd sera effectué dans ce garage. Le garage sera équipé d'un pont roulant muni d'une grue.

Installation d'entreposage du carburant

L'entreposage du carburant comprendra deux réservoirs de stockage de diésel de 49 000 l, un réservoir d'essence de 10 000 l, ainsi que les installations pour la fourniture de lubrifiant et de liquide de refroidissement. Tous les réservoirs et la tuyauterie seront en acier. Le système d'alimentation de diésel sera à haut débit vers le poste de ravitaillement des véhicules lourds et à faible débit vers le poste des véhicules légers. La localisation du site d'entreposage des carburants est présentée au plan à l'Annexe F.

Entreposage des produits chimiques

Les produits chimiques seront entreposés dans un bâtiment dédié. La localisation du bâtiment d'entreposage est présentée au plan à l'Annexe F.

Entreposage des explosifs

L'entrepôt d'explosifs sera sécurisé à l'aide de bermes et stratégiquement disposés pour respecter les règlements provinciaux et fédéraux sur les explosifs. L'entrepôt d'explosifs sera localisé au sud-ouest de la fosse (plan à l'Annexe F).

3.4 Haldes des stériles et des résidus miniers

La localisation de la halde des stériles et des résidus est présentée au plan à l'Annexe F. Les critères de conceptions utilisées permettront d'obtenir une aire d'entreposage stable au niveau géotechnique et géochimique.

La technique de gestion dite par co-disposition a été retenue pour de nombreux projets de mine de lithium et de graphite (Whaboushi (Nemaska Lithium), Baie James (Galaxy Lithium), Moblan (Guo Ao Lithium), Mattawinie (Nouveau Monde Graphite), Rose Lithium Tantale (Corporation Éléments Critiques). Cette technique qui est utilisée à la mine d'or Green Creek en Alaska permet de réduire la superficie totale des aires d'entreposage requis tout en augmentant la stabilité par rapport aux parcs à résidus plus conventionnels.

En sommet, compte tenu de la forte proportion de stériles dans la halde (environ 84 % (volume) à 87 % (poids) et du faible contenu en eau des résidus (12 % seulement), la halde devrait se

comporter comme une halde de stériles conventionnelle, tant au point de vue de la stabilité physique que de la stabilité chimique.

3.4.1 Emplacement de la halde à stériles et à résidus miniers des stériles et des résidus miniers

Dès le début du projet, il a été décidé que les résidus miniers seraient filtrés et co-déposés avec les stériles miniers. Les raisons qui ont mené à cette décision sont les suivantes :

- Réduction de l'empreinte au sol des aires d'accumulation;
- Élimination des risques d'infrastructures de retenue, notamment de bris de digues;
- Restauration progressive favorisée;
- Gestion plus efficace des eaux en opération et à la fermeture;
- Meilleur contrôle des poussières;
- Réutilisation optimale de l'eau de procédé.

Une étude de sélection de sites a été réalisée pour la localisation de la halde de stériles et de résidus miniers. L'étude de sélection est fournie en annexe de l'Étude d'impact environnementale (Sayona, 2019).

L'aire d'accumulation sélectionnée comporte plusieurs avantages :

- Site localisé près du concentrateur et de la fosse ;
- Capacité permettant d'accommoder tout le volume requis ;
- Aucune destruction d'un habitat de poisson ;
- Site entièrement dans le bassin versant de la rivière Kinojévis
- Site situé en aval hydraulique de l'esker St-Mathieu-Berry (eaux de surface et souterraines)

Trois bassins de rétention seront mis en place un après l'autre selon les phases de développement de la halde à stériles et à résidus miniers du projet Authier (voir sections 3.5.2 et 3.5.5). Les eaux propres seront détournées du site minier et toutes les eaux en contact avec les infrastructures minières seront collectées et traitées, lorsque requis, dans le système de bassin de collecte et de sédimentation.

3.4.2 Conception de la halde à stériles et à résidus miniers des stériles et des résidus miniers

La Figure 13 montre une coupe-type de la halde à stériles et à résidus miniers. L'empreinte au sol de la halde sera de 105 ha pour une hauteur maximale de l'ordre de 70 m. La capacité de la halde est de 40,6 Mm³ (34,0 Mm^3 de stériles et 6,6 Mm^3 de résidus).

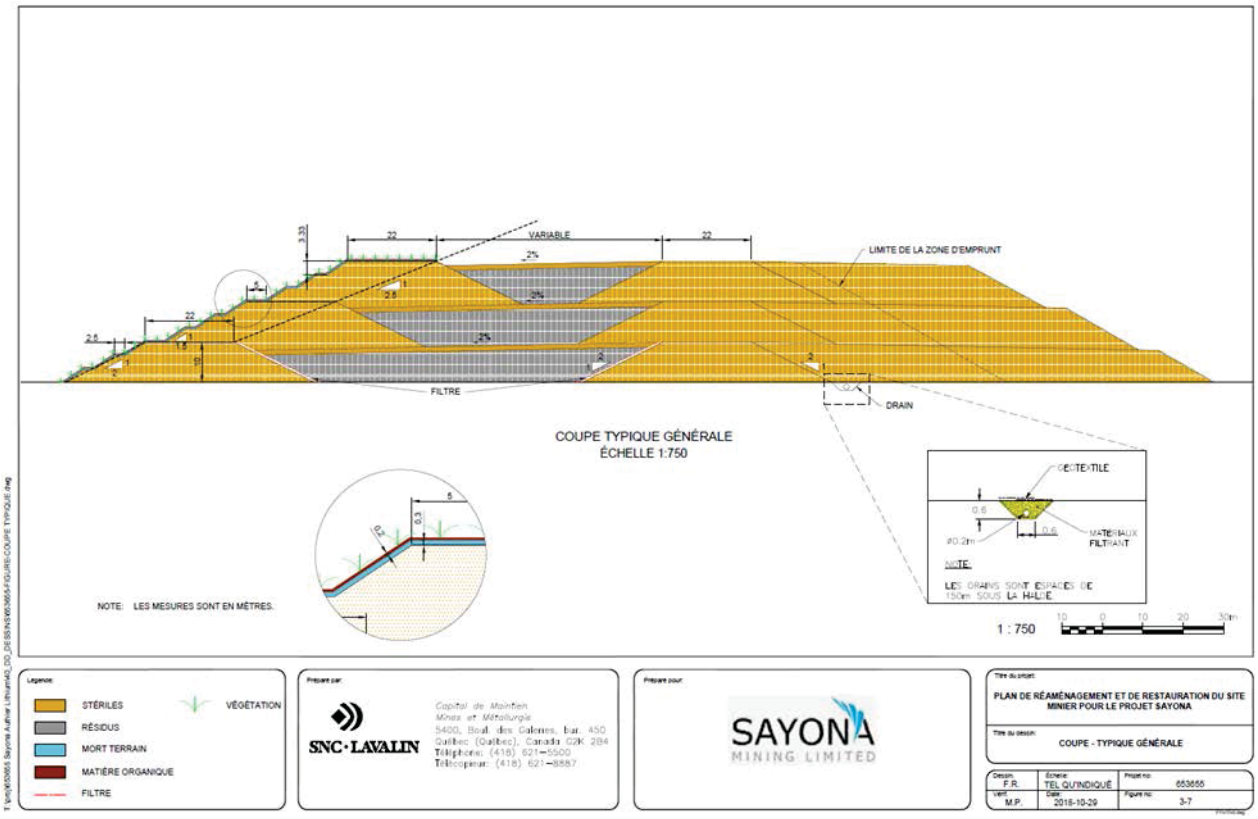


Figure 13 : Coupe-type de la halde à stériles et à résidus miniers

Des études de stabilité ont été réalisées et il a été démontré que l'ouvrage est stable pour une pente globale de 2.5H :1V. Une étude de stabilité de la halde à stériles et à résidus miniers réalisée par BBA est présentée à l'Annexe D. Les études géotechniques, hydrologiques et hydrogéologiques pour la caractérisation des fondations du site seront complétées lors de la phase de l'ingénierie détaillée.

Pour la mise en place, des bancs de 10 m de hauteur et des chemins de 22 m seront requis. Les stériles miniers composeront la berme périphérique filtrante, en plus de servir de structures internes pour créer des cellules d'entreposage de résidus miniers filtrés. On retrouvera, de plus, une couche filtrante entre les stériles et les résidus. Les résidus miniers seront déposés dans la halde tout en laissant des sections avec seulement des stériles miniers pour ainsi permettre une éventuelle valorisation.

Une pente de déposition des résidus miniers de 2 % sera réalisée afin d'assurer le drainage interne de la halde. Chaque cellule sera recouverte d'une couche de stériles miniers pour assurer, entre autres, l'évacuation de l'eau des précipitations et permettre le contrôle des poussières. À l'étape de l'ingénierie de faisabilité, des drains sous la halde ont été ajoutés afin de contrôler

l'écoulement de l'eau et réduire l'érosion interne. Lors de l'ingénierie détaillée, la conception finale du drainage sous la halde sera validée selon les conditions de terrain et, des changements pourront être apportés conséquemment aux résultats observés.

Le développement des haldes, ainsi que la mise en place des infrastructures de gestion des eaux, se dérouleront en deux phases différentes. Considérant que la phase de pré-production ne génèrera que des stériles, ce matériel sera utilisé pour préparer les cellules dans lequel les résidus seront déposés. La première phase de co-disposition s'étend sur les quatre premières années, après quoi la mine atteint sa pleine production. Cette phase sera développée seulement dans la portion est de l'empreinte de la halde à stériles et à résidus miniers. Un total de 1,8 Mm^3 de résidus miniers et de 6,7 Mm^3 de stériles sera géré dans cette phase.

Au cours de la deuxième phase, la halde à stériles et à résidus miniers sera étendue vers l'ouest. À la phase d'ingénierie détaillée du projet, il sera possible d'optimiser la méthode de gestion de résidus et des stériles, et par conséquent, la configuration de la halde à stériles et à résidus miniers.

Rappelons que l'étude de caractérisation géochimique réalisée en 2016-2017 sur 52 échantillons de stériles, trois échantillons de minerai et deux échantillons de résidus (Lamont (2017) à l'Annexe B) a permis de conclure que les stériles et les résidus miniers ne sont pas acidogènes et ne sont pas lixiviables sous les conditions du test de lixiviation SPLP.

3.4.3 Bassins de rétention de la halde à stériles et à résidus miniers

Pour collecter les eaux d'exhaure de la mine et les eaux de ruissellement de la halde, quatre bassins seront construits, dont trois bassins de rétention des eaux de ruissellement provenant de la halde à stériles et à résidus miniers des résidus miniers et stériles miniers (BC1, BC2 et BC3). Un bassin de recirculation (BC4) recueillera l'ensemble des eaux du site minier. Les sections 3.5.2 et 3.5.5 présentent les détails du mode de gestion des eaux de ruissellement de la halde.

3.4.4 Aires d'entreposage du mort-terrain et de la terre végétale

Le mort-terrain (5,22 Mt) sera entreposé de façon temporaire pendant l'exploitation. Environ 78 % du mort-terrain est considéré de nature non inorganique et 22 % de matières organiques.

Le mort-terrain inorganique (soit environ 4,07 Mt ou 2,2 Mm^3) sera acheminé sur une halde localisée à l'ouest de la fosse (plan à l'Annexe F). La halde aura une hauteur maximale d'environ 50 m et sera construit en bancs de 10 m avec des bermes de 10 m. La pente globale de la halde sera de 3H :1V.

La couche de matière organique (soit environ 1,15 Mt ou 0,62 Mm^3) sera entreposée sur une halde dédiée également localisée à l'ouest de la fosse. Ces matériaux seront utilisés au cours des

opérations pour les travaux de restauration progressive et finale. La halde aura une hauteur maximale d'environ 30 m et sera construit en bancs de 10 m avec des bermes de 10 m. La pente globale de la halde sera de 3H :1V.

Une étude de stabilité des haldes d'entreposage est présentée à l'Annexe D. Le concept à l'étape de l'ingénierie de faisabilité prévoit des pentes conservatrices de 3 :1 pour les deux haldes de mort-terrain.

3.4.5 Aires d'entreposage temporaire du minerai

Une aire d'entreposage temporaire de minerai sera aménagée à proximité du concasseur (plan à l'Annexe F). Cette aire sera contenue à l'intérieur d'un bâtiment adjacent au concasseur. Cette aire d'accumulation permettra d'accumuler temporairement environ 4 000 tonnes de minerai et alimentera le concasseur en cas de problème d'accès dans la fosse ou permettra d'entreposer le minerai pendant d'éventuelles périodes d'arrêt au concentrateur.

3.5 Gestion des eaux sur le site

3.5.1 Bilan d'eau

La Figure 14 présente, de façon schématisée, le mode de gestion des eaux sur le site minier ainsi que le bilan d'eau.

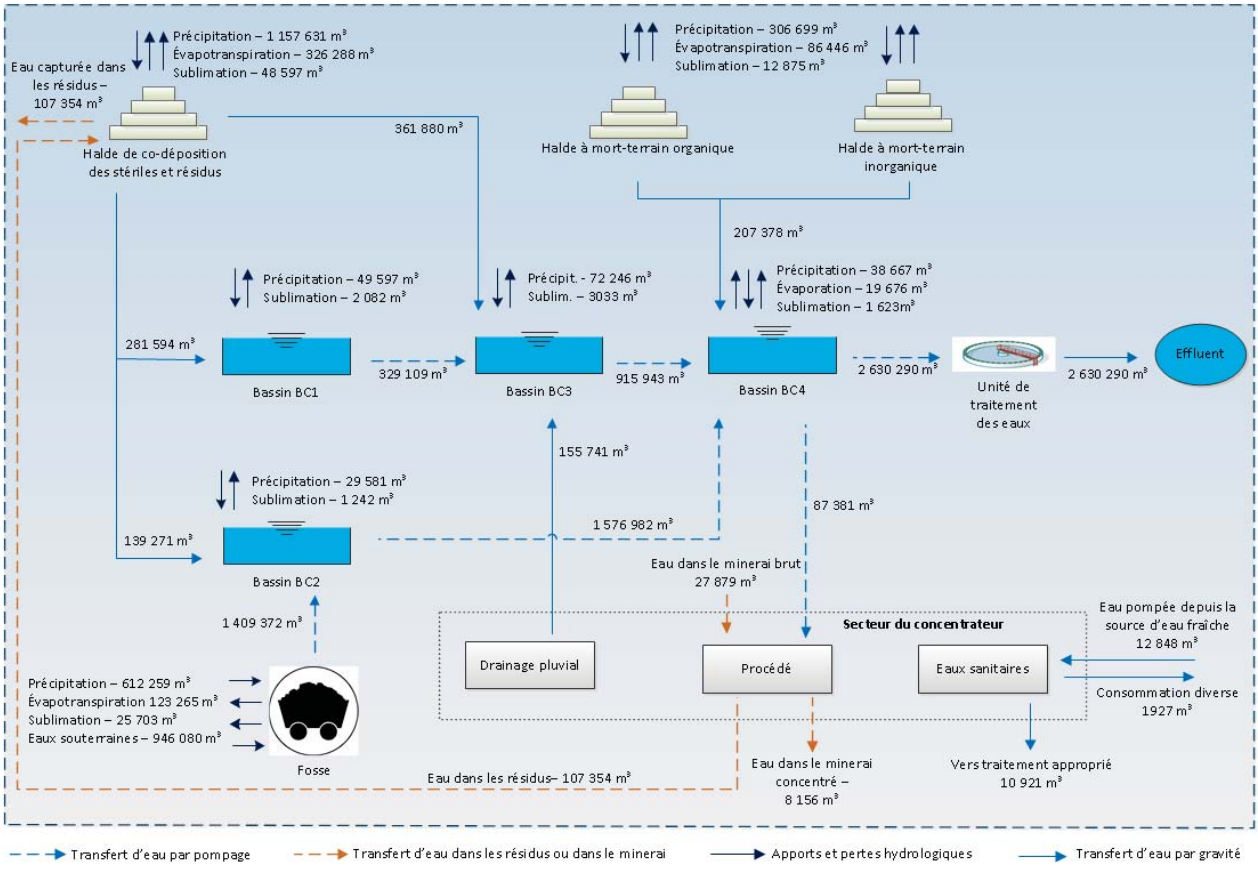


Figure 14 : Bilan d'eau schématisé

3.5.2 Eaux de ruissellement

Les fossés situés autour des infrastructures collecteront l'eau de ruissellement de la halde à stériles et à résidus miniers des stériles et des résidus miniers. Trois bassins de rétention (BC1, BC2 et BC3) permettront de récolter et d'acheminer ces eaux vers un bassin collecteur (BC4) pour y être traitées avant d'être rejetées vers l'effluent final. Les bassins BC2 et BC4 seront aménagés lors de la phase initiale du projet. Les bassins BC1 et BC3 seront aménagés dans la seconde phase du projet.

Le réseau de drainage sera composé de deux types de fossés :

- Fossé de dérivation : utilisé pour dériver vers des exutoires naturels existants les eaux propres de surface n'ayant pas été en contact avec les sites affectés par des activités ou infrastructures minières.

- Fossés de collecte : utilisés pour acheminer dans les bassins de collecte les eaux ayant été en contact avec des sites soumis à des activités minières.

3.5.3 Eaux d'exhaure

Le débit maximal des eaux d'exhaure (précipitations et infiltration) est estimé à environ 1,41 Mm³ pour une année hydrologique normale. Ces eaux seront pompées au bassin BC2.

3.5.4 Eaux de procédé

L'eau de procédé sera principalement recirculée à l'intérieur du concentrateur. Une partie des eaux récoltées au bassin BC4 sera aussi utilisée au concentrateur. L'eau de procédé consistera principalement en l'eau de débordement des deux épaississeurs.

3.5.5 Bassins de rétention

Pour collecter les eaux de maintien à sec de la mine et les eaux de ruissellement de la halde, quatre bassins seront construits, dont trois bassins de collecte des eaux de ruissellement provenant de la halde à stériles et à résidus miniers des résidus miniers et stériles miniers et un bassin de recirculation collectant l'ensemble des eaux de ruissellement du site.

Les bassins sont conçus pour satisfaire les exigences de la Directive 019 (MELCC, 2012) et vont permettre l'emmagasinement et/ou le traitement, sans déversement vers l'environnement, d'une crue composée de la fonte d'un couvert de neige de récurrence 100 ans durant une période de 30 jours avec une pluie de récurrence 1 000 ans et d'une durée de 24 h.

Le plan à l'Annexe F montre la localisation des bassins de collecte. Globalement, les bassins peuvent être ainsi décrits :

- Le bassin BC1 recueillera les eaux provenant de la portion nord-ouest de la halde à stériles et à résidus miniers. Les eaux du bassin seront pompées au basin BC3. Le bassin aura un volume utile de 67 620 m³.
- Le bassin BC2 recueillera les eaux provenant de la portion sud-est de la halde à stériles et à résidus miniers ainsi que les eaux de dénoyage de la fosse. Les eaux du bassin seront pompées au basin BC4. Le bassin aura un volume utile de 32 586 m³.
- Le bassin BC3 recueillera les eaux provenant de la portion sud-est de la halde à stériles et à résidus miniers, une partie des eaux de la zone du concentrateur ainsi que les eaux pompées du bassin BC1. Les eaux du bassin seront pompées au bassin BC4. Le bassin aura un volume utile de 118 496 m³.
- Le bassin BC4 recueillera les eaux de ruissellement de l'aire de traitement du minerai, des haldes de mort-terrain et de terre végétale ainsi que les eaux pompées des bassins BC2 et

BC3. Le bassin aura un volume utile de 61 512 m³. Une partie des eaux du bassin sera recirculée au concentrateur. La sortie du bassin constituera l'effluent final du site.

3.5.6 Traitement des eaux

Tel que mentionné précédemment, les eaux du concentrateur, des haldes à mort-terrain, de la halde à stériles et à résidus miniers et de maintien à sec de la fosse seront acheminées vers l'un ou l'autre des quatre bassins d'accumulation.

Toutes ces eaux sont susceptibles de contenir des matières en suspension. Les quatre bassins permettront donc de contrôler les concentrations de matières en suspension dans les eaux de contact.

Les eaux de maintien à sec de la fosse et le ruissellement sur la halde à stériles et à résidus miniers sont également susceptibles de contenir des résidus d'explosifs. Dans le cas des eaux des haldes de stériles, l'azote ammoniacal est habituellement oxydé en nitrates.

Toutefois, il est à signaler que les explosifs utilisés au site seront de type émulsion. Ce type d'explosif contient moins de nitrates d'ammonium et est beaucoup moins soluble à l'eau que les explosifs de type ANFO. Dans ce contexte, il est prévu la mise en place d'un programme rigoureux de gestion des explosifs permettra de respecter les normes applicables en vigueur, incluant la toxicité aquatique.

Par ailleurs, selon la caractérisation géochimique réalisée sur les divers matériaux (stériles, minerai et résidus), ces derniers ne présenteraient pas de potentiel acidogène ou de potentiel de lixiviation des métaux. Dans ce contexte, il peut être assumé que seules les concentrations de MES pourraient nécessiter un traitement avant le rejet à l'effluent final. Dans l'éventualité où les concentrations de MES dépasseraient la norme prévue dans la Directive 019 ou les Objectifs environnementaux de rejet (OER) calculé pour le projet, des installations telles que des géotubes seront mises en place.

Bien que le risque de présence de contaminants en métaux dans l'effluent final soit faible, en fonction des premiers résultats de suivi de la composition de l'effluent minier après traitement in situ dans le bassin BC-4, une usine de traitement des eaux pourra être installée, au besoin, pour traiter les métaux Une autre option qui sera aussi considérée est le traitement in situ dans les autres bassins pour être en mesure de transférer des eaux moins chargées en MES dans le bassin BC-4. La technologie qui sera mise en place sera fonction des OER et des ajustements pourront être apportés en cours d'opération en fonction de la performance réelle du système de traitement des eaux minières.

Les sédiments des bassins seront disposés dans la halde de stériles et de résidus miniers ou sur un site de disposition externe à la suite d'une caractérisation complète des sédiments.

3.5.7 Effluent final

L'effluent final rencontrera les exigences du Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants (REMMD) et de la Directive 019 sur l'industrie minière.

La qualité de l'effluent devra aussi tendre vers les objectifs environnementaux de rejet (OER) qui seront calculés par le MELCC. Il est prévu de déverser les eaux dans un ruisseau qui se jette dans un affluent du lac Kapitagama. La localisation de l'effluent est montrée au plan à l'Annexe F. Les débits d'eau rejetés sont estimés à environ 2,63 Mm³ pour une année hydrologique normale, 2,22 Mm³ pour une année hydrologique sèche et 2,81 Mm³ pour une année hydrologique humide. Les volumes mensuels et horaires des eaux traitées rejetées à l'effluent sont présentés au Tableau 6.

Tel que prescrit par la Directive 019, le pH et les débits de l'effluent seront mesurés en continu. Pour les autres paramètres, le suivi sera fait selon les spécifications de cette même directive. La conception de la station d'échantillonnage sera réalisée lors des études d'ingénierie détaillée.

Tableau 6 : Volumes mensuels et horaires à l'effluent (année hydrologique normale)

Mois	Débits mensuels (m³/mois)	Débits horaires (m³/h)
Novembre	156 206	217
Décembre	84 157	113
Janvier	67 762	91
Février	60 704	90
Mars	95 384	128
Avril	488 584	679
Mai	581 214	781
Juin	174 920	243
Juillet	156 334	210
Août	194 663	262
Septembre	290 269	403
Octobre	280 094	376

3.5.8 Eau usée domestique

Une unité de traitement des eaux traitera les eaux usées domestiques du concentrateur, de la sècherie et du bâtiment administratif pour un maximum de 100 personnes. La localisation des installations de traitement des eaux usées domestiques est présentée au plan à l'Annexe F. Aucune autre installation sanitaire n'est requise pour le site. Le traitement des eaux usées sera de type modulaire, utilisant un procédé de type *Rotating Biological Contactor* (RBC).

L'eau usée sanitaire (toilettes et douches) sera acheminée de chaque bâtiment par des tuyaux souterrains et envoyée aux unités de traitement modulaires. Les eaux traitées seront rejetées à l'environnement. Toutefois, les volumes attendus de cet effluent sont petits, soit une valeur inférieure à 10 m^3 par jour pendant l'exploitation de la mine. Les boues septiques devront être enlevées deux fois par année par un entrepreneur local.

Le schéma du circuit de traitement des eaux sera fourni selon l'avancement du projet. Il sera aussi possible de fournir les besoins en matière d'entretien et d'opération et la période d'utilisation de l'usine de traitement des eaux. De plus, les informations pour les boues produites (le volume de production annuel, les caractéristiques physiques et chimiques, le mode de gestion sur le site) seront fournies lors de l'ingénierie détaillée.

3.5.9 Eau potable

L'eau potable sera obtenue au moyen d'un puits aménagé dans le secteur de l'usine de traitement du minerai (plan à l'Annexe F). Des installations de traitement seront mises en place afin de respecter les normes du Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, R.40).

3.6 Lieux d'entreposage et d'élimination

3.6.1 Produits chimiques, pétroliers et explosifs

Produits chimiques

Les produits chimiques pour le concentrateur y seront entreposés sur place. Le Tableau 7 présente la liste des réactifs du concentrateur.

Tableau 7 : Produits chimiques

Liste des produits	Application
Carbonate de sodium (Na2CO3)	Contrôle du pH dans les circuits de flottation
Armac T	Collecteur pour le mica
Hydroxide de sodium (NaOH)	Conditionnement à haute densité
Dispersant Flottec F100	Déschlammage
Fatty Acid 2	Flottation du spodumène, nettoyage
Moussant (MIBC)	Minimise la taille des bulles

Produits pétroliers

Sur le site, il y aura deux réservoirs d'une capacité chacun de 49 000 l pour le diésel et un réservoir de moins de 10 000 l pour l'essence. Ces réservoirs serviront à l'approvisionnement de la machinerie et des outils. L'emplacement de ces réservoirs est présenté au plan à l'Annexe F.

Produits explosifs

Le site comportera un entrepôt d'explosifs.

3.6.2 Matières résiduelles non dangereuses

Le système de gestion environnementale de Sayona prévoit la disposition régulière des matières résiduelles et Sayona entend appliquer les principes des 3RV tels que proposés dans la Politique de gestion des matières résiduelles du MELCC. Cette politique préconise la gestion des matières résiduelles afin de prévenir ou réduire leur production ainsi que de promouvoir leur récupération et leur mise en valeur afin de réduire la quantité des matières ultimes à éliminer dans un site d'enfouissement autorisé.

Les matières résiduelles seront générées par les activités de construction et de démolition, par l'exploitation du garage de maintenance, ainsi qu'à partir des aires de repos et des bureaux administratifs. Les débris de construction et de démolition devront être gérés par les entrepreneurs chargés des travaux. La présentation des services de ces entrepreneurs devra considérer les engagements qu'ils comptent prendre afin de minimiser l'enfouissement des déchets et de favoriser un tri à la source.

Au garage, les matières résiduelles proviendront des activités d'entretien et de réparation de la machinerie. Il y aura des pièces d'équipement désuètes, des emballages, etc.

Finalement, les matières résiduelles produites dans les aires de repos et les bureaux consisteront en des débris provenant de la cantine (il n'y aura pas de cuisine sur le site), du papier, des cartons, des cartouches d'encre, etc.

3.6.3 Matières résiduelles dangereuses

La gestion des matières résiduelles dangereuses (MRD) au site du projet Authier suivra la politique de développement durable de Sayona Québec. Cette politique prévoit un cheminement sécuritaire des MRD jusqu'à leur disposition finale. Il s'agit d'un processus qui permettra de respecter les exigences environnementales et légales. Les MDR visées par cette politique sont : les absorbants contaminés, les aérosols, l'antigel usé, les barils usagés, les batteries et acides, les filtres, les fluorescents, les graisses usées, les huiles usées, les peintures, les pneus, les produits pétroliers et les solvants usés. Sayona Québec suivra les modalités d'entreposage du Règlement sur les matières dangereuses. Sur le site, il y aura des conteneurs en permanence pour entreposer les MRD.

L'emplacement de l'entreposage des MRD sur le site sera défini lors de l'ingénierie détaillée. Un transporteur autorisé effectuera la collecte des MRD sur une base régulière.

4. MESURES DE RÉAMÉNAGEMENT ET DE RESTAURATION

4.1 Fosse

La sécurisation de la fosse sera réalisée à l'aide d'une levée précédé d'un fossé. La levée aura une hauteur de 2 m, une largeur en crête de 1 m et des pentes de 2H : 1V. La levée d'une longueur d'environ 2 800 m sera aménagée à une distance sécuritaire de la fosse.

La fosse se remplira graduellement après la cessation des activités minières et après environ 18 ans, elle atteindra l'élévation 323,9 m soit le seuil de contrôle hydraulique. À l'emplacement de ce point bas, un déversoir sera aménagé pour évacuer le trop-plein de la fosse.

4.2 Démantèlement des bâtiments et des infrastructures

Les bâtiments et infrastructures concernés sont :

- Bureaux administratifs;
- Laboratoire de dosage;
- Vestiaire (dry);
- Atelier de réparation, entrepôt et aire d'entreposage;
- Aire d'entreposage des explosifs;
- Installations d'entreposage et poste d'alimentation du carburant, de l'huile et du lubrifiant;
- Garage de maintenance;
- Bâtiment d'entreposage du minerai;
- Station de traitement des eaux usées industrielles;
- Conduites d'eau;
- Concasseur;
- Concentrateur;
- Chemin d'accès, de halage et de service.

Ces bâtiments et infrastructures seront démantelés et, dans la mesure du possible, ils seront disposés sur les marchés de récupération et de l'usager. Toutes les aires qui auront été occupées seront nivelées et mises en végétation. Le plan des infrastructures à démanteler est fourni à la Figure 15.

Les rebuts du démantèlement seront triés en différents types de matériaux. Le recyclage des matériaux sera maximisé (métal de structure, tôle, bois), et ce qui ne pourra être récupéré sera géré selon le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles.

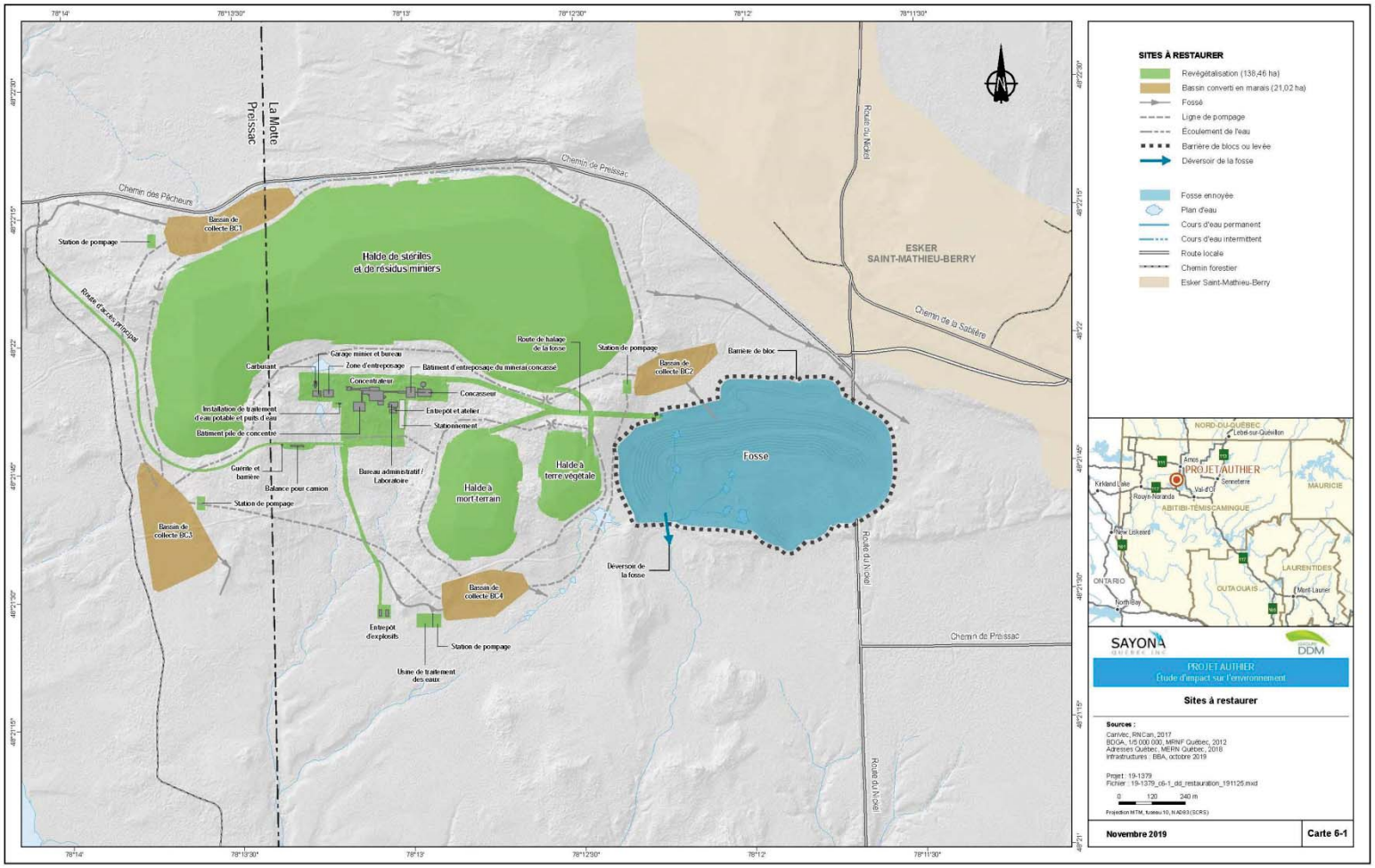


Figure 15 : Infrastructures à démanteler

Les activités de démantèlement comprendront les étapes suivantes:

- Vidanger et nettoyer méticuleusement de tous matériaux solides, liquides, pulpeux et boueux, toutes les pièces d'équipement de manutention, de procédé, de production et de services, telles boîtes de pompes, puisard, etc. Une attention particulière sera apportée pour minimiser toutes contaminations additionnelles.
- Disposer de tous matériaux solides ou liquides selon leur caractérisation définie par la règlementation en vigueur, telle que déchets solides et liquides, produits contaminants, hydrocarbures, déchets dangereux, etc.
- Disposer des produits résiduels (i.e. déchets dangereux) qui pourront être générés lors de ladite décontamination.
- Démanteler toutes les pièces d'équipement et les bâtiments et profiter de l'opportunité de revendre et de recycler tout ce qui est possible.
- Les fondations, une fois concassées, seront enfouies et remises en végétation.

4.3 Équipements et machinerie lourde

Seuls les équipements et la machinerie lourde requis pour les travaux de restauration seront maintenus sur le site à la fin des activités d'exploitation. Les autres équipements seront vendus. À la fin des travaux de restauration et de la période de suivi, aucun équipement ne sera laissé en place et toute la machinerie sera retirée du site. Une caractérisation des aires de stationnement et d'entretien de la machinerie lourde sera effectuée afin de s'assurer de l'absence de contamination et/ou de gérer les sols conformément à la règlementation en vigueur. À cet effet, la caractérisation des sols réalisée en 2019 à l'état de référence pourra être utilisée (Norinfra, 2019).

4.4 Chemins

Tous les chemins présents sur le site seront scarifiés puis remis en végétation. Le chemin forestier existant localisé à l'ouest de la propriété sera laissé en place car il permet d'accéder aux aires localisées au sud-ouest de la propriété.

4.5 Infrastructures électriques

La ligne électrique et la sous-station électrique alimentant le site seront démantelées, à moins d'une entente particulière avec Hydro-Québec et la municipalité de La Motte.

4.6 Aires d'accumulation

4.6.1 Analyse comparative des scénarios de restauration

4.6.1.1 Étude du déplacement des stériles miniers et de résidus miniers dans la fosse

Tel que demandé à l'article 232.3 de Loi sur les Mines, il est requis d'étudier la possibilité de retourner les stériles dans la fosse. À la fin de la vie de la mine, on retrouvera environ 34,0 Mm^3 de stériles et 6,6 Mm^3 de résidus sur la halde à stériles et à résidus miniers.

La décision de ne pas retourner les stériles dans la fosse se justifie par des raisons techniques et économiques.

Dans un premier temps, il est important de noter que l'on retrouve sur le site une usine de traitement du minerai, de sorte qu'il y a production de stériles et de résidus miniers. Dans ce contexte, le retour dans la fosse des stériles uniquement impliquerait la mise en place d'une aire d'entreposage spécifiquement dédiée aux résidus de traitement. Toutes les technologies d'entreposage des résidus (conventionnelle, résidus épaissis, résidus en pâte et résidus secs) sont moins intéressantes que la co-disposition au niveau de la stabilité physique. Il faudrait donc logiquement que les stériles et les résidus soient retournés dans la fosse pour qu'il y ait un gain environnemental. De plus, en raison du foisonnement, le volume de la fosse pourrait ne pas être suffisant pour contenir les 34,0 Mm^3 de stériles et les 6,6 Mm^3 de résidus, ce qui impliquerait que des stériles pourraient tout de même demeurer entreposés en surface.

Par ailleurs, seule une petite portion de la fosse pourrait être utilisée pour l'entreposage des stériles pendant l'exploitation (portion nord de la fosse). Toutefois, pour des raisons de stabilité et de sécurité, l'entreposage de stériles dans la fosse pendant la phase d'exploitation ne devrait pas être favorisée.

Le coût du retour dans la fosse des stériles est estimé à environ 221 M$ (34 Mm^3 @ 6,50 $/$m^3$), soit près du double du coût d'investissement initial pour la construction des infrastructures minières. Ce montant exorbitant serait encore plus élevé si les résidus sont également acheminés à la fosse à la cessation des activités de production. Avec un tel accroissement des coûts, le projet Authier n'est plus rentable et il ne serait plus possible de le financer et de le réaliser. De plus, la surface restante de la halde de stériles (ou de la halde à stériles et à résidus miniers) devra tout de même être revégétalisée, ce qui augmente d'autant les coûts pour cette option de restauration.

Les défis techniques reliés au déversement sécuritaire des matériaux dans les fosses après les opérations entraineraient aussi des coûts significatifs. Outre les coûts associés à ces activités, il y aurait prolongation des impacts négatifs (bruit, poussières, contrôle des matières en suspension, émission significative de GES, etc.) sur plusieurs années et à la fin, les empreintes à restaurer seraient sensiblement les mêmes.

De plus, la présence potentielle de ressources sous le fond de la fosse, ainsi qu'au sud et dans l'axe est-ouest est probable. La valeur de ces ressources dépend du prix du lithium sur le marché. Au moment de la fermeture, il pourrait y avoir des ressources encore présentes sans qu'il ne soit économiquement rentable de les extraire au moment de la cessation des activités mais avec un potentiel futur de les exploiter si le prix du lithium devait augmenter.

En réalité, le retour des stériles (et des résidus) dans les fosses ne devraient être envisagé que lorsque les matériaux sont acidogènes et que leur ennoiement permettra de contrôler l'oxydation des sulfures,

Finalement, précisons que Sayona entrevoit d'utiliser la roche stérile non seulement pour ses besoins en matériel granulaire (ex. entretien des routes), mais aussi pour d'autres utilisateurs (valorisation hors site). Un tel scénario ne pourrait être envisagé avec le retour des stériles dans la fosse.

4.6.1.2 Choix de la méthode de restauration

Le programme de restauration proposé est basé sur le concept de restauration progressive. L'objectif visé par la restauration progressive est d'assurer le plus rapidement possible la réintégration du site à son environnement naturel et la réduction de la durée des impacts sur les composantes du milieu. La restauration progressive est possible et même souhaitable puisque l'entreposage des résidus miniers et des stériles se fera en co-disposition permettant ainsi de restaurer, au fur et à mesure les secteurs qui auront atteint les niveaux finaux.

Les différentes interventions de restauration progressives prévues sont :

- La mise en place d'un horizon de mort-terrain puis de terre végétale d'une épaisseur moyenne de 40 cm sur toute la superficie de la halde à stériles et à résidus miniers;
- La mise en végétation de toute la superficie lorsque l'élévation de la halde est atteinte.

4.6.1.3 Mise en végétation de la halde de stériles et de résidus miniers

Dans le programme de restauration, une mise en végétation de toute la surface de la halde à stériles et à résidus miniers sera réalisée. Sayona prévoit mettre en place le matériel mis de côté lors des opérations de décapage du site, soit le mort-terrain et la matière organique, pour ensemencer ensuite les surfaces. Tel que mentionné précédemment, la mise en végétation se fera dès que des sections de halde à stériles et à résidus miniers auront atteint leur élévation finale prévue.

Le choix de la végétation qui sera mise en place sera déterminé par sa viabilité à long terme, sa robustesse et par le fait qu'elle ne nécessitera aucun amendement ou entretien pour en assurer le maintien. De plus, les plantes indigènes, herbacées ou arbustes s'intégrant bien au milieu environnant seront privilégiés. Les pentes (talus) de la halde feront vraisemblablement

l'objet d'un hydro-ensemencement, alors que les plateaux intermédiaires et le sommet de la halde pourront être reboisés par la plantation de semis. Finalement, de bonnes pratiques de végétalisation seront adoptées afin de limiter l'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes (EEE).

4.7 Infrastructures de gestion de l'eau

Tous les ponceaux qui ne seront plus requis pour maintenir le libre écoulement des eaux de surface seront retirés et acheminés vers un site autorisé. Les fossés de drainage pourront, quant à eux, être maintenus en place lorsque requis, sans quoi ils feront l'objet de remblai à partir du matériel provenant des voies d'accès ou des aires qu'ils desservaient.

Les quatre bassins d'eaux pourraient ultimement être transformés en milieux humides dans le cadre du plan de compensation des milieux humides. Ce plan de compensation sera déposé auprès du MELLC pour approbation.

Dans un premier temps, une brèche sera réalisée dans la digue dans les bassins BC1, BC2 et BC3 dès que la qualité des eaux du bassin respectera les exigences réglementaires, principalement au niveau des concentrations en MES. Les infrastructures associées (conduites, poste de pompage, etc.) seront démantelées.

Une brèche sera aussi réalisée dans le bassin BC4 dès que la qualité des eaux du bassin respectera les exigences réglementaires, principalement au niveau des concentrations en MES. Les infrastructures associées (conduites, poste de pompage, etc.) et les installations de traitement des eaux seront démantelées.

La construction des milieux humides comprendra, entre autres, les étapes suivantes :

- Une étude hydrologique afin de déterminer les conditions nécessaires au maintien du milieu humide pendant toute l'année;
- L'adoucissement des pentes, l'ajout de mort-terrain, l'ajout de matelas anti-érosion et la mise en végétation des digues au moyen d'espèces typiques des marais sur les portions basses ainsi que d'arbustes et d'arbres sur les portions élevées;
- La mise en place de plantes aquatiques sous la ligne des eaux.

Par ailleurs, une campagne de caractérisation des sédiments présents dans les quatre bassins sera effectuée. Si celle-ci démontre la présence de sédiments contaminés, ceux-ci seront gérés selon la règlementation en vigueur. Si la contamination concerne les métaux, les boues pourront être acheminées sur la halde à stériles et à résidus miniers ou dans un site autorisé si la mise en végétation de la halde est complétée.

Il est assumé que les boues des bassins BC1, BC2 et BC3 ne devraient pas être contaminées car elles ne devraient contenir que les petites particules de minerai, stériles ou résidus. Ces boues ne sont pas susceptibles de contenir des composés azotés à la cessation des activités.

Les boues du bassin BC4 pourraient, par contre, contenir des contaminants car du traitement des eaux industrielles pourrait être réalisé en aval de celui-ci.

4.8 Changements climatiques

4.8.1 Précipitations

Le Tableau 8 adapté d'Ouranos (2015), montre les variations de précipitations anticipées pour trois horizons étudiés pour la région Centre du Québec. Le Tableau 9, tiré du rapport Analyse de risque et de vulnérabilité liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois (URSTM, 2017), montre les variations anticipées des précipitations pour la région de l'Abitibi. Finalement, le Tableau 10 présente les prédictions de précipitations pour la période 2041-2070 par rapport aux conditions actuelles pour la région immédiate de Val d'Or (Ouranos, 2018).

Globalement, il est prévu une augmentation des précipitations principalement en hiver et lors des évènements extrêmes. Ainsi, un coefficient de 18 % a été utilisé pour la conception des fossés et un coefficient de 10 % a été utilisé pour la conception des digues.

Tableau 8 : Changements saisonniers des précipitations pour la région Centre du Québec (Ouranos, 2015)

Saison	Variation à l'horizon (%)		
	2020	2050	2080
Hiver	+2 à +16	+13 à +34	+23 à +45
Printemps	+3 à +12	+6 à +23	+12 à +34
Été	-1 à +8	0 à +15	-2 à +15
Automne	0 à +9	+6 à +19	+8 à +27

Tableau 9 : Changements saisonniers des précipitations pour la région de l'Abitib (URSTM, 2017)

	Période			
	Moyenne 1981-2010	**2020**	**2050**	**2080**
Précipitation annuelle mm)	853	889	940	990
Précipitations annuelles du 99^{e} percentile (mm)	26	28	30	32
Accumulation lors d'évènements extrêmes (mm)	281	308	339	373

Tableau 10 : Projections des variations de température et de précipitations à Val d'Or (Ouranos ,2018)

Période	**Précipitations**		
	Valeur moyenne actuelle	**Variation projetée**	**Variation projetée (%)**
Année	900	+85	+9
Hiver	161	+30	+19
Printemps	188	+32	+17
Été	295	-5	-17
Automne	261	+25	+10

4.8.2 Températures

Le Tableau 11, adapté d'Ouranos (2015), montre les variations de températures anticipées pour la région Centre du Québec pour trois horizons étudiés. Le Tableau 12 tiré du rapport Analyse de risque et de vulnérabilité liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois (URSTM, 2017) montrent variations prévues pour diverses catégories de températures pour la région de l'Abitibi. Finalement, le Tableau 13 présente les prédictions des températures pour la période 2041-2070 par rapport aux conditions actuelles pour la région immédiate de Val d'Or. Globalement, il est prévu une augmentation des températures principalement en hiver.

Tableau 11 : Changements saisonniers des températures pour la région Centre du Québec (adapté de Ouranos, 2015)

Saison	Variation à l'horizon (°C)		
	2020	2050	2080
Hiver	+1,5 à + 3,6	+3,7 à +6,7	+7,0 à +9,9
Printemps	+0,7 à +2,5	+2,1 à +4,6	+3,6 à +8,3
Été	-0,8 à +2,0	+1,9 à +4,5	+3,6 à +7,1
Automne	+1,0 à +2,2	+2,5 à +4,4	+4,1 à +7,0

Tableau 12 : Changements saisonniers des températures pour la région de l'Abitibi (URSTM, 2017)

	Période			
	Moyenne 981-2010	2020	2050	2080
Température moyenne hivernale (°C)	-13,52	-11,9	-9,38	-6,84
Température moyenne estivale (°C)	15,88	17,35	19,32	21,08
Température minimale annuelle (°C)	-39,37	-36,9	-32,7	-27,4
Température maximale annuelle (°C)	32,2	33,64	36,54	38,61

Tableau 13 : Projections des variations de température à Val d'Or (Ouranos, 2018)

Période	Valeur moyenne actuelle	Variation projetée
Année	2,0	+3,2
Hiver	-14,0	+3,8
Printemps	1,4	+2,6
Été	16,3	+3,1
Automne	4,2	+2,9

4.8.3 Impacts potentiels

Les changements climatiques appréhendés laissent entrevoir des perturbations significatives du régime hydrique. En effet, puisque la quantité des précipitations et la température vont augmenter, l'amplitude des crues d'été et d'automne pourraient se modifier. Aussi, les crues de fonte des neiges pourraient être devancées et les débits maximums atteints au moment de ces crues pourraient augmenter. Tel que mentionné précédemment, la conception des bassins collecteurs et des fossés a été réalisée en tenant compte des hausses prévues des précipitations.

Les infrastructures influencées par les changements climatiques comprennent également celles qui permettront la gestion des eaux à la fin de la restauration. Ainsi, s'il s'avère que le niveau statique de la fosse est plus élevé que le terrain naturel environnement, la fosse devra avoir un exutoire et ce dernier devra être conçu pour tenir compte des changements climatiques. Le dimensionnement de ce déversoir sera réalisé lors de l'ingénierie détaillée.

Par ailleurs, comme aucune infrastructure de retenue d'eau incluant des digues pour des aires d'accumulation ne sera conservée après la phase de restauration, il ne devrait pas y avoir d'impact des changements climatiques sur les activités de réaménagement et de restauration du site. Les bassins de collecte pourront être transformés en milieux humides et leur conception tiendra compte des changements climatiques. L'établissement de milieux humides nécessitera toutefois, la réalisation d'une brèche dans les digues.

4.9 Installations sanitaires

Les fosses septiques seront vidangées et remplies de sable ou de gravier, tel que précisé dans le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2, r.8, a.16). L'élément épurateur (champ d'épuration) restera en place.

4.10 Réhabilitation du terrain

Dans le cadre de l'application de son système de gestion de l'environnement (ISO 14001), Sayona se dotera de procédures adressant, entre autres, les déversements accidentels de contaminants (produits pétroliers ou autres produits). S'il y avait un déversement sur des sols ou de l'eau lors des activités minières, une récupération serait réalisée et les produits seraient éliminés conformément aux exigences applicables.

Une caractérisation des sols sur la propriété minière devra être réalisée à la fin de l'exploitation. En fonction des résultats obtenus, des mesures pour décontaminer les sols ou pour prévenir la migration de contaminants pourraient être requises.

Si requis, Sayona préparera un plan de réhabilitation en accord avec la politique sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés et la Loi sur la Qualité de l'Environnement (LQE). À la fermeture de la mine, les terrains comprenant le garage, la poudrière, etc., seront soumis aux procédures de réhabilitation inscrites dans la LQE.

4.11 Produits pétroliers et chimiques, et matières résiduelles dangereuses et non dangereuses

Les produits pétroliers seront disposés selon les règles applicables. Les produits chimiques du concentrateur, s'ils ne sont pas totalement utilisés, seront disposés selon les réglementations en vigueur. Quant aux matières résiduelles dangereuses et non dangereuses, elles sont transportées

au fur et à mesure qu'elles sont générées vers les installations des centres de disposition autorisés. À la fermeture, il n'y aura plus de matières résiduelles sur les lieux. Le Tableau 14 présente une synthèse des modes de gestion des matières résiduelles.

Tableau 14 : Synthèse des modes de gestion des matières résiduelles

Type de matières résiduelles	Mode de gestion
Non dangereuses	
Matériaux secs (béton, bois, plastique, métal, plâtre, etc.)	Tri à la source avec séparation du métal, du bois et des débris. Tout ce qui n'est pas réutilisable, recyclable ou valorisable sera éliminé au lieu d'enfouissement sanitaire municipal Amos.
Déchets domestiques Boues sanitaires	Site d'enfouissement municipal d'Amos. Traitement par réacteur biologique.
Dangereuses	
Graisses usées	Placées dans des conteneurs puis gérés par une firme spécialisée qui se déplace au site pour la cueillette.
Huiles usées	Placées dans un réservoir mobile localisé sur le site. Ces huiles seront collectées par une firme spécialisée.
Batteries, piles, fluorescents, etc.	Placés dans un contenant et gérés par une firme spécialisée qui se déplacera au site pour la cueillette.
Matières solides contaminées aux hydrocarbures Autres matières dangereuses ou assimilables à des matières dangereuses	Placés dans un conteneur étanche qui sera recueilli par une firme spécialisée. Lieu d'enfouissement de matières dangereuses autorisé.
Graisses usées	Placées dans des conteneurs puis gérés par une firme spécialisée qui se déplace au site pour la cueillette.

5. MESURES EN CAS D'ARRÊT TEMPORAIRE DES ACTIVITÉS

Des mesures de sécurité seront prises advenant une cessation temporaire des activités minières de Sayona. On entend par cessation temporaire un arrêt des activités minières de moins de six mois. Conformément à l'article 226 de la Loi sur les mines, Sayona avisera le MERN au moins dix jours avant le début d'une éventuelle suspension de ses activités.

Ces mesures visent à restreindre l'accès au site, aux différents bâtiments et aux autres structures, à maintenir le contrôle de la qualité des effluents et à assurer la stabilité physique et chimique des aires d'accumulation.

Les mesures suivantes seront appliquées lors d'un arrêt temporaire des activités minières :

- L'accès au site sera interdit, une barrière sera mise en place à l'entrée du site ;
- L'accès aux différents bâtiments sera interdit au moyen de portes fermées à clé;

- L'entreposage des produits chimiques sera sécurisé : les contenants seront entreposés selon leur compatibilité et les locaux seront fermés à clé;
- La gestion des eaux sur le site sera maintenue. Ainsi, les systèmes de pompe, les bassins de rétention, le bassin de re-circulation (bien que la recirculation à l'usine de traitement du minerai sera suspendue) et les installations de traitement des eaux usées industrielles continueront à être utilisés pendant toute la période d'arrêt temporaire;
- Les déchets dangereux seront entreposés temporairement dans un entrepôt respectant la règlementation et éliminés par la suite par un transporteur autorisé;
- Un gardiennage sera maintenu sur place en permanence pour assurer l'entretien des équipements et veiller à la sécurité du site;
- Si la fermeture dure moins de 180 jours, les réservoirs de produits pétroliers seront jaugés une fois par semaine ; après 180 jours de fermeture, les équipements de produits pétroliers seront vidés de leur contenu, les parcs à carburant seront fermés et cadenassés, le cas échéant. Si la période d'inactivité dure plus de deux ans, tout l'équipement pétrolier sera retiré des lieux et un programme de caractérisation des sols sera réalisé ; le cas échéant, le site sera décontaminé;
- Un programme de suivi des effluents sera réalisé comprenant des échantillonnages et des analyses, conformément aux exigences de la Loi sur la qualité de l'environnement; et
- Des mesures seront prises pour assurer la stabilité physique et chimique des différentes aires d'accumulation.

Lors d'une suspension temporaire des activités minières, Sayona avisera par écrit le MERN des dates d'arrêt et de reprise des activités.

Lors d'une suspension temporaire des activités minières d'une durée de six mois ou plus, Sayona devra, en vertu des articles 224 et 226 de la Loi sur les mines, aviser le MERN et transmettra dans les quatre mois suivant la suspension des activités, des copies certifiées des plans des ouvrages miniers, des installations et des dépôts de résidus miniers existants. Sayona avisera par écrit le MERN de la reprise des activités minières.

Les emplacements des sources de risques et des divers éléments de sécurité seront indiqués sur une carte détaillée lors de nouveaux avancements du projet. Un calendrier de mise en place des mesures de sécurité et le calendrier des visites de surveillance seront fournis lors des mises à jour du plan de restauration.

6. PROGRAMME DE SUIVI ET D'ENTRETIEN POSTRESTAURATION

Le programme de surveillance qui sera instauré à la suite de la cessation des activités minières vise à confirmer l'efficacité de la remise en état du site et à vérifier la performance des mesures

correctrices après la fermeture. Ce programme sera réalisé sur une période minimale de 5 ans après la fin des travaux de restauration.

6.1 Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages

À la fermeture, la halde à stériles et à résidus miniers et la fosse ne représenteront aucun danger pour l'environnement. Le suivi de l'intégrité des ouvrages permettra de s'assurer que l'empilement est stable, qu'il n'y a pas d'érosion ou de mouvement important de terrain, et que l'écoulement des eaux se fait librement.

Le suivi sur l'intégrité des ouvrages consistera en des inspections visuelles de la halde et fossés de drainage afin de noter toute anomalie qui pourrait remettre en cause la stabilité. Une attention particulière sera portée au point de sortie des eaux pour noter tout signe d'érosion. À la suite des visites, un rapport sera préparé afin d'indiquer la présence de toute anomalie observée et les mesures correctrices à apporter, le cas échéant. Le rapport sera accompagné de photographies.

Des inspections rigoureuses seront faites deux fois par an pendant les 5 années post-restauration. Les inspections seront faites après le dégel printanier et à l'automne, avant l'apparition de la neige.

Durant la période de surveillance, advenant un évènement exceptionnel (tremblement de terre, pluie exceptionnelle), Sayona fera une visite d'inspection pour s'assurer de l'intégrité et de la stabilité des ouvrages.

6.2 Suivi environnemental

6.2.1 Suivi en période post-exploitation

À la fin de l'exploitation de la mine, Sayona procèdera à la restauration du site sur une période de deux ans. Durant cet intervalle et jusqu'à la fin des travaux de restauration, un réseau de surveillance sera mis en place de façon à s'assurer que les activités sur le site sont toujours conformes aux exigences applicables. Le réseau de surveillance détaillé sera précisé au moment de la fermeture du site.

Essentiellement, ce réseau comprendra la poursuite de l'échantillonnage de l'effluent final du bassin BC4. Durant la période post-exploitation, les eaux du bassin BC4 continueront à être traitées jusqu'au respect de toutes les exigences applicables à l'effluent final. Par ailleurs, avant de réaliser une brèche dans la digue des bassins BC1, BC2 et BC3, une caractérisation de la qualité des eaux sera effectuée afin de démontrer le respect des exigences réglementaires concernant les effluents miniers.

Les paramètres à analyser seront les mêmes qu'en période d'opération soient, au minimum, le pH, MES, As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn et la toxicité. Pour le bassin BC4, la fréquence d'échantillonnage sera mensuelle durant les six mois suivant l'arrêt des activités et bimestrielle pour tout le reste de la durée du suivi en période post-exploitation. Toutefois, il est possible qu'il n'y ait pas d'effluent en période hivernale.

Les eaux de remontée dans la fosse feront également l'objet d'une caractérisation annuelle afin de documenter l'évolution des concentrations suite à la cessation des activités de maintien à sec. Il est prévu que la fosse devrait déborder 18 ans après la cessation des activités minières. Cet échantillonnage nécessitera des mesures de sécurité particulière.

Quant aux eaux souterraines, la fréquence d'échantillonnage sera aussi mensuelle durant les six mois suivant l'arrêt des activités et bimestrielle pour tout le reste de la durée du suivi en période post-exploitation. Les paramètres seront les mêmes que pour les eaux de surface à l'exception des matières en suspension.

Le programme de suivi des eaux souterraines comprendra, sans s'y restreindre, les exigences de la Directive 019 sur l'industrie minière (sections 2.3.2 et 2.3.3) qui dictent notamment la localisation des puits d'observation, les paramètres à analyser, la fréquence des prélèvements, l'utilisation et la sélection du seuil d'alerte. Les eaux souterraines sont échantillonnées deux fois par années et ils se poursuivront annuellement jusqu'en période de post-fermeture, sur une période minimale de 5 ans. Le programme de suivi à partir du réseau de puits d'observation permettra de suivre l'évolution du niveau des eaux souterraines et la qualité des eaux au voisinage des différents ouvrages (p.ex. halde a stériles et à résidus miniers, bassin de capture des eaux de ruissellement, aire d'entreposage des produits pétroliers, etc.).

Le tableau 6.1 présente le programme préliminaire de suivi proposé dans les puits qui ont été aménagés à cet effet. Le nombre et la localisation finale des puits d'observation prendront en considération la configuration des infrastructures et installations de la mine. Le réseau de puits d'observation existant sera mis à contribution dans le réseau de surveillance. Cependant, comme six puits (PZ04, PZ0e et PZ06, PZ-10, PZ-11 PZ-12) sont présentement localisés dans l'empreinte des infrastructures minières, des puits de remplacement seront aménagés en aval hydraulique de la portion ouest de la halde de stériles et de résidus et au sud de la fosse. Finalement, le suivi de la qualité et du niveau des eaux souterraines sera poursuivi dans les trois piézomètres situés sur l'esker (PZ-02MT/R, PZ-03MT) au cours de toutes les phases du projet. Soulignons que le niveau des eaux souterraines au piézomètre 08010004 du MDDLECC sera également vérifié à chaque campagne de terrain.

Tableau 15 : Suivi de la qualité des eaux souterraines

Éléments	Piézométrie	Qualité des eaux pendant les opérations	Qualité des eaux post-restauration
Puits	Tous les puits sur le site	PZ-02R, PZ-02MT, PZ-03R, PZ-08MT, PZ-08R, PZ-09MT, PZ-09R, PZ-10R, PZ-10MT, PZ-11R, PZ-11MT, PZ-12R, PZ-12MT, PZ-13R, PZ-13MT, PZ-14R	À déterminer (minimum 3 puits)
Fréquence de suivi	Minimalement deux fois par année : au printemps et à l'été pour représenter les périodes de crue et d'étiage. Six puits seront instrumentés pour un suivi en continu.	Minimalement deux fois par année : au printemps et à l'été pour représenter les périodes de crue et d'étiage.	Minimalement deux fois par année : au printemps et à l'été pour représenter les périodes de crue et d'étiage.
Paramètres d'analyse	N/A	Métaux dissous (As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn), cyanure, hydrocarbure C10-C50, pH, conductivité électrique (in situ), ions majeurs (Ca^{2+}, HCO_3^-, K^+, Mg^{2+}, SO_4^{2-}), Ra^{22} [6]	Métaux dissous (As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn), cyanure, hydrocarbure C10-C50, pH, conductivité électrique (in situ), ions majeurs (Ca^{2+}, HCO_3^-, K^+, Mg^{2+}, SO_4^{2-}), Ra^{22} [6]

6.2.2 Suivi en période post-restauration – eau surface et souterraine

En période post-restauration, un réseau de surveillance sera élaboré afin de s'assurer que le site restauré permet de rencontrer les exigences en termes de qualité des eaux. Le suivi se poursuivra sur une période minimale de cinq ans, conformément aux spécifications de la Directive 019.

De façon préliminaire, Sayona prévoit avoir à surveiller les eaux de l'effluent final (s'il y en a toujours un) et les eaux de remplissage dans la fosse. Les paramètres d'analyse seront ceux de la Directive 019 soit : pH, MES, As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn et toxicité. La Directive 019 demande six échantillonnages par an, espacés de 30 jours.

Quant aux eaux souterraines, l'échantillonnage se fera deux fois par an pour les paramètres suivants : pH, MES, As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn et toxicité.

6.3 Suivi agronomique

Le suivi agronomique inclut des inspections visuelles qui auront lieu en même temps que les visites prévues à l'automne pour vérifier l'intégrité des ouvrages. Le suivi permettra de vérifier l'état de la reprise de la végétation sur le site et d'y apporter les correctifs nécessaires au besoin. Ce suivi se fera durant les cinq années de suivi post-restauration. Les coordonnées de la personne responsable du suivi agronomique seront fournies avec la mise à jour du plan de restauration lorsque la mine sera en opération.

Le suivi agronomique et le rapport correspondant seront réalisés par un agronome membre d'un ordre professionnel.

7. PLAN D'URGENCE

Une version préliminaire du plan d'urgence est présentée au chapitre 11 de l'Étude d'impact sur l'environnement du projet Authier (2019). Ce plan couvre les phases Construction et Exploitation. Un plan d'urgence dédié à la phase Post-restauration sera produit le moment venu.

Rappelons qu'en conditions de fermeture, peu d'éléments présentant des risques pour l'environnement ou la sécurité du public seront encore sur place. Les installations existantes seront démantelées. Il faudra surveiller l'érosion sur le site, particulièrement après un évènement hydrologique exceptionnel, et procéder à des inspections régulières.

Le Tableau 16 présente une liste des éléments qui seront présents à perpétuité sur le site et des risques potentiels associés à ces éléments. Les causes de défaillance probables et les conséquences sont également présentées de même que les mesures de mitigation qui seront mises en place afin de diminuer la probabilité d'occurrence.

Tableau 16 : Éléments présents à perpétuité sur le site, risques de défaillance, causes et mesures de prévention

Éléments	Risques	Causes	Mesures de prévention
Fosse	Effondrement de parois	Tremblement de terre	Dimensionnement des pentes en fonction de la zone sismique La fosse sera ennoyée, un écaillage des parois au-dessus du niveau final des eaux sera réalisé à la fin de l'exploitation
	Intrusion d'animaux ou de villégiateurs	Bris des mesures de sécurisation	Inspection régulière

Éléments	Risques	Causes	Mesures de prévention
	Débordement incontrôlé	Précipitations exceptionnelles, bris ou obstruction du déversoir d'urgence	Inspection régulière
Halde de stériles et de résidus miniers	Instabilité des pentes	Tremblement de terre	Choix du mode de gestion des résidus en résidus filtrés (pas de digues) Dimensionnement des pentes en fonction de la zone sismique
	Érosion du recouvrement	Précipitations exceptionnelles	Dimensionnement des pentes en fonction des précipitations et changements climatiques

Avant le début des travaux de restauration et en période post-restauration, le plan d'urgence sera mis à jour pour tenir compte des activités sur le site, de la présence ou non d'infrastructure et fournira la liste des intervenants à aviser en cas d'urgence.

8. CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES ET TEMPORELLES

8.1 Évaluation détaillée des coûts des travaux de restauration

Le Tableau 17 présente l'estimation des coûts de restauration du projet minier Authier. Les coûts de la restauration du site s'élèvent à 10,9 M$. Conformément aux instructions du Guide de préparation du plan, aucune valeur de revente n'a été considérée. De plus, l'estimation est faite en supposant que les travaux de restauration sont effectués par un tiers indépendant de Sayona.

En ce qui concerne la mise en végétation de la halde à stériles et à résidus miniers, la superficie totale des pentes et plateaux a été considérée plutôt que la superficie de l'empreinte.

Les coûts d'ingénierie ont été estimés à 10% des coûts globaux de restauration puisque le projet est bien défini au stade de l'étude de faisabilité.

Conformément à la Loi sur les Mines, la garantie doit couvrir 100 % des coûts de restauration. La garantie financière sera fournie en trois versements. Le premier étant dans les 90 jours suivant l'approbation du plan de restauration et représentera 50 % du montant total de la garantie. Les deux autres versements seront fournis à la date d'anniversaire de l'approbation et représenteront 25 % du montant total de la garantie chacun.

Tableau 17 : Estimation des coûts de restauration

Items	Unités	Quantité	Coût unitaire	Total
Route et accès				
Scarification et reprofilage	m²	80 000	0,70 $	56 000 $
Mise en végétation	m²	80 000	0,85 $	68 000 $
SOUS-TOTAL				**124 000 $**
Halde à stériles et à résidus miniers				
Mise en place mort-terrain, terre végétale et profilage	m³	450 800	5,30 $	2 389 240 $
Mise en végétation	m²	1 127 000	0,85 $	957 950 $
SOUS-TOTAL				**3 347 190 $**
Haldes à mort-terrain et à terre végétale				
Reprofilage	m²	339 000	0,50 $	169 500 $
Mise en végétation	m²	339 000	0,85 $	288 150 $
SOUS-TOTAL				**457 650 $**
Aire d'infrastructures minières (MIA) (bâtiments et infrastructures connexes)				
Bureaux administratifs : démantèlement et disposition	Forfait	1		25 000 $
Laboratoire de dosage : démantèlement et disposition	Forfait	1		35 000 $
Vestiaire (dry) : démantèlement et disposition	Forfait	1		42 000 $
Atelier de réparation : démantèlement et disposition	Forfait	1		50 000 $
Entrepôt : démantèlement et disposition	Forfait	1		15 000 $
Garage de maintenance : démantèlement et disposition	Forfait	1		160 000 $
Bâtiment d'entreposage du minerai	Forfait	1		101 000 $
Concasseur : démantèlement et disposition	Forfait	1		350 000 $
Concentrateur : démantèlement et disposition	Forfait	1		2 250 000 $
Poste d'alimentation en carburant : démantèlement et disposition	Forfait	1		18 200 $
Mise en place de mort-terrain et de terre végétale (300 mm)	m³	72 000	5,30 $	381 600 $
Mise en végétation	m²	240 000	0,85 $	204 000 $
SOUS-TOTAL				**3 631 800 $**
Restauration des bassins de collecte des eaux				
Bassin de collecte #1 (milieu humide)	---	---		
Adoucissement des pentes (4H:1V) sur une hauteur de 3m	m³	21 996	0,90 $	19 796 $
Mise en place de terre végétale (300 mm)	m³	3 055	5,30 $	16 192 $
Matelas anti-érosion (paille)	m²	10 020	1,25 $	12 526 $
Ensemencement	m²	10 020	0,85 $	8 517 $

Items	Unités	Quantité	Coût unitaire	Total
Plantation à la ligne des eaux	m²	1 222	55,00 $	67 210 $
Plantation d'arbustes	m²	1 222	4,00 $	4 888 $
Bassin de collecte #2 (milieu humide)	---	---		
Adoucissement des pentes (4H:1V) sur une hauteur de 3m	m³	14 400	0,90 $	12 960 $
Mise en place de terre végétale (300 mm)	m³	2 000	5,30 $	10 600 $
Matelas anti-érosion (paille)	m²	6 560	1,25 $	8 200 $
Ensemencement	m²	6 560	0,85 $	5 576 $
Plantation à la ligne des eaux	m²	800	55,00 $	44 000 $
Plantation d'arbustes	m²	800	4,00 $	3 200 $
Bassin de collecte #3 (milieu humide)	---	---		
Adoucissement des pentes (4H:1V) sur une hauteur de 3 m	m³	23 004	0,90 $	20 704 $
Mise en place de terre végétale (300 mm)	m³	3 195	5,30 $	16 934 $
Matelas anti-érosion (paille)	m²	10 480	1,25 $	13 100 $
Ensemencement	m²	10 480	0,85 $	8 908 $
Plantation à la ligne des eaux	m²	1 278	55,00 $	70 290 $
Plantation d'arbustes	m²	1 278	4,00 $	5 112 $
Bassin de collecte #4 (milieu humide)	---	---		
Adoucissement des pentes (4H:1V) sur une hauteur de 3 m	m³	14 400	0,90 $	12 960 $
Mise en place de terre végétale (300 mm)	m³	2 000	5,30 $	10 600 $
Matelas anti-érosion (paille)	m²	6 560	1,25 $	8 200 $
Ensemencement	m²	6 560	0,85 $	5 576 $
Plantation à la ligne des eaux	m²	800	55,00 $	44 000 $
Plantation d'arbustes	m²	800	4,00 $	3 200 $
Contingence pour gestion des boues	m³	8 600	11,00 $	94 600 $
SOUS-TOTAL				**527 847 $**
Restauration des infrastructures de gestion de l'eau				
Construction de l'exutoire de la fosse	---	---		
Excavation du roc de la fosse	Forfait	1		51 519 $
Excavation du fossé vers le milieu naturel	m³	825	5,50 $	4 538 $
Enrochement du fossé vers le milieu naturel (0-300 mm)	m³	825	33,00 $	27 225 $
Remblayage des fossés de collecte et de dérivation	m³	25 000	3,75 $	93 750 $
Enlever et disposer les ponceaux	Nbr.	10	340 $	3 400 $
Usines de traitement de l'eau (usée et potable) incluant pompes et conduites	Forfait	1		40 000 $

Items	Unités	Quantité	Coût unitaire	Total
Plateforme des géotubes - mise en place de mort-terrain et de terre végétale (300 mm)	m³	750	5,30 $	3 975 $
Plateforme des géotubes - Mise en végétation	m²	2 500	0,83 $	2 075 $
SOUS-TOTAL				**226 482 $**
Sécurisation				
Levée autour de la fosse		2 800	40 $	112 000 $
Suivi post-exploitation et post-restauration				
Inspection géotechnique	an	7	10 000 $	70 000 $
Qualité des eaux de l'effluent final	an	7	7 000 $	49 000 $
Qualité des eaux dans la fosse	an	7	3 000 $	21 000 $
Qualité des eaux souterraines	an	7	4 000 $	28 000 $
Suivi agronomique	an	4	5 000 $	20 000 $
Contingence pour excavation et disposition des sols contaminés	m³	500	150 $	75 000 $
Caractérisation environnementale (boues et sols)	Forfait	1		15 500 $
SOUS-TOTAL				**278 500 $**
SOUS-TOTAL				**8 705 469 $**
Ingénierie	10%			870 547 $
Contingence	15%			1 305 820 $
TOTAL				**10 881 836 $**

8.2 Calendrier de réalisation des travaux

Sayona vise à favoriser les travaux de restauration progressive durant les années d'exploitation. La halde à stériles et à résidus miniers de stériles et de résidus miniers sera la principale infrastructure qui fera l'objet de travaux de restauration progressive. Les surfaces rendues à leur niveau maximal seront restaurées de manière progressive.

La plus grande partie des travaux de restauration devrait s'étaler sur une période maximale de deux ans selon le calendrier montré au Tableau 18.

Le calendrier des travaux fait en sorte que durant les travaux de restauration, les installations de gestion des eaux et les chemins d'accès requis pour les suivis seront les dernières infrastructures à être démantelées. En effet, il est prévu de démanteler les installations de gestion des eaux après le suivi post-restauration à condition que la qualité des eaux rencontre les normes de rejet à l'effluent final. Il est anticipé une problématique potentielle des matières en suspension uniquement lorsque les travaux seront en cours. Tant que les matières en suspension n'auront pas atteint les critères de rejet, il ne sera pas possible de démanteler les bassins de sédimentation BC1, BC2, BC3 et BC4.

Tableau 18 : Calendrier des travaux pour les phases post-exploitation et post-restauration

Activités	Post-exploitation (années)		Post-restauration (années)																			
	1	2	1				2				3				4				5			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Travaux de restauration																						
Routes essentielles au suivi : scarification et mise en végétation																						
Routes non essentielles au suivi : scarification et mise en végétation																						
Bâtiments : démantèlement et disposition																						
Système de pompage et de traitement : démantèlement																						
Construction du déversoir de la fosse																						
Construction du fossé vers le milieu naturel																						
Restauration de la halde à stériles et à résidus miniers																						
Restauration des bassins et des fossés																						
Mise en végétation																						
Suivi post-restauration																						
Inspections géotechnique																						
Suivi de la qualité des eaux (surface et souterraine)																						
Suivi agronomique																						
Caractérisation environnementale (phase I et II)																						

9. RÉFÉRENCES

BBA. 2019. Authier Lithium Project. Sayona Lithium, Feasibility Study.

Brien, P., Thomas, M., Delendatti, G. et Bélanger, R., 2017. Rapport de travaux de forages, projet Authier – Sayona Mining Ltd. Services GFE, 35 p.

CTRI. 2019. Caractérisation en vue de la valorisation des stériles et des résidus d'usine d'une mine de lithium pour des fins de construction. Projet minier Authier. 26 p.

Jébrak, M. et Marcoux, E., 2008. Géologie des ressources minérales. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Gouvernement du Québec, 668 p.

Lamont. 2017. Caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers. Projet Authier Lamotte, Québec, Canada

MERN, 2017. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Direction de la restauration des sites miniers, Gouvernement du Québec, N° de publication M08-03-1611, Novembre 2016, 82 p.

Norinfra. 2019. Caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel. Projet minier Authier. 17 p. + annexes.

Ouranos. 2018. Potraits climatiques. Page internet consulté le 21 octobre 2019.

Ouranos. 2015. Vers l'adaptation, Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec, Édition 2015, Montréal, 415 p.

Oze, C., Bird, D.K., et Fendorf, S. 2007. Genesis of hexavalent chromium from natural sources in soil and groundwater. Proceedings of the National Academy of Sciences. 104(16): 6544–6549.

Richelieu Hydrogéologie, 2019. Sayona Québec Inc. – Propriété Authier Lithium. Projet d'exploitation d'une mine à ciel ouvert. Étude hydrogéologique de base et évaluation des répercussions du projet sur l'environnement.

Sayona Québec inc. 2019. Projet Authier – Étude d'impact sur l'environnement. Décembre 2019. Pagination multiple + annexes.

SNC-Lavalin Inc., 2018. Révision du Plan de réaménagement et de restauration du site minier du projet Authier, réf. : 653655-0000-4GER-0001

URSTM. 2017. Analyse de risques et de vulnérabilité liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois.111 p. + annexes.

Annexe A : Résolution du Conseil d'administration

EXTRAIT CERTIFIÉ DE RÉSOLUTIONS DES ADMINISTRATEURS DE SAYONA MINING LTD

OBJET : APPLICATIONS, APPROBATIONS, CERTIFICATS OU DEMANDES

ATTENDU QUE la société désire développer et exploiter un projet minier qui vise notamment l'exploitation d'une mine de lithium à ciel ouvert sur le territoire de la municipalité de LaMotte en Abitibi et l'opération d'une usine de traitement, pour produire un concentré de spodumène, sur le site minier (le « Projet »);

IL EST PAR CONSÉQUENT RÉSOLU :

QUE Guy Laliberté soit et elle est par les présentes autorisée à signer et à déposer auprès de tout organisme public fédéral, provincial, régional ou municipal (collectivement, les « Autorités Publiques»), incluant notamment le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la lutte aux changements climatiques, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, ou la municipalité de LaMotte, pour le compte et au nom de la société, tout application, approbation, certificat ou demande pouvant être fait auprès des Autorités Publics qui se rapporte à, porte sur ou est associé au Projet (collectivement, les « Applications »);

QUE Guy Laliberté soit et elle est par les présentes autorisée à signer tout document ou titre qui est nécessaire, utile ou requis par les Autorités Publics, qui résulte des, concerne les, se rapporte ou qui est associé aux Applications;

QUE Guy Laliberté soit et elle est par les présentes autorisée à faire toute chose qui est nécessaire, utile ou requis par les Autorités Publiques, qui résulte des, concerne les, se rapporte ou qui est associée aux Applications;

QUE Guy Laliberté soit et elle est par les présentes autorisée à signer tout document exigé en vertu de l'Article 115.8 de la Loi sur la qualité de l'environnement, qui se rapporte au, porte sur le ou est associé au Projet;

QUE Guy Laliberté soit et elle est par les présentes autorisée à faire toute chose exigée en vertu de l'Article 115.8 de la Loi sur la qualité de l'environnement, qui se rapporte au, porte sur le ou est associée au Projet.

Je soussigné, Paul Crawford, Secrétaire de Sayona Mining Ltée, confirme que la présente est un extrait certifié conforme des résolutions du conseil d'administration de Sayona Mining Ltd., adoptées le 24 Octobre 2019 et que les présentes résolutions n'ont pas été amendées ni révoquées et sont toujours en vigueur.

Signé le 24 Octobre 2019



Paul Crawford
Secrétaire et Administrateur de Sayona Mining Limitée

CERTIFIED EXTRACT OF RESOLUTIONS OF THE DIRECTORS OF SAYONA MINING LTD

SUBJECT: APPLICATIONS, APPROVALS, CERTIFICATES OR REQUESTS

WHEREAS the company wishes to develop and operate a mining project which aims in particular to operate an open pit lithium mine on the territory of the municipality of LaMotte in Abitibi and the operation of a processing plant, to produce a spodumene concentrate at the mine site (the "Project");

IT IS THEREFORE RESOLVED:

THAT Guy Laliberté be and is hereby authorized to sign and file with any federal, provincial, regional or municipal public body (collectively, the "Public Authorities"), including in particular the Ministry of Sustainable Development, Environment , and the fight against climate change, Quebec's Department of Energy and Natural Resources, Environment Canada, Fisheries and Oceans Canada, or the municipality of LaMotte, on behalf of and on behalf of the company, any application, approval, certificate or application that may be made to the Public Authorities that relates to, relates to or is associated with the Project (collectively, the "Applications");

THAT Guy Laliberté be and is hereby authorized to sign any document or title that is necessary, useful or required by the Public Authorities, resulting from, relates to, relates to or is associated with the Applications;

THAT Guy Laliberté be and is hereby authorized to do anything that is necessary, useful or required by the Public Authorities, which results from, concerns, relates to or is associated with the Applications;

THAT Guy Laliberté be and is hereby authorized to sign any document required under Section 115.8 of the Environment Quality Act, which relates to, relates to or is associated with the Project;

THAT Guy Laliberté be and is hereby authorized to do anything required under Section 115.8 of the Environment Quality Act, which relates to, relates to or is associated with the Project.

I, Paul Crawford, Secretary and Administrator of Sayona Mining Ltd., confirm that this is a certified extract of the resolutions of Sayona Mining Ltd.'s Board of Directors adopted on October 24th 2019 and that these resolutions have not been amended or revoked and are still in force.

Signed by October 24th 2019



Paul Crawford
Secretary and Director of Sayona Mining Ltd

Annexe B : Rapports de caractérisation géochimique (Lamont (2017) et CRTI (2019)

Centre technologique des résidus industriels

Caractérisation en vue de la valorisation des stériles et des résidus d'usine d'une mine de Lithium pour des fins de construction

Rapport préliminaire

Préparé pour :

Sayona Québec inc.

169, Chemin du Quai, La Motte, Québec, J0Y 1T0, Canada

Rédigé par :

Iuliana Laura Calugaru, Ph.D., Chargée de projets, Professeure de chimie

Simon Pierre Komtchou, Ph.D., Chargé de projets

Coordonné par :

Sara Magdouli, Ph.D., Coordonnatrice traitement des eaux

Novembre 2019

Centre technologique des résidus industriels

REMERCIEMENT

Ce projet a été réalisé grâce au soutien financier du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) via le programme d'innovation dans les collèges et la communauté - Subventions d'engagement partenarial de 6 mois (25 000$).

Centre technologique des résidus industriels

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT ..... **I**

TABLE DES MATIERES ..... **II**

LISTE DES TABLEAUX ..... **III**

LISTE DES FIGURES ..... **IV**

1. SOMMAIRE **1**

2. INTRODUCTION **1**

3. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE **3**

3.1 ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS 3

3.2 ANALYSE CHIMIQUE ÉLÉMENTAIRE 4

3.3 ANALYSE MINÉRALOGIQUE 4

3.4 ESSAIS STATIQUES DE PRÉDICTION DU POTENTIEL DE GÉNÉRATION D'ACIDITÉ (PGA) 4

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION **9**

4.1 ANALYSE CHIMIQUE ÉLÉMENTAIRE 9

4.2 ANALYSE MINÉRALOGIQUE 11

4.3 ESSAIS STATIQUES DE PRÉDICTION DU POTENTIEL DE GÉNÉRATION D'ACIDITÉ (PGA) 14

5. CONCLUSIONS **24**

6. TRAVAUX À VENIR **25**

7. RÉFÉRENCES **26**

8. ANNEXE **27**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Volume de HCl à ajouter selon le degré Fizz 6
Tableau 2. Taux de réaction des minéraux selon Kwong (1993) 8
Tableau 3. Taux de réaction des minéraux selon Lawrence et Scheske (1996) 8
Tableau 4. Résultat de l'analyse chimique par ICP-MS 10
Tableau 5. Résultat de l'analyse Soufre / Carbone 11
Tableau 6. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de basalte (V3B) 11
Tableau 7. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique (V4) 12
Tableau 8. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de péridotite (I4I) 12
Tableau 9. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de basalte 13
Tableau 10. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de roche volcanique ultramafique 13
Tableau 11. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de péridotite 13
Tableau 12. pH de la pâte selon la méthode MA. 100 – pH 1.1 du CEAEQ 14
Tableau 13. pH de la pâte selon la méthode du «ARD Test Handbook» 15
Tableau 14. Comparaison pH final du test NAG vs pH de la pâte 19
Tableau 15. Essai PN (Sobek et al., 1978 modifié par Lawrence et Wang, 1997) 21
Tableau 16. Résultat des calculs selon le taux de réaction des minéraux Kwong 1993 (Tableau 2) 22
Tableau 17. Résultat des calculs selon le taux de réaction des minéraux Lawrence et Scheske 1996 (Tableau 3) 22
Tableau 18. Résultat des calculs selon l'approche de Paktunc 23

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Échantillons étudiés 3
Figure 2. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique 16
Figure 3. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique 17
Figure 4. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte 17
Figure 5. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte 18
Figure 6. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de péridotite 18
Figure 7. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte 19
Figure 8. Classification et plan stratégique selon le pH de la pâte et pH du test NAG ... 20

1. Sommaire

Le présent projet vise à valoriser les rejets d'une mine de lithium (stériles et résidus d'usine) pour de fins de construction routière. Le projet cible donc à la fois la réduction de l'empreinte environnementale de l'activité minière en diminuant l'apport de matériaux d'emprunt, mais également la réduction des coûts liés à la construction des routes d'accès sur le site minier.

Pour atteindre cet objectif, il faut évaluer les teneurs en métaux des échantillons solides provenant du projet minier, ainsi que les conditions de lixiviation des éventuels contaminants. Enfin, différentes proportions stériles – résidus d'usine seront évaluées pour leur stabilité chimique, afin de considérer pour la construction routière le mélange approprié.

2. Introduction

Sayona Québec inc., filiale de Sayona Mining Ltd., se consacre à l'exploration et à la mise en valeur des dépôts de lithium, une matière première entrant dans la fabrication des batteries au lithium.

Au Québec, l'exploitation du lithium par Sayona Québec inc., lors du projet Authier Lithium, laissera en place plus de 80 millions de tonnes de stériles et 10 millions de tonnes de résidus miniers. Une opportunité de valorisation de ces rejets consiste en leur utilisation à des fins de construction (routes, chemins d'accès, etc.). Cependant, cette option peut être envisagée seulement si les effluents générés par ces rejets ne présentent aucun risque environnemental. Dans ce sens, il faut s'assurer que les rejets (stériles et résidus d'usine) ne sont pas générateurs d'acidité (non PGA) et que les métaux (dont le Chrome) présents dans ces rejets ne présentent aucun risque de lixiviation.

Pour cette fin, une analyse chimique élémentaire qualitative et quantitative des échantillons solides provenant du projet minier est nécessaire, en premier lieu. Afin de quantifier les analytes en solution, l'analyse par ICP-MS sera employée, cette méthode ayant une limite détection très basse. Cependant, cette méthode d'analyse exige une mise en solution des échantillons solides. Il est connu le fait que la digestion par aqua regia (HCl : HNO_3) ne

dissout pas complètement tous les silicates tandis que la digestion par HCl, HNO_3, HF et Br_2 dissout complètement les silicates, mais la possibilité de formation de $CrCl_3$ (volatile) peut amener à une sous-évaluation du Chrome. Réaliser la digestion avec l'emploi du H_2SO_4, HNO_3, HF et Br_2 permettra la dissolution des silicates sans risque de sous-estimer le Chrome. De plus, l'analyse élémentaire Soufre / Carbone par four à induction sera nécessaire afin de pouvoir évaluer le risque de génération d'acidité par les échantillons étudiés.

Une deuxième problématique soulevée par la compagnie Sayona concerne les conditions dans lesquelles les contaminants potentiels identifiés dans les échantillons solides peuvent être mobilisés. À cette fin, des procédures d'extraction séquentielle ont été employés pour nous renseigner sur les fractions : soluble, échangeable, liée aux carbonates, liée aux oxydes de Fe et Mn, liée à la matière organique, ou stable (résiduelle). Des essais de lixiviation préalablement réalisés sur des échantillons provenant du projet Authier ont indiqué un risque significatif de lixiviation du Chrome en état d'oxydation +6. Ceci pourrait compromettre l'emploi de ces solides à de fins de construction en plus d'obliger la compagnie minière à mettre en place des mesures de gestion. Cependant, il s'agit des essais de lixiviation TCLP, SPLP et CTEU-9 du Centre d'Expertise en Analyses Environnementales du Québec (CEAEQ), qui pourraient ne pas être représentatives pour les rejets à l'étude, à cause du broyage (augmentation de la surface de réaction ainsi que du temps et surface de contact eau – solide, pour le cas des stériles), du séchage à 60°C (accélération des réactions d'oxydation en surface), de l'emploi du HNO_3 pour la préservation des échantillons.

Des essais statiques basés sur la chimie permettront de statuer sur le potentiel de génération d'acidité (PGA) des solides à l'étude. La minéralogie par diffraction de rayons X (DRX) apportera des précisions supplémentaires quant à la nature des échantillons.

Des calculs des essais statiques basés sur la minéralogie permettront d'appuyer les conclusions des essais statiques basés sur la chimie.

Le suivi de la qualité des eaux lixiviant des échantillons sera assuré par des essais cinétiques, réalisés dans des conditions hydrométéorologiques du site.

À la fin de cette étude, les conditions de mobilisation des contaminants (exemple pH, Eh) fourniront des pistes afin de stabiliser, si besoin est, les rejets, afin d'éviter la lixiviation des contaminants dans l'environnement. Le mélange de stériles : résidus le plus approprié pour la construction routière sera déterminé.

Concernant le Chrome, selon les diagrammes Eh-pH, à pH 6 à 9 et en milieu oxydant (le Eh des eaux de surface est compris entre 300 et 500 mV), les deux états d'oxydation du Chrome peuvent être présentes. Soit le Cr 6+ (plus toxique) et le Cr 3+ en forme soluble (CrO^{+}, $CrOH^{2+}$, $HCrO_2$) ou solide (Cr_2O_3). Idéalement, lors d'une utilisation des solides à l'étude, à des fins de construction, le Chrome devrait se trouver immobilisé dans la phase solide.

3. Démarche méthodologique

3.1 Échantillons étudiés

Pour ce projet, les 9 échantillons suivants ont été étudiés :

- Volcanique ultramafique, 3 échantillons identifiés : V4-1, V4-2 et V4-3
- Basalte, 3 échantillons identifiés : V3B-1, V3B-2 et V3B-3
- Péridotite, 3 échantillons identifiés : I4I-1, I4I-2 et I4I-3



Figure 1. Échantillons étudiés

Les échantillons proviennent des endroits différents du site, et ont été choisis parmi les lithologies les plus problématiques selon des études préliminaires réalisées par la compagnie Sayona.
Les échantillons ont été concassés et broyés selon les granulométries recommandées pour les essais.

3.2 Analyse chimique élémentaire

Des échantillons (taille des particules <200 µm) de 0,5 g ont été complètement solubilisés à chaud avec HNO_3, HF, Br_2 et H_2SO_4. Après l'évaporation à sec, le résidu a été redissout avec HNO_3, ramené à 100 mL avec de l'eau distillée, et analysé par ICP-MS.
L'analyse Soufre / Carbone a été réalisée par four à induction. La limite de détection de la méthode est de 0,05% pour le Carbone et de 0,009% pour le Soufre.
À des fins de contrôle qualité, l'échantillon I4I-3 a été analysé en duplicata.

3.3 Analyse minéralogique

L'analyse minéralogique a été réalisée par diffraction des rayons X sur des particules de taille <10 µm. La quantification a été réalisée par calage mathématique du diffractogramme expérimental, selon le modèle Rietveld. La limite de détection de la méthode est 0,5% massique. La précision de la méthode est 0,5% massique.

3.4 Essais statiques de prédiction du potentiel de génération d'acidité (PGA)

a) pH de la pâte

Un premier essai a été réalisé selon la méthode MA. 100 – pH 1.1 (de 2014) du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
En ratio solide (granulométrie < 75 µm) : liquide 1 :2. Pour un temps de contact solide : liquide, sous agitation 5 minutes. Le pH final, du surnageant a été mesuré avec le pH-mètre.
À des fins de contrôle qualité, tous les échantillons ont été analysés en duplicata.
Cette méthode permet une évaluation précise de la teneur en sels acides sans interférence avec des possibles réactions de neutralisation.

Un deuxième essai a été réalisé selon «ARD Test Handbook», du Ian Wark Research Institute, Environmental Geochemistry International Pty Ltd.

En ratio solide (granulométrie < 75µm) : liquide 1 :2. Pour un temps de contact solide : liquide, sous agitation 12 à 16h (ou d'une journée à l'autre).

Le pH et la conductivité électrique du surnageant ont été mesurés avec le multimètre.

À des fins de contrôle qualité, tous les échantillons ont été analysés en duplicata.

Cette méthode permet les réactions de neutralisation des éventuels sels acides présentes dans l'échantillon. Elle donne aussi une indication de la salinité inhérente des matériaux lorsqu'ils sont exposés dans une zone de stockage. Un matériau classé comme non PGA (non générateur d'acidité) peut présenter des risques de salinité le rendant impropre à un emplacement en surface ou non contrôlé en raison de ses effets potentiels sur le drainage et la végétation.

b) Test NAG cinétique

Les tests NAG (net acid generation) se déroulent en une seule étape qui renseigne simultanément sur le PA et le PN. L'addition de H_2O_2 permet l'oxydation des sulfures présents dans l'échantillon, et l'acide produit (le cas échéant) est neutralisé par les minéraux neutralisants (carbonates et silicates) également présents dans l'échantillon. Le pH final renseigne sur le potentiel de génération d'acide (PGA) de l'échantillon testé : si le pH < 4,5 l'échantillon est potentiellement générateur d'acide.

L'essai NAG cinétique comporte une seule addition de H_2O_2, mais le pH et la température sont enregistrés durant les réactions d'oxydation et de neutralisation. Une diminution rapide du pH indique la présence des sulfures réactifs et/ou sulfates acides. À l'opposé, un pH final > 6,0 indique un excès de capacité neutralisante vs. la capacité de génération d'acidité. Après la stabilisation du pH et de la température (le lendemain), les échantillons à l'étude sont chauffés à 110°C jusqu'à la disparition de l'effervescence (afin d'éliminer le H_2O_2 restant / excès). Finalement, la solution refroidie à la température de la pièce est titrée avec NaOH à pH 4,5 et après, à pH 7,0 afin de calculer la capacité nette de génération d'acide.

c) Potentiel de neutralisation net (PNN)

L'essai a été réalisé selon la méthode ABA modifiée (Acid Base Accounting, Sobek et al., 1978, modifié par Lawrence et Wang, 1997), sur des particules de taille <74 µm (< 200 mesh).

Le test Fizz a été réalisé premièrement, sur des échantillons de 2g, avec du HCl 25% (3 à 4 gouttes).

Afin de déterminer le PN (potentiel de neutralisation), 2,00 g de chacun d'échantillons ont été placés dans des erlenmeyers de 250 mL, avec 90 mL eau distillée. Au début du test (t = 0h), le volume de HCl 1,0N indiqué selon le degré Fizz a été ajouté.

Tableau 1. Volume de HCl à ajouter selon le degré Fizz

Degré Fizz	Volume (mL) 1,0N HCl	
	Début (t=0 h)	Après 2h
Aucun	1,0	1,0
Faible	2,0	1,0
Modéré	2,0	2,0
Fort	3,0	2,0

Après 2h d'agitation, le pH a été mesuré et le deuxième volume de HCl 1,0 N a été ajouté, seulement pour les échantillons de pH > 2,5. Après environ 22h, le pH a été mesuré et du HCl 1,0 N a été ajouté seulement pour les échantillons de pH > 2,5 afin de le ramener dans l'intervalle 2,0 à 2,5. Après 24h de l'eau distillée a été ajoutée pour ramener le volume à 125 mL. Le pH a été mesuré en s'assurant qu'il se trouve dans l'intervalle 2,0 à 2,5. Tous les volumes de HCl 1,0 N ajoutés / échantillons ont été notés à des fins des calculs.

Finalement, les échantillons ont été titrés avec 0,1 N NaOH jusqu'à pH 8,3.

À des fins de contrôle qualité, l'échantillon I4I-3 a été analysé en duplicata.

Formule pour le calcul du PN (potentiel de neutralisation):

$$PN\ (kg\ CaCO_3/\ tonne = \frac{(Normalité\ HCl\ x\ volume) - (Normalité\ NaOH\ x\ volume)}{masse\ échantillon\ (g)}\ x\ 50$$

Formule pour le calcul du PA (potentiel d'acidité) :

$$PA\ (kg\ CaCO_3/\ tonne) =\ \%\ S^{2-}\ x\ 31{,}25$$

Formules pour le calcul du PNN (potentiel de neutralisation net) et du ratio PN/PA :

$$PNN\ (kg\ CaCO_3/\ tonne) = PN\ - PA$$

$$PN/PA$$

Le soufre associé aux sulfures est calculé à partir du soufre total (déterminé par analyse Carbone / Soufre, par four à induction) en soustrayant le soufre sulfate.

Essais statiques basées sur la minéralogie

Il s'agit de calculs basés sur la sommation des contributions individuelles de chaque minéral dans la production d'acidité et sa neutralisation. Permettent l'intégration de la minéralogie de l'échantillon dans l'évaluation du PA, PN et PNN. Ces essais considèrent la contribution des silicates neutralisants, en plus des carbonates.

Approche de Kwong (1993) - Essentiellement, cette approche utilise le taux de réaction des minéraux.

Formule de calcul :

$$M = 2x(1 - r + p) - 2\sum_{n=1}^{6} x_{m_n} w_n$$

x : fraction molaire de chaque sulfure

r : rapport molaire métal / soufre

p : proportion de Fe^{2+} dans le minéral sulfuré

x_{mn} : proportion molaire des minéraux dans le groupe n

w_n : réactivité relative des minéraux dans le groupe n

M : Index minéralogique, si M > 0 le résidu est générateur de DMA, si M < 0 le résidu est non générateur de DMA.

Le taux de réaction des minéraux est présenté dans le tableau 2. Les minéraux du groupe «*altération rapide*» seront considérés dans le calcul si ≥ 5%. Les minéraux du groupe «*altération intermédiaire*» seront considérés dans le calcul si ≥ 10%.

Cependant, Lawrence et Scheske (1996) recommandent des réactivités relatives des minéraux à pH 5 plus faibles dans les cas des silicates, tel qu'indiqué dans le tableau 3.

Tableau 2. Taux de réaction des minéraux selon Kwong (1993)

Groupe minéral	Minéraux	Réactivité relative
Dissolution	Calcite, aragonite, dolomite, magnésite, brucite	1,0
Altération rapide	**Anorthite**, néphéline, **olivine**, grenat, jadéite, leucite, spodumène, **diopside**, wollastonite	0,6
Altération intermédiaire	Épidote, zoisite, enstatite, hypersthène, augite, hédenbergite, amphiboles, **hornblende**, glaucophane, **trémolite**, actinolite, anthophyllite, serpentine, chrysotile, **talc**, **chlorite**, **biotite**	0,4
Altération lente	Albite, oligoclase, labradorite, vermiculite, montmorillonite, gibbsite, kaolinite	0,02
Altération très lente	Feldspaths potassiques, muscovite	0,01
Inerte	Quartz, rutile, zircon	0,004

Tableau 3. Taux de réaction des minéraux selon Lawrence et Scheske (1996)

Groupe minéral	Minéraux	Réactivité relative
Dissolution	Calcite, aragonite, dolomite, magnésite, brucite	1,0
Altération rapide	**Anorthite**, néphéline, forsterite, **olivine**, grenat, jadéite, leucite, spodumène, **diopside**, wollastonite	0,4
Altération intermédiaire	Épidote, zoisite, enstatite, hypersthène, augite, hédenbergite, **hornblende**, glaucophane, **trémolite**, actinolite, anthophyllite, serpentine, chrysotile, **talc**, **chlorite**, **biotite**	0,02
Altération lente	Albite, oligoclase, labradorite, vermiculite, montmorillonite	0,01
Altération très lente	Feldspaths potassiques, muscovite	0,01
Inerte	Quartz, rutile, zircon	0,004

Approche de Paktunc - Essentiellement, cette approche considère la somme des coefficients stœchiométriques des cations oxydables.

Formules de calcul :

$$PN = \sum_{i=1}^{k} \frac{10 X_i \omega_a c_i}{n_{M,i} \omega_i}$$

$$PA = \sum_{i=1}^{k} \frac{10 n_{M,a} X_i \omega_a}{\omega_i}$$

10 : facteur de conversion (1000 kg / tonne / 100 %

PN, PA : exprimés en kg H_2SO_4 / tonne

X_i : concentration du minéral i (% massique)

ω_a et ω_i : masse molaire de H_2SO_4 et du minéral i (g/mol)

c_i : somme des coefficients stœchiométriques des cations non oxydables et/ou hydrolysables

$n_{M,i}$: nombre de moles du minéral i pour neutraliser 1 mole de H_2SO_4

$n_{M,a}$: nombre de moles de H_2SO_4 formées par l'oxydation d'une mole du sulfure i

k = nombre de minéraux neutralisants ou générant de l'acide

4. Résultats et discussion

4.1 Analyse chimique élémentaire

Le résultat de l'analyse chimique élémentaire par ICP-MS est présenté dans le tableau 4. Les teneurs des éléments sont exprimés en mg/kg.

Il est à observer que, d'une manière générale, les résultats sont cohérents entre eux.

Concernant les teneurs en chrome, la comparaison avec les résultats des essais antérieurs faits par la compagnie Sayona permet de constater les points suivants :

- Pour les échantillons volcaniques ultramafiques (V4) les teneurs en Cr obtenues lors de la présente étude varient entre 942 et 1142 mg/kg, ce qui concorde surtout avec les résultats de la méthode 4 acides des essais antérieurs;

- Pour les échantillons de basalte (V3B) les teneurs en Cr obtenues lors de la présente étude varient entre 173 et 1165 mg/kg, ce qui dépasse les résultats de la méthode aqua regia (employé lors des essais antérieurs) pour 2 échantillons sur 3;
- Pour les échantillons de péridotite (I4I) les teneurs en Cr obtenues lors de la présente étude varient entre 916 et 1389 mg/kg, ce qui dépasse les résultats de la méthode aqua regia (employé lors des essais antérieurs) pour 2 échantillons sur 3.

Il est aussi à noter que, lors de la présente étude, l'échantillon I4I-3 et son duplicata sont cohérents pour le teneur en Cr.

Compte tenu de ce qui précède, pour déterminer correctement le teneur en Cr, la méthode 4 acides est à privilégier, pour la digestion complète de l'échantillon (silicates, minéraux réfractaires). De plus, remplacer le HCl par H_2SO_4 ne semble pas avoir un impact sur le teneur en Cr, en solution.

Tableau 4. Résultat de l'analyse chimique par ICP-MS

	Al	Sb	Ag	As	Ba	Be	Bi	B	Cd	Ca	Cr	Co	Cu	Sn
V4-1	9880	1,64	1,62	1,30	214,1	21,45	0,68	11413	0,34	26784	1017	62,7	134,2	2,80
V4-2	13021	3,18	2,42	2,50	132,9	2,36	0,28	27572	0,26	34565	942	63,1	49,7	0,80
V4-3	19664	1,50	2,34	2,08	35,2	2,44	0,34	32567	0,12	37363	1142	73,3	65,3	0,80
V3B-1	18870	1,28	2,84	1,38	197,4	0,12	0,68	23605	0,16	41608	1165	66,4	56,4	4,00
V3B-2	13385	6,40	2,81	3,19	282,3	1,50	0,72	25266	0,32	30279	1120	73,0	31,1	1,20
V3B-3	12199	2,28	1,72	3,96	91,2	2,16	0,2	15129	0,26	42425	173	34,5	15,7	1,20
I4I-1	27416	12,51	3,20	3,58	93,2	2,40	0,24	8485	0,72	34621	1198	66,5	73,0	1,60
I4I-2	19021	2,40	2,86	3,28	108,7	7,07	1,30	9247	1,68	60515	916	49,1	60,4	5,99
I4I-3	24176	13,57	2,92	4,34	75,4	0,34	0,34	6374	0,60	40759	1320	69,7	96,7	1,20
I4I-3D	19163	6,29	3,26	2,46	205,8	1,20	0,26	25979	0,47	32574	1389	81,8	61,0	0,80
	Fe	**Mg**	**Mn**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**K**	**Se**	**Si**	**Na**	**Ti**	**U**	**V**	**Zn**
V4-1	20987	75954	1346	9,31	674	16,15	32580	1,92	82,0	16530	843	1,00	111,0	153,1
V4-2	24975	93307	897	6,79	845	11,47	6533	4,30	149,9	20380	919	0,60	111,9	53,9
V4-3	43157	100899	996	3,88	966	3,90	452	3,22	91,9	30170	1502	0,60	119,4	56,5
V3B-1	38808	93419	1073	10,28	885	8,00	6641	4,02	172,0	22805	1470	0,60	105,5	74,2
V3B-2	30479	114899	885	5,90	1193	12,61	6176	2,01	505,3	21857	794	0,60	73,7	72,2
V3B-3	25015	47228	998	4,56	127	8,99	16210	16,39	56,0	20012	2001	1,40	126,7	81,2
I4I-1	41425	90054	893	11,87	853	16,27	12047	4,18	92,1	46028	1399	1,00	100,7	119,3
I4I-2	33154	64110	1181	24,81	564	14,46	14939	4,05	237,7	50130	1452	1,40	97,0	80,9
I4I-3	36563	98701	979	15,64	936	17,36	14965	4,12	103,9	51948	1255	1,20	100,6	165,6
I4I-3D	43165	111711	1018	5,94	1091	11,89	5675	2,20	161,9	19984	1387	0,40	100,9	81,1

Le résultat de l'analyse Soufre / Carbone est présenté dans le Tableau 5.

Tableau 5. Résultat de l'analyse Soufre / Carbone

	C_{total}, % massique	**S_{total},** % massique
V4-1	0,05	0,090
V4-2	0,09	0,058
V4-3	<0,05	0,077
V3B-1	<0,05	0,100
V3B-2	0,23	0,072
V3B-3	0,06	0,137
I4I-1	<0,05	<0,009
I4I-2	<0,05	0,035
I4I-3	0,15	0,166
I4I-3 duplicata	0,18	0,183

Le S_{total} est inférieur à 0,3%. Par conséquent, les échantillons sont classés non générateurs de DMA, selon la D019. Cependant, le C_{total} est faible. Par conséquent, d'autres tests pourront confirmer le caractère non générateur de DMA pour les échantillons à l'étude.

4.2 Analyse minéralogique

Les résultats des analyses minéralogiques sont présentés dans les tableaux 6, 7 et 8 (les diffractogrammes sont présentés en annexe).
Les formules chimiques des minéraux sont tirées du site www.webmineral.com

Tableau 6. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de basalte (V3B)

		V3B-1	V3B-2	V3B-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	52,30	53,52	56,59
Chlorite (nimite), %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	33,37	22,21	31,05
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	7,52	7,30	5,20
Anorthite, %	$CaAl_2Si_2O_8$	5,8	/	4,28
Magnetite, %	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2O_4$	1,01	/	2,88
Diopside, %	$CaMgSi_2O_6$	/	15,68	/
Forsterite iron, %	$(Mg,Fe^{2+})_2SiO_4$	/	1,08	/
Biotite Mica, %	$K(Mg,Fe^{2+})_3AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$	/	0,22	/

Tableau 7. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique (V4)

		V4-1	V4-2	V4-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	47,43	64,76	45,52
Chlorite (nimite), %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	28,92	23,67	28,76
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	6,31	7,47	7,48
Anorthite, %	$CaAl_2Si_2O_8$	3,37	3,13	6,66
Magnetite, %	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2O_4$	2,84	0,97	1,28
Antigorite, %	$(Mg,Fe^{2+})_3Si_2O_5(OH)_4$	11,13	/	10,3

Tableau 8. Résultat de l'analyse minéralogique pour les échantillons de péridotite (I4I)

		I4I-1	I4I-2	I4I-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	56,6	38,81	50,92
Chlorite (nimite), %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	6,24	4,95	32,95
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	7,64	7,88	4,11
Anorthite, %	$CaAl_2Si_2O_8$	7,92	6,96	1,56
Phlogopite, %	$KMg_3AlSi_3O_{10}(F,OH)_2$	20,75	40,08	/
Talc, %	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	/	/	8,99
Magnetite, %	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2O_4$	/	/	1,48
Fayalite magnesien, %	$Fe^{2+}{}_2SiO_4$	/	1,31	/
Forsterite iron, %	$(Mg,Fe^{2+})_2SiO_4$	0,85	/	/

Plusieurs éléments chimiques relevés et quantifiés par l'analyse chimique élémentaire (ICP-MS, analyse Soufre / Carbone) ne se retrouvent pas dans les tableaux 6, 7 et 8.

La limite de détection de la méthode d'analyse minéralogique par diffraction des rayons X (DRX) étant de 0,5% massique, certains éléments chimiques peuvent se trouver dans des minéraux présents en faible quantité (< 0,5% massique), dans les échantillons étudiés. De plus, des éléments chimiques relevés par l'ICP-MS peuvent se trouver dans les silicates, leur identification demandant des investigations plus poussées (exemple, microscopie électronique à balayage).

En compilant les minéraux majoritaires (tableaux 9, 10 et 11), il est à observer l'homogénéité élevée des échantillons basalte et de roche volcanique ultramafique, comparativement aux échantillons de péridotite.

Tableau 9. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de basalte

		V3B-1	V3B-2	V3B-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	52,30	53,52	56,59
Chlorite(nimite) , %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	33,37	22,21	31,05
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	7,52	7,30	5,20
Total (%)		93,19	83,03	92,84

Tableau 10. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de roche volcanique ultramafique

		V4-1	V4-2	V4-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	47,43	64,76	45,52
Chlorite (nimite), %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	28,92	23,67	28,76
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	6,31	7,47	7,48
Anorthite, %	$CaAl_2Si_2O_8$	3,37	3,13	6,66
Magnetite, %	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2O_4$	2,84	0,97	1,28
Total (%)		88,87	100	89,7

Tableau 11. Compilation des minéraux majoritaires pour les échantillons de péridotite

		I4I-1	I4I-2	I4I-3
Hornblende, %	$Ca_2Mg_4(Al,Fe^{3+})Si_7AlO_{22}(OH)_2$	56,6	38,81	50,92
Chlorite (nimite), %	$(Ni,Mg,Fe^{2+})_5AlSi_3AlO_{10}(OH)_8$	6,24	4,95	32,95
Tremolite, %	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	7,64	7,88	4,11
Anorthite, %	$CaAl_2Si_2O_8$	7,92	6,96	1,56
Total (%)		78,4	58,6	89,54

4.3 Essais statiques de prédiction du potentiel de génération d'acidité (PGA)

a) pH de la pâte

Les résultats de l'essai pH de la pâte selon la méthode MA. 100 – pH 1.1 (de 2014) du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec sont présentés dans le Tableau 12.

Tableau 12. pH de la pâte selon la méthode MA. 100 – pH 1.1 du CEAEQ

Identification Échantillon	Masse, g	pH	Masse duplicata, g	pH, duplicata
Volcanique ultramafique V4-1	10,0467	9,63	10,0088	9,60
Volcanique ultramafique V4-2	10,0024	9,66	10,0129	9,65
Volcanique ultramafique V4-3	10,0473	9,70	10,0540	9,68
Basalte V3B-1	10,0065	9,34	10,0025	9,33
Basalte V3B-2	10,0409	9,53	10,0267	9,56
Basalte V3B-3	10,0079	9,60	10,0245	9,60
Péridotite I4I-1	10,0502	10,44	10,0535	10,42
Péridotite I4I-2	10,0205	10,59	10,0117	10,64
Péridotite I4I-3	10,0595	9,29	10,0402	9,30

Il est à observer que les résultats du pH de la pâte pour chacun des échantillons vs. leur duplicata sont cohérents. Les valeurs sont généralement comprises entre 9,3 et 9,7 à l'exception de deux échantillons de péridotite, soit I4I-1 et I4I-2. Dans ces deux échantillons, l'analyse minéralogique a révélé une quantité significative de Phlogopite, de formule chimique $KMg_3AlSi_3O_{10}(F,OH)_2$, soit respectivement 20,75 et 40,08%. La mobilité de l'ion K^+ (alcalin) pourrait expliquer les valeurs plus élevées obtenues pour le pH de la pâte, soit 10,4 et respectivement 10,6.

Les résultats de l'essai pH de la pâte selon la méthode du «ARD Test Handbook», du Ian Wark Research Institute, Environmental Geochemistry International Pty Ltd. sont présentés dans le Tableau 13.

Tableau 13. pH de la pâte selon la méthode du «ARD Test Handbook»

Identification échantillon	Test			Duplicata		
	Masse, g	pH	Conductivité µS/cm	Masse, g	pH	Conductivité µS/cm
Volcanique ultramafique V4-1	10,0380	9,33	300	10,0493	9,32	315
Volcanique ultramafique V4-2	10,0136	9,34	210	10,0365	9,20	276
Volcanique ultramafique V4-3	10,0362	9,47	404	10,0034	9,39	464
Basalte V3B-1	10,0382	9,06	338	10,0379	9,08	332
Basalte V3B-2	10,0212	9,25	185	10,0152	9,20	207
Basalte V3B-3	10,0095	9,40	300	10,0804	9,27	409
Péridotite I4I-1	10,0514	9,81	431	10,0794	9,73	532
Péridotite I4I-2	10,0135	9,80	819	10,0233	9,71	826
Péridotite I4I-3	10,0033	8,99	396	10,0426	8,84	411

Il est à observer que les résultats du pH de la pâte pour chacun des échantillons vs. leur duplicata sont cohérents.

Il est à noter aussi que le temps de contact liquide : solide dans le cas ce cet essai a été de 14h. Comparativement à l'essai selon la méthode MA. 100 – pH 1.1 (de 2014) du CEAEQ, dont les résultats sont présentés dans le Tableau 12 (temps de contact 5 minutes). Une différence de 0,3 à 0,9 unités de pH peut être observée entre le pH de la pâte évalué selon les deux méthodes, le pH diminuant avec le temps pour tous les échantillons étudiés. Comme la teneur en soufre est faible, la légère diminution du pH, vers un pH neutre, peut être expliquée par l'équilibre avec le CO_2 atmosphérique.

Pour les mesures de conductivité, d'une manière générale, les résultats sont cohérents entre eux. Les valeurs varient entre 185 et 464 µS/cm. À l'exception des deux échantillons de péridotite, soit I4I-1 et I4I-2, pour lesquels des valeurs de 532 et 826 µS/cm ont été enregistrées. Ceci peut encore être expliqué par la mobilité de l'ion K^+ (alcalin) de la Phlogopite, de formule chimique $KMg_3AlSi_3O_{10}(F,OH)_2$. La Phlogopite compose

l'échantillon I4I-1 en proportion de 20,75% (conductivité 532 µS/cm) et l'échantillon I4I-2 en proportion de 40,08% (conductivité 826 µS/cm). La Conductivité pour l'eau souterraine dans la région à l'étude était comprise entre 34 et 259 µS/cm, avec une moyenne de 148 µS/cm. Cependant, les données de conductivité enregistrées dans le cadre de cette étude résultent du contact de l'eau avec des solides de granulométrie très fine, soit < 75 µm.

b) Test NAG cinétique

Pour le test NAG cinétique, tel qu'exigé par la méthode, les solides de granulométrie très fine (< 75µm) ont été mis en contact en ratio solide : liquide 1 :100 avec du H_2O_2 15%. La solution initiale de H_2O_2 avait une concentration de 50%. La concentration de 15% a été donc obtenue par dilution, et le pH de la solution H_2O_2 15% employée a été de 3,27.

Les résultats du suivi du pH et de la température à toutes les 30 min sont présentés dans les graphiques suivants.

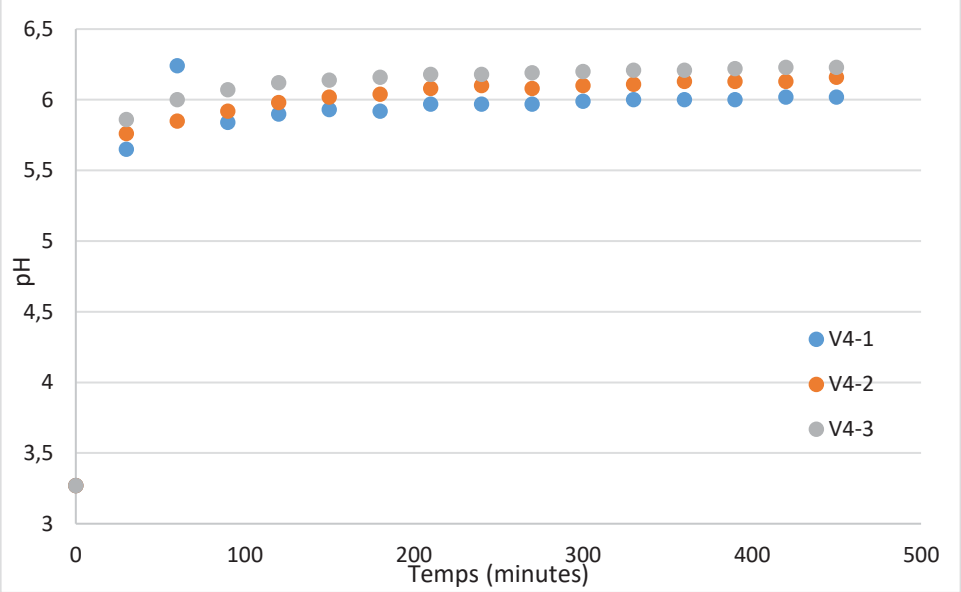


Figure 2. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique

Tel qu'indiqué par la Figure 2, après 210 minutes, les valeurs de pH se stabilisent à des valeurs supérieures à 6 unités de pH pour les 3 échantillons de roche volcanique ultramafique étudiés. De plus, après 390 minutes il n'y a plus de variation de température.

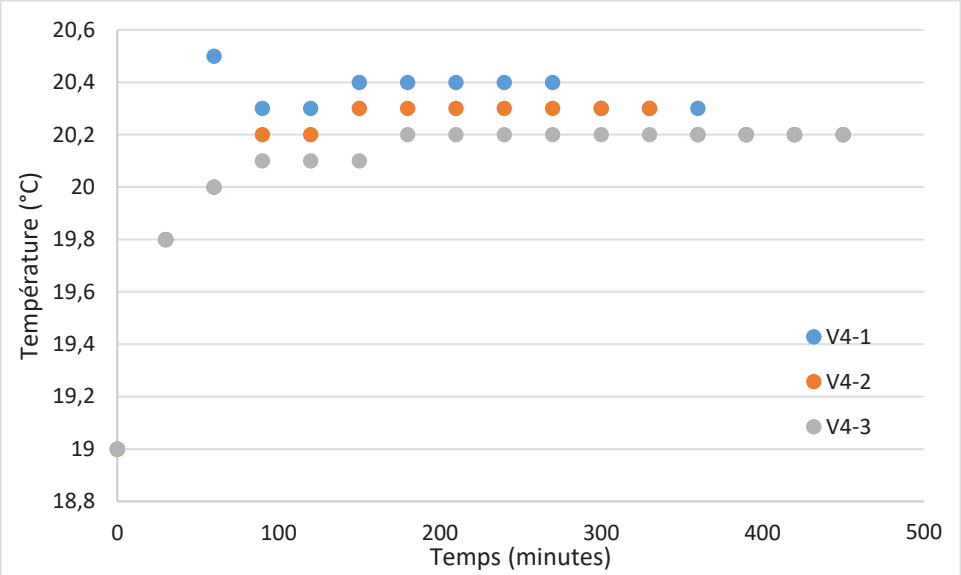


Figure 3. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de roche volcanique ultramafique

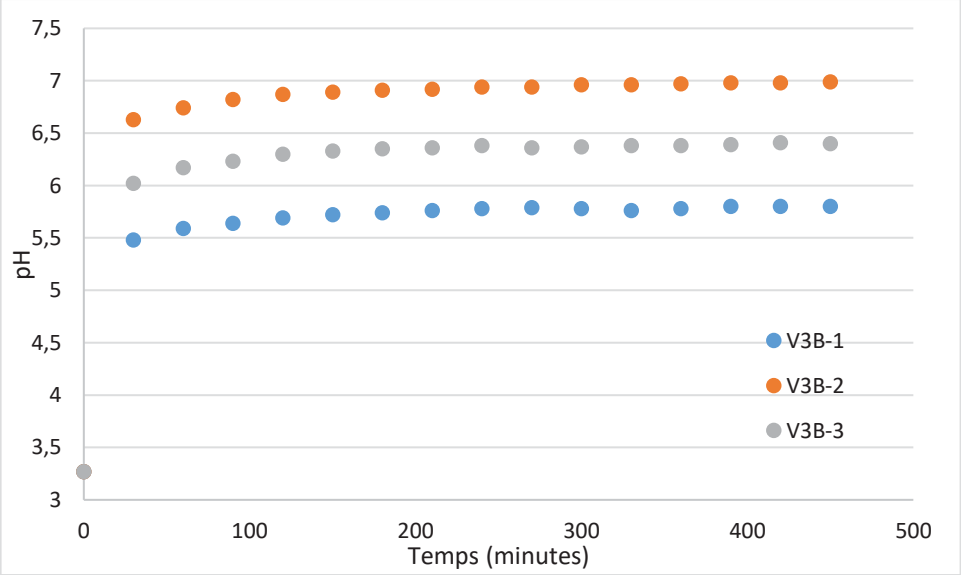


Figure 4. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte

Tel qu'indiqué par la Figure 4, après seulement 30 minutes, les valeurs de pH se stabilisent à des valeurs supérieures à 6 unités de pH pour les échantillons de basalte V3B-2 et V3B-3 et à des valeurs supérieures à 5,5 unités de pH pour l'échantillon de basalte V3B-1. La température semble se stabiliser après 300 minutes (Figure 5).

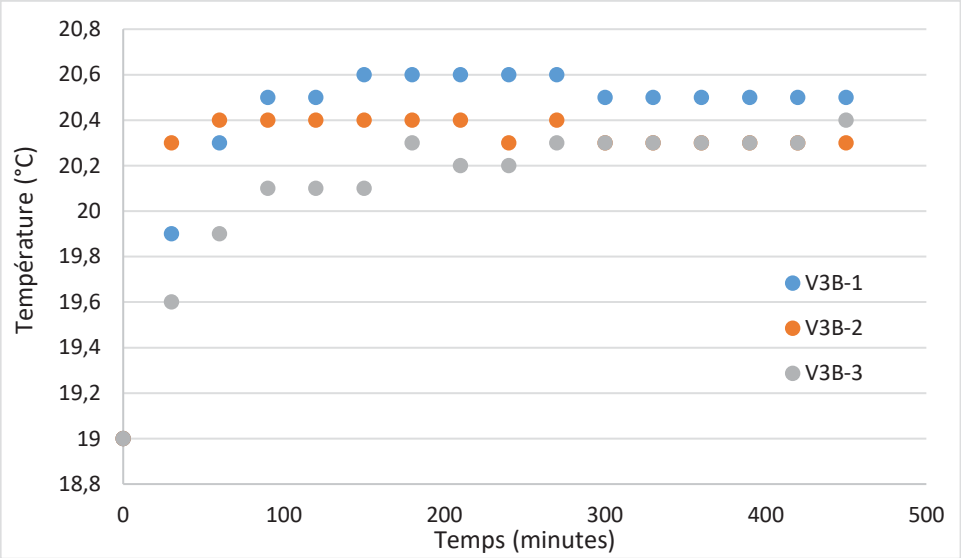


Figure 5. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte

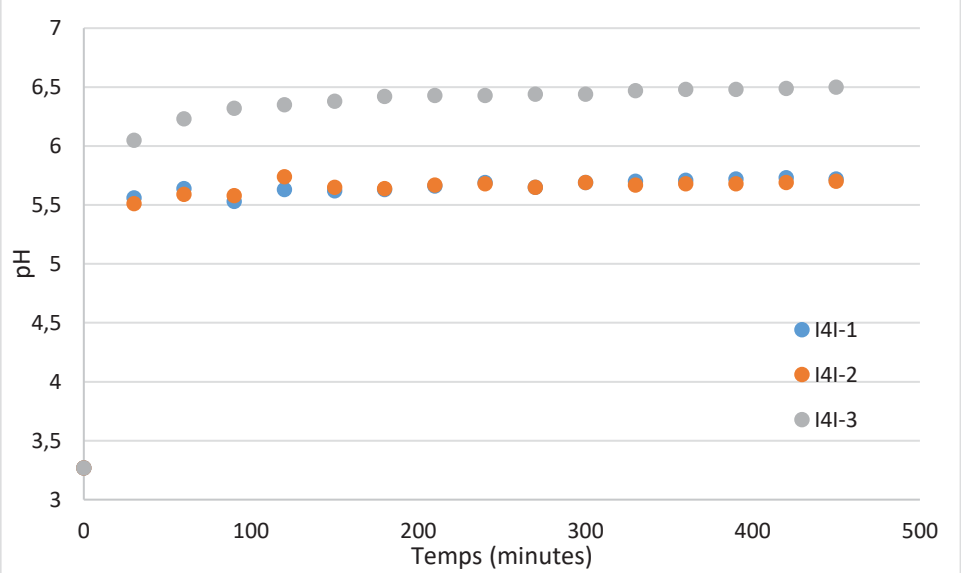


Figure 6. Suivi du pH du test NAG cinétique pour les échantillons de péridotite

Tel qu'indiqué par la Figure 6, après seulement 30 minutes, les valeurs de pH se stabilisent à des valeurs supérieures à 6 unités de pH pour l'échantillon de péridotite I4I-3 et à des valeurs supérieures à 5,5 unités de pH pour les échantillons de péridotite I4I-1 et I4I-2. La température semble se stabiliser après 330 minutes (Figure 7).

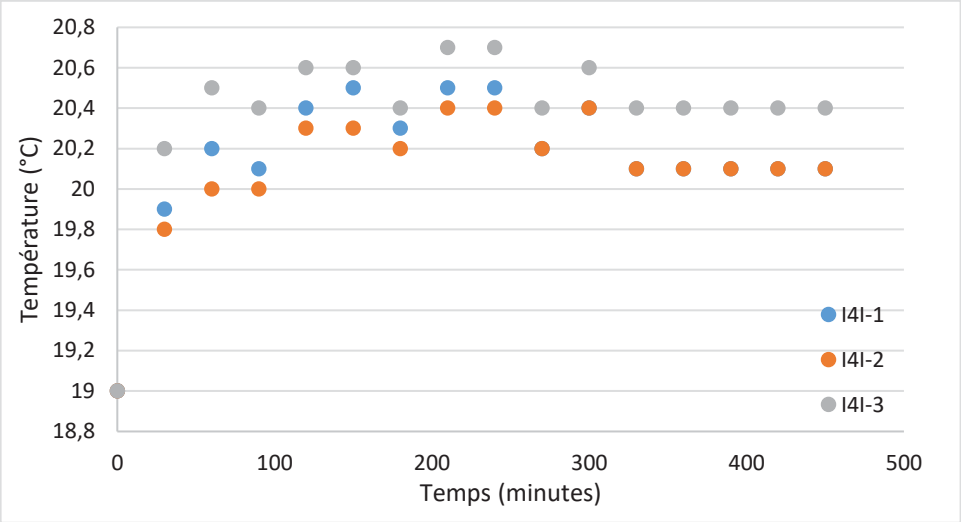


Figure 7. Suivi de la température du test NAG cinétique pour les échantillons de basalte

Après la stabilisation du pH et de la température (le lendemain), les échantillons à l'étude (sous forme de pulpe) ont été chauffés à 110°C dans le but d'éliminer le H_2O_2 restant.
Le chauffage a été arrêté quand le volume total est rendu de 250 à 100 mL, afin de pouvoir mesurer le pH dans le surnageant, même si de l'effervescence était encore présente.
Le pH du surnageant refroidi à la température de la pièce a été mesuré sans ajout d'eau. Comme tous les échantillons avaient un pH supérieur à 4,5, le titrage avec NaOH n'a pas été effectué (les échantillons sont classés non PGA).

Tableau 14. Comparaison pH final du test NAG vs pH de la pâte

Échantillon	NAG pH, 7,5h	NAG pH, final (24h)	pH pâte, 14h
V4-1	6,02	5,39	9,32
V4-2	6,16	5,51	9,20
V4-3	6,23	5,6	9,39
V3B-1	5,80	5,3	9,06
V3B-2	6,99	6,78	9,20

V3B-3	6,40	5,93	9,27
I4I-1	5,72	4,65	9,73
I4I-2	5,70	5,04	9,71
I4I-3	6,50	6,09	8,84

La diminution du pH NAG après le chauffage à 110°C s'explique par la diminution du volume de surnageant de 250 à 100 mL.

La Figure 8, tirée de la référence *Short-term Acid Rock Drainage Characteristics Determined by Paste pH and Kinetic Nag Testing (*Weber et al., 2006*)* classifie aussi les échantillons à l'étude selon le pH NAG final et le pH de la pâte comme étant non PGA, et propose ainsi une stratégie de gestion.

Classification	Test Criteria	Strategic Plan
NAF	Paste pH > 6 NAG pH > 4	Possibly suitable for use as an engineering material (further testing required)
PAF - Lag to ARD	Paste pH > 6 NAG pH < 4	Encapsulation to reduce subsequent oxygen-water ingress prior to ARD formation
PAF – Medium risk	Paste pH 4 - 6 NAG pH < 4	Neutralisation dose required followed by immediate encapsulation
PAF – High risk	Paste pH < 4 NAG pH < 4	Neutralisation dose required followed by immediate encapsulation. Dose rate is greater than medium risk.

Figure 8. Classification et plan stratégique selon le pH de la pâte et pH du test NAG

c) Potentiel de neutralisation net (PNN)

Pour tous les échantillons à l'étude, le SO_4^{2-} a été trouvé sous la limite de détection de la méthode analytique, soit < 0,1 %. Le S associé au SO_4^{2-} est donc < 0,033 %.

Il est à noter que l'échantillon I4I-3 a été analysé en duplicata, à des fins de contrôle qualité.

Tenant compte de la nature des échantillons (carottes de forage), le S_{total} a été associé aux sulfures pour les calculs de PA, PNN et PN/PA.

Tel que présenté dans le Tableau 15, le pourcentage de S est inférieur à 0,3% (même il est inférieur à 0,2%) pour tous les échantillons à l'étude. Ceci permet de classifier tous les échantillons comme étant non PGA. De plus, pour les échantillons V3B-2, V3B-3, V4-3, I4I-1 et I4I-3, le PNN dépasse 20 kg $CaCO_3$ / tonne. Pour les échantillons V3B-1, V4-1,

V4-2, et I4I-2 le PNN dépasse seulement 15 kg $CaCO_3$ / tonne. Cependant, le ratio PN/PA est supérieur à 3 (même il est supérieur à 6 pour les 4 échantillons ayant un PNN supérieur seulement à 15 kg $CaCO_3$ / tonne).

Tableau 15. Essai PN (Sobek et al., 1978 modifié par Lawrence et Wang, 1997)

	V3B-1	V3B-2	V3B-3	V4-1	V4-2	V4-3	I4I-1	I4I-2	I4I-3	I4I-3D
Fizz	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Masse, g	2,0126	2,0114	2,0179	2,0207	2,0191	2,0092	2,0195	2,0055	2,0072	2,0038
ml sol HCl t=0h	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
pH / t=2h	2,04	2,24	2,39	2,01	2,02	2,15	2,08	1,98	2,44	2,45
ml sol HCl t=2h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pH après 22h	2,11	2,46	3,08	2,13	2,08	2,23	2,39	2,11	3,09	3,21
ml sol HCl	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,7	0,6
pH à 125 ml, après 24h	2,39	2,74	2,42	2,37	2,36	2,46	2,63	2,21	2,24	2,38
ml sol HCl	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0
pH avant titrage	2,39	2,44	2,42	2,37	2,36	2,46	2,45	2,21	2,24	2,38
Normalité sol NaOH	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
ml sol NaOH	15,4	13,0	13,1	14,2	15,3	12,7	12,8	13,3	13,6	12,9
PN	19,080	28,836	29,486	21,379	19,216	24,487	22,778	16,704	33,380	32,688
$\%S^{2-}$	0,100	0,072	0,137	0,090	0,058	0,077	<0,009	0,035	0,166	0,183
PA	3,125	2,250	4,281	2,812	1,812	2,406	<0,281	1,094	5,188	5,719
PNN	15,955	26,586	25,205	18,567	17,404	22,081	>22,497	15,610	28,192	26,969
PN/PA	6,106	12,816	6,888	7,603	10,605	10,177	>81,100	15,269	6,434	5,716

d) Essais statiques basées sur la minéralogie – approche de Kwong (1993)

Essentiellement, cette approche utilise le taux de réaction des minéraux.

Formule de calcul :

$$M = 2x(1 - r + p) - 2\sum_{n=1}^{6} x_{m_n} w_n$$

M : Index minéralogique, si M>0 le résidu est générateur de DMA, si M<0 le résidu est non générateur de DMA.

Tableau 16. Résultat des calculs selon le taux de réaction des minéraux Kwong 1993 (Tableau 2)

	Σ2x(1-r+p)	ΣXmn·Wn	M			Conclusion
V3B-1	0,031	0,387	-0,356	<	0	Non PGA
V3B-2	0,018	0,438	-0,420	<	0	Non PGA
V3B-3	0,042	0,304	-0,262	<	0	Non PGA
V4-1	0,0245	0,322	-0,297	<	0	Non PGA
V4-2	0,0194	0,327	-0,308	<	0	Non PGA
V4-3	0,0209	0,391	-0,370	<	0	Non PGA
I4I-1	0,002	0,375	-0,373	<	0	Non PGA
I4I-2	0,009	0,376	-0,367	<	0	Non PGA
I4I-3	0,055	0,287	-0,232	<	0	Non PGA

Tableau 17. Résultat des calculs selon le taux de réaction des minéraux Lawrence et Scheske 1996 (Tableau 3)

	Σ2x(1-r+p)	ΣXmn·Wn	M			Conclusion
V3B-1	0,031	0,072	-0,041	<	0	Non PGA
V3B-2	0,018	0,181	-0,163	<	0	Non PGA
V3B-3	0,042	0,057	-0,014	<	0	Non PGA
V4-1	0,025	0,045	-0,021	<	0	Non PGA
V4-2	0,019	0,050	-0,031	<	0	Non PGA
V4-3	0,021	0,072	-0,051	<	0	Non PGA
I4I-1	0,002	0,096	-0,094	<	0	Non PGA
I4I-2	0,009	0,082	-0,074	<	0	Non PGA
I4I-3	0,055	0,033	0,023	>	0	PGA

Selon l'approche de Kwong, les échantillons sont tous non PGA sauf l'échantillon I4I-3 si le calcul est effectué avec le taux de réaction des minéraux selon Lawrence et Scheske 1996

(Tableau 3). Cependant, cet échantillon est classifié non PGA selon tous les critères de la Directive 019 :

- pourcentage de S inférieur à 0,3%
- PNN dépasse 20 kg $CaCO_3$ / tonne
- ratio PN/PA supérieur à 3

Il est aussi non PGA selon les valeurs de pH de la pâte et du pH NAG.

e) Essais statiques basés sur la minéralogie – approche de Paktunc

Essentiellement, cette approche considère la somme des coefficients stœchiométriques des cations oxydables.

Formules de calcul :

$$PN = \sum_{i=1}^{k} \frac{10 X_i \omega_a c_i}{n_{M,i} \omega_i}$$

$$PA = \sum_{i=1}^{k} \frac{10 n_{M,a} X_i \omega_a}{\omega_i}$$

Tableau 18. Résultat des calculs selon l'approche de Paktunc

	PA	PN	PNN	Conclusion
V3B-1	3,1	747	744	Non PGA
V3B-2	2,2	780	778	Non PGA
V3B-3	4,2	731	727	Non PGA
V4-1	2,7	722	720	Non PGA
V4-2	1,8	770	768	Non PGA
V4-3	2,3	756	753	Non PGA
I4I-1	0,3	942	942	Non PGA
I4I-2	1,1	987	986	Non PGA
I4I-3	5,6	714	708	Non PGA

Selon l'approche de Paktunc, les échantillons sont tous non PGA.

La colonne PNN indique la quantité théorique en kg de H_2SO_4 pouvant être neutralisés / tonne échantillon.

5. Conclusions

1) Les échantillons étudiés dans le cadre de ce projet ne sont pas générateurs de DMA (non PGA), surtout dû aux faibles teneurs en S (<0,3%). Advenant l'oxydation des sulfures, les teneurs en silicates d'altération rapide et intermédiaire sont suffisantes pour la neutralisation d'un éventuel drainage.
2) Afin de déterminer correctement le teneur en Cr, la méthode «4 acides» est à privilégier, pour la digestion complète de l'échantillon (silicates, minéraux réfractaires). De plus, remplacer le HCl par de H_2SO_4 ne semble pas avoir un impact sur la teneur en Cr, en solution. Utiliser donc : HF, HCl, HNO_3 et Br_2 (oxydant) pour solubiliser complètement le solide.
3) Les essais cinétiques sont généralement utilisés pour trancher sur le PGA des échantillons, lorsque les résultats des essais statiques tombent dans la zone d'incertitude. Les essais en laboratoire (exemple cellule humide, normée par ASTM D 5744-96, 1998, 2007) n'ont pas été conçus pour estimer la qualité de l'eau. Dans le cas des matériaux faiblement réactifs et non PGA, les concentrations des constituants de l'eau de drainage obtenues en laboratoire peuvent être très différentes des concentrations obtenues sur le terrain (plusieurs ordres de grandeur de différence). Afin d'avoir une meilleure prédiction de la qualité de l'eau de drainage, il est souhaitable de réaliser des essais cinétiques dans les conditions hydrogéochimiques du terrain : colonnes *in situ* (barils) et parcelles (cellules) expérimentales de terrain.

6. Travaux à venir

A. Extraction séquentielle en laboratoire, pour les 9 échantillons à l'étude, dont un sera analysé en duplicata à des fins de contrôle qualité. Granulométrie <74 μm (< 200 mesh). Dans le but d'identifier qualitativement et quantitativement les contaminants dans les fractions : soluble, échangeable, liés aux carbonates, liés aux oxydes de Fe et Mn, liés à la matière organique, ou stables (dans la fraction résiduelle).
B. Essais en barils sur le terrain (dans les conditions hydrogéochimiques du terrain), remplis avec des carottes de forage de taille maximale 5 cm, représentatifs pour les 4 phases de la fosse. Paramètres de suivi : pH, Eh, Conductivité, température, volume d'eau, analyse élémentaire qualitative et quantitative (scan ICP-MS) et spéciation du Chrome.
C. Analyse des résidus.

7. Références

Ian Wark Research Institute and Environmental Geochemistry International (2002). *ARD Test Handbook. AMIRA P387A Project; Prediction and Kinetic Control of Acid Mine Drainage.* AMIRA International, Melbourne, Australia.

http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/index.asp

Kwong, Y.T.J. (2018). *Prediction and prevention of acid rock drainage from a geological and mineralogical perspective*. MEND Project 1.32.1

Lawrence, R.W., Wang, Y. (1996). *Determination of neutralization potential for acid rock drainage prediction*. MEND/NDEM report 1.16.3, Canadian Centre for Mineral and Energy Technology, Ottawa, Canada. *Modified Acid Base Accounting Procedure p. 78-79.*

Ministère du Développement Durable, Environnement et Lutte contre les Changements Climatiques du Québec MDDELCC (2012) Directive 019 sur l'industrie minière, http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/.

Plante B., Bussière B., Bouzahzah H., Benzaazoua M., Demers I., Kandji E-H B. (2015). *Revue de littérature en vue de la mise à jour du guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*. UQAT – URSTM, Rapport PU-2013-05-806, 72p.

Price W.A., Y.T.J. Kwong (1997). Waste rock weathering, sampling and analysis: Observations from the British Columbia Ministry of Employment and Investment database, Proceedings of the Fourth International Conference on Acid Rock Drainage, Vancouver, B.C., Canada, May 31-June 6, 1997, p. 31-45.

Sayona Québec Inc. (2018). Plan de réaménagement et de restauration du site minier pour le projet Authier. 251 pages.

Smith K.S., Ramsey C.A., Hageman P.L. (2000). Sampling strategy for the rapid screening of mine-waste dumps on abandoned mine lands. In Proceedings from the Fifth International Conference on Acid Rock Drainage. SME, Littleton, CO. p. 1453-1461.

Takeno N. (2005). *Atlas of Eh- pH diagrams*. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan, 287 p.

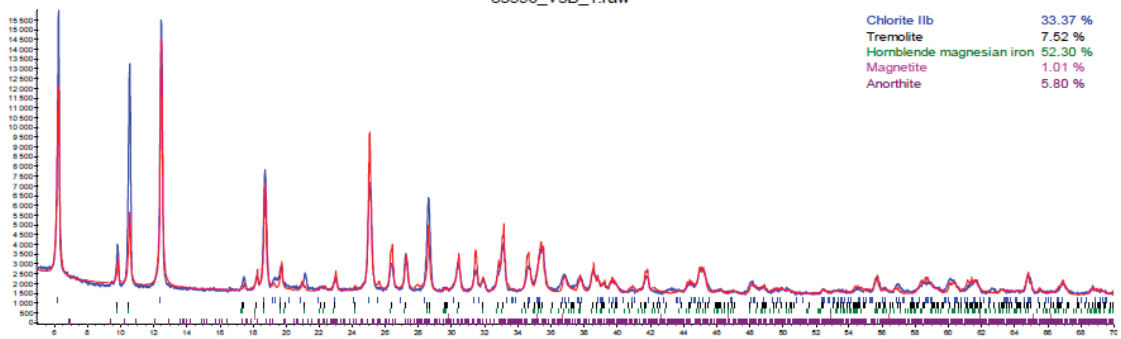
Weber, P.A. , Hughes, J.B., Conner, L.B., Lindsay, P., Smart, R.St.C. (2006). *Short-term Acid Rock Drainage Characteristics Determined by Paste pH and Kinetic Nag Testing: Cypress Prospect, New Zealand*. The 7th International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD), March 26-30, 2006, St. Louis MO. R.I. Barnhisel (ed.) Published by the American Society of Mining and Reclamation (ASMR), 3134 Montavesta Road, Lexington, KY 40502.

www.webmineral.com

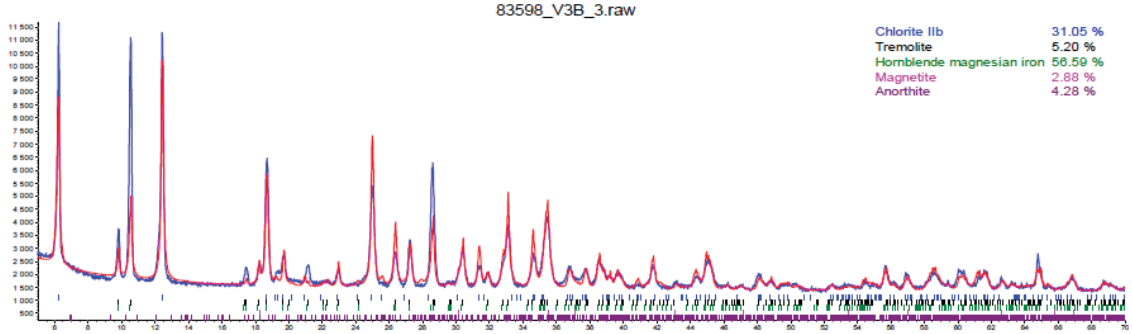
8. Annexe

Analyse minéralogique par diffraction des rayons X

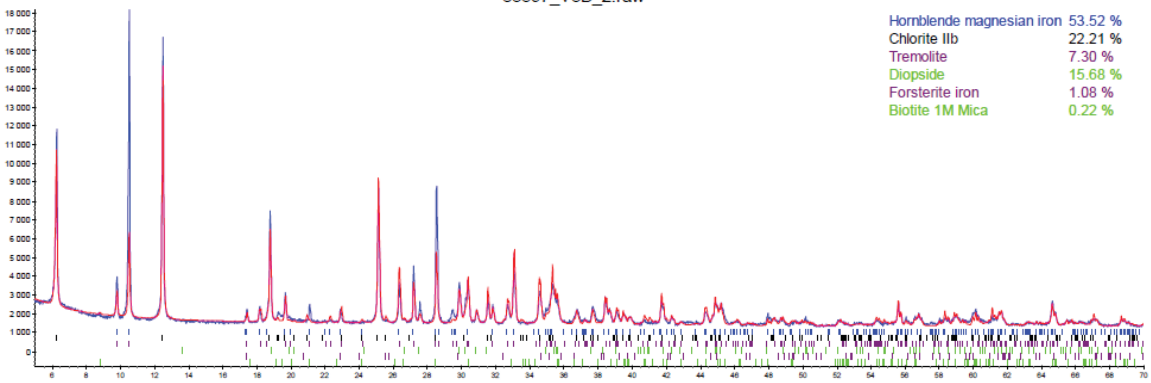
83596_V3B_1.raw



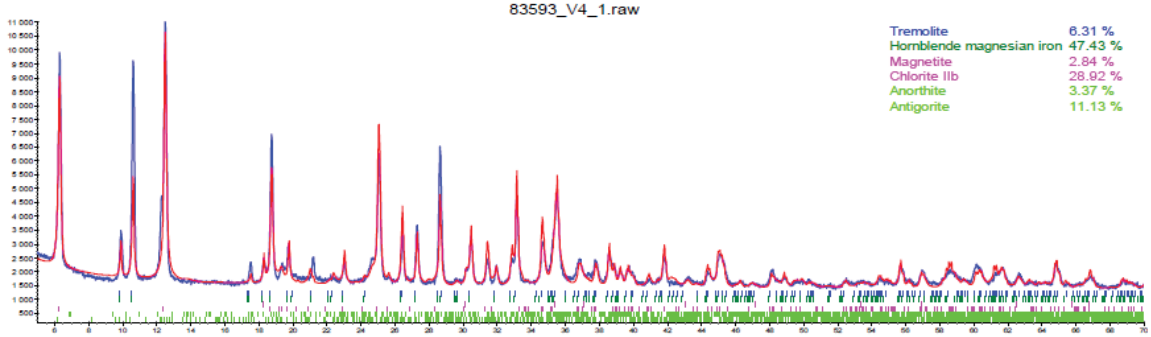
83598_V3B_3.raw



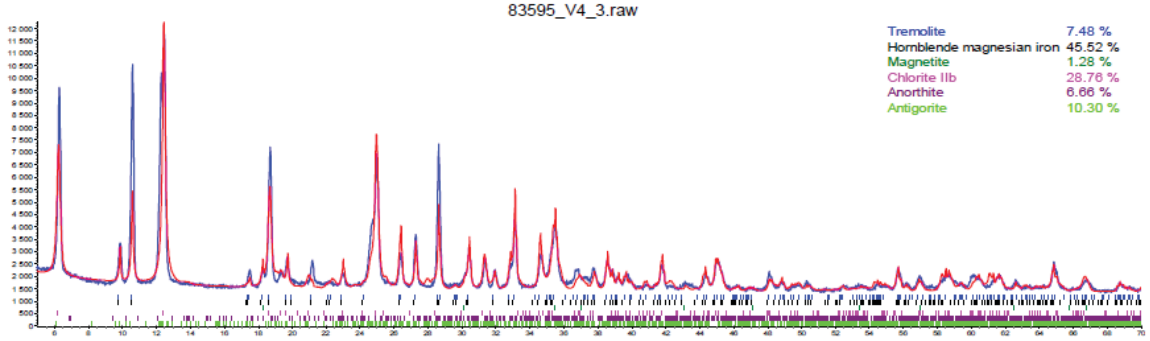
83597_V3B_2.raw



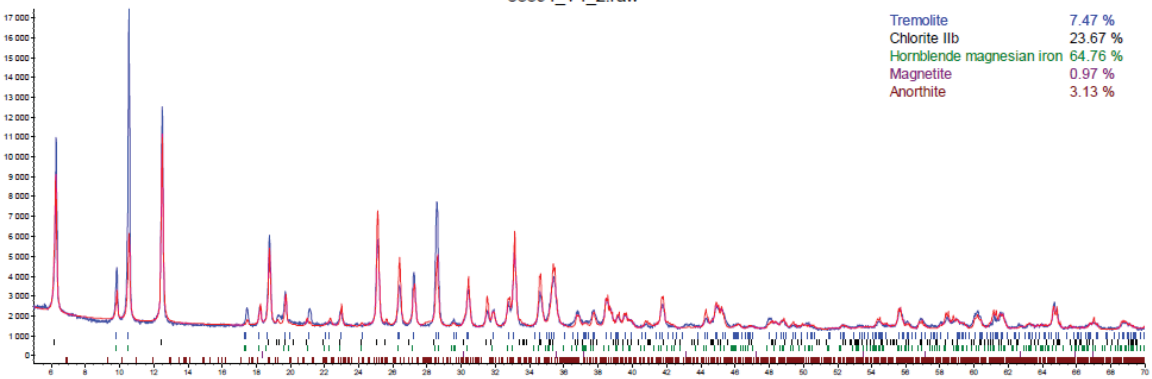
83593_V4_1.raw



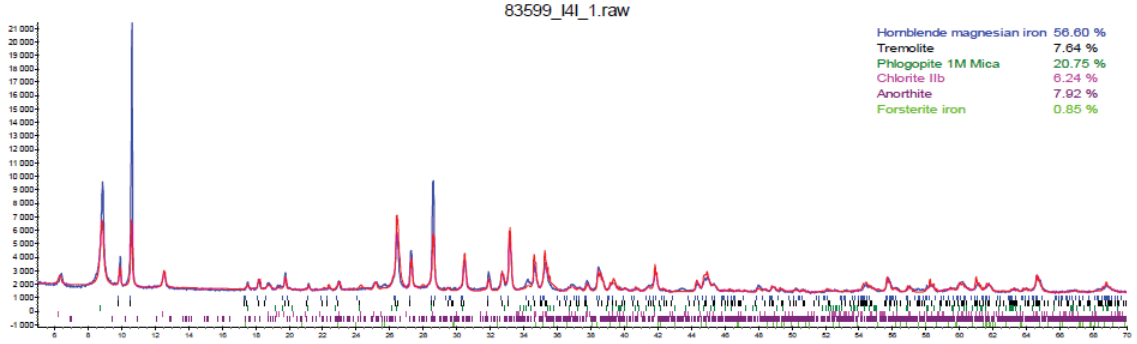
83595_V4_3.raw



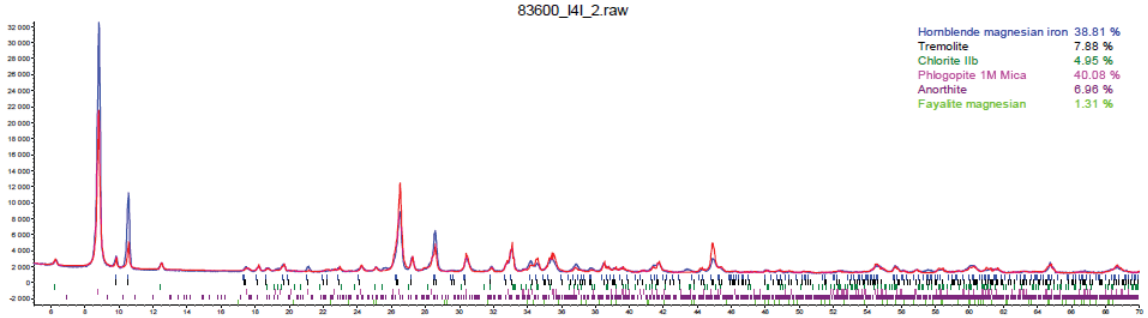
83594_V4_2.raw



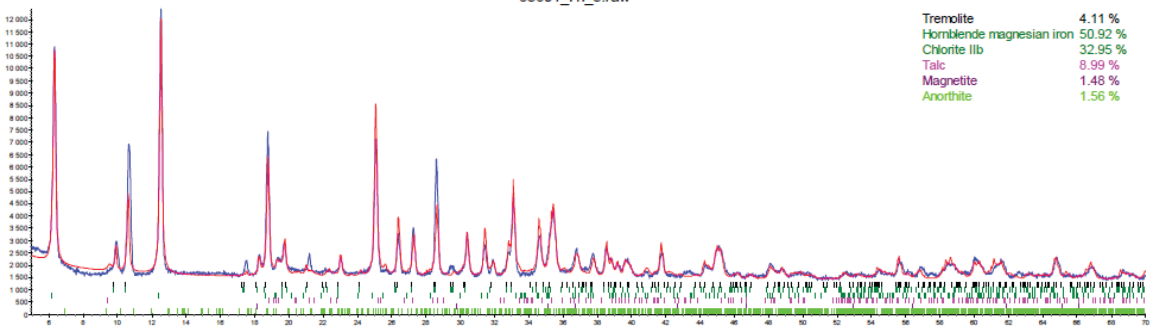
83599_l4l_1.raw



83600_l4l_2.raw



83601_l4l_3.raw



Centre technologique des résidus industriels

URSTM Unité de recherche et de service en technologie minérale
de l'Abitibi-Témiscamingue
445, boul. de l'Université
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4
Tél.: (819) 762-0971 poste 2558 • Fax: (819) 797-6672

Analyse du soufre et carbone totaux par fournaise à induction

Préparation:
Analyse: Melanie Belanger
Date d'analyse: 12 juillet 2019
Méthode: PE3-AC-26
Vérification: Marc Paquin
Projet: PU-2019-01-1247-A

Élément	C_{total}	S_{total}
Unités	% p/p	% p/p
LDM	0,05	0,009
V4-1 volcanique ultramafique (U83593)	0,05	0,090
V4-2 volcanique ultramafique (U83594)	0,09	0,058
V4-3 volcanique ultramafique (U83595)	<0,05	0,077
V3B-1 basalte (U83596)	<0,05	0,100
V3B-2 basalte (U83597)	0,23	0,072
V3B-3 basalte (U83598)	0,06	0,137
I4I-1 péridotite (U83599)	<0,05	<0,009
I4I-2 péridotite (U83600)	<0,05	0,035
I4I-3 péridotite (U83601)	0,15	0,166
I4I-3 péridotite (U83601) duplicata	0,18	0,183

Notes: LDM : Limite de détection de la méthode

Approuvé par: Marc Paquin 2019.07.16 14:16:21 -04'00'

Marc Paquin, Chimiste

Centre technologique des résidus industriels

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Centre Technologique des residus industriels
Attn :
433, boul. du College
Rouyn-Noranda, QC
J9X 0E1
Phone: 819-762-0931
Fax:819-762-2071

11-September-2019

Date Rec. : 26 August 2019
LR Report : **CA02786-AUG19**

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Sample ID	SO4 %
1: Volcaniques ultramafique V4-1	< 0.1
2: Volcaniques ultramafique V4-2	< 0.1
3: Volcaniques ultramafique V4-3	< 0.1
4: Basaltes V3B-1	< 0.1
5: Basaltes V3B-2	< 0.1
6: Basaltes V3B-3	< 0.1
7: Peridotites I4I-1	< 0.1
8: Peridotites I4I-2	< 0.1
9: Peridotites I4I-3	< 0.1
10: Peridotites I4I-3 Dup	< 0.1

Control Quality Analysis - not suitable for commercial exchange

Brett Pipher
Project Coordinator, Minerals Services, Analytical

Centre technologique des résidus industriels

Certificat Multiple

Client : **CTRI**
Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

No labo	262738	262739	262740	262741	262742	262743	262744	262745
Échantillon	141-1 15% HNO3	141-2 15% HNO3	141-3 15% HNO3	141-3 15% HNO3 Dup	V3B-1 15% HNO3	V3B-2 15% HNO3	V3B-3 15% HNO3	V4-1 15% HNO3
Lieu de prélèvement	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI
Date prélèvement	30-07-2019	30-07-2019	30-07-2019	30-07-2019	26-07-2019	26-07-2019	26-07-2019	29-07-2019
Aluminium (Al) mg/L	137	95.24	121	95.89	94.33	66.75	60.96	49.43
Antimoine (Sb) mg/L	0.0625	0.0120	0.0679	0.0315	0.0064	0.0319	0.0114	0.0082
Argent (Ag) mg/L	0.0160	0.0143	0.0146	0.0163	0.0142	0.0140	0.0086	0.0081
Arsenic (As) mg/L	0.0179	0.0164	0.0217	0.0123	0.0069	0.0159	0.0198	0.0065
Baryum (Ba) mg/L	0.4658	0.5443	0.3772	1.030	0.9867	1.408	0.4559	1.071
Béryllium (Be) mg/L	0.0120	0.0354	0.0017	0.0060	0.0006	0.0075	0.0108	0.1073
Bismuth (Bi) mg/L	0.0012	0.0065	0.0017	0.0013	0.0034	0.0036	0.0010	0.0034
Bore (B) mg/L	42.4	46.3	31.9	130	118	126	75.6	57.1
Cadmium (Cd) mg/L	0.00358	0.00841	0.00300	0.00235	0.00082	0.00158	0.00131	0.00171
Calcium (Ca) mg/L	173	303	204	163	208	151	212	134
Chrome (Cr) mg/L	5.987	4.588	6.608	6.950	5.823	5.587	0.8628	5.090
Cobalt (Co) mg/L	0.3321	0.2458	0.3490	0.4095	0.3318	0.3639	0.1724	0.3139
Cuivre (Cu) mg/L	0.3646	0.3025	0.4838	0.3053	0.2820	0.1553	0.0784	0.6713
Étain (Sn) mg/L	0.008	0.030	0.006	0.004	0.020	0.006	0.006	0.014
Fer (Fe) mg/L	207	166	183	216	194	152	125	105
Magnésium (Mg) mg/L	450	321	494	559	467	573	236	380
Manganèse (Mn) mg/L	4.460	5.914	4.902	5.095	5.363	4.413	4.985	6.736
Molybdène (Mo) mg/L	0.0593	0.1242	0.0783	0.0297	0.0514	0.0294	0.0228	0.0466
Nickel (Ni) mg/L	4.262	2.826	4.686	5.459	4.424	5.947	0.6329	3.370
Plomb (Pb) mg/L	0.0813	0.0724	0.0869	0.0595	0.0400			

Jean-François Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:01 -04'00'

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Date d'émission : 16 août 2019

CTRI
Centre technologique des résidus industriels

H2Lab

Certificat Multiple

Client : **CTRI**
Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

No labo	262738	262739	262740	262741	262742	262743	262744	262745
Échantillon	141-1 15% HNO3	141-2 15% HNO3	141-3 15% HNO3	141-3 15% HNO3 Dup	V3B-1 15% HNO3	V3B-2 15% HNO3	V3B-3 15% HNO3	V4-1 15% HNO3
Lieu de prélèvement	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI	CTRI
Date prélèvement	30-07-2019	30-07-2019	30-07-2019	30-07-2019	26-07-2019	26-07-2019	26-07-2019	29-07-2019
Potassium (K) mg/L	60.2	74.8	74.9	28.4	33.2	30.8	81.0	163
Sélénium (Se) mg/L	0.0209	0.0203	0.0206	0.0110	0.0201	0.0100	0.0819	0.0096
Silice (Si) mg/L	0.46	1.19	0.52	0.81	0.86	2.52	0.28	0.41
Sodium (Na) mg/L	230	251	260	100	114	109	100	82.7
Tellure (Te) mg/L	0.0007	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0007	<0.0005
Titane (Ti) mg/L	6.99	7.27	6.28	6.94	7.35	3.96	10.0	4.22
Uranium (U) mg/L	0.005	0.007	0.006	0.002	0.003	0.003	0.007	0.005
Vanadium (V) mg/L	0.5031	0.4859	0.5034	0.5047	0.5273	0.3674	0.6333	0.5555
Zinc (Zn) mg/L	0.596	0.405	0.829	0.406	0.371	0.360	0.406	0.766

Jean-François Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:02 -04'00'

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Date d'émission : 16 août 2019

CTRI
Centre technologique des résidus industriels

H2Lab

Certificat Multiple

Client : **CTRI**
Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

No labo	262746
Échantillon	V4-2 15% HNO3
Lieu de prélèvement	CTRI
Date prélèvement	29-07-2019
Aluminium (Al) mg/L	65.17
Antimoine (Sb) mg/L	0.0159
Argent (Ag) mg/L	0.0121
Arsenic (As) mg/L	0.0125
Baryum (Ba) mg/L	0.6650
Béryllium (Be) mg/L	0.0118
Bismuth (Bi) mg/L	0.0014
Bore (B) mg/L	138
Cadmium (Cd) mg/L	0.00128
Calcium (Ca) mg/L	173
Chrome (Cr) mg/L	4.714
Cobalt (Co) mg/L	0.3157
Cuivre (Cu) mg/L	0.2486
Étain (Sn) mg/L	0.004
Fer (Fe) mg/L	125
Magnésium (Mg) mg/L	467
Manganèse (Mn) mg/L	4.490
Molybdene (Mo) mg/L	0.0340
Nickel (Ni) mg/L	4.231
Plomb (Pb) mg/L	0.0574

Jean-François Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:02 -04'00'

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Date d'émission : 16 août 2019

CTRI
Centre technologique des résidus industriels

H2Lab

Certificat Multiple

Client : **CTRI**
Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

No labo	262746
Échantillon	/4-2 15% HNO3
Lieu de prélèvement	CTRI
Date prélèvement	29-07-2019
Potassium (K) mg/L	32.7
Sélénium (Se) mg/L	0.0215
Silice (Si) mg/L	0.75
Sodium (Na) mg/L	102
Tellure (Te) mg/L	0.0008
Titane (Ti) mg/L	4.60
Uranium (U) mg/L	0.003
Vanadium (V) mg/L	0.5600
Zinc (Zn) mg/L	0.270

Jean-Francois Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:02 -04'00'

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

CTRI
Centre technologique des résidus industriels

H2Lab

Certificat Multiple

Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

Paramètres	Limite de détection rapportée Valeur			Accrédité:	Analysé le:	Labo:
Aluminium (Al)	0.005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Antimoine (Sb)	0.0001	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Argent (Ag)	0.0001	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Arsenic (As)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Baryum (Ba)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Béryllium (Be)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Bismuth (Bi)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Bore (B)	0.01	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Cadmium (Cd)	0.00002	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Calcium (Ca)	0.03	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Chrome (Cr)	0.0006	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Cobalt (Co)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Cuivre (Cu)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Étain (Sn)	0.001	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Fer (Fe)	0.010	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Magnésium (Mg)	0.02	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Manganèse (Mn)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Molybdene (Mo)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Nickel (Ni)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Plomb (Pb)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Jean-Francois Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:02 -04'00'

Date d'émission : 16 août 2019

Client : **CTRI**

CTRI
Centre technologique des résidus industriels

H2Lab

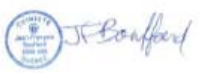
Certificat Multiple

Responsable : M. Mamadou Dia
Adresse : 433, boulevard du Collège
Rouyn-Noranda Québec J9X 0E1
tél.: (819) 762-0931 (1703)

Date de réception : 31 juillet 2019
Nom du préleveur : N/A
Type d'échantillon : Eau usée

Paramètres	Limite de détection rapportée Valeur			Accrédité:	Analysé le:	Labo:
Potassium (K)	0.05	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Sélénium (Se)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Silice (Si)	0.01	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Sodium (Na)	0.05	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Tellure (Te)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Titane (Ti)	0.01	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Uranium (U)	0.001	mg/L	M-MET-3.0		2019-08-14	
Vanadium (V)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	
Zinc (Zn)	0.001	mg/L	M-MET-3.0	Oui	2019-08-14	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.



Jean-Francois Bouffard
J'approuve le certificat
2019.08.19 08:27:02 -04'00'

Date d'émission : 16 août 2019

Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-262747

Échantillon : V4-3 15% HNO3 — Date de prélèvement : 29 juillet 2019

Lieu de prélèvement : CTRI — Heure de prélèvement : N/D

Paramètres	Résultats	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Aluminium (Al)	98.42 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Antimoine (Sb)	0.0075 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Argent (Ag)	0.0117 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Arsenic (As)	0.0104 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Baryum (Ba)	0.1764 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Béryllium (Be)	0.0122 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Bismuth (Bi)	0.0017 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Bore (B)	163 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Cadmium (Cd)	0.00059 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Calcium (Ca)	187 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Chrome (Cr)	5.715 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Cobalt (Co)	0.3668 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Cuivre (Cu)	0.3266 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Étain (Sn)	0.004 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Fer (Fe)	216 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Magnésium (Mg)	505 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Manganèse (Mn)	4.987 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Molybdene (Mo)	0.0194 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Nickel (Ni)	4.836 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Plomb (Pb)	0.0195 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Potassium (K)	2.26 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Sélénium (Se)	0.0161 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Silice (Si)	0.46 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Sodium (Na)	151 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Tellure (Te)	<0.0005 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Titane (Ti)	7.52 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Uranium (U)	0.003 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Vanadium (V)	0.5977 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019
Zinc (Zn)	0.283 mg/L	M-MET-3.0	14 août 2019

Il est à noter que des échantillons solides de 0,5 g ont été digérés avec HNO_3, H_2SO_4, HF et Br_2 tel qu'indiqué dans la section méthodologie, puis la solution a été ramenée à 100 mL et envoyé pour analyse en solution chez H2Lab. Les teneurs présentés dans le Tableau 4 du rapport (exprimés en mg/kg) provient du calcul, en tenant compte des concentrations en solution, du volume de 100 mL, et de la masse initiale pour chacun d'échantillons solides.

L A M O N T inc

e x p e r t • c o n s e i l

Caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers

Projet Authier

Lamotte, Québec, Canada

Préparé pour:
Sayona Mining

Par:
Lamont inc.

Août 2017

L A M O N T inc

e x p e r t • c o n s e i l

Caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers

Projet Authier

Lamotte, Québec, Canada

Maude Lévesque Michaud, ing.

Ann Lamontagne, ing. Ph.D.

Août 2017

RÉSUMÉ

Le projet Authier est situé en Abitibi-Témiscamingue à environ 15 km au nord de Rivière-Héva. Sayona Mining a acquis le projet en 2016 et procède depuis à des études techniques et environnementales afin d'exploiter une mine de lithium. La caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers entre dans le cadre de ces études afin de définir le plan de gestion des rejets miniers et de s'assurer de limiter les impacts sur l'environnement lors de l'entreposage en surface.

Le projet Authier est l'hôte d'une minéralisation en lithium contenue sous forme de spodumène dans une intrusion pegmatitique. Les principaux minéraux sont du spodumène, quartz, albite, muscovite, biotite, tourmaline et pyroxène. La pegmatite est encaissée dans une unité géologique composée de roches volcaniques ultramafiques, de basalte et de péridotite. Les minéraux principalement identifiés sont des silicates, tels que pyroxène, olivine, amphibolite, mica, serpentine, quartz et feldspath.

Un total de 52 échantillons de roches stériles et de 3 échantillons de minerai a été prélevé. Le protocole de caractérisation géochimique consiste en plusieurs essais statiques et analyses afin de déterminer les propriétés géochimiques des échantillons. Les essais effectués sont le bilan acide-base (Sobek modifié), l'analyse des métaux traces et les essais de lixiviation TCLP et SPLP.

Deux (2) échantillons de résidus miniers et un (1) échantillon d'eau de procédé ont été prélevés suite à des essais métallurgiques. Les résidus miniers ont été analysés pour la composition en oxydes majeurs et mineurs (FRX), le bilan acide-base (Sobek modifié), l'analyse des métaux traces et les essais de lixiviation TCLP et SPLP. L'eau de procédé a été analysée pour les métaux totaux et dissous et d'autres paramètres tels que le pH et l'alcalinité.

Les essais de caractérisation géochimique ont servi à statuer sur le potentiel des échantillons à générer de l'acidité. Selon les critères de la Directive 019 applicables au Québec, 1 échantillon de stériles sur 52 est considéré potentiellement générateur d'acide avec une concentration en S_{total} de 0,303 %. Cette valeur est très proche du critère de 0,3 % S_{total}. Tous les échantillons de minerai et de résidus miniers sont considérés non-potentiellement générateurs d'acide. Selon les informations actuellement disponibles, on peut considérer que l'ensemble des stériles, du minerai et des résidus miniers seront non-potentiellement générateurs d'acide.

Les essais ont également servi à statuer sur le potentiel de lixiviation en métaux. Toujours selon les critères de la Directive 019 basés sur l'analyse en métaux et l'essai de lixiviation TCLP, 32 échantillons de stériles sur 52 sont considérés potentiellement lixiviables en nickel (19 volcaniques ultramafiques, 7 basaltes, 5 péridotites et 1 schiste). Il y a également 1 échantillon de volcanique ultramafique et 1 échantillon de basalte qui dépassent le critère A de la PPSRTC et le critère RES pour le cuivre lors de l'essai TCLP. Dans le cas des échantillons de minerai, 2 échantillons sur 3 dépassent le critère A de la PPSRTC et le critère RES pour le cuivre lors de l'essai TCLP. Dans le cas des échantillons de résidus miniers du projet Authier, aucun résultat ne dépasse le critère A de la PPSRTC alors les échantillons ne sont pas potentiellement lixiviables.

Des essais de lixiviation SPLP simulant les pluies acides ont aussi été effectués. Les échantillons de roches stériles dont les concentrations excédaient le critère A n'ont pas dépassé le critère RES lors des essais de lixiviation SPLP. Le risque de lixiviation est donc peu probable puisque les conditions de l'essai TCLP ne sont pas représentatives de celles présentes sur le site. Un dépassement en cuivre pour un échantillon de minerai a été observé autant à l'essai TCLP que SPLP. L'entreposage du minerai est toutefois temporaire et ne devraient pas avoir de conséquence à long terme sur les eaux souterraines.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

1.1. Contexte 1

1.2. Informations consultées 1

1.3. Description du projet 1

1.4. Géologie et minéralisation 4

2. ÉCHANTILLONNAGE 7

2.1. Roches stériles et minerai 7

2.2. Résidus miniers et eau de procédé 8

3. ESSAIS RÉALISÉS ET CRITÈRES DE COMPARAISON 10

3.1. Méthodes analytiques 11

3.1.1. Analyse de roche totale 11

3.1.2. Potentiel de génération d'acide 11

3.1.3. Concentration des métaux traces 11

3.1.4. Potentiel de lixiviation – TCLP 11

3.1.5. Potentiel de lixiviation – SPLP 11

3.2. Critères de comparaison 12

3.2.1. Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide 12

3.2.2. Critères pour la détermination du potentiel de lixiviation de métaux 14

4. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION 15

4.1. Roches stériles 15

4.1.1. Potentiel de génération d'acide 15

4.1.2. Concentration des métaux traces 17

4.1.3. Potentiel de lixiviation – TCLP 18

4.1.4. Potentiel de lixiviation – SPLP 19

4.1.5. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019 19

4.2. Minerai 20

4.2.1. Potentiel de génération d'acide 20

4.2.2. Concentration des métaux traces 20
4.2.3. Potentiel de lixiviation – TCLP 20
4.2.4. Potentiel de lixiviation – SPLP 21
4.2.5. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019 21

4.3. Résidus miniers 21
4.3.1. Analyse de roche totale 21
4.3.2. Potentiel de génération d'acide 22
4.3.3. Concentration des métaux traces 23
4.3.4. Potentiel de lixiviation – TCLP 23
4.3.5. Potentiel de lixiviation – SPLP 23
4.3.6. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019 23

4.4. Eau de procédé 24
4.4.1. Métaux totaux et dissous 24

5. CONCLUSIONS 25

6. RÉFÉRENCES 27

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 – Localisation du projet Authier 2
Figure 1.2 – Localisation des claims de la propriété Authier 3
Figure 1.3 – Géologie régionale 5
Figure 2.1 – Localisation des échantillons 9
Figure 3.1 – Potentiel de génération d'acide selon les critères de la Directive 019 (A) et de Price (B) 13
Figure 4.1 – Histogramme des concentrations en soufre total 15
Figure 4.2 – Potentiel de génération d'acide en fonction du critère de Price 16
Figure 4.3 – Composition en oxydes majeurs et mineurs des résidus miniers 22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 – Résumé des campagnes de forages d'exploration 3
Tableau 1.2 – Estimation des ressources minérales (JORC 2012) 4
Tableau 2.1 – Nombre d'échantillons par lithologie 8

Tableau 3.1 – Essais géochimiques réalisés et critères de comparaison 12

Tableau 3.2 - Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide 13

Tableau 4.1 – Sommaire des métaux dépassant les critères A, B et C de la PPSRTC 17

Tableau 4.2 – Sommaire des métaux dépassant le critère RES de la PPSRTC et le critère de la Direction 019 sur les résidus à risques élevés 18

LISTE DES ANNEXES

Annexe A – Descriptions des échantillons et sections géologiques

Annexe B – Résultats d'analyse et critères

Annexe C – Certificats d'analyse

1. INTRODUCTION

Sayona Mining (Sayona) a mandaté Lamont pour la réalisation de la caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers du projet Authier situé dans la région de la municipalité de Lamotte en Abitibi. Il s'agit d'un projet de lithium présentement en développement.

Ce rapport présente le contexte géologique du projet, les protocoles d'essais géochimiques et les résultats obtenus. À partir de ces informations, Lamont a procédé à la compilation et à une analyse des résultats.

1.1. Contexte

Sayona procède actuellement aux études de faisabilité technique pour développer le projet Authier. L'étude de caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers entre dans le cadre de l'étude de la faisabilité technique présentement en cours et est aussi nécessaire à l'évaluation potentielle des impacts à la suite du début des opérations et de la fermeture. L'étude de caractérisation permettra de définir les propriétés géochimiques des rejets miniers afin de déterminer le plan de gestion de l'entreposage en surface et les travaux à planifier lors de la fermeture du site.

1.2. Informations consultées

Les informations sur le projet et celles relatives à la géologie et aux essais réalisés ont été tirées des documents suivants :

- Site internet de la compagnie Sayona Mining;
- Journaux de forage, sections et plans géologiques fournis par Sayona Mining;
- Rapport de travaux de forage réalisés en septembre et octobre 2016, Projet Authier, Sayona Mining et Services GFE, Mars 2017;
- NI 43-101 Technical Report, Preliminary Economic Assessment, Authier Lithium Property, Abitibi, Quebec, Canada, for Glen Eagle Resources, prepared by SGS Canada Mineral Services and BUMIGEME, January 2013;
- Carte interactive du Système d'information géominière du Québec (SIGEOM);
- Certificats d'analyses, SGS Minerals Services.

1.3. Description du projet

Le projet Authier est situé dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue à environ 45 km au nord-ouest de la ville de Val d'Or et à 15 km au nord de la ville de Rivière Héva (figure 1.1). Le centre de la propriété est situé sur le feuillet NTS 32D08 environ aux coordonnées 5 361 360 mN et 706 725 mE (UTM NAD83 Zone 17). Le projet est

accessible par un réseau routier rural (chemin de Preissac et route du Nickel) se raccordant à la Route 109 situé à quelques kilomètres à l'est du site (environ 5 km). La route 109 relie Rivière Héva à Amos puis Matagami. La route 109 rejoint la route 117 à la hauteur de Rivière Héva.

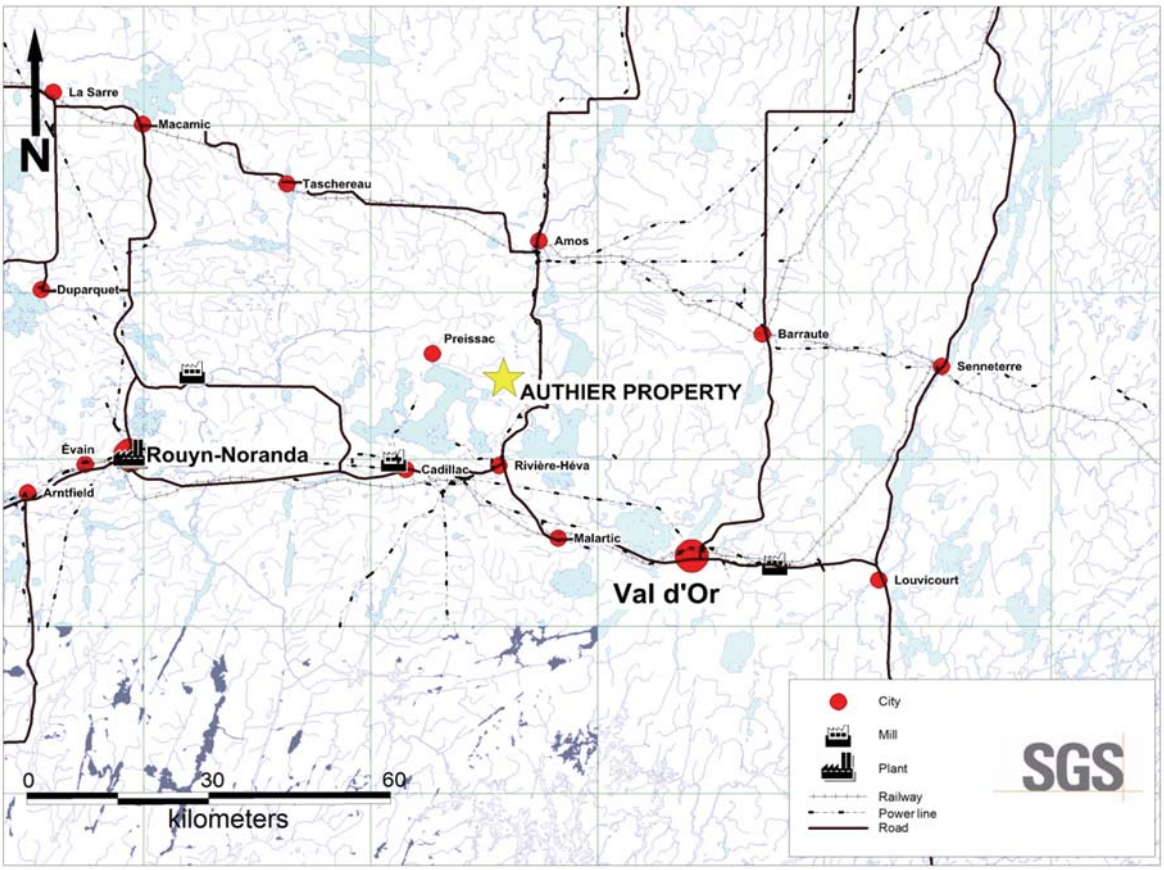


Figure 1.1 – Localisation du projet Authier

La propriété comprend 18 claims couvrant 653,19 ha. Les claims sont situés dans le canton de La Motte à l'exception des deux claims les plus à l'ouest situés dans le canton de Preissac. Les claims sont situés sur les terres de la Couronne. La propriété s'étend sur 3,4 km dans la direction est-ouest et 3,1 km nord-sud. Tous les claims qui composent la propriété sont des cellules désignées sur carte appelées CDC. La propriété est adjacente à une zone protégée située au nord. Cette zone de contrainte correspond à l'aire de captage d'eau souterraine de l'esker St-Mathieu-Berry et toutes activités d'exploration et d'exploitation minière y sont interdites. La figure 1.2 montre la carte des claims de la propriété.

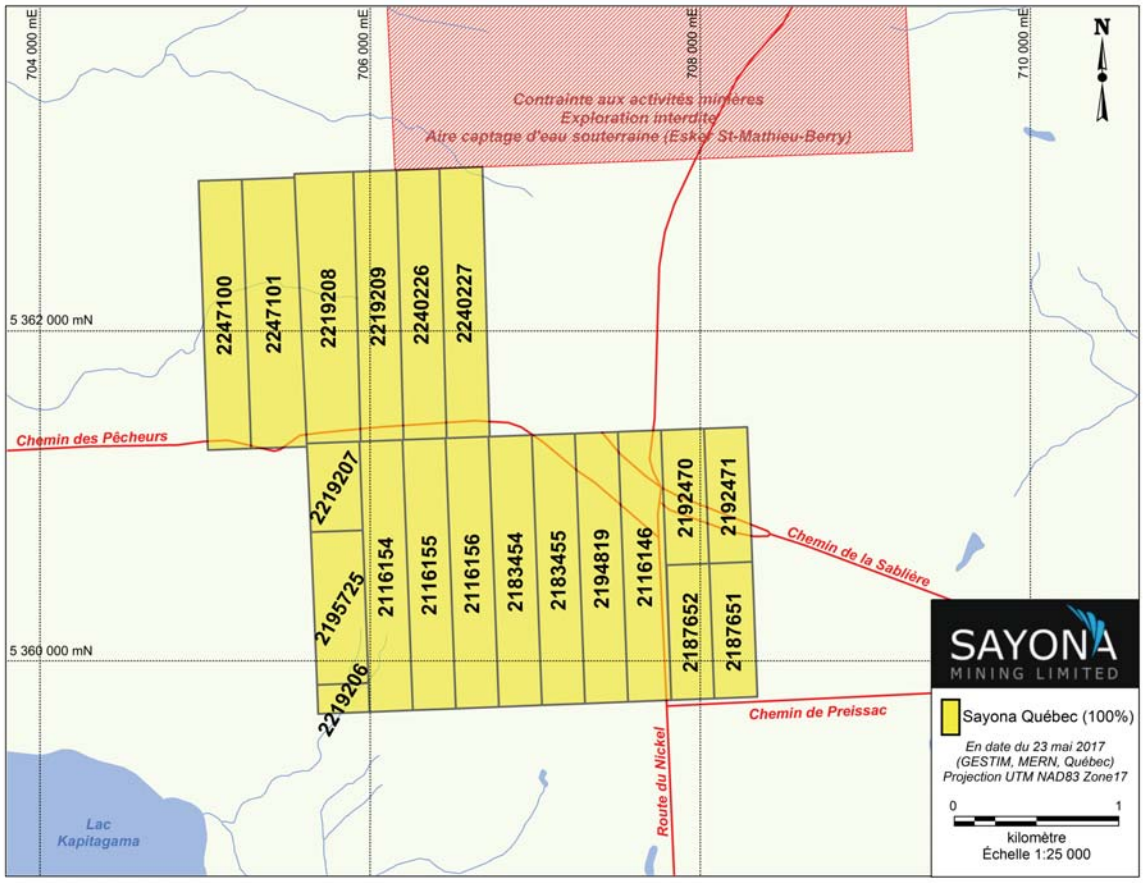


Figure 1.2 – Localisation des claims de la propriété Authier

Plusieurs campagnes de forages d'exploration avaient déjà été effectuées avant que Sayona n'acquière le projet Authier en 2016. Le tableau 1.1 résume ces différentes campagnes de forage, incluant celle de Sayona en 2016.

Tableau 1.1 – Résumé des campagnes de forages d'exploration

Période	Série des forages	Nombre de forage	Mètres forés
Historique	AL-XX	21	2 375
	R-93-XX	33	3 700
Glen Eagle	AL-10-XX	18	1 905
	AL-11-XX	27	4 051
	AL-12-XX	24	3 034
Sayona	AL-16-XXX	18	3 967
Total		**141**	**19 032**

Les ressources minérales ont été mises à jour conformément à JORC 2012 (tableau 1.2). Les résultats ont été publiés dans un communiqué de presse le 23 novembre 2016.

Tableau 1.2 – Estimation des ressources minérales (JORC 2012)

Catégorie	Tonnage (en millions)	Teneur Li_2O	Tonnage Li_2O (tonnes)
Mesurées	4,72	1,03%	48 519
Indiquées	7,13	1,10%	78 280
Présumées	1,90	1,05%	19 901
Total	**13,74**	**1,07%**	**146 700**

Teneur de coupure : 0,5 % Li_2O
Les ressources minérales ne sont pas des réserves minérales et leur viabilité économique n'a pas été démontrée.

La mine n'est pas encore construite et aucune activité d'exploitation n'a lieu actuellement sur le site. Une fosse est prévue afin d'extraire le minerai puisque le gisement est près de la surface. La fosse sera d'environ 900 m est-ouest par 450 m nord-sud et 190 m de profondeur. Pour toute la durée de la vie de la mine, les stériles prévus d'être extraits sont estimés à un volume de 32 Mm^3 (56,7 Mt). Le traitement du minerai se fera sur place afin de concentrer le spodumène qui sera ensuite acheminé en dehors du site. Une fois filtrés, le volume total de résidus générés par le concentrateur est estimé à 7 Mm^3. Il a été choisi d'opter pour une méthode de co-disposition pour les stériles de la mine et les résidus filtrés.

1.4. Géologie et minéralisation

Le projet Authier se situe dans la province géologique du Supérieur, plus précisément dans la sous-province géologique de l'Abitibi. Les roches sont principalement d'origine volcanique et d'âge Archéen. Deux environnements plutoniques, également d'âge Archéen, sont présents dans la région : le pluton de La Motte et le pluton de Preissac, qui font partie du batholite Preissac-La Corne connu pour ses pegmatites à Li-Mo-Be (Jébrak et Marcoux, 2008). La figure 1.3 présente la géologie régionale autour du projet Authier. Le métamorphisme régional passe du grade des schistes verts à celui des amphibolites au contact avec les masses intrusives.

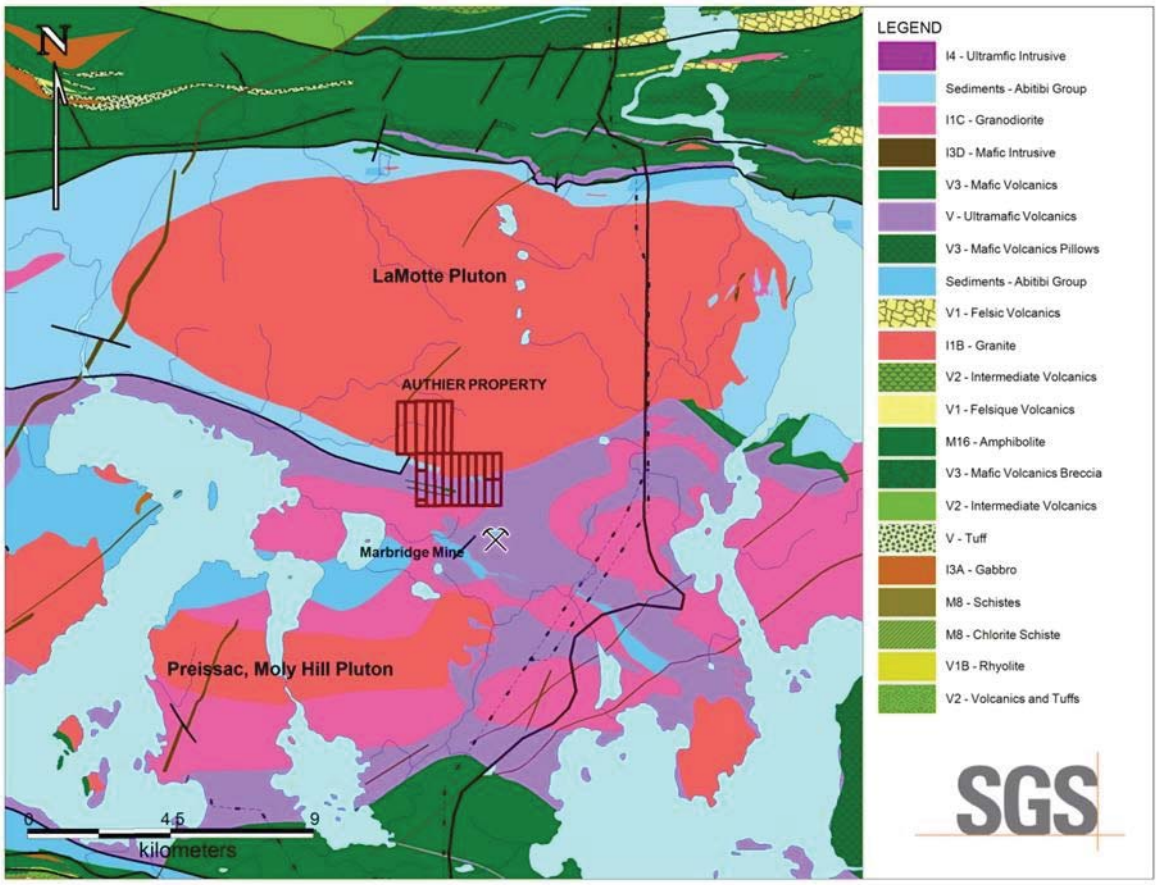


Figure 1.3 – Géologie régionale

Le projet Authier se situe dans la Formation de La Motte-Vassan étant composée de roches métavolcaniques mafiques à ultramafiques et de roches métasédimentaires telles que des schistes. La pegmatite à spodumène du projet Authier est encaissée dans ces unités volcaniques mafiques à ultramafiques. Ces unités géologiques ultramafiques sont également reconnues pour contenir des indices de nickel. La mine Marbridge, située à 2 km au sud du projet Authier, est une ancienne mine de nickel dont la minéralisation était présente sous forme de sulfures massifs magmatiques dans des komatiites.

La minéralisation en lithium du projet Authier est contenue sous forme de spodumène dans une intrusion pegmatitique. Le gisement est principalement contenu dans une intrusion de 825 m de long avec une épaisseur moyenne de 25 m, variant entre 4 et 55 m (Brien et al., 2017). L'intrusion est orientée est-ouest et a un pendage d'environ 40° vers le nord. Les principaux minéraux identifiés sont du spodumène, quartz, albite (feldspath), muscovite, biotite, tourmaline et parfois pyroxène (Brien et al., 2017). Une zone de transition est également observée entre la pegmatite et la roche encaissante. Quant à la roche encaissante, elle est souvent caractérisée comme étant une roche

volcanique ultramafique à mafique, finement grenue, faiblement à fortement magnétique, parfois serpentinisée ou chloritisée, et contenant peu à pas de sulfures. Ces unités sont parfois plus grossières et sont alors identifiées comme étant des péridotites. Les contacts entre les volcaniques ultramafiques, basaltes et péridotites sont flous, et la roche encaissante est généralement décrite comme étant un assemblage de toutes ces unités lithologiques. Les minéraux principalement identifiés sont des silicates, tels que pyroxène, olivine, amphibolite, mica, serpentine, quartz et feldspath.

2. ÉCHANTILLONNAGE

2.1. Roches stériles et minerai

La sélection des échantillons de stériles et de minerai a été préparée par Lamont en 2016. Ceux-ci ont été sélectionnés parmi les carottes de forage d'exploration disponibles. Pour les roches stériles, les forages disponibles étaient ceux des campagnes de 2010, 2011 et 2012, tandis que les échantillons de minerai ont dû être prélevés parmi les forages de 2016 lors d'une campagne qui était alors en cours. La sélection a été effectuée à partir des sections géologiques et des journaux de forages en fonction de la proportion des différentes unités lithologiques et de leurs positions au sein de la future enveloppe de minage.

L'échantillonnage des stériles et du minerai a été réalisé en 2016 en partie par le personnel de Services GFE qui est en charge des travaux de terrain pour Sayona Mining, et en partie par le personnel de Lamont. Lors de l'échantillonnage, une description de la lithologie et du degré de magnétisme a été notée et une photographie de chaque intervalle a été prise. Quelques ajustements ont été apportés en raison de sous-unités lithologiques n'ayant pas été identifiés dans les journaux et sections de forage. En cas de divergence entre les journaux de sondage et les descriptions lithologiques du présent rapport, les lithologies de ce rapport sont celles à considérer puisqu'elles ont toutes été validées sur le terrain par le personnel de Lamont.

Les intervalles sélectionnés ont été entièrement prélevés et mis à l'intérieur de sacs de plastique préalablement identifiés. Les échantillons ont ensuite été acheminés dans un même envoi au laboratoire SGS Canada de Lakefield en Ontario afin d'être préparés et analysés.

Un total de 52 échantillons de roches stériles et de 3 échantillons de minerai a été prélevé. Le tableau 2.1 montre le nombre d'échantillons par type de lithologie et une projection de surface de tous les échantillons est montrée à la figure 2.1. La profondeur à laquelle ils ont été prélevés dans les forages varie entre 9 et 207 m. Les descriptions, les photographies, et la position dans les sections géologiques de chaque échantillon sont disponibles à l'annexe A.

Tableau 2.1 – Nombre d'échantillons par lithologie

Lithologie	Code	Nombre d'échantillons
Volcanique ultramafique	V4	26
Basalte	V3B	14
Péridotite	I4I	7
Schiste	M8	3
Granodiorite	I2C	1
Pegmatite	I1G	1
Pegmatite à spodumène (minerai)	I1G(SO)	3
	Total	55

2.2. Résidus miniers et eau de procédé

Pour les résidus miniers, les échantillons ont été prélevés lors des essais métallurgiques effectués au laboratoire de SGS Canada en Ontario. Les résidus ont été pris à la fin du circuit de flottation et correspondent au code *L1 RO Tail C*. Deux échantillons ont été pris: LCT-1 et LCT-1D.

L'eau de procédé a également été échantillonnée à partir des essais métallurgiques. Elle correspond au code *LCT-1 Cycle E Filtrate*.

Les analyses pour les résidus miniers et l'eau de procédé ont toutes été effectuées au laboratoire de SGS à Lakefield. Les échantillons ont été acheminés directement du laboratoire d'essais métallurgiques à celui d'analyses.

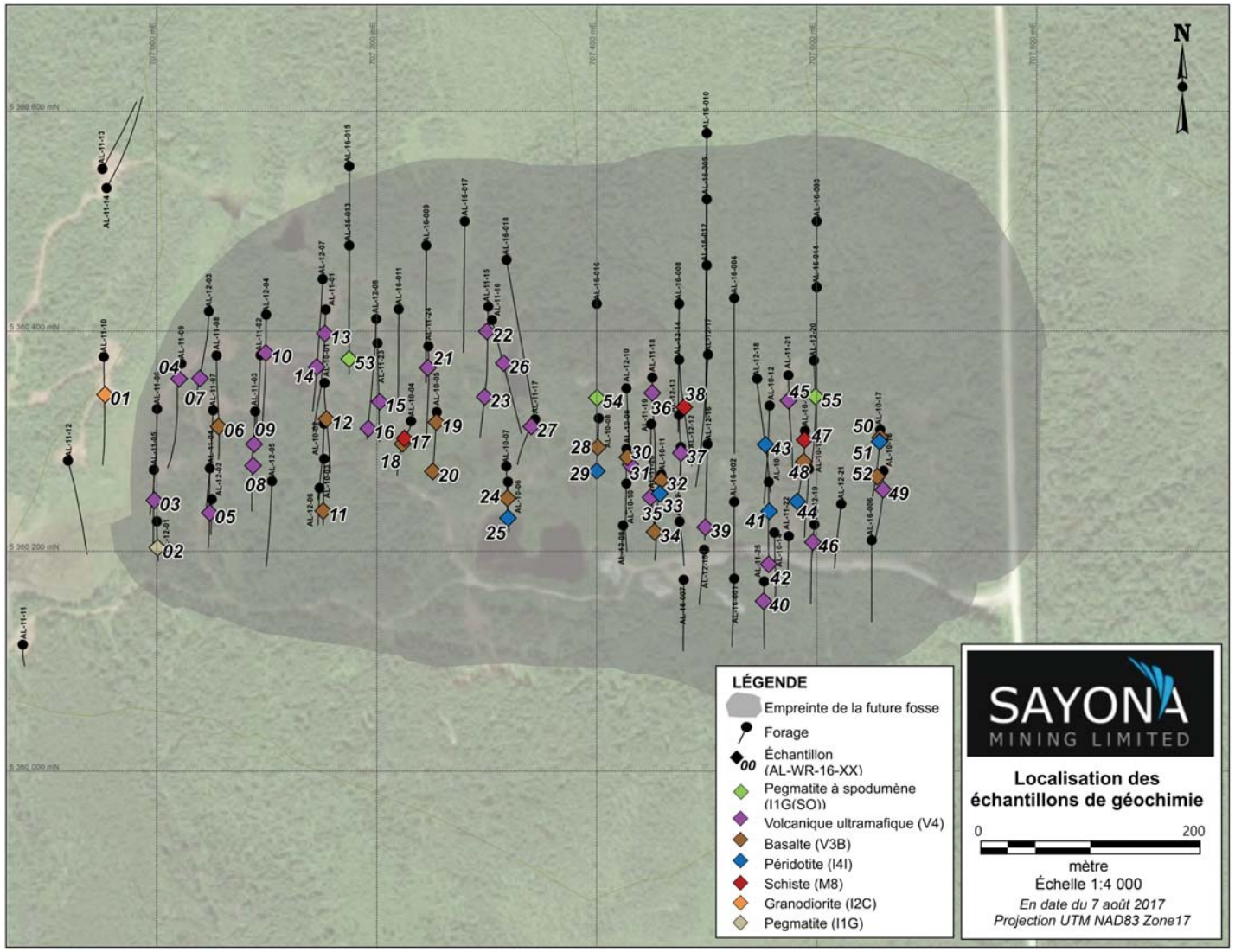


Figure 2.1 – Localisation des échantillons

3. ESSAIS RÉALISÉS ET CRITÈRES DE COMPARAISON

Dans le cadre de cette étude, un protocole d'essais a été préparé par Lamont afin d'identifier si les stériles pouvaient être générateurs d'acide et/ou lixiviables en métaux. Ce protocole d'essais a été préparé afin de répondre aux exigences de la Directive 019 sur l'industrie minière au Québec (MDDEP, 2012) et à celles des études techniques et environnementales. Ce protocole inclut la réalisation d'essais statiques de caractérisation géochimique dont les résultats doivent être comparés aux critères de la Directive 019.

Tous les échantillons de stériles et de minerai ont été soumis aux essais suivants :

- Potentiel de génération d'acide : Sobek modifié (Lawrence et Wang, 1997; Sobek *et al.*, 1978);
- Métaux traces : MA.200-Mét. 1.2 (CEAEQ, 2012a);
- Lixiviation TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure, USEPA Method 1311) : MA.100-Lix. com.1.1 (CEAEQ, 2012b);
- Lixiviation SPLP (Synthetic Precipitation Leaching Procedure, USEPA Method 1312) : MA.100-Lix. com.1.1 (CEAEQ, 2012b).

Quant aux résidus miniers, ils ont été soumis aux essais suivants :

- Analyse de roche totale : Fluorescence des rayons-x
- Potentiel de génération d'acide : Sobek modifié (Lawrence et Wang, 1997; Sobek *et al.*, 1978);
- Métaux traces : MA.200-Mét. 1.2 (CEAEQ, 2012a);
- Lixiviation TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure, USEPA Method 1311) : MA.100-Lix. com.1.1 (CEAEQ, 2012b);
- Lixiviation SPLP (Synthetic Precipitation Leaching Procedure, USEPA Method 1312) : MA.100-Lix. com.1.1 (CEAEQ, 2012b).

L'eau de procédé a été analysée pour la concentration en métaux totaux et dissous et autres paramètres tels que le pH et l'alcalinité.

Tous les échantillons ont été analysés au laboratoire SGS Canada de Lakefield en Ontario.

Les sections suivantes décrivent chaque essai et présentent ensuite les critères de comparaison utilisés dans ce rapport.

3.1. Méthodes analytiques

3.1.1. Analyse de roche totale

Des analyses de roche totale par fluorescence des rayons X ont été effectuées sur les échantillons de résidus afin d'obtenir leurs compositions en oxydes majeurs et mineurs. Les données obtenues permettent de connaître la composition majeure des échantillons.

3.1.2. Potentiel de génération d'acide

Pour connaître le potentiel acidogène des roches stériles, un essai Modified Acid-Base Accounting (M.A.B.A.) selon la méthode Sobek modifié (Lawrence et Wang, 1997) a été réalisé sur les échantillons prélevés. Cet essai permet d'obtenir le potentiel de neutralisation (PN) par titrage, la teneur en soufre total (S_{total}) par combustion et détection infrarouge, et le soufre contenu dans les sulfates ($S_{sulfates}$) par une lixiviation à l'acide. Le soufre contenu dans les sulfures ($S_{sulfures}$) et le potentiel d'acidification (PA) sont obtenus par calcul. L'essai effectué par SGS inclut également la teneur en carbone total (C_{total}) par combustion et détection infrarouge, et la mesure du pH en pâte.

3.1.3. Concentration des métaux traces

Le protocole d'analyse MA.200 - Mét 1.2 a été utilisé pour évaluer les concentrations en métaux traces. Cette méthode permet de mettre en solution les minéraux peu réfractaires par une digestion à l'eau régale (digestion partielle). Le dosage est ensuite effectué par spectrométrie d'émission optique au plasma induit (ICP-OES) ou par spectrométrie de masse au plasma induit (ICP-MS).

3.1.4. Potentiel de lixiviation – TCLP

Tel que recommandé par la Directive 019, tous les échantillons ont été testés par la méthode de lixiviation TCLP. Cette méthode utilise comme solution un acide organique (acide acétique) qui est mise en contact avec un échantillon dont la taille des particules doit être inférieure à 9,5 mm. Le ratio liquide:solide lors de cet essai est de 20:1 et le temps de contact est de 18 heures. Le dosage du lixiviat est ensuite effectué par ICP-MS.

3.1.5. Potentiel de lixiviation – SPLP

Les échantillons ont tous été soumis à une lixiviation selon la méthode SPLP. Contrairement à la lixiviation TCLP, la méthode SPLP utilise comme lixiviant un mélange

d'acide sulfurique et d'acide nitrique comme solution pour simuler des pluies acides. Ainsi, les analyses du lixiviat sont plus représentatives des conditions potentiellement générées dans la nature. Tout comme la méthode TCLP, le ratio liquide:solide est de 20:1, la taille des particules doit être inférieure à 9,5 mm et le temps d'agitation est de 18 heures. Le dosage du lixiviat est ensuite effectué par ICP-MS.

3.2. Critères de comparaison

Le tableau 3.1 présente les essais réalisés sur les échantillons et les critères qui ont été utilisés pour comparer les résultats. Ces critères sont ceux recommandés par la Directive 019 pour classifier les résidus miniers (incluant les stériles). Les critères de comparaison sont présentés dans les tableaux des résultats de l'annexe B.

Tableau 3.1 – Essais géochimiques réalisés et critères de comparaison

Classification	Essai	Critère de comparaison
Potentiel de génération d'acide	M.A.B.A.	Directive 019, critères du potentiel de génération d'acide (MDDEP, 2012)
		Price (2009)
Résidus à faible risque	Métaux traces (MA.200 - Mét 1.2)	Critères A de la PPSRTC[(1)], Annexe 1
Potentiel de lixiviation	TCLP (EPA 1311; MA.100 - Lix. com.1.1) SPLP (EPA, 1312; MA.100 - Lix. com.1.1)	Critères A de la PPSRTC[(1)], Annexe 1 Critères de qualité des eaux souterraines de la PPSRTC, Annexe 7 (RES : résurgence dans l'eau de surface)
Résidus à risque élevé	TCLP (MA.100 - Lix. com.1.1)	Directive 019, Annexe II, Tableau 1 (MDDEP, 2012)

[(1)] Guide d'intervention - Protection des Sols et Réhabilitation des Terrains Contaminés (Beaulieu, 2016).

À titre informatif, les résultats pour l'eau de procédé ont été comparés aux critères de la Directive 019 (rejet à l'effluent final et RES) et à ceux des eaux de surface (VaFe : valeur aiguë finale à l'effluent, CVAA : protection de la vie aquatique (effet aigu) et CVAC : protection de la vie aquatique (effet chronique)).

3.2.1. Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide

Les résultats des essais de détermination du potentiel de génération d'acide ont été comparés aux critères de l'annexe II de la Directive 019 (MDDEP, 2012). Selon la Directive 019, pour qu'un échantillon soit classé comme étant non potentiellement générateur d'acide (NPGA), il faut que la concentration en soufre soit inférieure à 0,3 % ou si elle est supérieure, il faut que la différence entre le potentiel de neutralisation et le potentiel d'acidification (PNN) soit supérieure à 20 et que le rapport entre les deux

(RPN) soit supérieur à 3. Le critère de Price (2009) est aussi utilisé pour déterminer le potentiel acidogène d'un échantillon. Le critère de Price est celui recommandé par le « Global Acid Rock Drainage Guide » pour déterminer le potentiel acidogène à partir des essais de Sobek modifié. Ce critère est basé sur une relation stœchiométrique entre l'oxydation de la pyrite et la neutralisation par la calcite. Ce critère n'est pas basé sur une teneur en soufre minimum. Un échantillon contenant moins de 0,3 % de soufre peut être considéré potentiellement générateur d'acide (PGA) si son PN est faible. Le tableau 3.2 résume ces critères.

Tableau 3.2 - Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide

	Critère	Non potentiellement générateur d'acide (NPGA)	Potentiellement générateur d'acide (PGA)
Directive 019	Soufre total	≤ 0,3%	> 0,3%
		Si le % soufre total > 0,3%	
	PNN (PN - PA)	≥ 20	< 20
	RPN (PN/PA)	≥ 3	< 3
Price (2009) [(1)]	RPN (PN/PA)	≥ 2	< 1

[(1)] Lorsque la valeur est située entre 1 et 2, le potentiel d'acidification est incertain.

La figure 3.1 présente les zones définies par les critères de la Directive 019 (A) et les zones définies par le critère de Price (B). Puisque le PA est calculé à partir du $S_{sulfures}$ et non le S_{total}, c'est le $S_{sulfures}$ qui est représenté sur ces graphiques. Toutefois, dans les tableaux et interprétations, c'est le S_{total} qui est utilisé afin de répondre aux critères de la Directive 019.

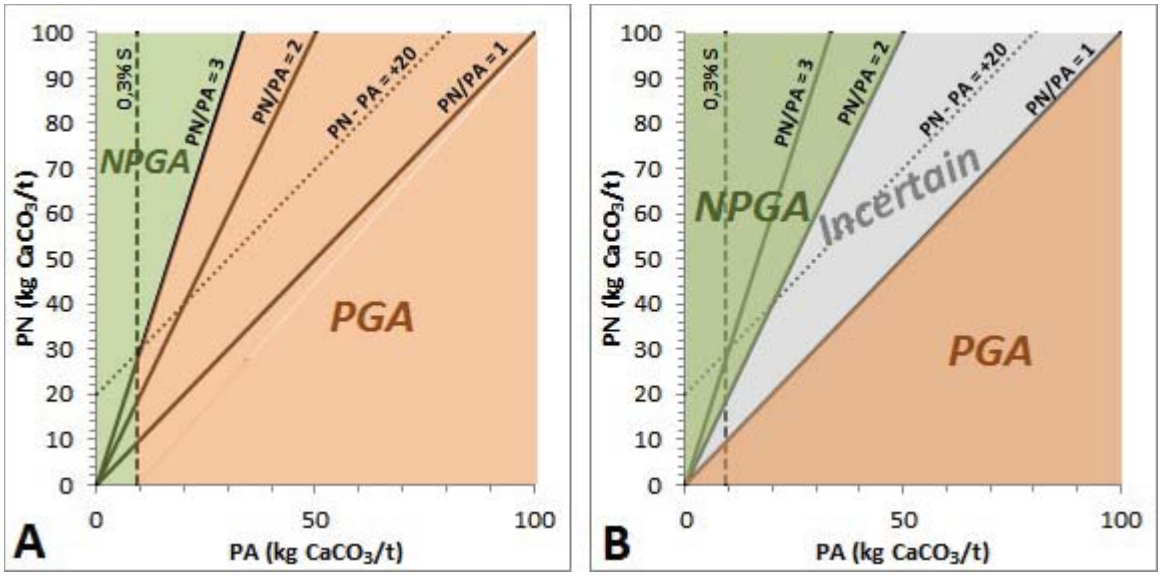


Figure 3.1 – Potentiel de génération d'acide selon les critères de la Directive 019 (A) et de Price (B)

3.2.2. Critères pour la détermination du potentiel de lixiviation de métaux

Tel que spécifié dans la Directive 019, la composition chimique des échantillons a été comparée aux critères A (pour la province géologique du Supérieur) de l'annexe 2 de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (PPSRTC). À noter que ces critères sont maintenant présentés à l'annexe 1 du Guide d'intervention de la Protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Beaulieu, 2016). Si la concentration de certains métaux dans un échantillon est supérieure au critère A (équivalent à la teneur de fond pour le secteur à l'étude, soit la province géologique du Supérieur), celui-ci doit être soumis à un essai de lixiviation selon le protocole TCLP. D'emblée, tous les échantillons ont été soumis à l'essai de lixiviation. Tel que spécifié dans la Directive 019, les résultats d'analyse du lixiviat ont été comparés aux critères suivants :

- Critères de qualité des eaux souterraines faisant résurgence dans l'eau de surface (PPSRTC, annexe 7 (Beaulieu, 2016));
- Critères pour les résidus miniers à risques élevés (Directive 019, annexe II, tableau 1).

Pour qu'un résidu minier ou un stérile soit classé comme lixiviable, deux conditions doivent être remplies : il faut qu'au moins un élément dépasse le critère A de la PPSRTC et que ce même élément montre une concentration dans le lixiviat supérieure au critère de la PPSRTC (critère de résurgence dans l'eau de surface) lors de l'essai TCLP.

4. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Les résultats des essais sont présentés dans les sections suivantes et les détails sont présentés dans les tableaux de l'annexe B. Tous les certificats d'analyse sont présentés à l'annexe C. Si la valeur d'un paramètre était inférieure à la limite de détection lorsque des calculs ont été faits (par exemple, le calcul du potentiel d'acidification), c'est la valeur de la limite de détection qui a été utilisée comme résultat.

4.1. Roches stériles

4.1.1. Potentiel de génération d'acide

Des essais de potentiel de génération d'acide ont été réalisés sur les 52 échantillons de roches stériles selon le protocole MABA. Le premier critère de la Directive 019 porte sur la concentration en soufre total (0,3 % S_{total}). Seulement 1 échantillon sur 52 dépasse ce critère avec une concentration de 0,303 % S_{total} pour un échantillon de roche volcanique ultramafique (AL-WR-16-07). La moyenne pour tous les échantillons est de 0,089 % et la médiane est de 0,060 %. Un histogramme de la distribution des valeurs de S_{total} est présenté à la figure 4.1.

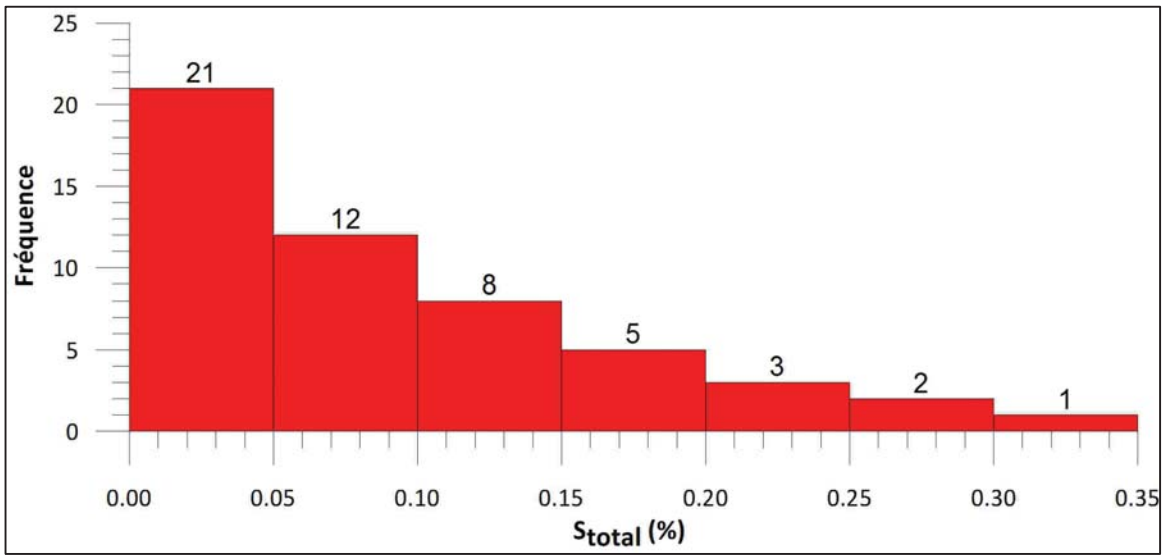


Figure 4.1 – Histogramme des concentrations en soufre total

Les analyses du soufre contenu dans les sulfures ($S_{sulfures}$) et dans les sulfates ($S_{sulfates}$) sont également disponibles et sont présentées dans les tableaux de l'annexe B. Seul le $S_{sulfures}$ est associé aux réactions d'oxydation générant de l'acidité et c'est cette valeur qui est utilisée pour calculer le potentiel d'acidification (PA). Pour l'échantillon dont le S_{total} excède 0,3 % (AL-WR-16-07), la concentration en $S_{sulfures}$ est de 0,28 %.

Le deuxième critère de la Directive 019 porte sur la comparaison entre le potentiel de neutralisation (PN) et le potentiel d'acidification (PA). Pour l'échantillon qui dépassait le premier critère de la Directive 019, le deuxième critère est également dépassé car le PNN est inférieur à 20 (PNN = 15,2) et le RPN est inférieur à 3 (RPN = 2,74). Il est donc considéré potentiellement générateur d'acide (PGA). Tous les autres échantillons sont inférieurs à 0,3 % S_{total}, alors il n'est pas nécessaire de les comparer au deuxième critère et ils sont automatiquement considérés comme étant non-potentiellement générateurs d'acide (NPGA).

D'autres critères peuvent aussi être utilisés afin d'évaluer le potentiel de génération d'acide, comme celui de Price (2009). La figure 4.2 présente la distribution des échantillons de stériles en fonction du critère de Price.

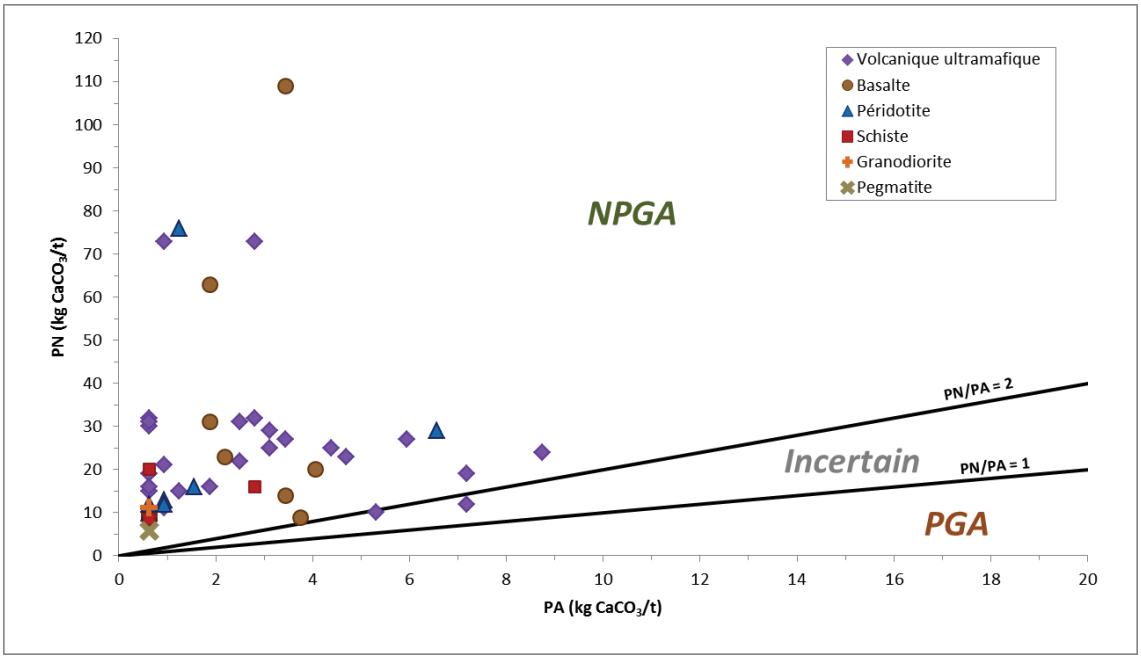


Figure 4.2 – Potentiel de génération d'acide en fonction du critère de Price

Selon le critère de Price, 2 échantillons de roche volcanique ultramafique se situent dans la zone d'incertitude (AL-WR-16-13 et AL-WR-16-15). Les valeurs de S_{total} sont respectivement de 0,268 et 0,210 % pour ces deux échantillons. Tous les autres échantillons sont NPGA.

Des analyses de pH en pâte ont également été effectuées. Les résultats varient entre 8,73 et 10,25. Le pH en pâte de l'échantillon PGA (selon les critères de la Directive 019)

est de 8,73. Les analyses de pH en pâte indiquent donc qu'il n'y a pas eu de génération d'acidité.

En résumé, la majorité des échantillons sont NPGA, les concentrations en soufre sont faibles et les potentiels de neutralisation sont suffisamment élevés pour contrôler la potentielle génération d'acide. Selon les informations actuellement disponibles, on peut considérer que l'ensemble des stériles du projet Authier seront NPGA.

4.1.2. Concentration des métaux traces

Les résultats détaillés et les critères sont présentés dans les tableaux de l'annexe B, et tous les paramètres analysés sont fournis dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Le tableau 4.1 présente les métaux qui dépassent les critères de la PPSRTC par type de lithologie. Les métaux pour lesquels il y a eu des dépassements sont le baryum (Ba), le cobalt (Co), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le molybdène (Mo) et le nickel (Ni). Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons avec dépassement.

Tableau 4.1 – Sommaire des métaux dépassant les critères A, B et C de la PPSRTC

Lithologie	Nombre d'éch.	Métaux dépassant		
		Critère A	Critère B	Critère C
Volcanique ultramafique	26	Ba (1), Co (15), Cr (1), Cu (3), Mo (1), Ni (1)	Co (3), Cr (12), Ni (9)	Cr (12), Ni (15)
Basalte	14	Co (5), Cu (2)	Co (2), Cr (13), Cu (1), Mo (1), Ni (7)	Cr (1), Ni (7)
Péridotite	7	Ba (2), Co (3), Cu (1)	Co (1), Cr (5), Ni (2)	Cr (1), Ni (4)
Schiste	3	Ba (1), Co (2)	Cr (2), Ni (1)	Cr (1), Ni (2)
Granodiorite	1	Ba (1), Ni (1)	Mo (1)	-
Pegmatite	1	-	-	-

Les métaux pour lesquels il y a le plus de dépassements sont Co, Cr et Ni. Ces éléments sont communs dans la composition de roches ultramafiques et mafiques. Selon Faure (1998), la composition typique d'une roche ultramafique est de 175 ppm Co, 1 800 ppm Cr et 2 000 ppm Ni, et elle est de 47 ppm Co, 185 ppm Cr et 145 ppm Ni pour le basalte. Puisque la grande majorité des roches stériles du projet Authier sont des roches ultramafiques (volcanique ultramafique et péridotite), du basalte, ou encore le schiste qui est d'origine également ultramafique ou mafique, il était prévisible d'avoir

des dépassements pour ces éléments étant donné que ceux-ci sont présents en plus grande concentration naturellement dans ces types de roches.

4.1.3. Potentiel de lixiviation – TCLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole TCLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Le tableau 4.2 présente les métaux qui dépassent le critère RES de la PPSRTC par type de lithologie. Les métaux pour lesquels il y a eu des dépassements sont le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), le nickel (Ni) et le plomb (Pb). Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons avec dépassement du critère RES. Aucun dépassement du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé.

Tableau 4.2 – Sommaire des métaux dépassant le critère RES de la PPSRTC et le critère de la Direction 019 sur les résidus à risques élevés

Lithologie	Nombre d'éch.	Métaux dépassant	
		RES	Risques élevés
Volcanique ultramafique	26	Cu (3), Mn (1), Ni (19)	-
Basalte	14	Cu (3), Mn (1), Ni (7)	-
Péridotite	7	Ni (5), Pb (1)	-
Schiste	3	Ni (1)	-
Granodiorite	1	-	-
Pegmatite	1	-	-

Il n'existe pas de critère RES pour le Cr total. Toutefois, il y en a pour le Cr VI (0,016 mg/L) et pour le Cr III (1 mg/L). Puisque les analyses sont pour le Cr total, il ne peut pas être déterminé sous quelle forme celui-ci est présent. Advenant que ce soit sous forme de Cr III, il n'y a aucun dépassement. Si la totalité du Cr total est sous la forme Cr VI, il y a 46 échantillons sur 52 pour lesquels il y aurait des dépassements. La PPSRTC ne présente pas de critère A représentant la teneur de fond en Cr VI car il est d'origine anthropique et ne serait donc pas présent naturellement dans les roches sans qu'il n'y ait eu contamination de source humaine. Toutefois, il a récemment été démontré que certains assemblages de roches ultramafiques en contact avec des

oxydes de Mn pouvaient libérer une certaine fraction du Cr sous la forme Cr VI dans les aquifères (Kaprara et al., 2015). On ne peut donc pas statuer à ce stade-ci si les roches stériles pourraient libérer du Cr VI en conditions acides.

4.1.4. Potentiel de lixiviation – SPLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole SPLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Aucun dépassement du critère de résurgence dans l'eau de surface ou du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé dans les échantillons de roches stériles incluant le chrome. Par conséquent, dans les conditions de cet essai, le Cr VI ne lixivie pas.

4.1.5. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019

Selon les critères de la Directive 019, un échantillon est considéré comme potentiellement lixiviable en un paramètre lorsque les résultats de l'analyse en métaux (section 4.1.2) et l'essai de lixiviation TCLP (section 4.1.3) dépassent les critères pour ce même paramètre. Dans le cas des échantillons de roches stériles du projet Authier, 32 échantillons dépassent le critère A de la PPSRTC et le critère RES pour le nickel lors de l'essai TCLP. Il y a donc 32 échantillons sur 52 qui sont considérés potentiellement lixiviables en nickel (19 de volcanique ultramafique, 7 de basalte, 5 de péridotite et 1 de schiste). Il y a également 1 échantillon de volcanique ultramafique et 1 échantillon de basalte qui dépassent le critère A de la PPSRTC et le critère RES pour le cuivre lors de l'essai TCLP.

Toutefois, l'essai TCLP est fait dans un milieu agressif et acide qui mobilise facilement certains métaux. Puisque l'ensemble des échantillons est considéré non-potentiellement générateur d'acide, il est improbable que les stériles soient soumis à de telles conditions. L'essai SPLP soumet les échantillons à une lixiviation simulant des pluies acides. Dans le cas de cet essai, il n'y a eu aucun dépassement. Le potentiel de lixiviation en cuivre et en nickel est donc peu probable dans les conditions où seront entreposés les stériles.

4.2. Minerai

4.2.1. Potentiel de génération d'acide

Des essais de potentiel de génération d'acide ont été réalisés sur les 3 échantillons de minerai (pegmatite à spodumène). Le premier critère de la Directive 019 porte sur la concentration en soufre total (0,3 % S_{total}). Aucun échantillon ne dépasse ce critère car les concentrations sont inférieures à 0,007 % S_{total}. Étant donné que tous les échantillons sont inférieurs à 0,3 % S_{total}, il n'est pas nécessaire de les comparer au deuxième critère et ils sont automatiquement considérés comme étant non-potentiellement générateurs d'acide (NPGA).

Selon le critère de Price, tous les échantillons se situent dans la zone NPGA avec des valeurs de RPN variant de 4,35 à 5,65, donc supérieures à 2.

Des analyses de pH en pâte ont également été effectuées. Les résultats varient entre 10,05 et 10,12. Il n'y a donc pas eu de génération d'acidité lors des analyses de pH en pâte.

Selon les informations actuellement disponibles, on peut considérer que l'ensemble du minerai du projet Authier sera NPGA.

4.2.2. Concentration des métaux traces

Les résultats détaillés et les critères utilisés sont présentés dans les tableaux de l'annexe B, et tous les paramètres analysés sont fournis dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Les seuls dépassements observés sont pour le cuivre avec 1 échantillon dépassant le critère A et 1 échantillon dépassant le critère B. Aucun dépassement du critère C n'a été observé.

4.2.3. Potentiel de lixiviation – TCLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole TCLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Les seuls dépassements du critère RES observés sont pour le cuivre (Cu) dans les trois échantillons de minerai. Aucun dépassement du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé.

4.2.4. Potentiel de lixiviation – SPLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole SPLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Un seul dépassement du critère RES a été observé pour le cuivre dans 1 échantillon de minerai (AL-ORE-16-54). Aucun dépassement du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé dans les échantillons de minerai.

4.2.5. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019

Dans le cas des échantillons de minerai du projet Authier, 2 échantillons sur 3 dépassent le critère A de la PPSRTC et le critère RES pour le cuivre lors de l'essai TCLP.

Toutefois, l'essai TCLP est fait dans un milieu agressif et acide qui mobilise facilement certains métaux. Puisque les échantillons de minerai sont considérés non-potentiellement générateurs d'acide, il est improbable que le minerai soit soumis à de telles conditions. L'essai SPLP soumet les échantillons à une lixiviation simulant des pluies acides. Dans le cas de cet essai, il y a eu un dépassement pour le cuivre seulement dans un échantillon avec une valeur légèrement au-dessus du critère de 0,0073 mg/L. La concentration en cuivre pour l'échantillon AL-ORE-16-54 est de 0,0083 mg/L. L'entreposage du minerai sur le site sera temporaire. Les eaux circulant à travers la pile de minerai durant les opérations pourront être collectées et dirigés vers un bassin de collecte afin d'y être traitées si nécessaire, notamment pour le matières en suspension.

4.3. Résidus miniers

4.3.1. Analyse de roche totale

La figure 4.3 présente la distribution en oxydes majeurs et mineurs contenus dans les échantillons.

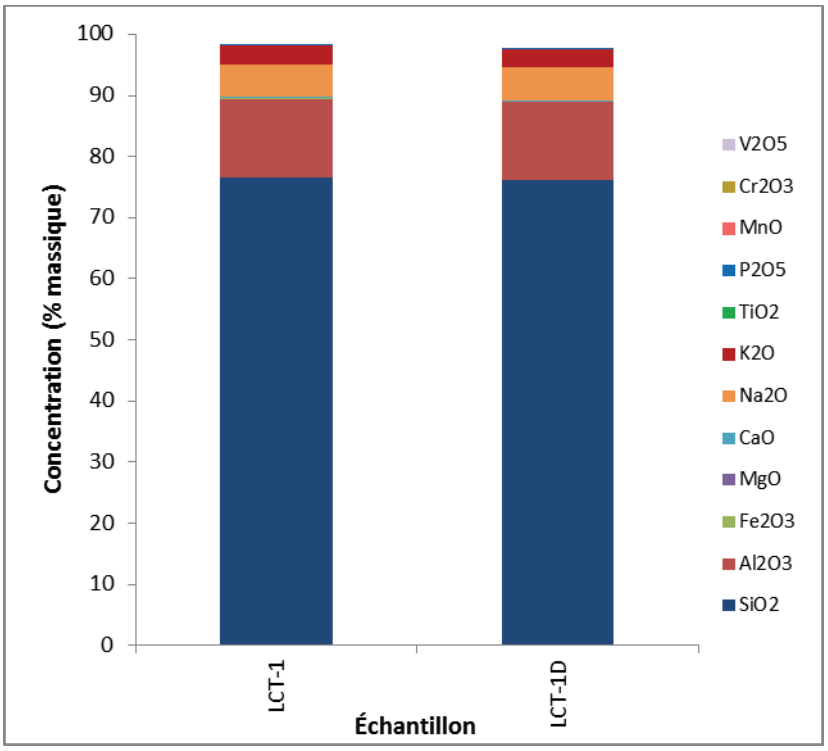


Figure 4.3 – Composition en oxydes majeurs et mineurs des résidus miniers

L'oxyde majeur le plus abondant est le SiO_2 car les minéraux résultant après l'extraction du spodumène sont principalement des silicates, par exemple le quartz et les feldspaths. Le Al_2O_3 est le second oxyde le plus présent dans les résidus et il est également un oxyde présent dans les feldspaths. Les concentrations plus élevées en Na_2O et K_2O comparativement au CaO démontrent que les feldspaths sont davantage ceux du pôle alcalin (albite et microcline).

4.3.2. Potentiel de génération d'acide

Des essais de potentiel de génération d'acide ont été réalisés sur les 2 échantillons de résidus miniers. Le premier critère de la Directive 019 porte sur la concentration en soufre total (0,3 % S_{total}). Aucun échantillon ne dépasse ce critère car les concentrations sont inférieures à la limite de détection (0,005 % S_{total}). Étant donné que tous les échantillons sont inférieurs à 0,3 % S_{total}, il n'est pas nécessaire de les comparer au deuxième critère et ils sont automatiquement considérés comme étant non-potentiellement générateurs d'acide (NPGA).

Selon le critère de Price, tous les échantillons se situent dans la zone NPGA avec des valeurs de RPN de 5,16 et 5,81, donc supérieures à 2.

Des analyses de pH en pâte ont également été effectuées. Les résultats sont de 10,23 et 10,32. Il n'y a donc pas eu de génération d'acidité lors des analyses de pH en pâte.

Selon les informations actuellement disponibles, on peut considérer que l'ensemble des résidus miniers du projet Authier seront NPGA.

4.3.3. Concentration des métaux traces

Les résultats détaillés et les critères utilisés sont présentés dans les tableaux de l'annexe B, et tous les paramètres analysés sont fournis dans les certificats d'analyse à l'annexe C. Aucun dépassement des critères A de la PPSRTC n'a été observé pour les échantillons de résidus miniers.

4.3.4. Potentiel de lixiviation – TCLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole TCLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Les seuls dépassements observés sont pour le cuivre (Cu) dans les 2 échantillons de résidus miniers. Aucun dépassement du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé.

4.3.5. Potentiel de lixiviation – SPLP

Les résultats détaillés des essais de lixiviation selon le protocole SPLP et les critères utilisés sont présentés à l'annexe B. Tous les paramètres analysés sont présentés dans les certificats d'analyse à l'annexe C.

Aucun dépassement du critère de résurgence dans l'eau de surface ou du critère de la Directive 019 sur les résidus à risques élevés n'a été observé dans les échantillons de résidus miniers.

4.3.6. Potentiel de lixiviation selon les critères de la Directive 019

Dans le cas des échantillons de résidus miniers du projet Authier, il n'y a pas d'échantillon qui dépassent le critère A de la PPSRTC alors le potentiel de lixiviation est peu probable pour les résidus miniers.

4.4. Eau de procédé

4.4.1. Métaux totaux et dissous

Un échantillon d'eau de procédé a été prélevé lors des essais métallurgiques. Les métaux dissous et totaux ont été analysés. Les concentrations en métaux dissous ont été comparées aux critères de la Directive 019 (rejet à l'effluent final et RES) et à ceux des eaux de surface (VaFe, CVAA et CVAC). Ces comparaisons sont à titre informatif seulement, car il n'est pas prévu de relâcher directement l'eau de procédé dans la nature.

Le pH de l'eau de procédé est de 7,55. Il se situe donc dans les limites de 6,0 à 9,5 du REMM et de la Directive 019. Le seul dépassement des critères d'eau souterraine RES est pour le résultat en cuivre. Pour les critères d'eau de surface, il y a des dépassements du critère VaFe en aluminium et en cuivre. Le critère CVAA est également dépassé pour l'aluminium et le cuivre. Finalement, le critère CVAC est dépassé pour l'aluminium, le béryllium, le cuivre et le plomb.

5. CONCLUSIONS

Les essais de caractérisation géochimique ont servi à statuer sur le potentiel des échantillons à générer de l'acidité selon les critères de la Directive 019 applicables au Québec :

- Roches stériles :
  - PAG (1 sur 52) : volcanique ultramafique;
  - NPGA (51 sur 52);
- Minerai : NPGA (3 sur 3);
- Résidus miniers : NPGA (2 sur 2).

Selon les informations actuellement disponibles, on peut considérer que l'ensemble des stériles, du minerai et des résidus miniers seront non-potentiellement générateurs d'acide.

Les essais ont également servi à statuer sur le potentiel de lixiviation en métaux selon les critères de la Directive 019 basés sur l'analyse en métaux et l'essai de lixiviation TCLP :

- Roches stériles :
  - Lixiviables en nickel (32 sur 52) : volcanique ultramafique (19 sur 26), basalte (7 sur 14), péridotite (5 sur 7), schiste (1 sur 3);
  - Lixiviables en cuivre (2 sur 52) : volcanique ultramafique (1 sur 26), basalte (1 sur 14);
- Minerai :
  - Lixiviables en cuivre (2 sur 3);
- Résidus miniers : Aucun.

Il a été démontré que l'ensemble des stériles, minerai et résidus miniers serait NPGA et qu'ils ne seraient donc pas soumis à des conditions aussi agressives et acides que lors d'un essai TCLP. Des essais de lixiviation SPLP simulant les pluies acides ont donc été effectués. Les échantillons de roches stériles dont les concentrations excédaient le critère A n'ont pas dépassé le critère RES lors des essais de lixiviation SPLP. Le risque de lixiviation est donc peu probable puisque les conditions de l'essai TCLP ne seront pas celles présentes sur le site. Il y a tout de même un échantillon de minerai pour lequel un dépassement en cuivre a été observé autant à l'essai TCLP que SPLP. L'entreposage du

minerai est toutefois temporaire et ne devraient pas avoir de conséquence à long terme sur le site.

Finalement, l'eau de procédé a été analysée et comparée aux critères d'eau souterraine et d'eau de surface à titre informatif. Des dépassements ont été notés pour le cuivre et l'aluminium, ainsi que pour le béryllium et le plomb dans le cas du critère sur la vie aquatique (effet chronique). L'eau de procédé ne sera pas relâchée directement dans l'environnement. Elle sera en majorité recirculée et si un surplus devait être relâché à l'environnement, il serait traité afin de respecter les exigences de rejet.

6. RÉFÉRENCES

Beaulieu, M., 2016. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-76171-6, 210 pages.

Brien, P., Thomas, M., Delendatti, G. et Bélanger, R., 2017. Rapport de travaux de forages, projet Authier – Sayona Mining Ltd. Services GFE, 35 pages.

CEAEQ, 2012a. Détermination des métaux : méthode par spectrométrie à source ionisante au plasma d'argon. MA. 200 – Mét 1.2, Rév. 2, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2012, 34 pages.

CEAEQ, 2012b. Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques. MA. 100 – Lix.com.1.1, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2012, 17 pages.

Faure, G., 1998. Principles and applications of geochemistry, 2e éd., Prentice-Hall, N.J., 600 pages.

Global Acid Rock Drainage Guide (GARD), 2017. Publié par INAP : The International Network for Acid Prevention. Disponible en ligne, consulté le 9 avril 2017 [http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page]

Jébrak, M. et Marcoux, E., 2008. Géologie des ressources minérales. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Gouvernement du Québec, 668 pages.

Kaprara, E., Kazakis, N., Simeonidis, K., Coles, S., Zouboulis, A.I., Samaras, P. et Mitrakas, M., 2015. Occurrence of Cr(VI) in drinking water of Greece and relation to the geological background. Journal of Hazardous Materials, 281, p. 2-11.

Lawrence, R.W. et Wang, Y., 1997. Determination of neutralization potential in the prediction of acid rock drainage. In Proceedings of 4th ICARD, Vancouver, BC, Canada, May 31-June 6, 1997. Vol. 1, pp. 451-464.

MDDEP, 2012. Directive 019 sur l'industrie minière, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 105 pages.

MENV, 2003. Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Version préliminaire. Ministère de l'environnement, Direction des politiques du secteur industriel, 6 mai 2003, 21 pages.

Price, W.A., 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

SGS, 2013. NI 43-101 Technical Report, Preliminary Economic Assessment, Authier Lithium Property, Abitibi, Quebec, Canada. Prepared for Glen Eagle Resources Inc. by SGS Canada Mineral Services and BUMIGEME, January 2013, 216 pages.

SIGEOM, 2017. Carte interactive du Système d'information géominière du Québec. Disponible en ligne, consulté le 16 juin 2017 [http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr].

Sobek, A.A., Schuller, W.A., Freeman, J.R. et Smith, R.M., 1978. Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils. EPA 600/2-78-054, 203 pages.

ANNEXE A

Description des échantillons

Échantillon	ID interne	Section	Forage	De (m)	À (m)	Lithologie	Description	Magnétisme 0: absent 1: faible 2: moyen 3: fort
AL-ORE-16-53	57985	7175E	AL-16-013	206	207	I1G(SO)	Pegmatite à spodumène	0
AL-ORE-16-54	57970	7400E	AL-16-016	170	171	I1G(SO)	Pegmatite à spodumène	0
AL-ORE-16-55	57980	7600E	AL-16-014	173	174	I1G(SO)	Pegmatite à spodumène	0
AL-WR-16-03	57964	7000E	AL-11-05	48	49	V4	Volcanique ultramafique	1
AL-WR-16-04	57938	7000E	AL-11-09	26	27	V4	Volcanique ultramafique	0
AL-WR-16-05	57952	7050E	AL-11-04	70	71	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-07	57963	7050E	AL-12-03	106	107	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-08	57943	7100E	AL-11-03	83	84	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-09	57949	7100E	AL-11-02	142	143	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-10	57962	7100E	AL-12-04	59	60	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-13	57948	7150E	AL-11-01	34	35	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-14	57961	7150E	AL-12-07	119	120	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-15	57950	7200E	AL-11-23	87	88	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-16	57960	7200E	AL-12-08	168	169	V4	Volcanique ultramafique	0
AL-WR-16-21	57942	7250E	AL-11-24	40	41	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-22	57947	7300E	AL-11-15	35	36	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-23	57946	7300E	AL-11-15	134	135	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-26	57945	7325E	AL-11-16	70	71	V4	Volcanique ultramafique	1
AL-WR-16-27	57951	7350E	AL-11-17	16	17	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-31	57959	7425E	AL-12-10	120	121	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-35	57939	7450E	AL-11-19	121	122	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-36	57940	7450E	AL-11-18	25	26	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-37	57958	7475E	AL-12-13	59	60	V4	Volcanique ultramafique	0
AL-WR-16-39	57936	7500E	AL-12-16	106	107	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-40	57937	7550E	AL-11-25	26	27	V4	Volcanique ultramafique	2
AL-WR-16-42	57981	7550E	AL-10-13	110	111	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-45	57941	7575E	AL-11-21	41	42	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-46	57956	7600E	AL-12-19	23	24	V4	Volcanique ultramafique	0
AL-WR-16-49	57967	7650E	AL-10-18	27	28	V4	Volcanique ultramafique	3
AL-WR-16-06	57944	7050E	AL-11-08	111	112	V3B	Basalte	1
AL-WR-16-11	57954	7150E	AL-10-03	68	69	V3B	Basalte	2
AL-WR-16-12	57955	7150E	AL-10-01	54	55	V3B	Basalte	1
AL-WR-16-18	57987	7225E	AL-10-04	48	49	V3B	Basalte	3
AL-WR-16-19	57984	7250E	AL-10-05	17	18	V3B	Basalte	0
AL-WR-16-20	57983	7250E	AL-10-05	105	106	V3B	Basalte	3
AL-WR-16-24	57953	7325E	AL-10-06	24	25	V3B	Basalte	3
AL-WR-16-28	57988	7400E	AL-10-08	51	52	V3B	Basalte	2
AL-WR-16-30	57975	7425E	AL-10-09	14	15	V3B	Basalte	0
AL-WR-16-32	57976	7450E	AL-10-11	9	10	V3B	Basalte	2
AL-WR-16-34	57978	7450E	AL-10-11	93	94	V3B	Basalte	3

Échantillon	ID interne	Section	Forage	De (m)	À (m)	Lithologie	Description	Magnétisme 0: absent 1: faible 2: moyen 3: fort
AL-WR-16-48	57971	7600E	AL-10-15	48	49	V3B	Basalte	1
AL-WR-16-50	57969	7650E	AL-10-17	12	13	V3B	Basalte	0
AL-WR-16-52	57966	7650E	AL-10-17	74	75	V3B	Basalte	0
AL-WR-16-25	57982	7325E	AL-10-06	51	52	I4I	Péridotite	2
AL-WR-16-29	57974	7400E	AL-10-08	96	97	I4I	Péridotite	3
AL-WR-16-33	57977	7450E	AL-10-11	30	31	I4I	Péridotite	2
AL-WR-16-41	57979	7550E	AL-10-13	39	40	I4I	Péridotite	0
AL-WR-16-43	57935	7550E	AL-12-18	105	106	I4I	Péridotite	2
AL-WR-16-44	57972	7575E	AL-10-15	113	114	I4I	Péridotite	3
AL-WR-16-51	57968	7650E	AL-10-17	18	19	I4I	Péridotite	0
AL-WR-16-17	57986	7225E	AL-10-04	35	36	M8	Schiste	3
AL-WR-16-38	57957	7475E	AL-12-14	75	76	M8	Schiste	0
AL-WR-16-47	57973	7600E	AL-10-15	14	15	M8	Schiste	0
AL-WR-16-01	57989	6950E	AL-11-10	60	61	I2C	Granodiorite	0
AL-WR-16-02	57965	7000E	AL-12-01	41	42	I1G	Pegmatite	0

AL-ORE-16-53
Forage AL-16-013
206-207m
I1G(SO)



AL-ORE-16-54
Forage AL-16-016
170-171m
I1G(SO)



AL-ORE-16-55
Forage AL-16-014
173-174m
I1G(SO)



AL-WR-16-03
Forage AL-11-05
48-49m
V4



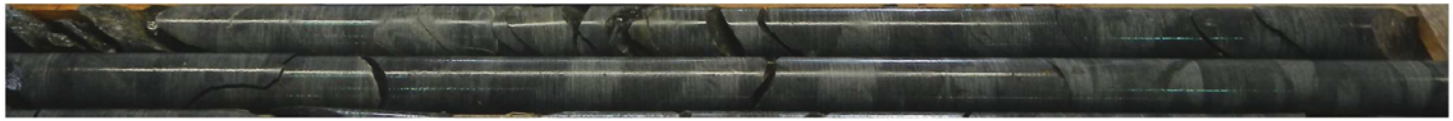
AL-WR-16-04
Forage AL-11-09
26-27m
V4



AL-WR-16-05
Forage AL-11-04
70-71m
V4



AL-WR-16-07
Forage AL-12-03
106-107m
V4



AL-WR-16-08
Forage AL-11-03
83-84m
V4



AL-WR-16-09
Forage AL-11-02
142-143m
V4



AL-WR-16-10
Forage AL-12-04
59-60m
V4



AL-WR-16-13
Forage AL-11-01
34-35m
V4



AL-WR-16-14
Forage AL-12-07
119-120m
V4



AL-WR-16-15
Forage AL-11-23
87-88m
V4



AL-WR-16-16
Forage AL-12-08
168-169m
V4



AL-WR-16-21
Forage AL-11-24
40-41m
V4



AL-WR-16-22
Forage AL-11-15
35-36m
V4



AL-WR-16-23
Forage AL-11-15
134-135m
V4



AL-WR-16-26
Forage AL-11-16
70-71m
V4



AL-WR-16-27
Forage AL-11-17
16-17m
V4



AL-WR-16-31
Forage AL-12-10
120-121m
V4



AL-WR-16-35
Forage AL-11-19
121-122m
V4



AL-WR-16-36
Forage AL-11-18
25-26m
V4



AL-WR-16-37
Forage AL-12-13
59-60m
V4



AL-WR-16-39
Forage AL-12-16
106-107m
V4



AL-WR-16-40
Forage AL-11-25
26-27m
V4



AL-WR-16-42
Forage AL-10-13
110-111m
V4



AL-WR-16-45
Forage AL-11-21
41-42m
V4



AL-WR-16-46
Forage AL-12-19
23-24m
V4



AL-WR-16-49
Forage AL-10-18
27-28m
V4



AL-WR-16-06
Forage AL-11-08
111-112m
V3B



AL-WR-16-11
Forage AL-10-03
68-69m
V3B



AL-WR-16-12
Forage AL-10-01
54-55m
V3B



AL-WR-16-18
Forage AL-10-04
48-49m
V3B



AL-WR-16-19
Forage AL-10-05
17-18m
V3B



AL-WR-16-20
Forage AL-10-05
105-106m
V3B



AL-WR-16-24
Forage AL-10-06
24-25m
V3B



AL-WR-16-28
Forage AL-10-08
51-52m
V3B



AL-WR-16-30
Forage AL-10-09
14-15m
V3B



AL-WR-16-32
Forage AL-10-11
9-10m
V3B



AL-WR-16-34
Forage AL-10-11
93-94m
V3B



AL-WR-16-48
Forage AL-10-15
48-49m
V3B



AL-WR-16-50
Forage AL-10-17
12-13m
V3B



AL-WR-16-52
Forage AL-10-17
74-75m
V3B



AL-WR-16-25
Forage AL-10-06
51-52m
I4I



AL-WR-16-29
Forage AL-10-08
96-97m
I4I



AL-WR-16-33
Forage AL-10-11
30-31m
I4I



AL-WR-16-41
Forage AL-10-13
39-40m
I4I



AL-WR-16-43
Forage AL-12-18
105-106m
I4I



AL-WR-16-44
Forage AL-10-15
113-114m
I4I



AL-WR-16-51
Forage AL-10-17
18-19m
I4I



AL-WR-16-17
Forage AL-10-04
35-36m
M8



AL-WR-16-38
Forage AL-12-14
75-76m
M8



AL-WR-16-47
Forage AL-10-15
14-15m
M8



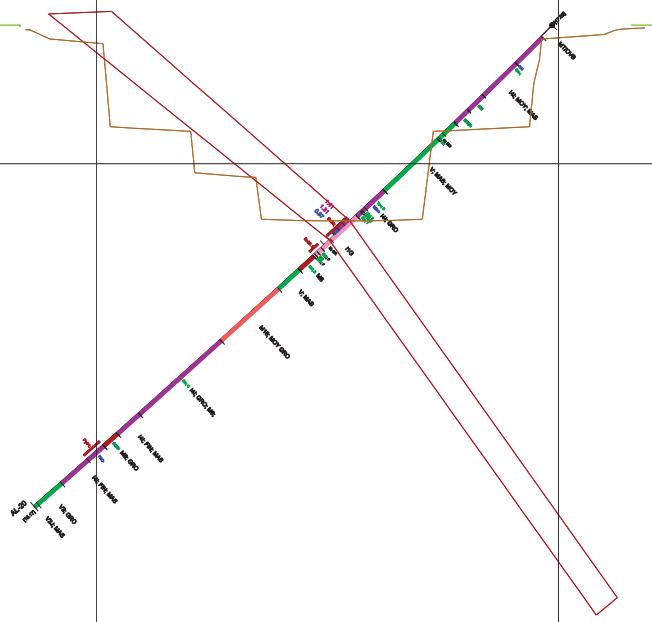
AL-WR-16-01
Forage AL-11-10
60-61m
I2C

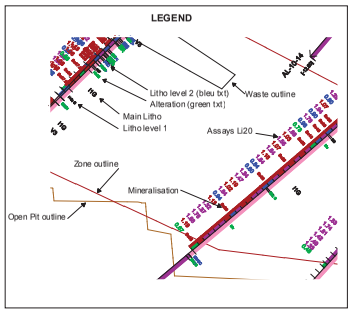


AL-WR-16-02
Forage AL-12-01
41-42m
I1G



5580100 dem N
5580200 dem N
5580300 dem N
5580400 dem N
300 Elev. m
200 Elev. m
100 Elev. m





DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

-25 0 25 50
Scale 1:500

PRELIMINARY

SAYONA

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Services GIE

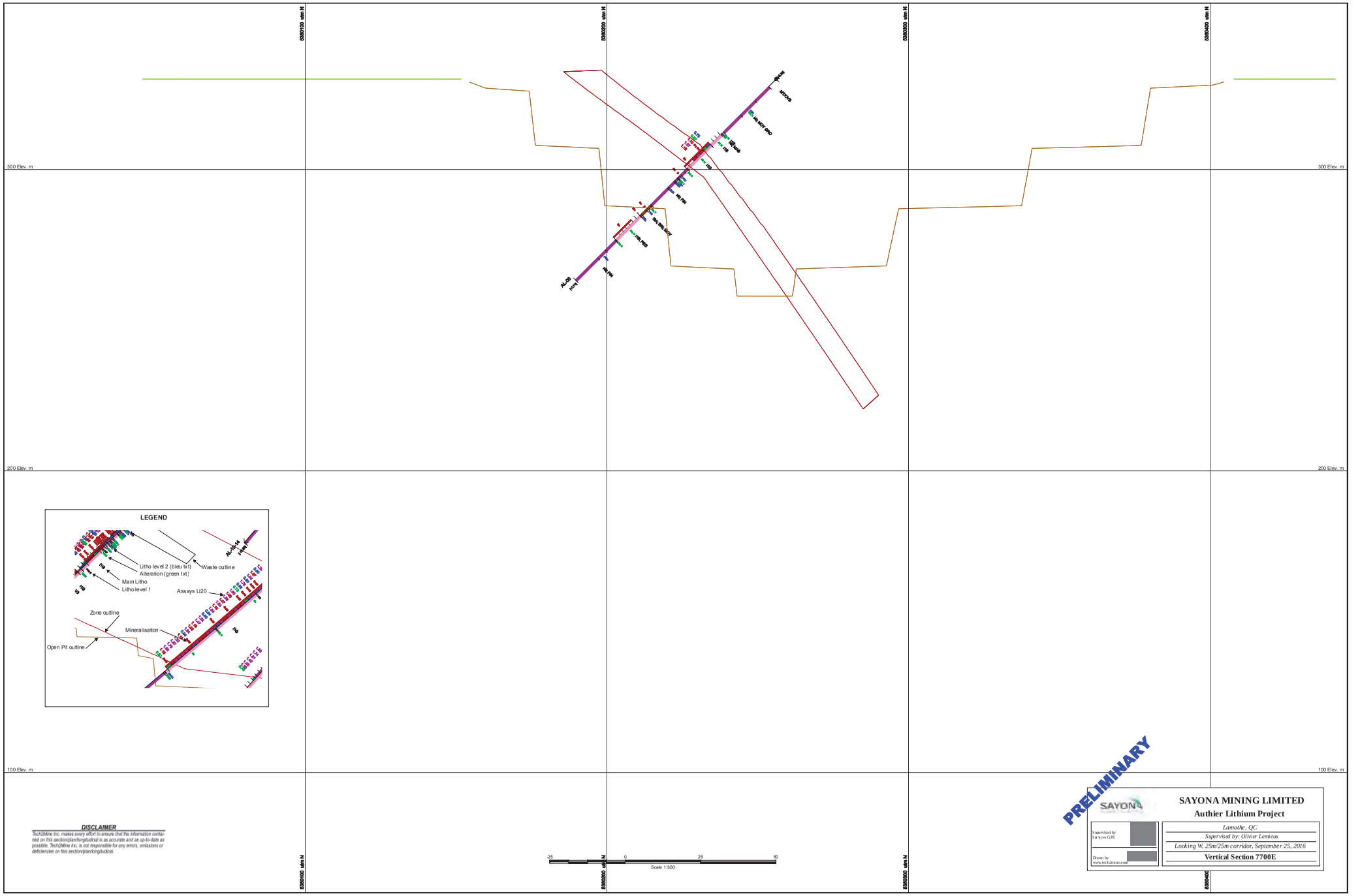
Drawn by www.tech2mine.com

Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

Looking W, 25m/25m corridor, September 25, 2016

Vertical Section 7750E



DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

PRELIMINARY

SAYONA

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Services GIE

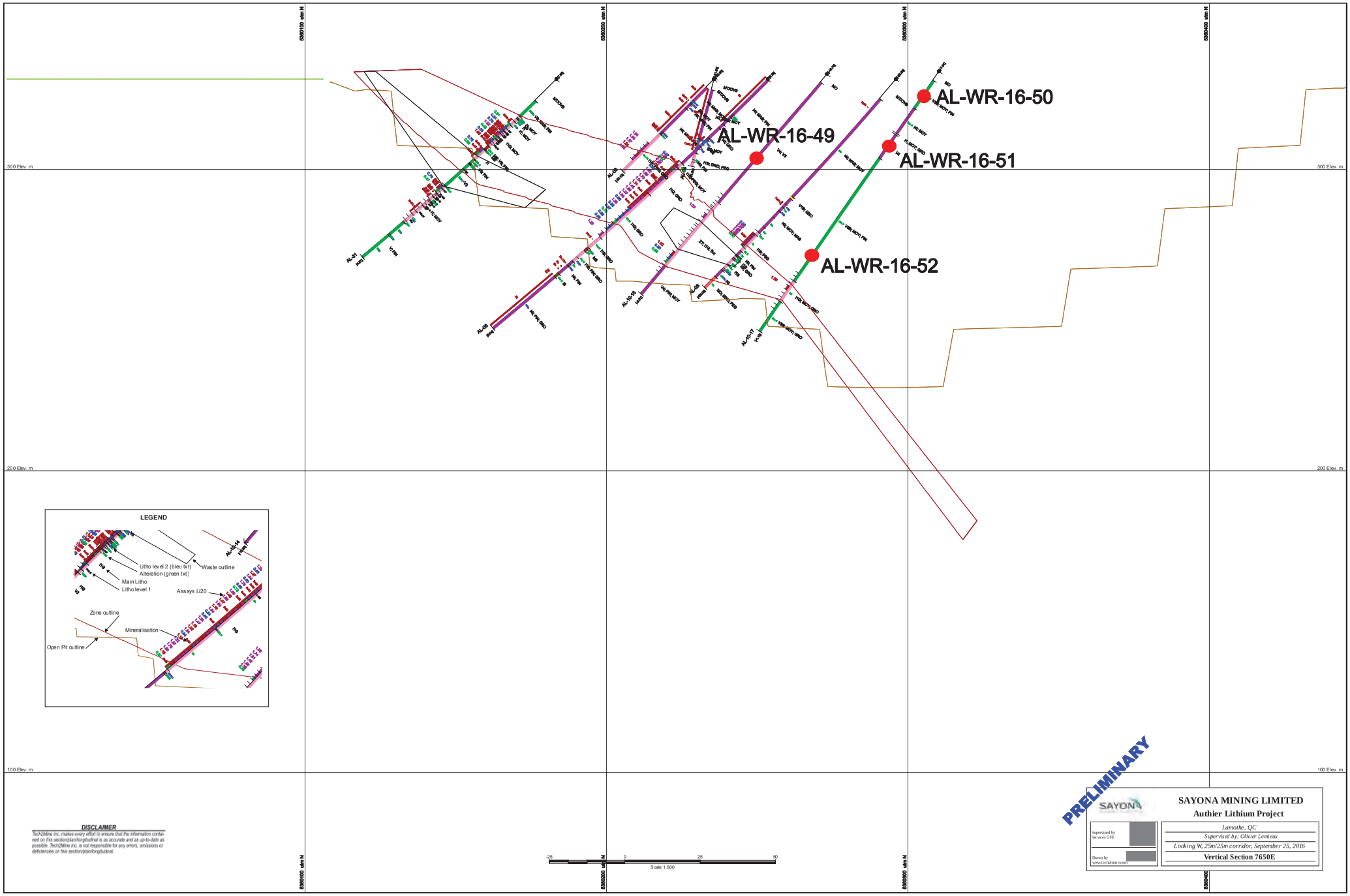
Drawn by www.tech2mine.com

Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

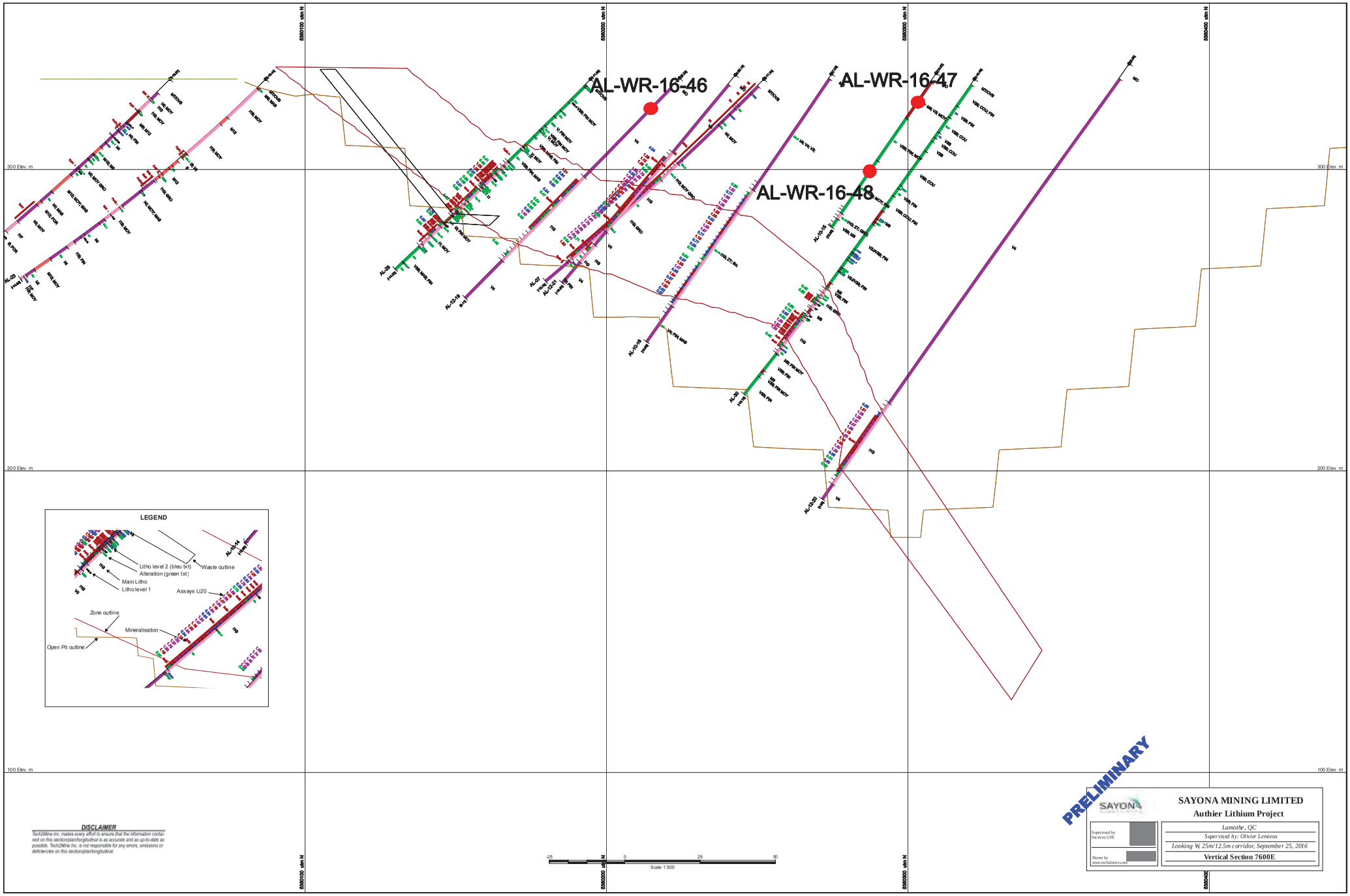
Looking W, 25m/25m corridor, September 25, 2016

Vertical Section 7700E



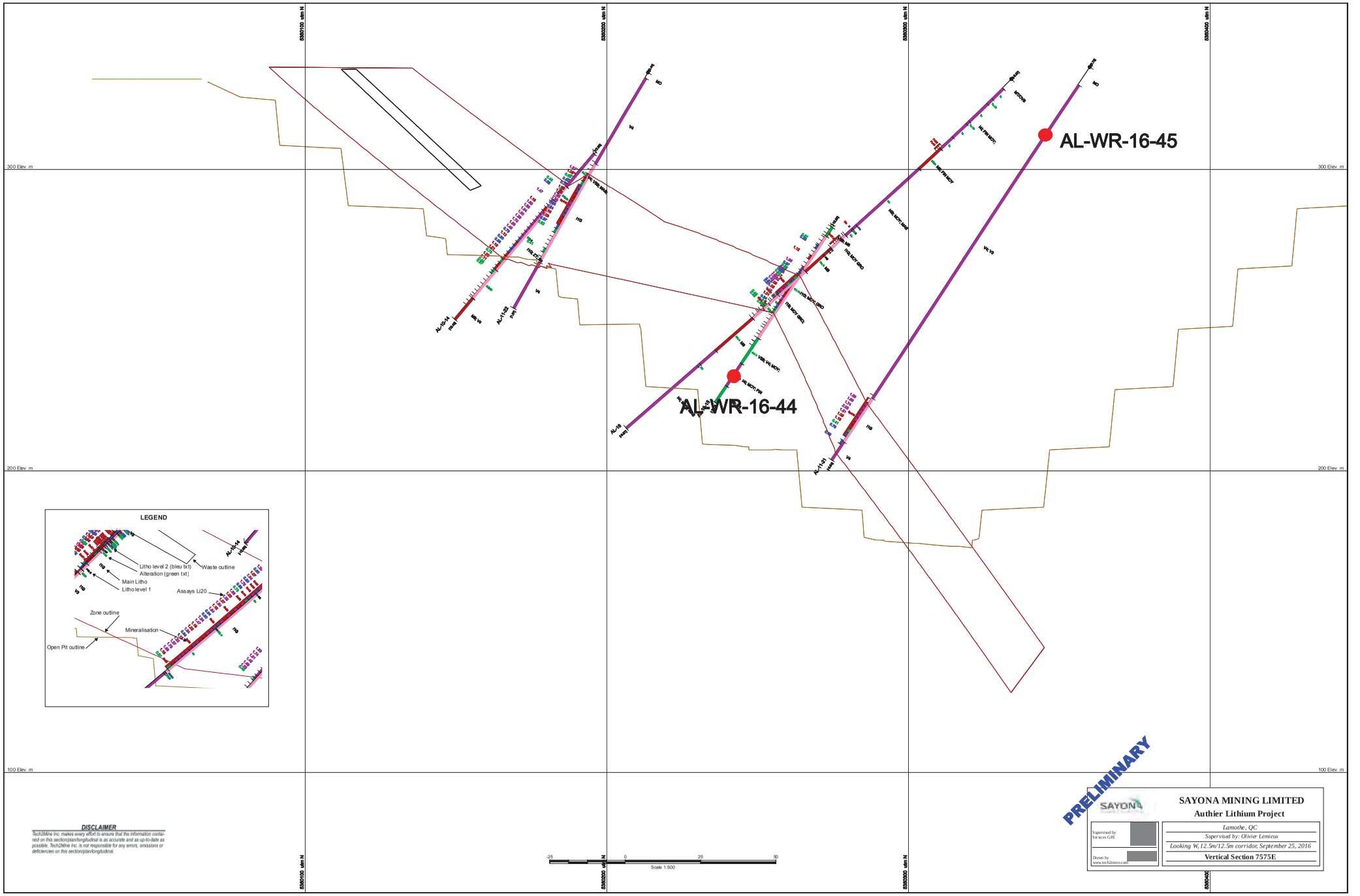
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



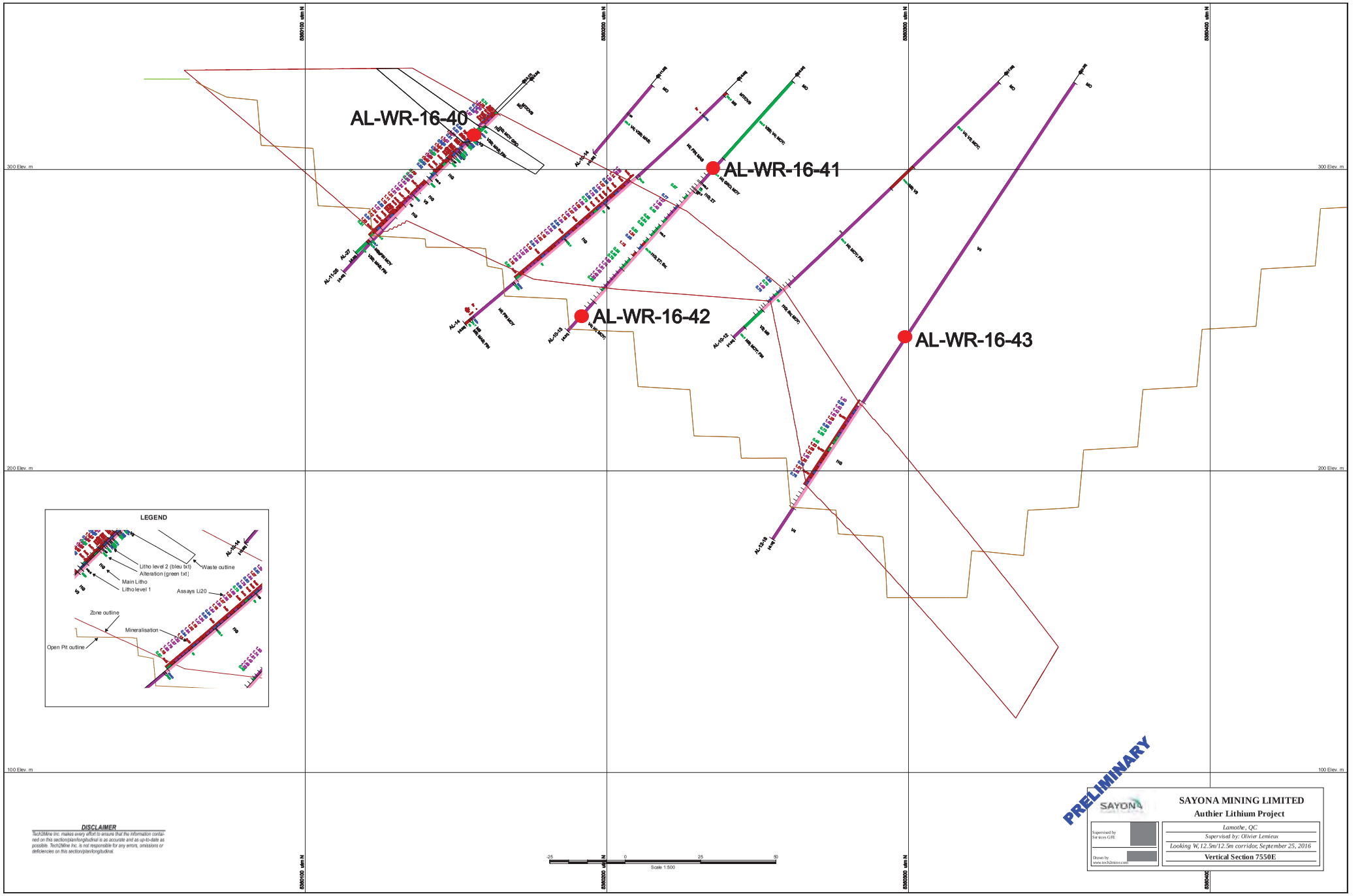
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



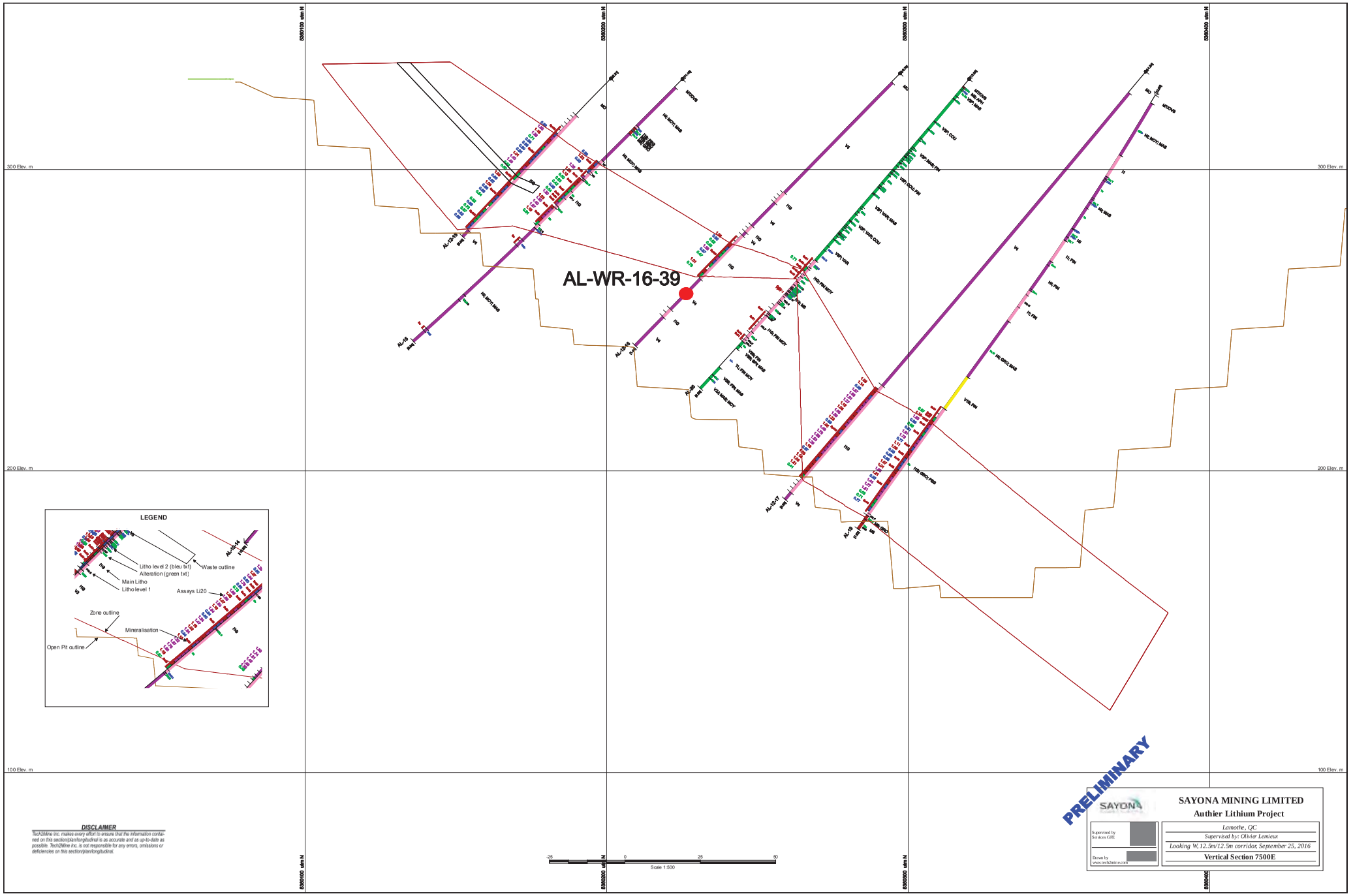
DISCLAIMER

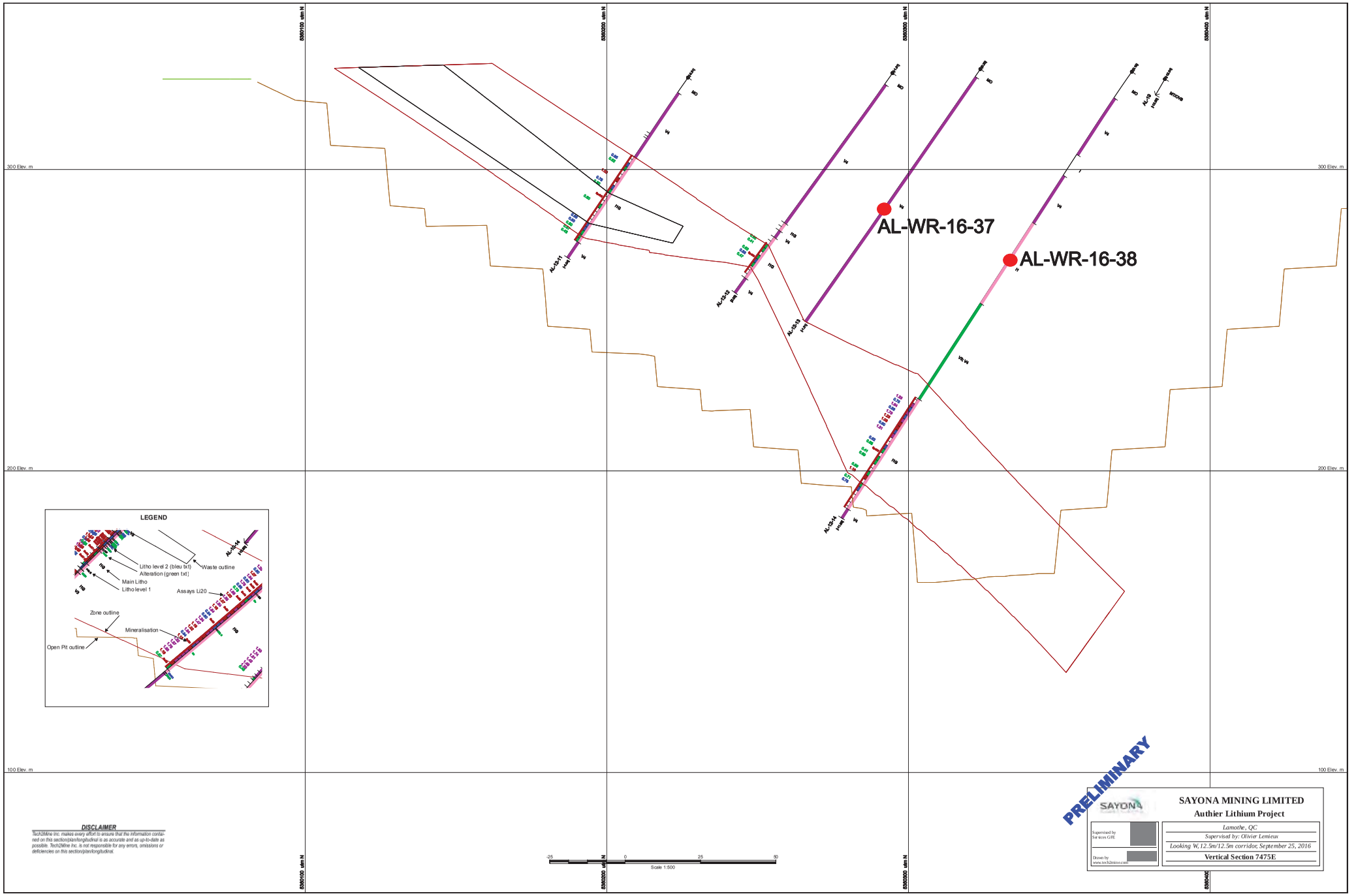
Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



DISCLAIMER

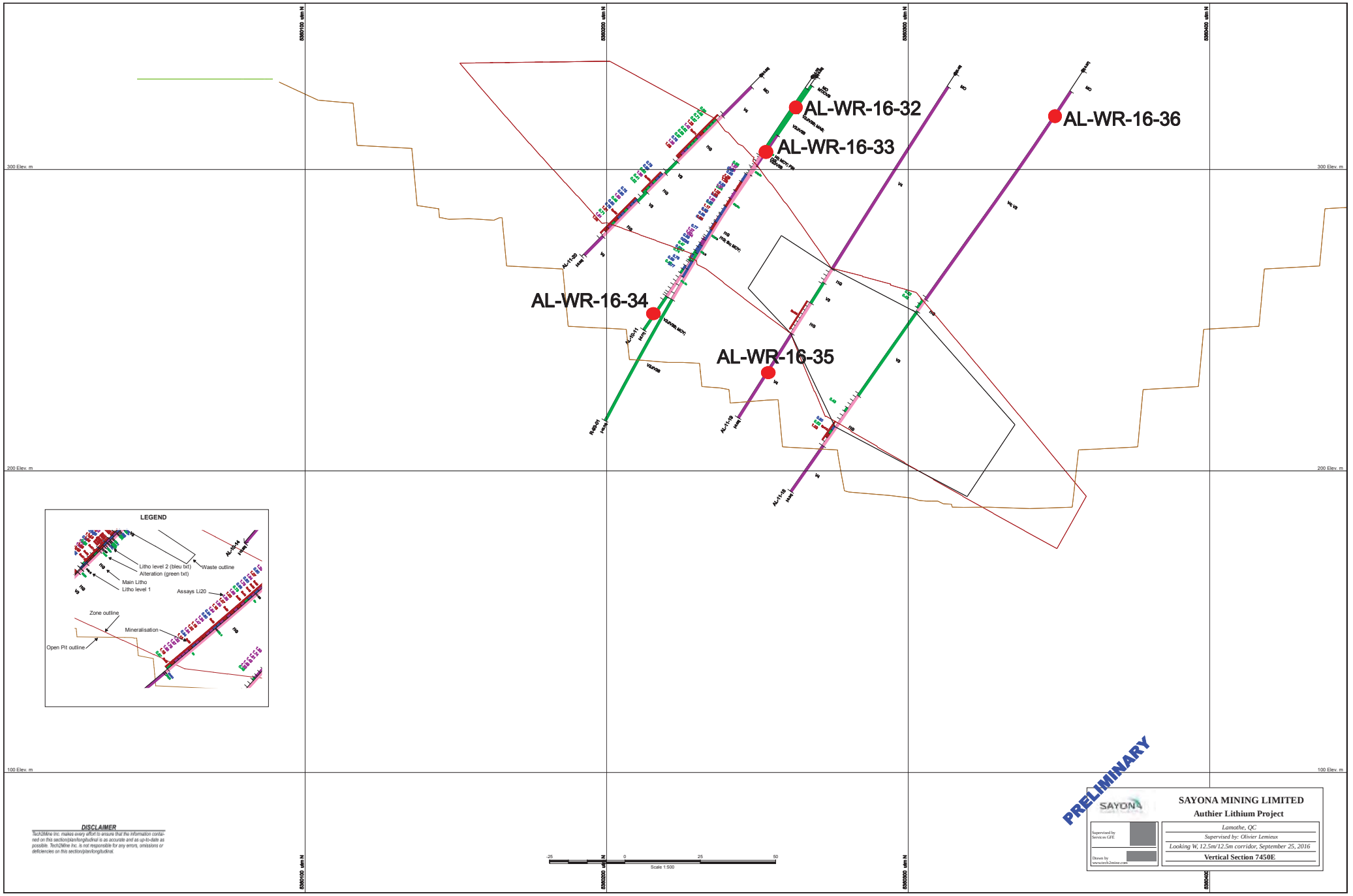
Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.


5580100 dem N
5580200 dem N
5580300 dem N
5580400 dem N
300 Elev. m
200 Elev. m
100 Elev. m
AL-WR-16-39
AL-16
AL-16-04
AL-16-05
AL-16-06
AL-16-07
AL-16-08
AL-16-09
AL-16-10
AL-16-11
AL-16-12
AL-16-13
AL-16-14
AL-16-15
AL-16-16
AL-16-17
AL-16-18
AL-16-19
AL-16-20
AL-16-21
AL-16-22
AL-16-23
AL-16-24
AL-16-25
AL-16-26
AL-16-27
AL-16-28
AL-16-29
AL-16-30
AL-16-31
AL-16-32
AL-16-33
AL-16-34
AL-16-35
AL-16-36
AL-16-37
AL-16-38
AL-16-39
AL-16-40
AL-16-41
AL-16-42
AL-16-43
AL-16-44
AL-16-45
AL-16-46
AL-16-47
AL-16-48
AL-16-49
AL-16-50
AL-16-51
AL-16-52
AL-16-53
AL-16-54
AL-16-55
AL-16-56
AL-16-57
AL-16-58
AL-16-59
AL-16-60
AL-16-61
AL-16-62
AL-16-63
AL-16-64
AL-16-65
AL-16-66
AL-16-67
AL-16-68
AL-16-69
AL-16-70
AL-16-71
AL-16-72
AL-16-73
AL-16-74
AL-16-75
AL-16-76
AL-16-77
AL-16-78
AL-16-79
AL-16-80
AL-16-81
AL-16-82
AL-16-83
AL-16-84
AL-16-85
AL-16-86
AL-16-87
AL-16-88
AL-16-89
AL-16-90
AL-16-91
AL-16-92
AL-16-93
AL-16-94
AL-16-95
AL-16-96
AL-16-97
AL-16-98
AL-16-99
AL-16-100
AL-16-101
AL-16-102
AL-16-103
AL-16-104
AL-16-105
AL-16-106
AL-16-107
AL-16-108
AL-16-109
AL-16-110
AL-16-111
AL-16-112
AL-16-113
AL-16-114
AL-16-115
AL-16-116
AL-16-117
AL-16-118
AL-16-119
AL-16-120
AL-16-121
AL-16-122
AL-16-123
AL-16-124
AL-16-125
AL-16-126
AL-16-127
AL-16-128
AL-16-129
AL-16-130
AL-16-131
AL-16-132
AL-16-133
AL-16-134
AL-16-135
AL-16-136
AL-16-137
AL-16-138
AL-16-139
AL-16-140
AL-16-141
AL-16-142
AL-16-143
AL-16-144
AL-16-145
AL-16-146
AL-16-147
AL-16-148
AL-16-149
AL-16-150
AL-16-151
AL-16-152
AL-16-153
AL-16-154
AL-16-155
AL-16-156
AL-16-157
AL-16-158
AL-16-159
AL-16-160
AL-16-161
AL-16-162
AL-16-163
AL-16-164
AL-16-165
AL-16-166
AL-16-167
AL-16-168
AL-16-169
AL-16-170
AL-16-171
AL-16-172
AL-16-173
AL-16-174
AL-16-175
AL-16-176
AL-16-177
AL-16-178
AL-16-179
AL-16-180
AL-16-181
AL-16-182
AL-16-183
AL-16-184
AL-16-185
AL-16-186
AL-16-187
AL-16-188
AL-16-189
AL-16-190
AL-16-191
AL-16-192
AL-16-193
AL-16-194
AL-16-195
AL-16-196
AL-16-197
AL-16-198
AL-16-199
AL-16-200
AL-16-201
AL-16-202
AL-16-203
AL-16-204
AL-16-205
AL-16-206
AL-16-207
AL-16-208
AL-16-209
AL-16-210
AL-16-211
AL-16-212
AL-16-213
AL-16-214
AL-16-215
AL-16-216
AL-16-217
AL-16-218
AL-16-219
AL-16-220
AL-16-221
AL-16-222
AL-16-223
AL-16-224
AL-16-225
AL-16-226
AL-16-227
AL-16-228
AL-16-229
AL-16-230
AL-16-231
AL-16-232
AL-16-233
AL-16-234
AL-16-235
AL-16-236
AL-16-237
AL-16-238
AL-16-239
AL-16-240
AL-16-241
AL-16-242
AL-16-243
AL-16-244
AL-16-245
AL-16-246
AL-16-247
AL-16-248
AL-16-249
AL-16-250
AL-16-251
AL-16-252
AL-16-253
AL-16-254
AL-16-255
AL-16-256
AL-16-257
AL-16-258
AL-16-259
AL-16-260
AL-16-261
AL-16-262
AL-16-263
AL-16-264
AL-16-265
AL-16-266
AL-16-267
AL-16-268
AL-16-269
AL-16-270
AL-16-271
AL-16-272
AL-16-273
AL-16-274
AL-16-275
AL-16-276
AL-16-277
AL-16-278
AL-16-279
AL-16-280
AL-16-281
AL-16-282
AL-16-283
AL-16-284
AL-16-285
AL-16-286
AL-16-287
AL-16-288
AL-16-289
AL-16-290
AL-16-291
AL-16-292
AL-16-293
AL-16-294
AL-16-295
AL-16-296
AL-16-297
AL-16-298
AL-16-299
AL-16-300
AL-16-301
AL-16-302
AL-16-303
AL-16-304
AL-16-305
AL-16-306
AL-16-307
AL-16-308
AL-16-309
AL-16-310
AL-16-311
AL-16-312
AL-16-313
AL-16-314
AL-16-315
AL-16-316
AL-16-317
AL-16-318
AL-16-319
AL-16-320
AL-16-321
AL-16-322
AL-16-323
AL-16-324
AL-16-325
AL-16-326
AL-16-327
AL-16-328
AL-16-329
AL-16-330
AL-16-331
AL-16-332
AL-16-333
AL-16-334
AL-16-335
AL-16-336
AL-16-337
AL-16-338
AL-16-339
AL-16-340
AL-16-341
AL-16-342
AL-16-343
AL-16-344
AL-16-345
AL-16-346
AL-16-347
AL-16-348
AL-16-349
AL-16-350
AL-16-351
AL-16-352
AL-16-353
AL-16-354
AL-16-355
AL-16-356
AL-16-357
AL-16-358
AL-16-359
AL-16-360
AL-16-361
AL-16-362
AL-16-363
AL-16-364
AL-16-365
AL-16-366
AL-16-367
AL-16-368
AL-16-369
AL-16-370
AL-16-371
AL-16-372
AL-16-373
AL-16-374
AL-16-375
AL-16-376
AL-16-377
AL-16-378
AL-16-379
AL-16-380
AL-16-381
AL-16-382
AL-16-383
AL-16-384
AL-16-385
AL-16-386
AL-16-387
AL-16-388
AL-16-389
AL-16-390
AL-16-391
AL-16-392
AL-16-393
AL-16-394
AL-16-395
AL-16-396
AL-16-397
AL-16-398
AL-16-399
AL-16-400
AL-16-401
AL-16-402
AL-16-403
AL-16-404
AL-16-405
AL-16-406
AL-16-407
AL-16-408
AL-16-409
AL-16-410
AL-16-411
AL-16-412
AL-16-413
AL-16-414
AL-16-415
AL-16-416
AL-16-417
AL-16-418
AL-16-419
AL-16-420
AL-16-421
AL-16-422
AL-16-423
AL-16-424
AL-16-425
AL-16-426
AL-16-427
AL-16-428
AL-16-429
AL-16-430
AL-16-431
AL-16-432
AL-16-433
AL-16-434
AL-16-435
AL-16-436
AL-16-437
AL-16-438
AL-16-439
AL-16-440
AL-16-441
AL-16-442
AL-16-443
AL-16-444
AL-16-445
AL-16-446
AL-16-447
AL-16-448
AL-16-449
AL-16-450
AL-16-451
AL-16-452
AL-16-453
AL-16-454
AL-16-455
AL-16-456
AL-16-457
AL-16-458
AL-16-459
AL-16-460
AL-16-461
AL-16-462
AL-16-463
AL-16-464
AL-16-465
AL-16-466
AL-16-467
AL-16-468
AL-16-469
AL-16-470
AL-16-471
AL-16-472
AL-16-473
AL-16-474
AL-16-475
AL-16-476
AL-16-477
AL-16-478
AL-16-479
AL-16-480
AL-16-481
AL-16-482
AL-16-483
AL-16-484
AL-16-485
AL-16-486
AL-16-487
AL-16-488
AL-16-489
AL-16-490
AL-16-491
AL-16-492
AL-16-493
AL-16-494
AL-16-495
AL-16-496
AL-16-497
AL-16-498
AL-16-499
AL-16-500
AL-16-501
AL-16-502
AL-16-503
AL-16-504
AL-16-505
AL-16-506
AL-16-507
AL-16-508
AL-16-509
AL-16-510
AL-16-511
AL-16-512
AL-16-513
AL-16-514
AL-16-515
AL-16-516
AL-16-517
AL-16-518
AL-16-519
AL-16-520
AL-16-521
AL-16-522
AL-16-523
AL-16-524
AL-16-525
AL-16-526
AL-16-527
AL-16-528
AL-16-529
AL-16-530
AL-16-531
AL-16-532
AL-16-533
AL-16-534
AL-16-535
AL-16-536
AL-16-537
AL-16-538
AL-16-539
AL-16-540
AL-16-541
AL-16-542
AL-16-543
AL-16-544
AL-16-545
AL-16-546
AL-16-547
AL-16-548
AL-16-549
AL-16-550
AL-16-551
AL-16-552
AL-16-553
AL-16-554
AL-16-555
AL-16-556
AL-16-557
AL-16-558
AL-16-559
AL-16-560
AL-16-561
AL-16-562
AL-16-563
AL-16-564
AL-16-565
AL-16-566
AL-16-567
AL-16-568
AL-16-569
AL-16-570
AL-16-571
AL-16-572
AL-16-573
AL-16-574
AL-16-575
AL-16-576
AL-16-577
AL-16-578
AL-16-579
AL-16-580
AL-16-581
AL-16-582
AL-16-583
AL-16-584
AL-16-585
AL-16-586
AL-16-587
AL-16-588
AL-16-589
AL-16-590
AL-16-591
AL-16-592
AL-16-593
AL-16-594
AL-16-595
AL-16-596
AL-16-597
AL-16-598
AL-16-599
AL-16-600
AL-16-601
AL-16-602
AL-16-603
AL-16-604
AL-16-605
AL-16-606
AL-16-607
AL-16-608
AL-16-609
AL-16-610
AL-16-611
AL-16-612
AL-16-613
AL-16-614
AL-16-615
AL-16-616
AL-16-617
AL-16-618
AL-16-619
AL-16-620
AL-16-621
AL-16-622
AL-16-623
AL-16-624
AL-16-625
AL-16-626
AL-16-627
AL-16-628
AL-16-629
AL-16-630
AL-16-631
AL-16-632
AL-16-633
AL-16-634
AL-16-635
AL-16-636
AL-16-637
AL-16-638
AL-16-639
AL-16-640
AL-16-641
AL-16-642
AL-16-643
AL-16-644
AL-16-645
AL-16-646
AL-16-647
AL-16-648
AL-16-649
AL-16-650
AL-16-651
AL-16-652
AL-16-653
AL-16-654
AL-16-655
AL-16-656
AL-16-657
AL-16-658
AL-16-659
AL-16-660
AL-16-661
AL-16-662
AL-16-663
AL-16-664
AL-16-665
AL-16-666
AL-16-667
AL-16-668
AL-16-669
AL-16-670
AL-16-671
AL-16-672
AL-16-673
AL-16-674
AL-16-675
AL-16-676
AL-16-677
AL-16-678
AL-16-679
AL-16-680
AL-16-681
AL-16-682
AL-16-683
AL-16-684
AL-16-685
AL-16-686
AL-16-687
AL-16-688
AL-16-689
AL-16-690
AL-16-691
AL-16-692
AL-16-693
AL-16-694
AL-16-695
AL-16-696
AL-16-697
AL-16-698
AL-16-699
AL-16-700
AL-16-701
AL-16-702
AL-16-703
AL-16-704
AL-16-705
AL-16-706
AL-16-707
AL-16-708
AL-16-709
AL-16-710
AL-16-711
AL-16-712
AL-16-713
AL-16-714
AL-16-715
AL-16-716
AL-16-717
AL-16-718
AL-16-719
AL-16-720
AL-16-721
AL-16-722
AL-16-723
AL-16-724
AL-16-725
AL-16-726
AL-16-727
AL-16-728
AL-16-729
AL-16-730
AL-16-731
AL-16-732
AL-16-733
AL-16-734
AL-16-735
AL-16-736
AL-16-737
AL-16-738
AL-16-739
AL-16-740
AL-16-741
AL-16-742
AL-16-743
AL-16-744
AL-16-745
AL-16-746
AL-16-747
AL-16-748
AL-16-749
AL-16-750
AL-16-751
AL-16-752
AL-16-753
AL-16-754
AL-16-755
AL-16-756
AL-16-757
AL-16-758
AL-16-759
AL-16-760
AL-16-761
AL-16-762
AL-16-763
AL-16-764
AL-16-765
AL-16-766
AL-16-767
AL-16-768
AL-16-769
AL-16-770
AL-16-771
AL-16-772
AL-16-773
AL-16-774
AL-16-775
AL-16-776
AL-16-777
AL-16-778
AL-16-779
AL-16-780
AL-16-781
AL-16-782
AL-16-783
AL-16-784
AL-16-785
AL-16-786
AL-16-787
AL-16-788
AL-16-789
AL-16-790
AL-16-791
AL-16-792
AL-16-793
AL-16-794
AL-16-795
AL-16-796
AL-16-797
AL-16-798
AL-16-799
AL-16-800
AL-16-801
AL-16-802
AL-16-803
AL-16-804
AL-16-805
AL-16-806
AL-16-807
AL-16-808
AL-16-809
AL-16-810
AL-16-811
AL-16-812
AL-16-813
AL-16-814
AL-16-815
AL-16-816
AL-16-817
AL-16-818
AL-16-819
AL-16-820
AL-16-821
AL-16-822
AL-16-823
AL-16-824
AL-16-825
AL-16-826
AL-16-827
AL-16-828
AL-16-829
AL-16-830
AL-16-831
AL-16-832
AL-16-833
AL-16-834
AL-16-835
AL-16-836
AL-16-837
AL-16-838
AL-16-839
AL-16-840
AL-16-841
AL-16-842
AL-16-843
AL-16-844
AL-16-845
AL-16-846
AL-16-847
AL-16-848
AL-16-849
AL-16-850
AL-16-851
AL-16-852
AL-16-853
AL-16-854
AL-16-855
AL-16-856
AL-16-857
AL-16-858
AL-16-859
AL-16-860
AL-16-861
AL-16-862
AL-16-863
AL-16-864
AL-16-865
AL-16-866
AL-16-867
AL-16-868
AL-16-869
AL-16-870
AL-16-871
AL-16-872
AL-16-873
AL-16-874
AL-16-875
AL-16-876
AL-16-877
AL-16-878
AL-16-879
AL-16-880
AL-16-881
AL-16-882
AL-16-883
AL-16-884
AL-16-885
AL-16-886
AL-16-887
AL-16-888
AL-16-889
AL-16-890
AL-16-891
AL-16-892
AL-16-893
AL-16-894
AL-16-895
AL-16-896
AL-16-897
AL-16-898
AL-16-899
AL-16-900
AL-16-901
AL-16-902
AL-16-903
AL-16-904
AL-16-905
AL-16-906
AL-16-907
AL-16-908
AL-16-909
AL-16-910
AL-16-911
AL-16-912
AL-16-913
AL-16-914
AL-16-915
AL-16-916
AL-16-917
AL-16-918
AL-16-919
AL-16-920
AL-16-921
AL-16-922
AL-16-923
AL-16-924
AL-16-925
AL-16-926
AL-16-927
AL-16-928
AL-16-929
AL-16-930
AL-16-931
AL-16-932
AL-16-933
AL-16-934
AL-16-935
AL-16-936
AL-16-937
AL-16-938
AL-16-939
AL-16-940
AL-16-941
AL-16-942
AL-16-943
AL-16-944
AL-16-945
AL-16-946
AL-16-947
AL-16-948
AL-16-949
AL-16-950
AL-16-951
AL-16-952
AL-16-953
AL-16-954
AL-16-955
AL-16-956
AL-16-957
AL-16-958
AL-16-959
AL-16-960
AL-16-961
AL-16-962
AL-16-963
AL-16-964
AL-16-965
AL-16-966
AL-16-967
AL-16-968
AL-16-969
AL-16-970
AL-16-971
AL-16-972
AL-16-973
AL-16-974
AL-16-975
AL-16-976
AL-16-977
AL-16-978
AL-16-979
AL-16-980
AL-16-981
AL-16-982
AL-16-983
AL-16-984
AL-16-985
AL-16-986
AL-16-987
AL-16-988
AL-16-989
AL-16-990
AL-16-991
AL-16-992
AL-16-993
AL-16-994
AL-16-995
AL-16-996
AL-16-997
AL-16-998
AL-16-999
AL-16-1000
AL-16-1001
AL-16-1002
AL-16-1003
AL-16-1004
AL-16-1005
AL-16-1006
AL-16-1007
AL-16-1008
AL-16-1009
AL-16-1010
AL-16-1011
AL-16-1012
AL-16-1013
AL-16-1014
AL-16-1015
AL-16-1016
AL-16-1017
AL-16-1018
AL-16-1019
AL-16-1020
AL-16-1021
AL-16-1022
AL-16-1023
AL-16-1024
AL-16-1025
AL-16-1026
AL-16-1027
AL-16-1028
AL-16-1029
AL-16-1030
AL-16-1031
AL-16-1032
AL-16-1033
AL-16-1034
AL-16-1035
AL-16-1036
AL-16-1037
AL-16-1038
AL-16-1039
AL-16-1040
AL-16-1041
AL-16-1042
AL-16-1043
AL-16-1044
AL-16-1045
AL-16-1046
AL-16-1047
AL-16-1048
AL-16-1049
AL-16-1050
AL-16-1051
AL-16-1052
AL-16-1053
AL-16-1054
AL-16-1055
AL-16-1056
AL-16-1057
AL-16-1058
AL-16-1059
AL-16-1060
AL-16-1061
AL-16-1062
AL-16-1063
AL-16-1064
AL-16-1065
AL-16-1066
AL-16-1067
AL-16-1068
AL-16-1069
AL-16-1070
AL-16-1071
AL-16-1072
AL-16-1073
AL-16-1074
AL-16-1075
AL-16-1076
AL-16-1077
AL-16-1078
AL-16-1079
AL-16-1080
AL-16-1081
AL-16-1082
AL-16-1083
AL-16-1084
AL-16-1085
AL-16-1086
AL-16-1087
AL-16-1088
AL-16-1089
AL-16-1090
AL-16-1091
AL-16-1092
AL-16-1093
AL-16-1094
AL-16-1095
AL-16-1096
AL-16-1097
AL-16-1098
AL-16-1099
AL-16-1100
AL-16-1101
AL-16-1102
AL-16-1103
AL-16-1104
AL-16-1105
AL-16-1106
AL-16-1107
AL-16-1108
AL-16-1109
AL-16-1110
AL-16-1111
AL-16-1112
AL-16-1113
AL-16-1114
AL-16-1115
AL-16-1116
AL-16-1117
AL-16-1118
AL-16-1119
AL-16-1120
AL-16-1121
AL-16-1122
AL-16-1123
AL-16-1124
AL-16-1125
AL-16-1126
AL-16-1127
AL-16-1128
AL-16-1129
AL-16-1130
AL-16-1131
AL-16-1132
AL-16-1133
AL-16-1134
AL-16-1135
AL-16-1136
AL-16-1137
AL-16-1138
AL-16-1139
AL-16-1140
AL-16-1141
AL-16-1142
AL-16-1143
AL-16-1144
AL-16-1145
AL-16-1146
AL-16-1147
AL-16-1148
AL-16-1149
AL-16-1150
AL-16-1151
AL-16-1152
AL-16-1153
AL-16-1154
AL-16-1155
AL-16-1156
AL-16-1157
AL-16-1158
AL-16-1159
AL-16-1160
AL-16-1161
AL-16-1162
AL-16-1163
AL-16-1164
AL-16-1165
AL-16-1166
AL-16-1167
AL-16-1168
AL-16-1169
AL-16-1170
AL-16-1171
AL-16-1172
AL-16-1173
AL-16-1174
AL-16-1175
AL-16-1176
AL-16-1177
AL-16-1178
AL-16-1179
AL-16-1180
AL-16-1181
AL-16-1182
AL-16-1183
AL-16-1184
AL-16-1185
AL-16-1186
AL-16-1187
AL-16-1188
AL-16-1189
AL-16-1190
AL-16-1191
AL-16-1192
AL-16-1193
AL-16-1194
AL-16-1195
AL-16-1196
AL-16-1197
AL-16-1198
AL-16-1199
AL-16-1200
AL-16-1201
AL-16-1202
AL-16-1203
AL-16-1204
AL-16-1205
AL-16-1206
AL-16-1207
AL-16-1208
AL-16-1209
AL-16-1210
AL-16-1211
AL-16-1212
AL-16-1213
AL-16-1214
AL-16-1215
AL-16-1216
AL-16-1217
AL-16-1218
AL-16-1219
AL-16-1220
AL-16-1221
AL-16-1222
AL-16-1223
AL-16-1224
AL-16-1225
AL-16-1226
AL-16-1227
AL-16-1228
AL-16-1229
AL-16-1230
AL-16-1231
AL-16-1232
AL-16-1233
AL-16-1234
AL-16-1235
AL-16-1236
AL-16-1237
AL-16-1238
AL-16-1239
AL-16-1240
AL-16-1241
AL-16-1242
AL-16-1243
AL-16-1244
AL-16-1245
AL-16-1246
AL-16-1247
AL-16-1248
AL-16-1249
AL-16-1250
AL-16-1251
AL-16-1252
AL-16-1253
AL-16-1254
AL-16-1255
AL-16-1256
AL-16-1257
AL-16-1258
AL-16-1259
AL-16-1260
AL-16-1261
AL-16-1262
AL-16-1263
AL-16-1264
AL-16-1265
AL-16-1266
AL-16-1267
AL-16-1268
AL-16-1269
AL-16-1270
AL-16-1271
AL-16-1272
AL-16-1273
AL-16-1274
AL-16-1275
AL-16-1276
AL-16-1277
AL-16-1278
AL-16-1279
AL-16-1280
AL-16-1281
AL-16-1282
AL-16-1283
AL-16-1284
AL-16-1285
AL-16-1286
AL-16-1287
AL-16-1288
AL-16-1289
AL-16-1290
AL-16-1291
AL-16-1292
AL-16-1293
AL-16-1294
AL-16-1295
AL-16-1296
AL-16-1297
AL-16-1298
AL-16-1299
AL-16-1300
AL-16-1301
AL-16-1302
AL-16-1303
AL-16-1304
AL-16-1305
AL-16-1306
AL-16-1307
AL-16-1308
AL-16-1309
AL-16-1310
AL-16-1311
AL-16-1312
AL-16-1313
AL-16-1314
AL-16-1315
AL-16-1316
AL-16-1317
AL-16-1318
AL-16-1319
AL-16-1320
AL-16-1321
AL-16-1322
AL-16-1323
AL-16-1324
AL-16-1325
AL-16-1326
AL-16-1327
AL-16-1328
AL-16-1329
AL-16-1330
AL-16-1331
AL-16-1332
AL-16-1333
AL-16-1334
AL-16-1335
AL-16-1336
AL-16-1337
AL-16-1338
AL-16-1339
AL-16-1340
AL-16-1341
AL-16-1342
AL-16-1343
AL-16-1344
AL-16-1345
AL-16-1346
AL-16-1347
AL-16-1348
AL-16-1349
AL-16-1350
AL-16-1351
AL-16-1352
AL-16-1353
AL-16-1354
AL-16-1355
AL-16-1356
AL-16-1357
AL-16-1358
AL-16-1359
AL-16-1360
AL-16-1361
AL-16-1362
AL-16-1363
AL-16-1364
AL-16-1365
AL-16-1366
AL-16-1367
AL-16-1368
AL-16-1369
AL-16-1370
AL-16-1371
AL-16-1372
AL-16-1373
AL-16-1374
AL-16-1375
AL-16-1376
AL-16-1377
AL-16-1378
AL-16-1379
AL-16-1380
AL-16-1381
AL-16-1382
AL-16-1383
AL-16-1384
AL-16-1385
AL-16-1386
AL-16-1387
AL-16-1388
AL-16-1389
AL-16-1390
AL-16-1391
AL-16-1392
AL-16-1393
AL-16-1394
AL-16-1395
AL-16-1396
AL-16-1397
AL-16-1398
AL-16-1399
AL-16-1400
AL-16-1401
AL-16-1402
AL-16-1403
AL-16-1404
AL-16-1405
AL-16-1406
AL-16-1407
AL-16-1408
AL-16-1409
AL-16-1410
AL-16-1411
AL-16-1412
AL-16-1413
AL-16-1414
AL-16-1415
AL-16-1416
AL-16-1417
AL-16-1418
AL-16-1419
AL-16-1420
AL-16-1421
AL-16-1422
AL-16-1423
AL-16-1424
AL-16-1425
AL-16-1426
AL-16-1427
AL-16-1428
AL-16-1429
AL-16-1430
AL-16-1431
AL-16-1432
AL-16-1433
AL-16-1434
AL-16-1435
AL-16-1436
AL-16-1437
AL-16-1438
AL-16-1439
AL-16-1440
AL-16-1441
AL-16-1442
AL-16-1443
AL-16-1444
AL-16-1445
AL-16-1446
AL-16-1447
AL-16-1448
AL-16-1449
AL-16-1450
AL-16-1451
AL-16-1452
AL-16-1453
AL-16-1454
AL-16-1455
AL-16-1456
AL-16-1457
AL-16-1458
AL-16-1459
AL-16-1460
AL-16-1461
AL-16-1462
AL-16-1463
AL-16-1464
AL-16-1465
AL-16-1466
AL-16-1467
AL-16-1468
AL-16-1469
AL-16-1470
AL-16-1471
AL-16-1472
AL-16-1473
AL-16-1474
AL-16-1475
AL-16-1476
AL-16-1477
AL-16-1478
AL-16-1479
AL-16-1480
AL-16-1481
AL-16-1482
AL-16-1483
AL-16-1484
AL-16-1485
AL-16-1486
AL-16-1487
AL-16-1488
AL-16-1489
AL-16-1490
AL-16-1491
AL-16-1492
AL-16-1493
AL-16-1494
AL-16-1495
AL-16-1496
AL-16-1497
AL-16-1498
AL-16-1499
AL-16-1500
AL-16-1501
AL-16-1502
AL-16-1503
AL-16-1504
AL-16-1505
AL-16-1506
AL-16-1507
AL-16-1508
AL-16-1509
AL-16-1510
AL-16-1511
AL-16-1512
AL-16-1513
AL-16-1514
AL-16-1515
AL-16-1516
AL-16-1517
AL-16-1518
AL-16-1519
AL-16-1520
AL-16-1521
AL-16-1522
AL-16-1523
AL-16-1524
AL-16-1525
AL-16-1526
AL-16-1527
AL-16-1528
AL-16-1529
AL-16-1530
AL-16-1531
AL-16-1532
AL-16-1533
AL-16-1534
AL-16-1535
AL-16-1536
AL-16-1537
AL-16-1538
AL-16-1539
AL-16-1540
AL-16-1541
AL-16-1542
AL-16-1543
AL-16-1544
AL-16-1545
AL-16-1546
AL-16-1547
AL-16-1548
AL-16-1549
AL-16-1550
AL-16-1551
AL-16-1552
AL-16-1553
AL-16-1554
AL-16-1555
AL-16-1556
AL-16-1557
AL-16-1558
AL-16-1559
AL-16-1560
AL-16-1561
AL-16-1562
AL-16-1563
AL-16-1564
AL-16-1565
AL-16-1566
AL-16-1567
AL-16-1568
AL-16-1569
AL-16-1570
AL-16-1571
AL-16-1572
AL-16-1573
AL-16-1574
AL-16-1575
AL-16-1576
AL-16-1577
AL-16-1578
AL-16-1579
AL-16-1580
AL-16-1581
AL-16-1582
AL-16-1583
AL-16-1584
AL-16-1585
AL-16-1586
AL-16-1587
AL-16-1588
AL-16-1589
AL-16-1590
AL-16-1591
AL-16-1592
AL-16-1593
AL-16-1594
AL-16-1595
AL-16-1596
AL-16-1597
AL-16-1598
AL-16-1599
AL-16-1600
AL-16-1601
AL-16-1602
AL-16-1603
AL-16-1604
AL-16-1605
AL-16-1606
AL-16-1607
AL-16-1608
AL-16-1609
AL-16-1610
AL-16-1611
AL-16-1612
AL-16-1613
AL-16-1614
AL-16-1615
AL-16-1616
AL-16-1617
AL-16-1618
AL-16-1619
AL-16-1620
AL-16-1621
AL-16-1622
AL-16-1623
AL-16-1624
AL-16-1625
AL-16-1626
AL-16-1627
AL-16-1628
AL-16-1629
AL-16-1630
AL-16-1631
AL-16-1632
AL-16-1633
AL-16-1634
AL-16-1635
AL-16-1636
AL-16-1637
AL-16-1638
AL-16-1639
AL-16-1640
AL-16-1641
AL-16-1642
AL-16-1643
AL-16-1644
AL-16-1645
AL-16-1646
AL-16-1647
AL-16-1648
AL-16-1649
AL-16-1650
AL-16-1651
AL-16-1652
AL-16-1653
AL-16-1654
AL-16-1655
AL-16-1656
AL-16-1657
AL-16-1658
AL-16-1659
AL-16-1660
AL-16-1661
AL-16-1662
AL-16-1663
AL-16-1664
AL-16-1665
AL-16-1666
AL-16-1667
AL-16-1668
AL-16-1669
AL-16-1670
AL-16-1671
AL-16-1672
AL-16-1673
AL-16-1674
AL-16-1675
AL-16-1676
AL-16-1677
AL-16-1678
AL-16-1679
AL-16-1680
AL-16-1681
AL-16-1682
AL-16-1683
AL-16-1684
AL-16-1685
AL-16-1686
AL-16-1687
AL-16-1688
AL-16-1689
AL-16-1690
AL-16-1691
AL-16-1692
AL-16-1693
AL-16-1694
AL-16-1695
AL-16-1696
AL-16-1697
AL-16-1698
AL-16-1699
AL-16-1700
AL-16-1701
AL-16-1702
AL-16-1703
AL-16-1704
AL-16-1705
AL-16-1706
AL-16-1707
AL-16-1708
AL-16-1709
AL-16-1710
AL-16-1711
AL-16-1712
AL-16-1713
AL-16-1714
AL-16-1715
AL-16-1716
AL-16-1717
AL-16-1718
AL-16-1719
AL-16-1720
AL-16-1721
AL-16-1722
AL-16-1723
AL-16-1724
AL-16-1725
AL-16-1726
AL-16-1727
AL-16-1728
AL-16-1729
AL-16-1730
AL-16-1731
AL-16-1732
AL-16-1733
AL-16-1734
AL-16-1735
AL-16-1736
AL-16-1737
AL-16-1738
AL-16-1739
AL-16-1740
AL-16-1741
AL-16-1742
AL-16-1743
AL-16-1744
AL-16-1745
AL-16-1746
AL-16-1747
AL-16-1748
AL-16-1749
AL-16-1750
AL-16-1751
AL-16-1752
AL-16-1753
AL-16-1754
AL-16-1755
AL-16-1756
AL-16-1757
AL-16-1758
AL-16-1759
AL-16-1760
AL-16-1761
AL-16-1762
AL-16-1763
AL-16-1764
AL-16-1765
AL-16-1766
AL-16-1767
AL-16-1768
AL-16-1769
AL-16-1770
AL-16-1771
AL-16-1772
AL-16-1773
AL-16-1774
AL-16-1775
AL-16-1776
AL-16-1777
AL-16-1778
AL-16-1779
AL-16-1780
AL-16-1781
AL-16-1782
AL-16-1783
AL-16-1784
AL-16-1785
AL-16-1786
AL-16-1787
AL-16-1788
AL-16-1789
AL-16-1790
AL-16-1791
AL-16-1792
AL-16-1793
AL-16-1794
AL-16-1795
AL-16-1796
AL-16-1797
AL-16-1798
AL-16-1799
AL-16-1800
AL-16-1801
AL-16-1802
AL-16-1803
AL-16-1804
AL-16-1805
AL-16-1806
AL-16-1807
AL-16-1808
AL-16-1809
AL-16-1810
AL-16-1811
AL-16-1812
AL-16-1813
AL-16-1814
AL-16-1815
AL-16-1816
AL-16-1817
AL-16-1818
AL-16-1819
AL-16-1820
AL-16-1821
AL-16-1822
AL-16-1823
AL-16-1824
AL-16-1825
AL-16-1826
AL-16-1827
AL-16-1828
AL-16-1829
AL-16-1830
AL-16-1831
AL-16-1832
AL-16-1833
AL-16-1834
AL-16-1835
AL-16-1836
AL-16-1837
AL-16-1838
AL-16-1839
AL-16-1840
AL-16-1841
AL-16-1842
AL-16-1843
AL-16-1844
AL-16-1845
AL-16-1846
AL-16-1847
AL-16-1848
AL-16-1849
AL-16-1850
AL-16-1851
AL-16-1852
AL-16-1853
AL-16-1854
AL-16-1855
AL-16-1856
AL-16-1857
AL-16-1858
AL-16-1859
AL-16-1860
AL-16-1861
AL-16-1862
AL-16-1863
AL-16-1864
AL-16-1865
AL-16-1866
AL-16-1867
AL-16-1868
AL-16-1869
AL-16-1870
AL-16-1871
AL-16-1872
AL-16-1873
AL-16-1874
AL-16-1875
AL-16-1876
AL-16-1877
AL-16-1878
AL-16-1879
AL-16-1880
AL-16-1881
AL-16-1882
AL-16-1883
AL-16-1884
AL-16-1885
AL-16-1886
AL-16-1887
AL-16-1888
AL-16-1889
AL-16-1890
AL-16-1891
AL-16-1892
AL-16-1893
AL-16-1894
AL-16-1895
AL-16-1896
AL-16-1897
AL-16-1898
AL-16-1899
AL-16-1900
AL-16-1901
AL-16-1902
AL-16-1903
AL-16-1904
AL-16-1905
AL-16-1906
AL-16-1907
AL-16-1908
AL-16-1909
AL-16-1910
AL-16-1911
AL-16-1912
AL-16-1913
AL-16-1914
AL-16-1915
AL-16-1916
AL-16-1917
AL-16-1918
AL-16-1919
AL-16-1920
AL-16-1921
AL-16-1922
AL-16-1923
AL-16-1924
AL-16-1925
AL-16-1926
AL-16-1927
AL-16-1928
AL-16-1929
AL-16-1930
AL-16-1931
AL-16-1932
AL-16-1933
AL-16-1934
AL-16-1935
AL-16-1936
AL-16-1937
AL-16-1938
AL-16-1939
AL-16-1940
AL-16-1941
AL-16-1942
AL-16-1943
AL-16-1944
AL-16-1945
AL-16-1946
AL-16-1947
AL-16-1948
AL-16-1949
AL-16-1950
AL-16-1951
AL-16-1952
AL-16-1953
AL-16-1954
AL-16-1955
AL-16-1956
AL-16-1957
AL-16-1958
AL-16-1959
AL-16-1960
AL-16-1961
AL-16-1962
AL-16-1963
AL-16-1964
AL-16-1965
AL-16-1966
AL-16-1967
AL-16-1968
AL-16-1969
AL-16-1970
AL-16-1971
AL-16-1972
AL-16-1973
AL-16-1974
AL-16-1975
AL-16-1976
AL-16-1977
AL-16-1978
AL-16-1979
AL-16-1980
AL-16-1981
AL-16-1982
AL-16-1983
AL-16-1984
AL-16-1985
AL-16-1986
AL-16-1987
AL-16-1988
AL-16-1989
AL-16-1990
AL-16-1991
AL-16-1992
AL-16-1993
AL-16-1994
AL-16-1995
AL-16-1996
AL-16-1997
AL-16-1998
AL-16-1999
AL-16-2000
AL-16-2001
AL-16-2002
AL-16-2003
AL-16-2004
AL-16-2005
AL-16-2006
AL-16-2007
AL-16-2008
AL-16-2009
AL-16-2010
AL-16-2011
AL-16-2012
AL-16-2013
AL-16-2014
AL-16-2015
AL-16-2016
AL-16-2017
AL-16-2018
AL-16-2019
AL-16-2020
AL-16-2021
AL-16-2022
AL-16-2023
AL-16-2024
AL-16-2025
AL-16-2026
AL-16-2027
AL-16-2028
AL-16-2029
AL-16-2030
AL-16-2031
AL-16-2032
AL-16-2033
AL-16-2034
AL-16-2035
AL-16-2036
AL-16-2037
AL-16-2038
AL-16-2039
AL-16-2040
AL-16-2041
AL-16-2042
AL-16-2043
AL-16-2044
AL-16-2045
AL-16-2046
AL-16-2047
AL-16-2048
AL-16-2049
AL-16-2050
AL-16-2051
AL-16-2052
AL-16-2053
AL-16-2054
AL-16-2055
AL-16-2056
AL-16-2057
AL-16-2058
AL-16-2059
AL-16-2060
AL-16-2061
AL-16-2062
AL-16-2063
AL-16-2064
AL-16-2065
AL-16-2066
AL-16-2067
AL-16-2068
AL-16-2069
AL-16-2070
AL-16-2071
AL-16-2072
AL-16-2073
AL-16-2074
AL-16-2075
AL-16-2076
AL-16-2077
AL-16-2078
AL-16-2079
AL-16-2080
AL-16-2081
AL-16-2082
AL-16-2083
AL-16-2084
AL-16-2085
AL-16-2086
AL-16-2087
AL-16-2088
AL-16-2089
AL-16-2090
AL-16-2091
AL-16-2092
AL-16-2093
AL-16-2094
AL-16-2095
AL-16-2096
AL-16-2097
AL-16-2098
AL-16-2099
AL-16-2100
AL-16-2101
AL-16-2102
AL-16-2103
AL-16-2104
AL-16-2105
AL-16-2106
AL-16-2107
AL-16-2108
AL-16-2109
AL-16-2110
AL-16-2111
AL-16-2



DISCLAIMER

TechZMine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. TechZMine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



PRELIMINARY

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

Looking W, 12.5m/12.5m corridor, September 25, 2016

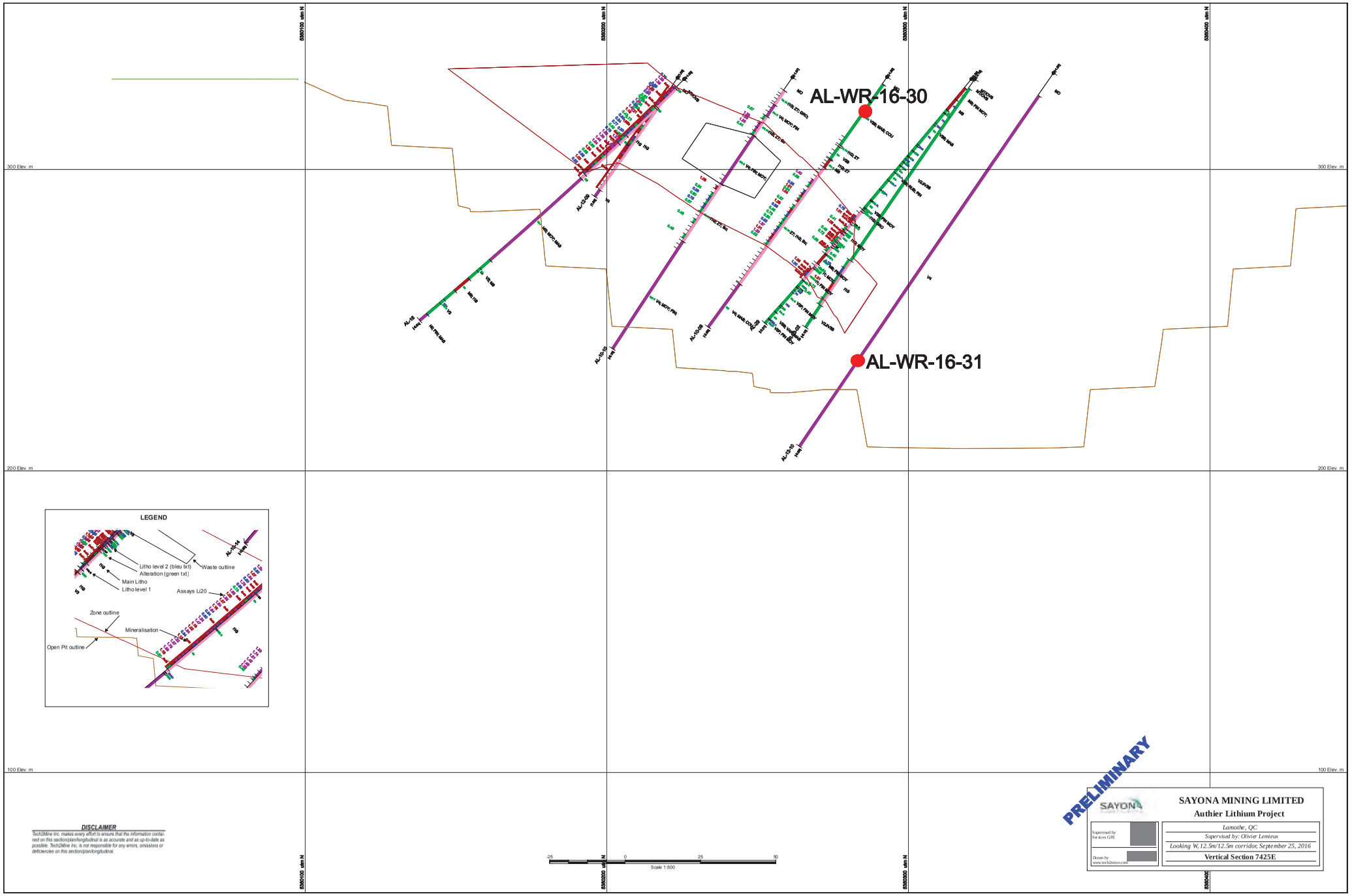
Vertical Section 7450E

Supervised by Services GPE

Drawn by wwwtech2mine.com

DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



LEGEND

Litho level 2 (bleu txt)
Alteration (green txt)
Waste outline
Main Litho
Litho level 1
Assays Li20
Zone outline
Mineralisation
Open Pit outline

DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

PRELIMINARY

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Sayona GIE

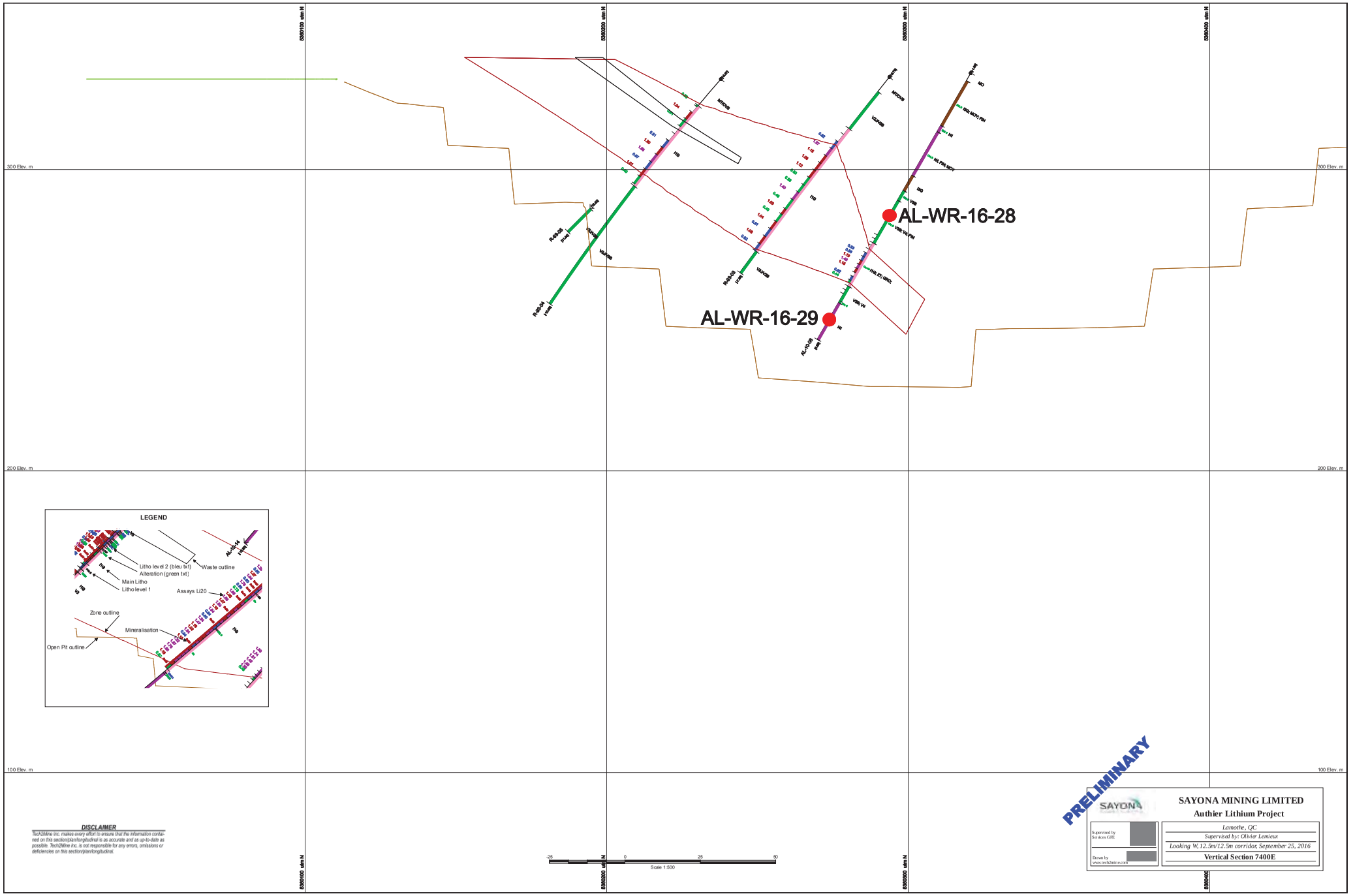
Drawn by www.tech2mine.com

Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

Looking W, 12.5m/12.5m corridor, September 25, 2016

Vertical Section 7425E



DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

-25 0 25 50
Scale 1:500

PRELIMINARY

SAYONA

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Services GIE

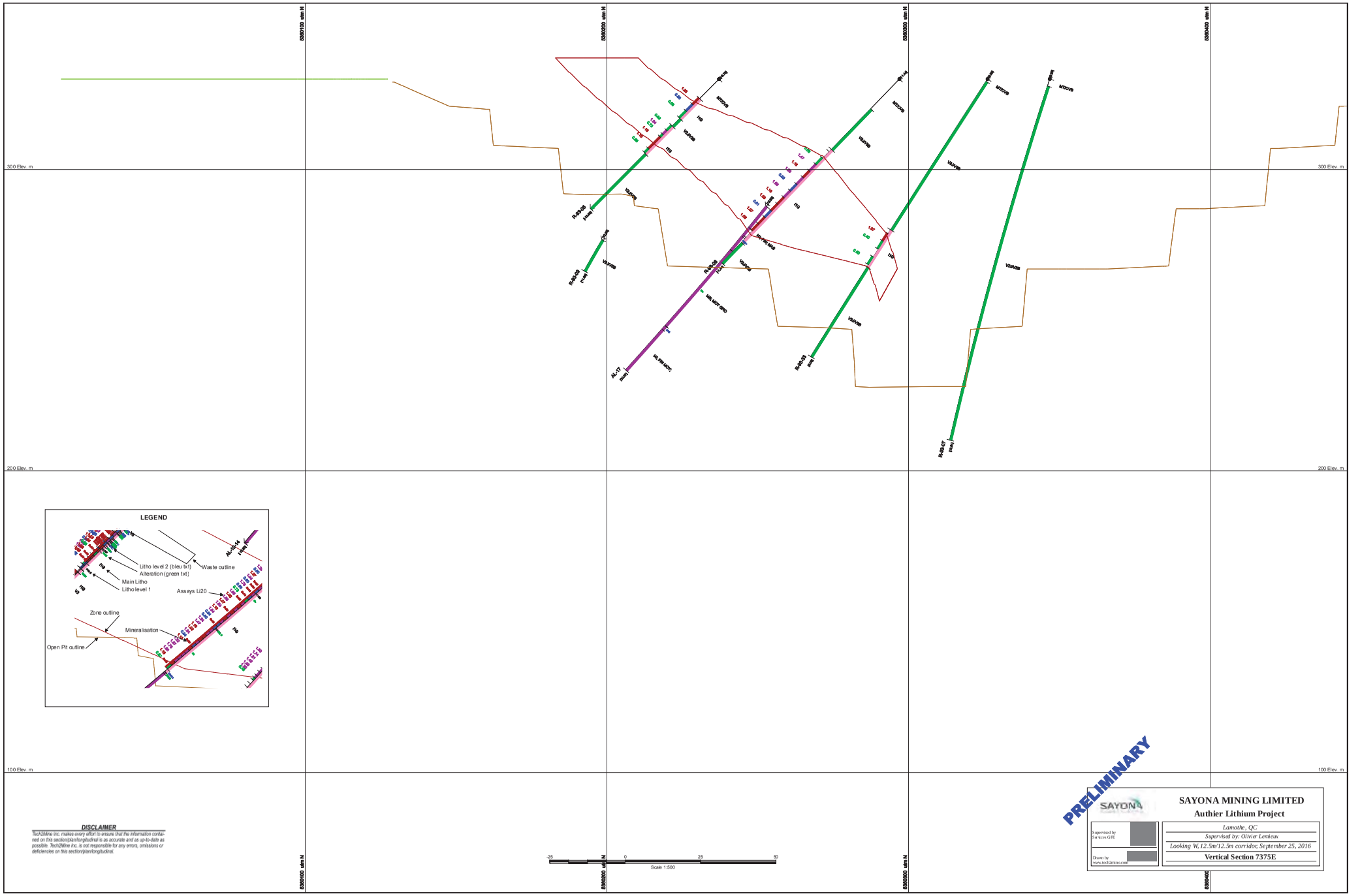
Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

Drawn by www.tech2mine.com

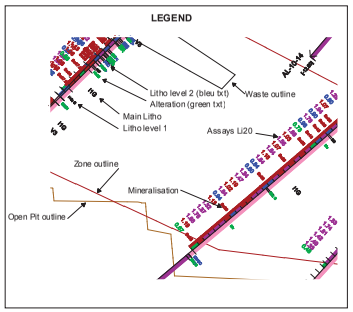
Looking W, 12.5m/12.5m corridor, September 25, 2016

Vertical Section 7400E



DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



DISCLAIMER

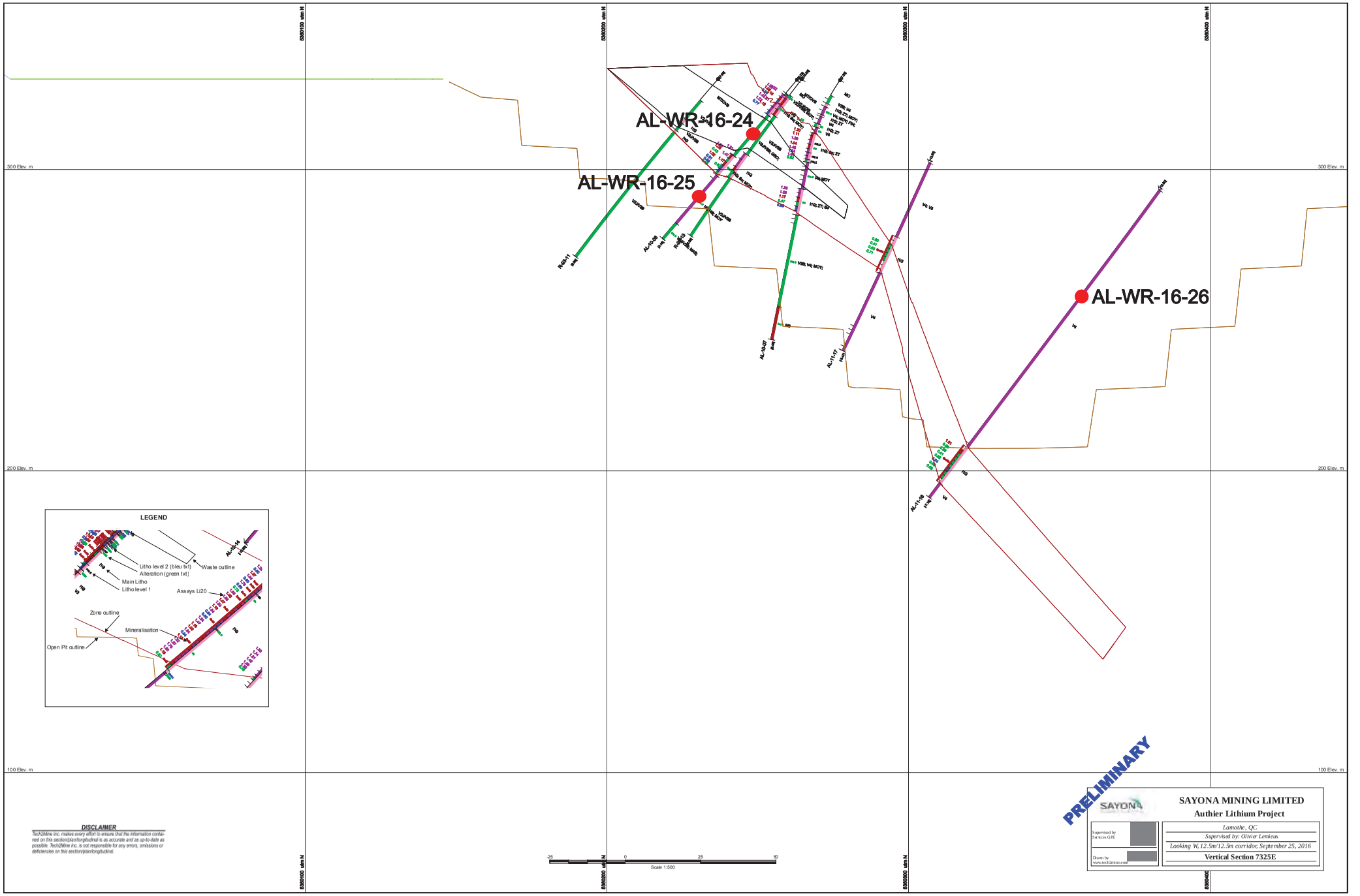
Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

PRELIMINARY

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Services GIE	*Lamothe, QC*
	Supervised by: Olivier Lemieux
Drawn by www.tech2mine.com	*Looking W, 12.5m/12.5m corridor, September 25, 2016*
	Vertical Section 7350E



PRELIMINARY

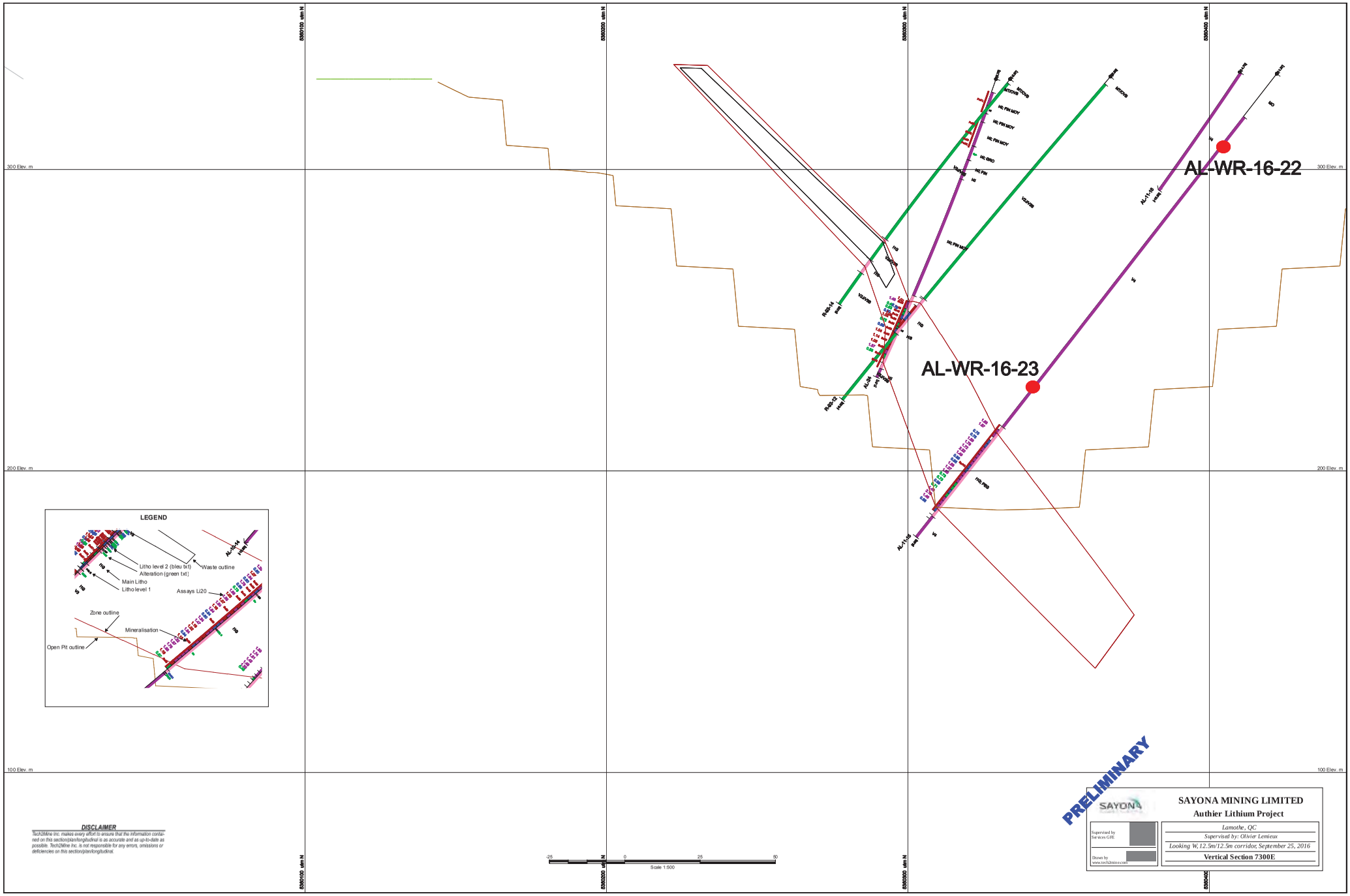
SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Supervised by Surveys GIE	*Lamothe, QC*
	Supervised by: Olivier Lemieux
Drawn by www.tech2mine.com	*Looking W, 12.5m/12.5m corridor, September 25, 2016*
	Vertical Section 7325E

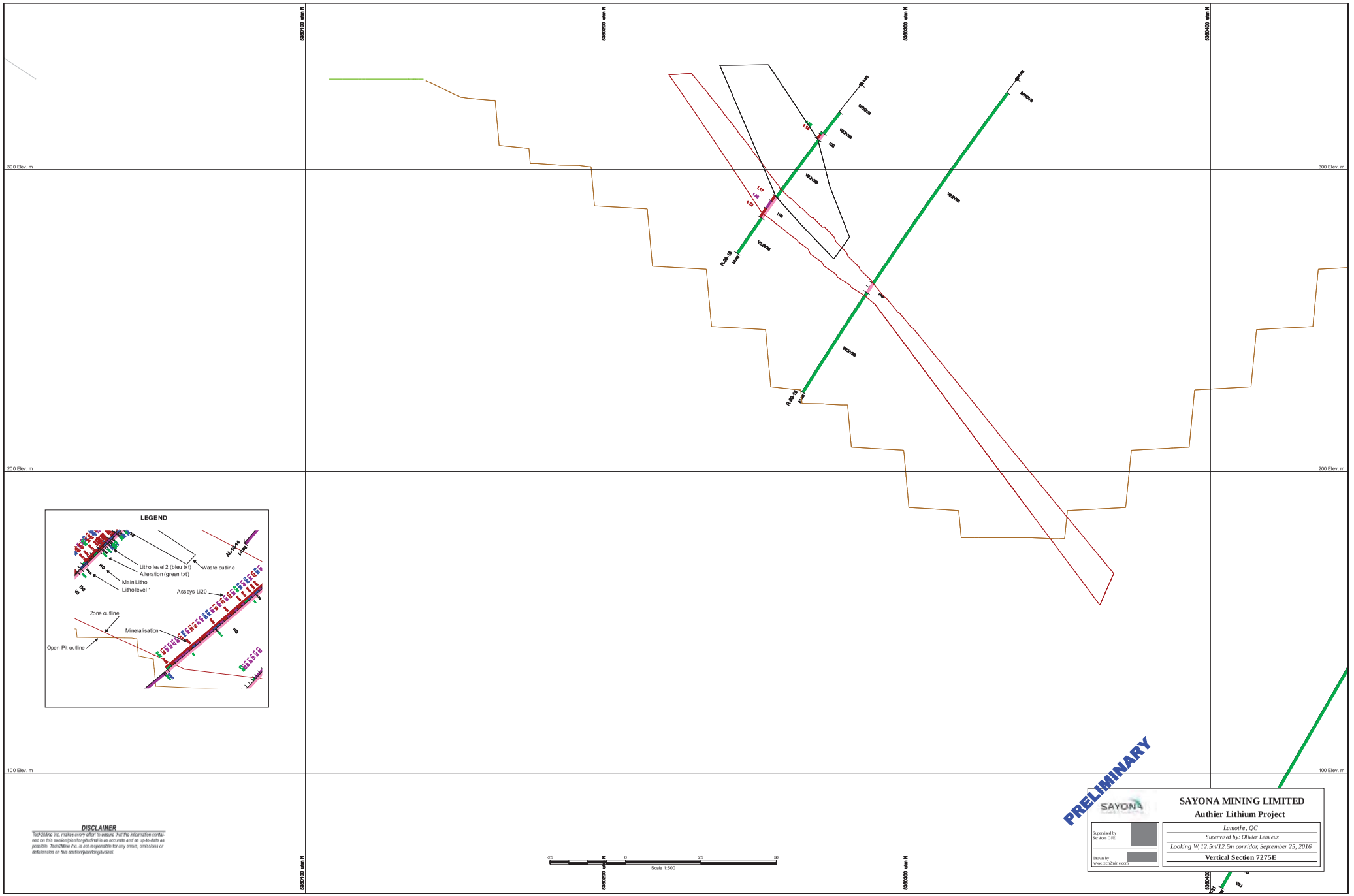
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



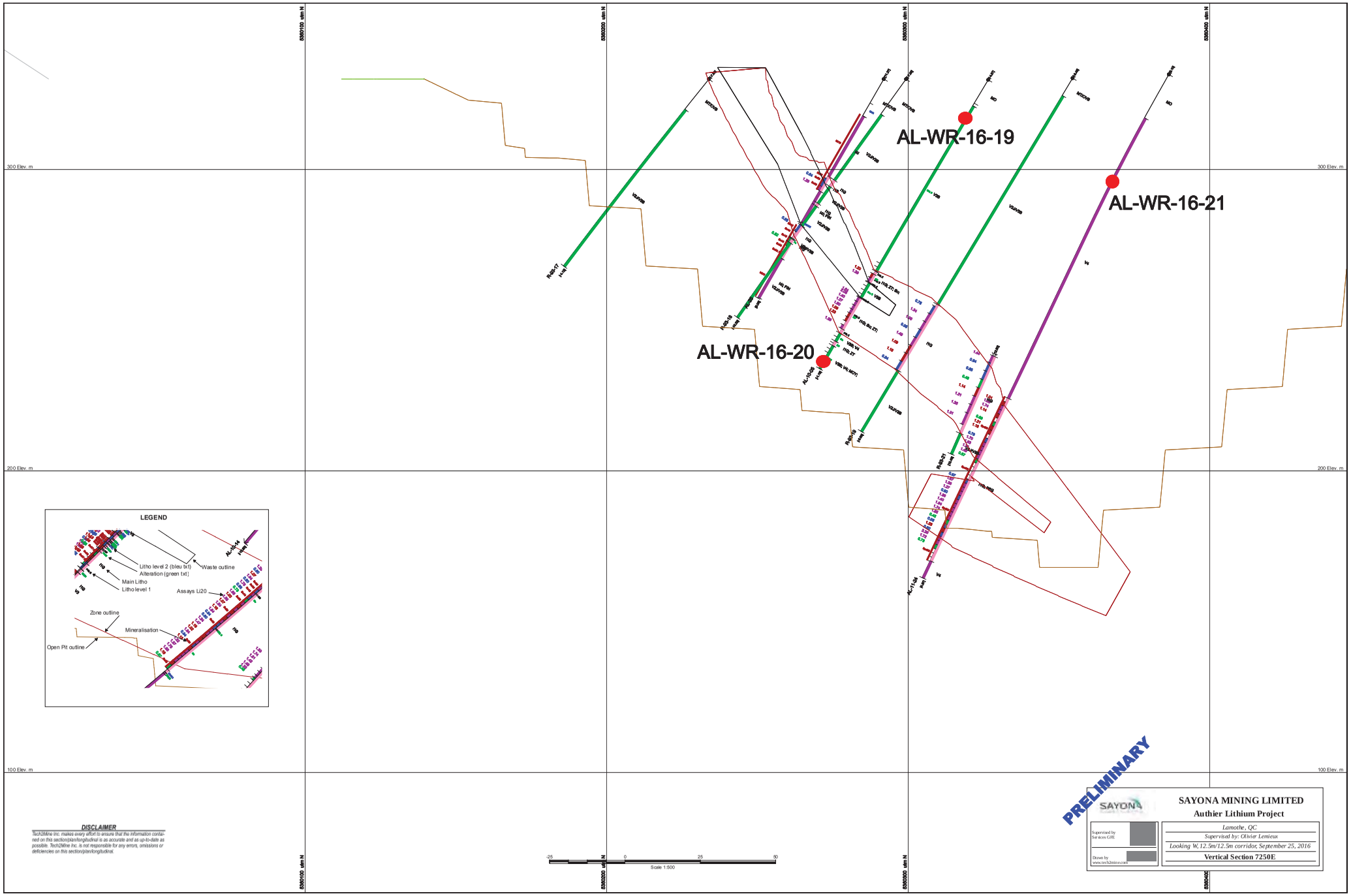
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



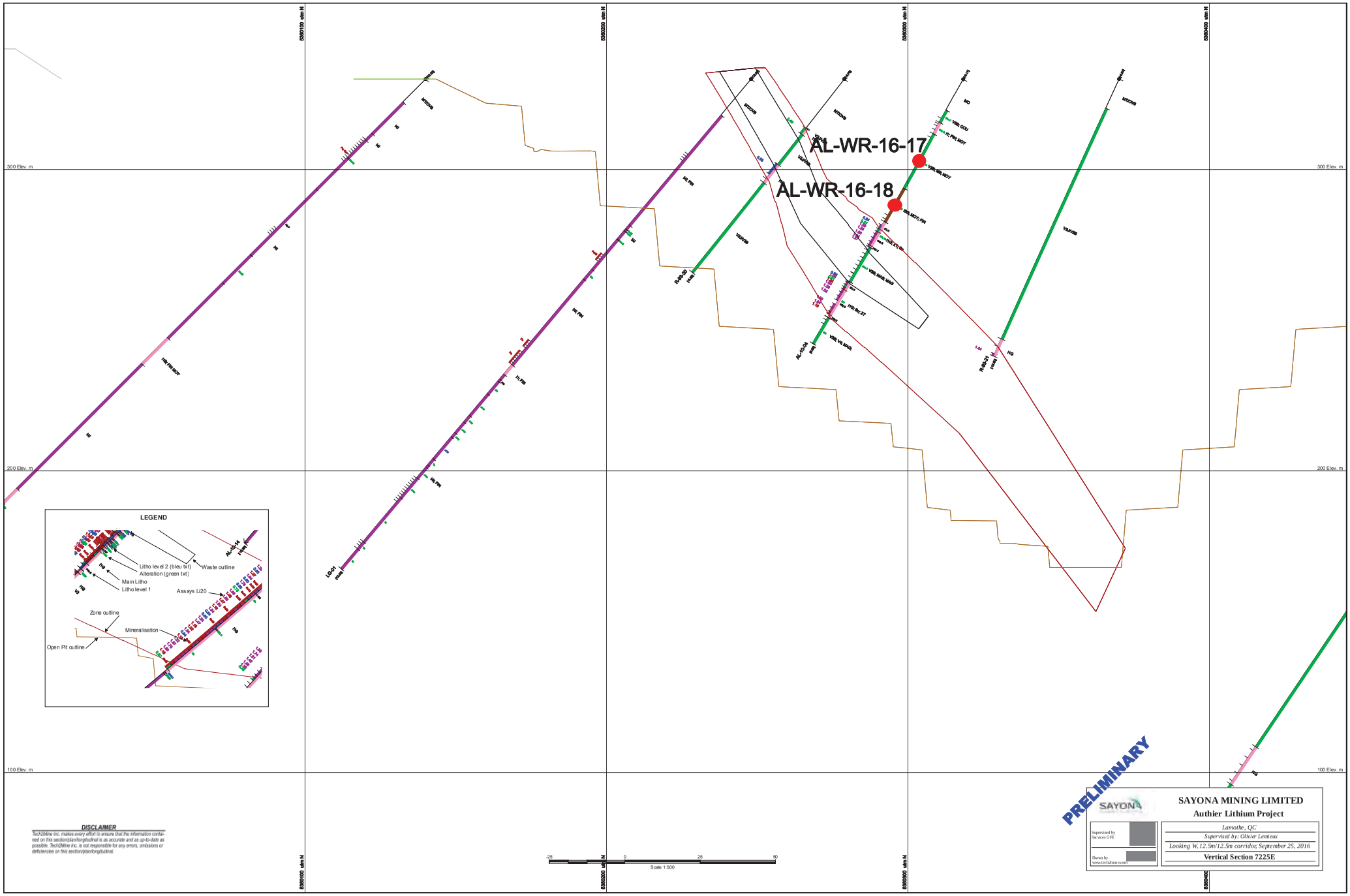
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



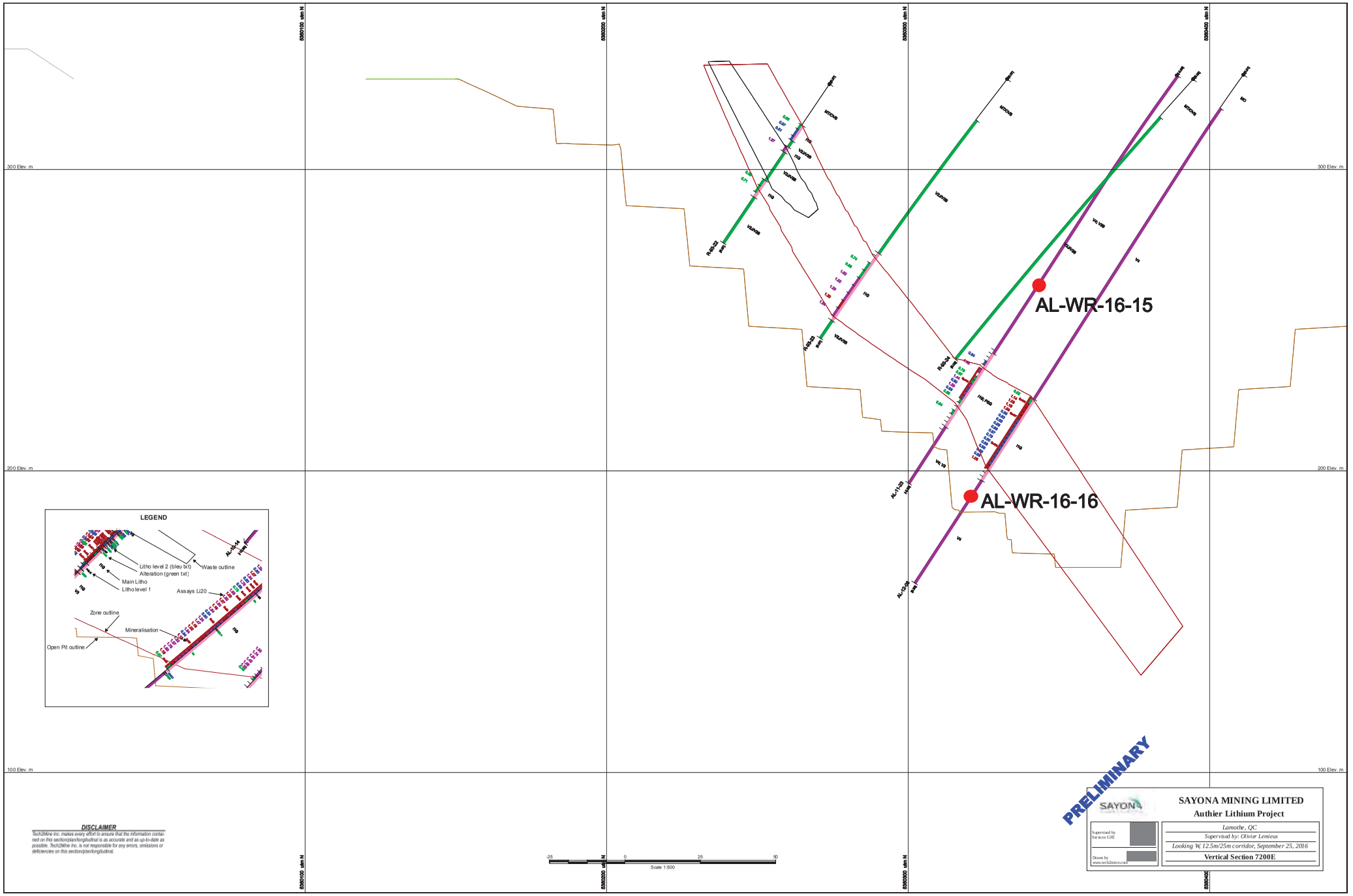
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



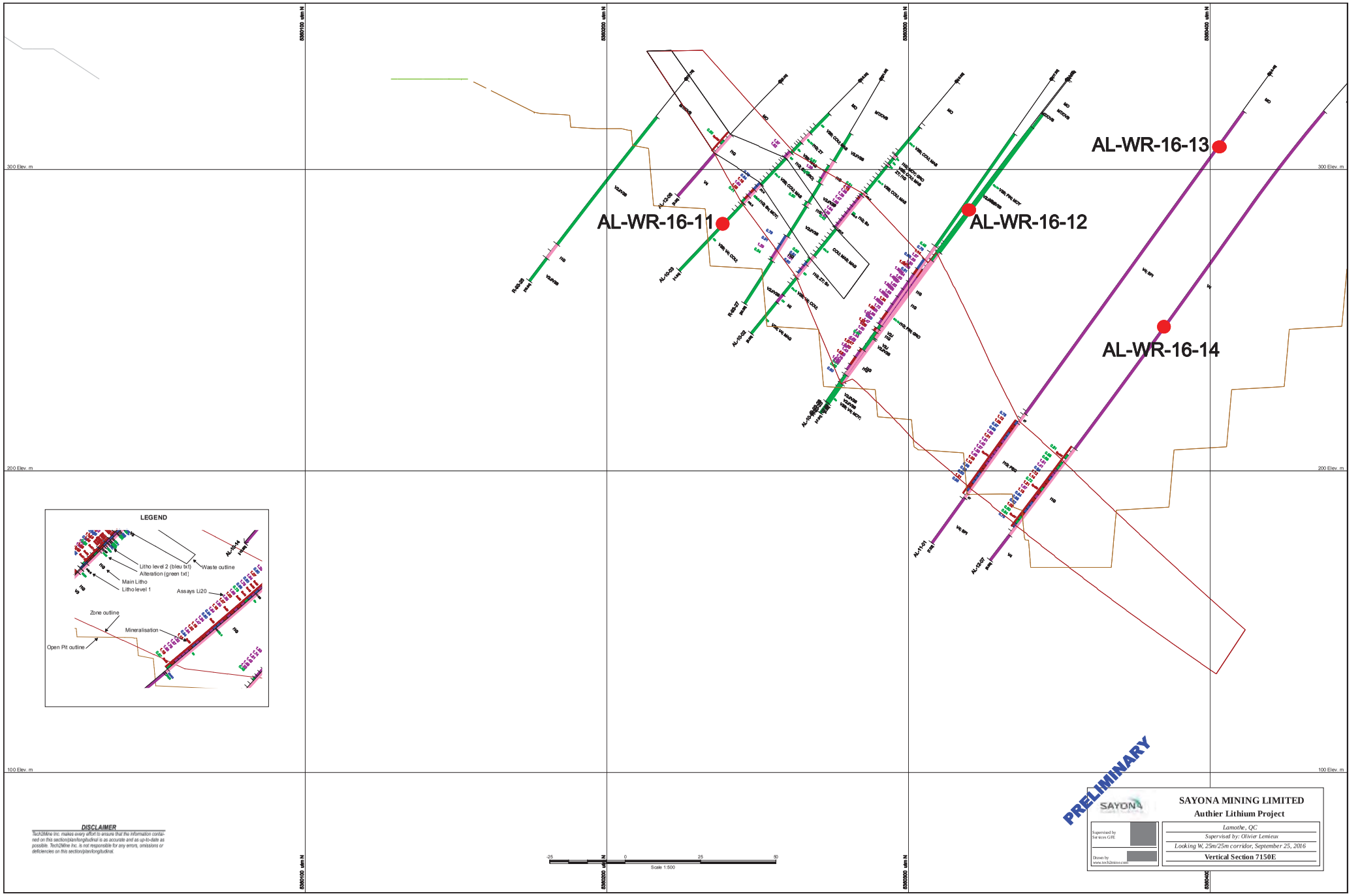
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



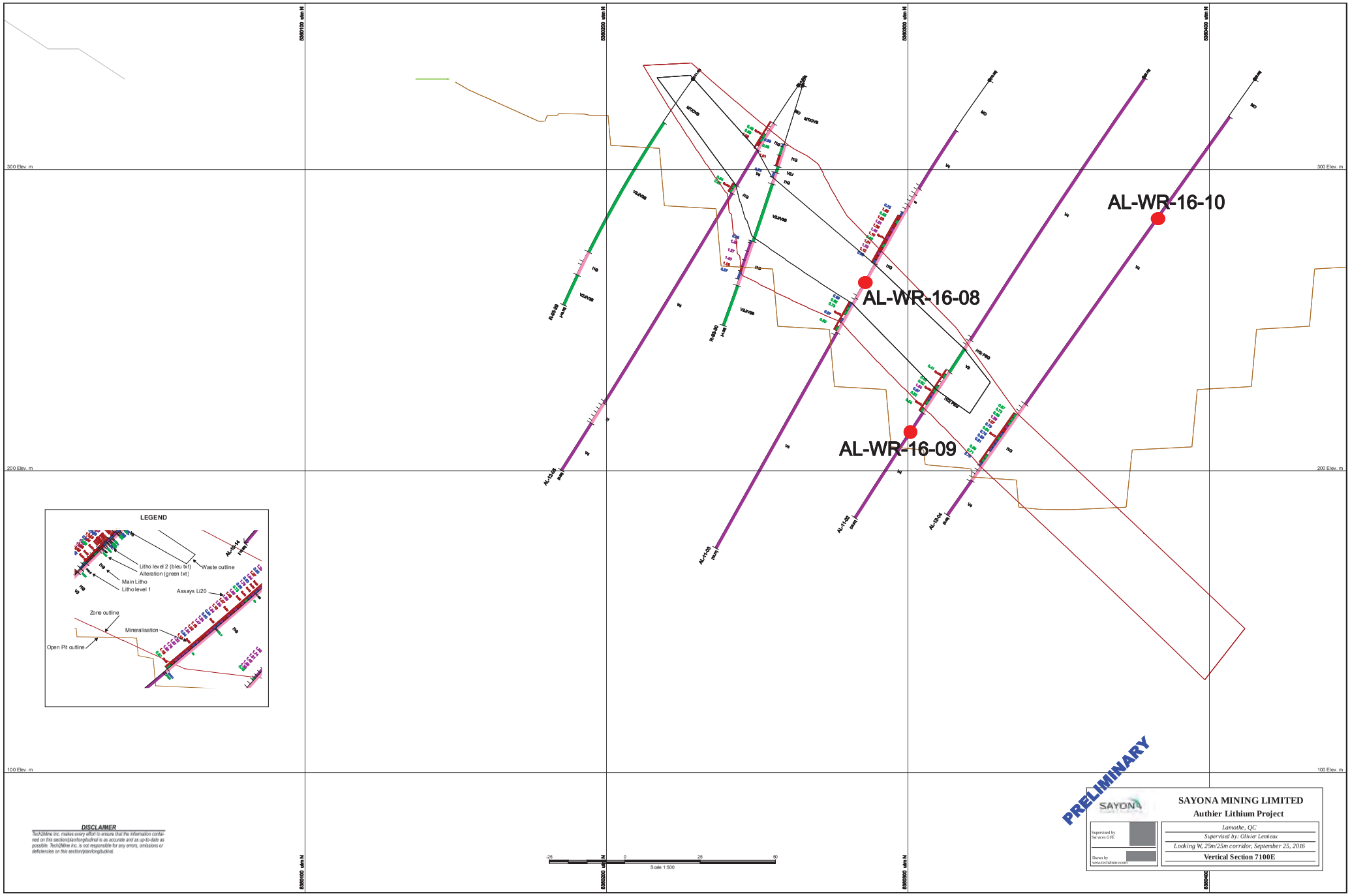
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



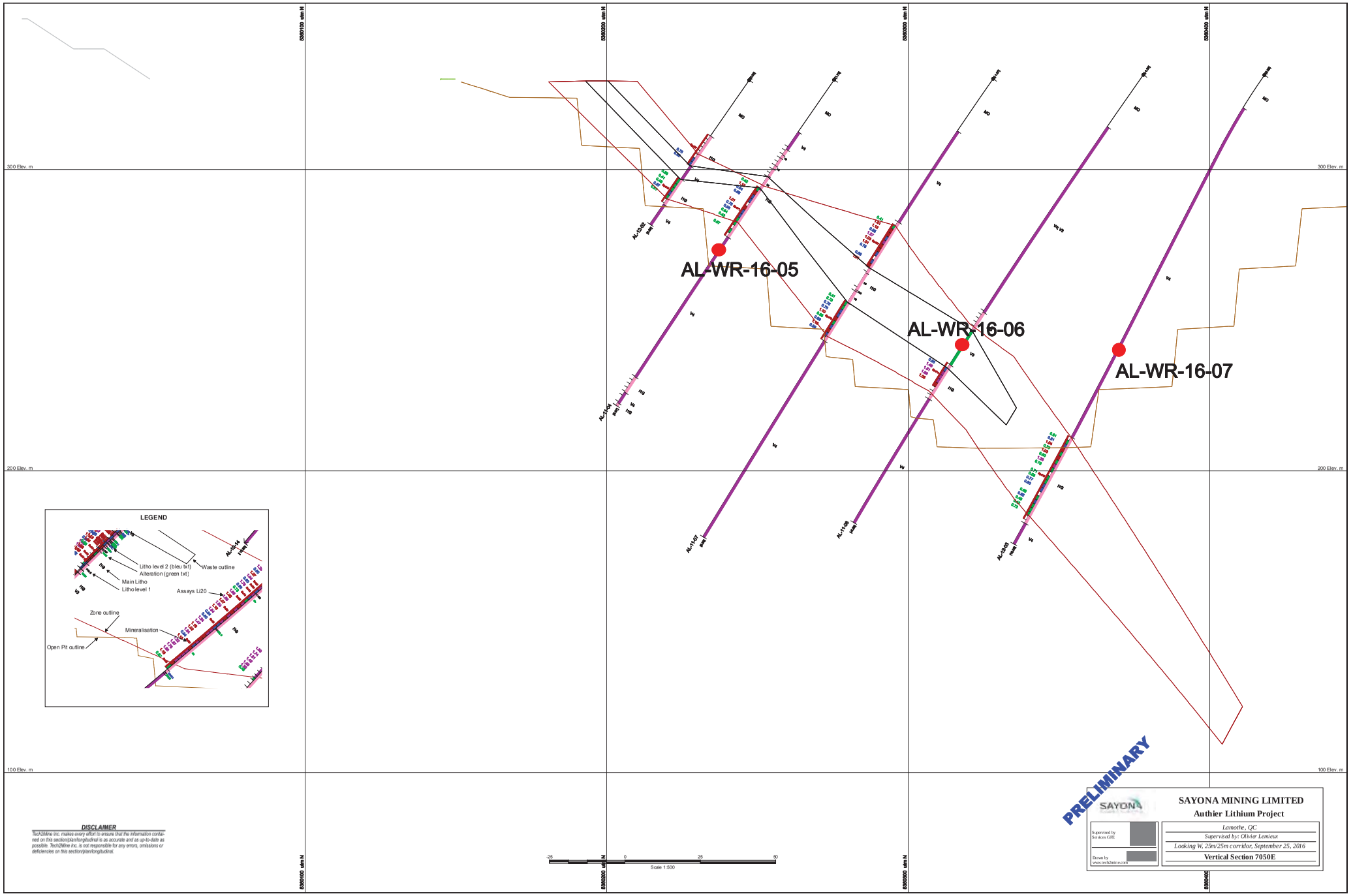
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



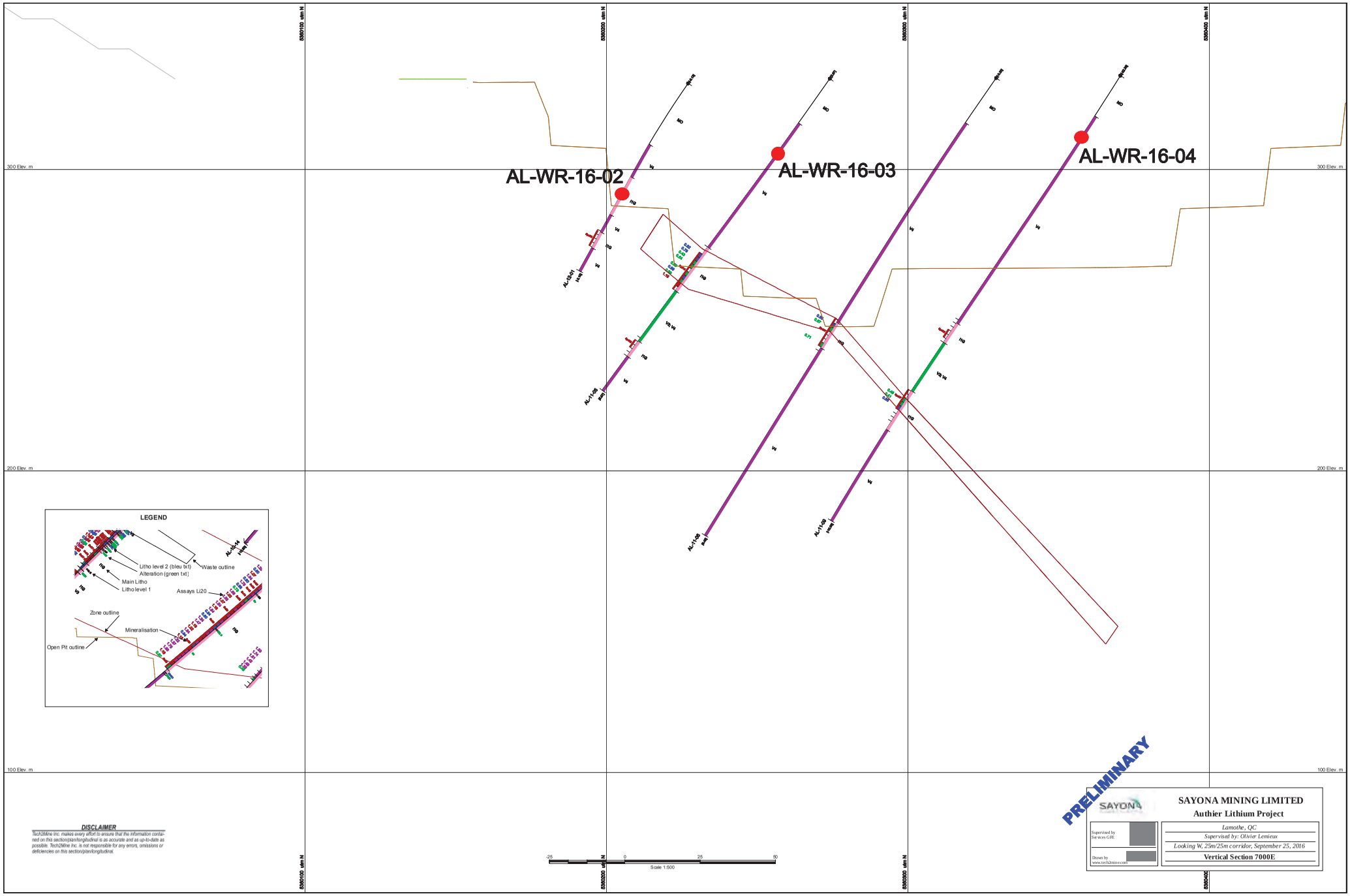
DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



PRELIMINARY

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Lamothe, QC

Supervised by: Olivier Lemieux

Looking W, 25m/25m corridor, September 25, 2016

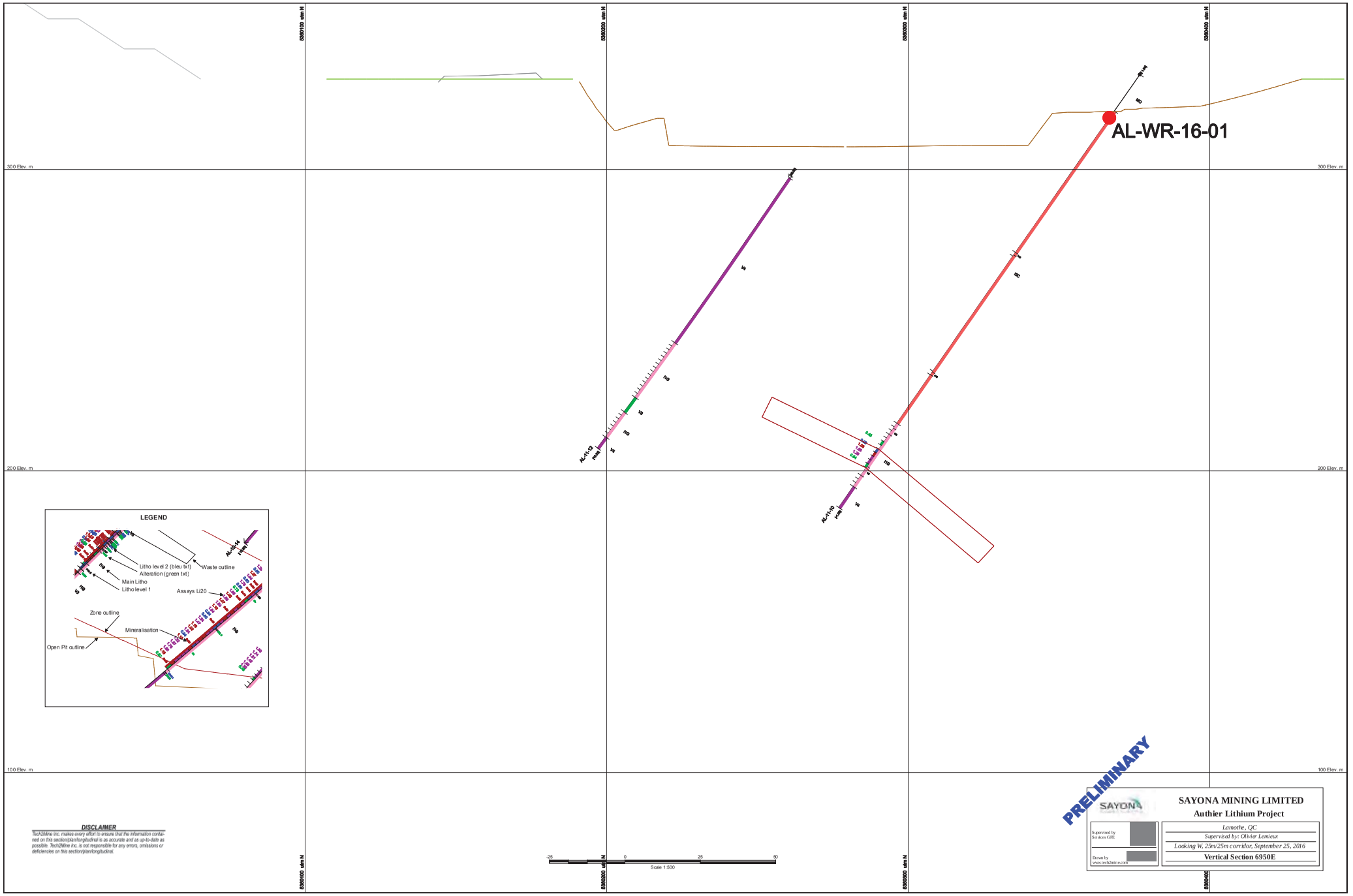
Vertical Section 7000E

Supervised by Services GIE

Drawn by www.tech2mine.com

DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.



PRELIMINARY

SAYONA MINING LIMITED

Authier Lithium Project

Lamothe, QC

Supervised by Services GIE: *Supervised by: Olivier Lemieux*

Drawn by www.tech2mine.com: *Looking W, 25m/25m corridor, September 25, 2016*

Vertical Section 6950E

DISCLAIMER

Tech2Mine Inc. makes every effort to ensure that the information contained on this section/plan/longitudinal is as accurate and as up-to-date as possible. Tech2Mine Inc. is not responsible for any errors, omissions or deficiencies on this section/plan/longitudinal.

ANNEXE B

Résultats d'analyse et critères

Paramètre (%)	LCT-1	LCT-1D
	Résidus miniers	Résidus miniers
SiO_2	76,6	76,1
Al_2O_3	12,8	12,8
Fe_2O_3	0,09	0,09
MgO	0,03	0,02
CaO	0,18	0,18
Na_2O	5,42	5,43
K_2O	3,03	3,03
TiO_2	< 0,01	< 0,01
P_2O_5	0,02	0,01
MnO	< 0,01	< 0,01
Cr_2O_3	< 0,01	< 0,01
V_2O_5	< 0,01	< 0,01
LOI	0,19	0,17
Somme	98,4	97,8

Paramètre	Unité	AL-WR-16-03	AL-WR-16-04	AL-WR-16-05	AL-WR-16-07	AL-WR-16-08	AL-WR-16-09
		V4	V4	V4	V4	V4	V4
pH en pâte	-	9,35	9,74	9,29	8,73	9,2	9,34
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	23	19	73	24	22	16
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	4,69	0,62	2,81	8,75	2,5	1,88
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	18,2	18,5	70,1	15,2	19,6	14
Ratio PN/PA (RPN)		4,89	30,8	25,9	2,74	8,84	8,48
Soufre Total	%	0,194	0,024	0,093	0,303	0,136	0,082
Soufre Sulfates	%	0,04	0,02	< 0,02	0,02	0,06	0,02
Soufre Sulfures	%	0,15	< 0,02	0,09	0,28	0,08	0,06
Carbone total	%	0,033	0,03	0,721	0,04	0,017	0,026
Carbonates (CO_3)	%	0,08	0,05	3,25	0,125	< 0,025	0,08
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-10	AL-WR-16-13	AL-WR-16-14	AL-WR-16-15	AL-WR-16-16	AL-WR-16-21
		V4	V4	V4	V4	V4	V4
pH en pâte	-	9,25	9,28	9,3	9,46	9,14	9,3
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	31	12	32	10	19	25
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	2,5	7,19	0,62	5,31	7,19	3,12
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	28,3	4,81	31,9	4,69	11,8	21,5
Ratio PN/PA (RPN)		12,3	1,67	52	1,88	2,64	7,87
Soufre Total	%	0,077	0,268	0,059	0,21	0,285	0,171
Soufre Sulfates	%	< 0,02	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07
Soufre Sulfures	%	0,08	0,23	0,02	0,17	0,23	0,1
Carbone total	%	0,018	0,014	0,046	0,007	0,017	0,014
Carbonates (CO_3)	%	0,03	0,035	0,145	< 0,025	< 0,025	0,035
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-22	AL-WR-16-23	AL-WR-16-26	AL-WR-16-27	AL-WR-16-31	AL-WR-16-35
		V4	V4	V4	V4	V4	V4
pH en pâte	-	9,47	9,14	10	9,35	9,25	9,4
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	73	21	15	11	32	30
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,94	0,94	0,62	0,94	2,81	0,62
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	72,3	20,2	14,3	10,2	29,6	29,5
Ratio PN/PA (RPN)		78,1	22,5	23,8	11,8	11,5	48,5
Soufre Total	%	0,053	0,055	0,028	0,053	0,142	0,04
Soufre Sulfates	%	0,02	0,02	< 0,02	0,02	0,05	0,04
Soufre Sulfures	%	0,03	0,03	0,02	0,03	0,09	< 0,02
Carbone total	%	0,549	0,012	0,037	0,006	0,085	0,021
Carbonates (CO_3)	%	2,12	< 0,025	0,08	< 0,025	0,33	0,045
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-36	AL-WR-16-37	AL-WR-16-39	AL-WR-16-40	AL-WR-16-42	AL-WR-16-45
		V4	V4	V4	V4	V4	V4
pH en pâte	-	9,6	9,56	9,3	9,16	9,56	9,3
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	15	10	29	27	16	27
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	1,25	0,62	3,12	5,94	0,62	3,44
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	14,2	9,48	26,1	21,2	15,4	23,2
Ratio PN/PA (RPN)		12,3	16,2	9,34	4,56	25,8	7,74
Soufre Total	%	0,061	0,01	0,134	0,225	0,036	0,156
Soufre Sulfates	%	0,02	< 0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
Soufre Sulfures	%	0,04	0,02	0,1	0,19	< 0,02	0,11
Carbone total	%	0,018	0,005	0,021	0,031	0,017	0,018
Carbonates (CO_3)	%	< 0,025	< 0,025	0,05	0,085	0,06	0,03
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-46	AL-WR-16-49	AL-WR-16-06	AL-WR-16-11	AL-WR-16-12	AL-WR-16-18
		V4	V4	V3B	V3B	V3B	V3B
pH en pâte	-	10,09	9,46	9,32	9,33	9,54	9,57
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	31	25	63	109	9,2	8,8
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,62	4,38	1,88	3,44	0,62	3,75
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	30,6	20,4	60,8	106	8,58	5,05
Ratio PN/PA (RPN)		50,3	5,67	33,4	31,7	14,8	2,35
Soufre Total	%	0,01	0,162	0,11	0,148	< 0,005	0,149
Soufre Sulfates	%	< 0,02	0,02	0,05	0,04	< 0,02	0,03
Soufre Sulfures	%	< 0,02	0,14	0,06	0,11	< 0,02	0,12
Carbone total	%	0,023	0,136	0,595	1,31	0,011	0,036
Carbonates (CO_3)	%	0,035	0,605	2,42	5,97	< 0,025	0,18
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-19	AL-WR-16-20	AL-WR-16-24	AL-WR-16-28	AL-WR-16-30	AL-WR-16-32
		V3B	V3B	V3B	V3B	V3B	V3B
pH en pâte	-	9,51	9,5	9,55	9,52	9,6	9,45
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	9,9	20	31	8,9	9,1	14
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,62	4,06	1,88	0,62	0,62	3,44
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	9,28	15,4	29,4	8,28	8,48	11,1
Ratio PN/PA (RPN)		16	4,8	16,7	14,4	14,7	4,22
Soufre Total	%	0,007	0,154	0,075	0,006	< 0,005	0,142
Soufre Sulfates	%	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03
Soufre Sulfures	%	< 0,02	0,13	0,06	< 0,02	< 0,02	0,11
Carbone total	%	0,017	0,105	0,174	0,009	0,008	0,016
Carbonates (CO_3)	%	0,04	0,49	0,774	< 0,025	< 0,025	0,045
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-34	AL-WR-16-48	AL-WR-16-50	AL-WR-16-52	AL-WR-16-25	AL-WR-16-29
		V3B	V3B	V3B	V3B	I4I	I4I
pH en pâte	-	9,5	9,45	9,6	9,7	9,5	9,5
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	23	10	8,7	8,6	76	13
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	2,19	0,62	0,62	0,62	1,25	0,94
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	20,4	9,38	8,08	7,98	74,6	12,1
Ratio PN/PA (RPN)		10,3	16,1	13,9	13,9	60,6	13,9
Soufre Total	%	0,093	0,011	0,018	0,005	0,05	0,057
Soufre Sulfates	%	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03
Soufre Sulfures	%	0,07	< 0,02	0,02	< 0,02	0,04	0,03
Carbone total	%	0,118	0,007	0,008	0,008	0,517	0,008
Carbonates (CO_3)	%	0,535	< 0,025	< 0,025	< 0,025	2,19	< 0,025
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-33	AL-WR-16-41	AL-WR-16-43	AL-WR-16-44	AL-WR-16-51	AL-WR-16-17
		I4I	I4I	I4I	I4I	I4I	M8
pH en pâte	-	9,25	9,97	9,32	9,56	10,05	9,42
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	12	12	29	16	9,9	16
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,94	0,62	6,56	1,56	0,62	2,81
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	11,6	11,6	22,7	14,1	9,28	12,8
Ratio PN/PA (RPN)		13,3	19,5	4,46	10	16	5,55
Soufre Total	%	0,042	0,012	0,249	0,065	< 0,005	0,126
Soufre Sulfates	%	< 0,02	< 0,02	0,04	< 0,02	< 0,02	0,04
Soufre Sulfures	%	0,03	0,02	0,21	0,05	< 0,02	0,09
Carbone total	%	0,018	0,012	0,064	0,008	0,013	0,152
Carbonates (CO_3)	%	0,04	< 0,025	0,215	< 0,025	0,03	0,739
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Paramètre	Unité	AL-WR-16-38	AL-WR-16-47	AL-WR-16-01	AL-WR-16-02
		M8	M8	I2C	I1G
pH en pâte	-	10,1	9,5	10,2	10,25
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	20	8,4	11	5,9
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,62	0,62	0,62	0,62
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	19,3	7,78	10,7	5,28
Ratio PN/PA (RPN)		32,1	13,5	18,2	9,44
Soufre Total	%	0,015	< 0,005	0,01	0,015
Soufre Sulfates	%	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Soufre Sulfures	%	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02
Carbone total	%	0,019	0,018	0,008	0,01
Carbonates (CO_3)	%	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non	Non

Minerai
Potentiel de génération d'acide

Paramètre	Unité	AL-ORE-16-53	AL-ORE-16-54	AL-ORE-16-55
		I1G(SO)	I1G(SO)	I1G(SO)
pH en pâte	-	10,08	10,12	10,05
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	3,2	2,7	3,5
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,62	0,62	0,62
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	2,58	2,08	2,88
Ratio PN/PA (RPN)		5,16	4,35	5,65
Soufre Total	%	0,006	0,007	< 0,005
Soufre Sulfates	%	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Soufre Sulfures	%	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Carbone total	%	0,012	0,005	0,01
Carbonates (CO_3)	%	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non	Non

Résidus miniers
Potentiel de génération d'acide

Paramètre	Unité	LCT-1	LCT-1D
		Résidus	Résidus
pH en pâte	-	10,23	10,32
Potentiel de neutralisation (PN)	kg $CaCO_3$/t	3,2	3,6
Potentiel d'acidification (PA)	kg $CaCO_3$/t	0,62	0,62
Potentiel net de neutralisation (PNN)	kg $CaCO_3$/t	2,58	2,98
Ratio PN/PA (RPN)		5,16	5,81
Soufre Total	%	< 0,005	< 0,005
Soufre Sulfates	%	< 0,02	< 0,02
Soufre Sulfures	%	< 0,02	< 0,02
Carbone total	%	0,014	0,01
Carbonates (CO_3)	%	< 0,025	< 0,025
Potentiel de génération d'acide	Oui / Non	Non	Non

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-03	AL-WR-16-04	AL-WR-16-05	AL-WR-16-07	AL-WR-16-08	AL-WR-16-09
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V4	V4	V4	V4	V4	V4
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,06	< 0,01
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	11	25	0,32	0,43	0,41	0,18
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	34	17	32	46	34	35
Chrome total (Cr)	100	250	800	1040	320	450	780	920	570
Cuivre (Cu)	65	100	500	60	1,2	45	40	39	48
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	120	170	360	140	130	130
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,2	6,5	0,1	0,3	0,2	0,1
Nickel (Ni)	50	100	500	630	180	490	750	490	460
Plomb (Pb)	40	500	1000	2,3	0,17	0,76	0,39	0,25	0,27
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	18	24	18	21	18	21
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	2,1	3,5	< 1,0	< 1,0	3,8	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-10	AL-WR-16-13	AL-WR-16-14	AL-WR-16-15	AL-WR-16-16	AL-WR-16-21
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V4	V4	V4	V4	V4	V4
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,03	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	0,4	0,33	0,31	0,39	0,25	0,23
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	50	32	43	26	34	36
Chrome total (Cr)	100	250	800	840	520	820	410	820	860
Cuivre (Cu)	65	100	500	43	84	30	70	65	43
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	260	58	220	55	180	120
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Nickel (Ni)	50	100	500	770	530	590	510	470	560
Plomb (Pb)	40	500	1000	0,29	0,13	0,48	0,12	0,29	0,2
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	24	8,8	21	6	22	19
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-22	AL-WR-16-23	AL-WR-16-26	AL-WR-16-27	AL-WR-16-31	AL-WR-16-35
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V4	V4	V4	V4	V4	V4
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	< 0,01	< 0,01	0,03	0,02	< 0,01	0,05
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	0,5	0,59	6,1	0,45	0,27	0,6
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	48	29	9,5	17	43	41
Chrome total (Cr)	100	250	800	730	820	30	400	860	820
Cuivre (Cu)	65	100	500	14	35	28	35	52	38
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	380	150	210	100	170	200
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,3	0,3	12	< 0,1	0,2	0,3
Nickel (Ni)	50	100	500	730	400	23	210	640	590
Plomb (Pb)	40	500	1000	0,29	0,31	1,3	0,22	0,55	0,16
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	25	18	14	12	22	16
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-36	AL-WR-16-37	AL-WR-16-39	AL-WR-16-40	AL-WR-16-42	AL-WR-16-45
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V4	V4	V4	V4	V4	V4
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	< 0,01	< 0,01	0,04	0,12	0,03	0,02
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	0,66	4,4	1	0,74	0,31	0,46
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	16	15	55	58	39	37
Chrome total (Cr)	100	250	800	410	400	990	950	410	850
Cuivre (Cu)	65	100	500	2,2	8,7	32	59	15	54
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	1,1	1,6	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	60	150	260	270	200	130
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,1	< 0,1	0,3	0,3	0,2	0,3
Nickel (Ni)	50	100	500	260	180	840	850	700	640
Plomb (Pb)	40	500	1000	0,1	0,08	0,8	1,7	0,31	0,29
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	11	13	23	28	10	15
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	1,4	2	5,2	5,6	< 1,0	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-46	AL-WR-16-49	AL-WR-16-06	AL-WR-16-11	AL-WR-16-12	AL-WR-16-18
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V4	V4	V3B	V3B	V3B	V3B
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,1	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	300	1,7	4,9	0,41	8,6	0,34
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,06
Cobalt (Co)	30	50	300	18	52	38	39	12	50
Chrome total (Cr)	100	250	800	130	510	810	490	330	500
Cuivre (Cu)	65	100	500	31	38	26	51	7,3	78
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	260	250	460	400	96	210
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	2,2	0,2	0,2	0,2	< 0,1	0,3
Nickel (Ni)	50	100	500	95	830	710	570	140	730
Plomb (Pb)	40	500	1000	1,7	0,32	0,3	0,53	0,21	0,56
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	42	22	22	16	12	61
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	11,6	< 1,0	6,9	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-19	AL-WR-16-20	AL-WR-16-24	AL-WR-16-28	AL-WR-16-30	AL-WR-16-32
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V3B	V3B	V3B	V3B	V3B	V3B
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,19	< 0,01	< 0,01	0,08	< 0,01	0,03
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	8,2	0,44	0,21	0,67	4,1	0,29
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	14	39	58	11	13	42
Chrome total (Cr)	100	250	800	280	490	420	390	280	530
Cuivre (Cu)	65	100	500	110	45	4,8	57	9,7	64
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	110	170	250	110	110	120
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	< 0,1	0,2	0,2	< 0,1	< 0,1	0,2
Nickel (Ni)	50	100	500	140	650	900	150	150	690
Plomb (Pb)	40	500	1000	0,15	0,36	0,61	0,17	0,15	0,21
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	13	14	9,1	9,5	12	14
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	< 1,0	3,4	1,1	< 1,0	< 1,0	1,6

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-34	AL-WR-16-48	AL-WR-16-50	AL-WR-16-52	AL-WR-16-25	AL-WR-16-29
	# Échantillon								
	Critères PPSRTC (mg/kg)			V3B	V3B	V3B	V3B	I4I	I4I
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,07	0,03	0,03	0,02	0,04	0,01
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	0,2	19	13	18	0,48	0,2
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	44	17	18	20	56	37
Chrome total (Cr)	100	250	800	500	450	590	470	400	490
Cuivre (Cu)	65	100	500	76	64	23	5,2	36	40
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	170	150	100	120	680	110
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,2	11	< 0,1	0,3	0,2	0,1
Nickel (Ni)	50	100	500	630	190	270	220	800	510
Plomb (Pb)	40	500	1000	1,6	0,1	0,5	0,15	0,49	0,48
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	21	18	14	20	30	15
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	< 1,0	1,8	3,2	3,7	< 1,0	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-33	AL-WR-16-41	AL-WR-16-43	AL-WR-16-44	AL-WR-16-51	AL-WR-16-17
	# Échantillon			I4I	I4I	I4I	I4I	I4I	M8
	Critères PPSRTC (mg/kg)								
	A	B	C						
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,04	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	9,9	270	0,72	0,64	490	0,43
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	0,06	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	26	20	44	42	22	45
Chrome total (Cr)	100	250	800	620	400	1040	450	58	440
Cuivre (Cu)	65	100	500	38	30	69	4,9	2,3	39
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	210	160	130	210	380	220
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,3	< 0,1	0,3	0,4	< 0,1	0,2
Nickel (Ni)	50	100	500	370	210	710	710	39	680
Plomb (Pb)	40	500	1000	8,7	0,51	0,46	0,23	1,7	0,38
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	38	32	19	13	59	15
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	< 1,0	1,1	4,6	1,1	1,2	< 1,0

Métaux (mg/kg)	Type			AL-WR-16-38	AL-WR-16-47	AL-WR-16-01	AL-WR-16-02
	# Échantillon						
	Critères PPSRTC (mg/kg)			M8	M8	I2C	I1G
	A	B	C				
Argent (Ag)	0,5	20	40	< 0,01	< 0,01	0,01	0,03
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	430	0,64	250	2,4
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,2
Cobalt (Co)	30	50	300	35	13	7,4	0,52
Chrome total (Cr)	100	250	800	1500	420	78	5,1
Cuivre (Cu)	65	100	500	2,1	1,1	1,8	0,8
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	220	100	210	160
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,9	< 0,1	13	0,9
Nickel (Ni)	50	100	500	540	160	50	2,4
Plomb (Pb)	40	500	1000	0,54	0,11	0,69	1,8
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	45	12	46	130
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	5	1,6	7,7	1

Métaux (mg/kg)	Type			AL-ORE-16-53	AL-ORE-16-54	AL-ORE-16-55
	# Échantillon					
	Critères PPSRTC (mg/kg)			I1G(SO)	I1G(SO)	I1G(SO)
	A	B	C			
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,05	0,04	0,03
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	3,2	3,2	7,6
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	0,28	0,16	0,05
Cobalt (Co)	30	50	300	0,81	0,44	0,72
Chrome total (Cr)	100	250	800	52	100	79
Cuivre (Cu)	65	100	500	88	160	24
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	0,6	0,6
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	69	47	130
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	1	3,9	1,6
Nickel (Ni)	50	100	500	4,7	2	3,5
Plomb (Pb)	40	500	1000	4,6	3,4	3,3
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	110	100	38
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	1,3	2,6	1,9

Métaux (mg/kg)	Type			LCT-1	LCT-1D
	# Échantillon				
	Critères PPSRTC (mg/kg)			Résidus	Résidus
	A	B	C		
Argent (Ag)	0,5	20	40	0,06	0,02
Arsenic (As)	5	30	50	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)	240	500	2000	0,96	1
Cadmium (Cd)	0,9	5	20	< 0,02	< 0,02
Cobalt (Co)	30	50	300	0,18	0,18
Chrome total (Cr)	100	250	800	34	32
Cuivre (Cu)	65	100	500	2,4	2,1
Étain (Sn)	5	50	300	< 0,5	< 0,5
Manganèse (Mn)	1000	1000	2200	11	11
Mercure (Hg)	0,3	2	10	< 0,05	< 0,05
Molybdène (Mo)	8	10	40	0,2	0,2
Nickel (Ni)	50	100	500	1,6	1,5
Plomb (Pb)	40	500	1000	1,2	1,2
Sélénium (Se)	3	3	10	< 0,7	< 0,7
Zinc (Zn)	150	500	1500	4,8	5,3
Bromure (Br^-)	6	50	300	< 1,5	< 1,5
Fluorure (F^-)	200	400	2000	1,3	1,3

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-03	AL-WR-16-04	AL-WR-16-05	AL-WR-16-07	AL-WR-16-08	AL-WR-16-09
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,024	0,0359	0,0061	0,0042	0,005	0,0048
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	0,00005	< 0,00003	0,0001	0,00006	0,00008	0,00004
Chrome total (Cr)	-	5	0,171	0,0486	0,0074	0,245	0,184	0,212
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,0208	0,0146	0,0356	0,0222	0,0225	0,0319
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,009	< 0,0002	< 0,0002	0,0009	0,0226	0,0048
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,268	0,242	4,59	0,418	0,257	0,526
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,402	0,093	0,361	0,432	0,337	0,435
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0061	0,0002	0,0005	0,0008	0,0018	0,0016
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00034	0,00213	< 0,00002	0,00018	0,00021	0,00013
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,07	< 0,06	< 0,06	0,11	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-10	AL-WR-16-13	AL-WR-16-14	AL-WR-16-15	AL-WR-16-16	AL-WR-16-21
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0062	0,0078	0,0036	0,0078	0,0055	0,0041
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	0,00009	< 0,00003	< 0,00003	0,00004	< 0,00003	0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,27	0,176	0,2	0,186	0,127	0,242
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,0382	0,0532	0,0207	0,0143	0,0119	0,0152
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0035	0,0136	0,002	0,0038	0,0016	0,0017
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,381	0,642	0,273	0,183	0,314	0,266
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,626	1,09	0,301	0,302	0,193	0,266
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0009	0,0005	0,0018	0,0005	0,0038	0,0008
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00008	0,00034	0,00006	0,00011	0,0001	0,00019
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-22	AL-WR-16-23	AL-WR-16-26	AL-WR-16-27	AL-WR-16-31	AL-WR-16-35
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0148	0,0097	0,0179	0,0083	0,0082	0,0065
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,00003	< 0,00003	0,00007	< 0,00003	0,00012	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,0031	0,199	0,0134	0,135	0,167	0,217
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,0621	0,0132	0,00532	0,0139	0,0209	0,0261
Cuivre (Cu)	0,0073	-	< 0,0002	0,0004	0,0004	0,0002	0,0013	0,0069
Manganèse (Mn)	2,3	-	3,46	0,229	0,256	0,212	2,09	0,396
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	1,79	0,221	0,013	0,145	0,339	0,68
Plomb (Pb)	0,034	5	< 0,0001	0,001	0,0013	0,0013	0,0024	0,0002
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	< 0,00002	0,00011	0,00013	0,00008	0,00003	0,00005
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-36	AL-WR-16-37	AL-WR-16-39	AL-WR-16-40	AL-WR-16-42	AL-WR-16-45
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00005
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0072	0,0216	0,0039	0,0042	0,0101	0,0079
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,00003	< 0,00003	0,00004	0,00003	0,00003	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,0835	0,0818	0,299	0,2	0,284	0,251
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,0308	0,00848	0,0251	0,147	0,0269	0,0172
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0006	0,0006	0,0011	0,0055	0,0015	0,002
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,118	0,221	0,338	0,343	0,51	0,233
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,486	0,087	0,415	2,6	1,2	0,343
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0007	0,0004	0,003	0,0043	0,0012	0,001
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00016	0,00009	0,00005	0,00009	0,00008	0,00016
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,1	0,15	0,18	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-46	AL-WR-16-49	AL-WR-16-06	AL-WR-16-11	AL-WR-16-12	AL-WR-16-18
			V4	V4	V3B	V3B	V3B	V3B
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00002	0,00004	0,00003
Arsenic (As)	0,34	5	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,31	0,0135	0,0182	0,006	0,0133	0,002
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,00003	< 0,00003	0,00006	0,00007	0,00003	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,0094	0,189	0,179	0,0062	0,0776	0,133
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,00471	0,212	0,0276	0,0405	0,0123	0,0205
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0021	0,0054	0,0051	0,0004	0,0007	0,0068
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,221	1,23	0,908	4,4	0,181	0,261
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,016	3,71	0,558	0,476	0,096	0,349
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0006	0,0006	0,0012	0,0006	0,0005	0,0012
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,0006	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00197	0,00005	0,00069	0,00003	0,00042	0,00008
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	0,1	< 0,06	0,21	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,3	< 0,3	< 0,3

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-19	AL-WR-16-20	AL-WR-16-24	AL-WR-16-28	AL-WR-16-30	AL-WR-16-32
			V3B	V3B	V3B	V3B	V3B	V3B
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	0,00003	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0371	0,0041	0,0021	0,0081	0,0185	0,0039
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	0,00003	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,0651	0,153	0,152	0,106	0,0569	0,174
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,00673	0,0259	0,0935	0,00787	0,00701	0,0287
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0158	0,007	0,0014	0,0062	0,0308	0,0115
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,207	1,45	1,17	0,301	0,159	0,233
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,067	0,476	1,49	0,096	0,063	0,501
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0006	0,0008	0,0017	0,0025	0,0004	0,0013
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00009	0,0001	0,00162	0,00006	0,00022	0,00018
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,13	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,07
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-34	AL-WR-16-48	AL-WR-16-50	AL-WR-16-52	AL-WR-16-25	AL-WR-16-29
			V3B	V3B	V3B	V3B	I4I	I4I
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0012	0,0414	0,0267	0,0303	0,0037	0,0034
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,00003	0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00009	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,14	0,0822	0,0967	0,0839	0,0853	0,267
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,028	0,00748	0,00681	0,00861	0,0254	0,0191
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0067	0,0016	0,0004	0,0003	0,0032	0,0021
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,473	0,231	0,144	0,168	1,35	0,254
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,424	0,074	0,098	0,094	0,462	0,304
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0028	0,0002	0,0008	0,001	0,0007	0,0029
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00005	0,0001	0,00008	0,00334	0,00006	0,00007
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,07	0,11	0,11	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-33	AL-WR-16-41	AL-WR-16-43	AL-WR-16-44	AL-WR-16-51	AL-WR-16-17
			I4I	I4I	I4I	I4I	I4I	M8
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00004	< 0,00002	0,00004
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0507	0,292	0,0208	0,0045	0,393	0,0053
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	0,00011	0,00004	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Chrome total (Cr)	-	5	0,157	0,0545	0,261	0,286	0,0088	0,106
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,0405	0,0066	0,0244	0,0223	0,00501	0,0395
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0049	0,0009	0,0051	0,0005	0,0004	0,0021
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,233	0,161	0,681	0,391	0,199	2,18
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,686	0,068	0,439	0,767	0,009	0,585
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0768	0,001	0,0014	0,0011	0,0038	0,0012
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,00316	0,00026	0,00018	0,00006	0,00018	0,00005
Zinc (Zn)	0,067	-	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,06	0,17	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,3

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-38	AL-WR-16-47	AL-WR-16-01	AL-WR-16-02
			M8	M8	I2C	I1G
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,238	0,0106	0,224	0,0218
Bore (B)	28	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,00003	0,00007	< 0,00003	0,00007
Chrome total (Cr)	-	5	0,0743	0,0978	0,0185	0,0365
Chrome III (Cr III)	1	-				
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-				
Cobalt (Co)	0,37	-	0,00497	0,0124	0,00164	0,00068
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,0003	0,0014	0,0003	0,0009
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,118	0,571	0,0725	0,0739
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0017	0,0001
Nickel (Ni)	0,26	-	0,08	0,091	0,011	0,006
Plomb (Pb)	0,034	5	0,0012	0,0019	0,0003	0,0033
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Uranium (U)	0,32	2	0,0002	0,00027	0,00061	0,01411
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,04
Fluorures (F^-)	4	150	0,07	0,07	0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 20	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-				
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-ORE-16-53	AL-ORE-16-54	AL-ORE-16-55
			I1G(SO)	I1G(SO)	I1G(SO)
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	0,00006	0,00007	0,00004
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,0055	0,0067	0,0116
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	0,00003	0,00007	0,00006
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,0181	0,0201	0,0263
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**			
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**			
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,0274	0,0146	0,0267
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,0219	0,009	0,0139
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,249	0,141	0,372
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,0005	0,0006	0,0002
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,034	0,004	0,004
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,0079	0,0089	0,0263
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	0,0005	0,0005	< 0,0004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	0,03035	0,01964	0,05085
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	0,03	0,03	0,02
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 20	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**			
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**	< 0,3	< 0,3	< 0,3

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	LCT-1	LCT-1D
			Résidus	Résidus
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	< 0,0002	0,0005
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	< 0,00005	< 0,00005
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	0,0003	0,0003
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,01583	0,01686
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	< 0,002
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	0,000015	0,000014
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,00472	0,00464
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**		
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**		
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,000989	0,000957
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,014	0,0147
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,09152	0,08994
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,00016	0,00011
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,0037	0,0036
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,00465	0,00482
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	0,00476	0,00586
Uranium (U)	**0,32**	**2**	0,00796	0,00815
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	0,013	0,014
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 20	< 20
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**		
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**	< 0,6	< 0,6

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-03	AL-WR-16-04	AL-WR-16-05	AL-WR-16-07	AL-WR-16-08	AL-WR-16-09
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	0,0011	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	0,0002
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	< 0,000002	0,000008	< 0,000002	0,000005	0,000002	< 0,000002
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	< 0,0002	0,0004	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,00134	0,00155	0,00029	0,00031	0,00026	0,00037
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	< 0,002	0,004	< 0,002	< 0,002	0,006
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000004	< 0,000003
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,0021	0,00173	0,00187	0,00503	0,00217	0,00365
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**						
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**						
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,00001	0,000062	0,000006	0,000006	0,000008	0,000005
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,00016	0,00008	0,0001	0,00015	0,00022	0,00013
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,00024	0,00126	0,00008	0,00006	0,0001	0,00008
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,0003	0,00042	0,00002	0,00005	0,0003	0,00007
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	< 0,00001	< 0,00001	0,00001	0,0001	0,00018	0,00005
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	< 0,000002	0,000003	< 0,000002	0,000028	< 0,000002	< 0,000002
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	0,06	0,07	< 0,06	< 0,06	0,13	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**						
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-10	AL-WR-16-13	AL-WR-16-14	AL-WR-16-15	AL-WR-16-16	AL-WR-16-21
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	0,0005	< 0,0002
Argent (Ag)	0,00062	-	0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,00037	0,00044	0,00047	0,00067	0,00055	0,00031
Bore (B)	28	500	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,004	< 0,002
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	0,000004	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00565	0,00243	0,00335	0,0046	0,00105	0,00424
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000007	0,000007	0,000006	0,000005	0,000009	0,000006
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00016	0,00028	0,00049	0,00037	0,0002	0,00007
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,00005	0,0001	0,00006	0,00009	0,00018	0,00009
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00004	0,00007	0,00006	0,00015	0,00146	0,00014
Nickel (Ni)	0,26	-	0,0003	0,0004	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00002	0,00029	0,00008	0,00003	0,00006	< 0,00001
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,00004	0,0002	< 0,00004	< 0,00004	0,00006	< 0,00004
Uranium (U)	0,32	2	0,000005	0,000003	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,002	0,007	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,07	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2	< 2	< 2	9,2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-22	AL-WR-16-23	AL-WR-16-26	AL-WR-16-27	AL-WR-16-31	AL-WR-16-35
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	0,0002
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,00064	0,00051	0,00036	0,00038	0,00035	0,00063
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,004
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,00755	0,00335	0,0003	0,00139	0,00403	0,00632
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**						
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**						
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,000011	0,000004	0,000041	0,000005	0,000004	0,000007
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,00012	0,00023	0,00041	0,00015	0,00011	0,00024
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,00006	0,00009	0,0013	0,00015	0,00008	0,00009
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,00005	0,00004	0,00043	0,00006	0,00018	0,00006
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,0008	0,0002	< 0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,00006	0,00003	0,00008	< 0,00001	0,00009	0,00032
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	< 0,00004	< 0,00004	0,00007	0,00004	< 0,00004	0,00004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	< 0,000002	0,000002	0,000004	0,000003	< 0,000002	< 0,000002
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	< 0,002	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	0,07	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**						
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-36	AL-WR-16-37	AL-WR-16-39	AL-WR-16-40	AL-WR-16-42	AL-WR-16-45
			V4	V4	V4	V4	V4	V4
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	< 0,0002
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	< 0,000002	0,000002	< 0,000002	0,000047	0,000003	< 0,000002
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	0,0004	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,00028	0,00102	0,00022	0,00017	0,00076	0,00081
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	< 0,002	0,003	0,003	0,003	< 0,002
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000005
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,00172	0,00175	0,00621	0,00313	0,00581	0,00412
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**						
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**						
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,000125	0,000052	0,000004	0,000039	0,000005	0,000005
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,00111	0,00025	0,00006	0,00028	0,00017	0,00012
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,00075	0,00127	0,00004	0,00027	0,00011	0,00008
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,00059	0,00005	0,00033	0,00017	0,00023	0,00005
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,0025	0,0006	0,0002	0,0017	0,0005	0,0002
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,00001	0,00023	0,00002	0,00002	0,00005	< 0,00001
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00017	< 0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	0,000007	< 0,000002	< 0,000002
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	0,11	0,21	0,21	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**						
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-46	AL-WR-16-49	AL-WR-16-06	AL-WR-16-11	AL-WR-16-12	AL-WR-16-18
			V4	V4	V3B	V3B	V3B	V3B
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,0002	< 0,0002	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,000002	0,000029	< 0,000002	0,000015	0,000003	0,000005
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,00894	0,00051	0,00068	0,00044	0,0007	0,00035
Bore (B)	28	500	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,002	0,003
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000005	< 0,000003	< 0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00072	0,00609	0,00539	0,0015	0,00076	0,00371
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000076	0,00002	0,000013	0,000008	0,000008	0,000007
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00045	0,00087	0,00013	0,00018	0,00029	0,00014
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,00173	0,00011	0,00014	0,00018	0,00027	0,00007
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00031	0,00005	0,00032	0,00007	0,00008	0,00014
Nickel (Ni)	0,26	-	0,0004	0,001	0,0003	0,0003	0,0001	0,0003
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00009	0,00004	0,0002	0,00003	0,00029	0,00003
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,00004	0,0001	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00005
Uranium (U)	0,32	2	0,000009	0,000014	< 0,000002	0,000004	0,000009	0,000009
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	0,08	< 0,06	0,25	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-19	AL-WR-16-20	AL-WR-16-24	AL-WR-16-28	AL-WR-16-30	AL-WR-16-32
			V3B	V3B	V3B	V3B	V3B	V3B
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	0,0004	0,0007	0,0004	0,0003	0,0003	0,0006
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	0,000013	0,000005	0,000009	< 0,000002	0,000002	0,000022
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,00193	0,00042	0,00026	0,00062	0,00053	0,00052
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	0,003	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,00076	0,00368	0,00497	0,00168	0,00117	0,0027
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**						
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**						
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,00001	0,000013	0,000013	0,00001	0,00003	0,000007
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,00024	0,00022	0,00035	0,00028	0,00031	0,0004
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,00026	0,00017	0,0001	0,00034	0,00072	0,00013
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,00018	0,00019	0,00011	0,00005	0,00009	0,00096
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	< 0,0001	0,0005	0,001	0,0001	0,0003	0,0004
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,00006	0,00003	0,00003	0,00003	0,00004	0,00008
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	0,00006	< 0,00004	0,00005	< 0,00004	< 0,00004	0,00004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	0,000007	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002	< 0,000002
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	0,19	0,06	< 0,06	< 0,06	0,11
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**						
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-34	AL-WR-16-48	AL-WR-16-50	AL-WR-16-52	AL-WR-16-25	AL-WR-16-29
			V3B	V3B	V3B	V3B	I4I	I4I
Antimoine (Sb)	1,1	-	0,0002	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004	0,0003
Argent (Ag)	0,00062	-	0,000004	< 0,000002	0,000003	0,000002	0,000008	< 0,000002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0005	0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0002	0,00168	0,00139	0,00132	0,0006	0,00047
Bore (B)	28	500	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,002
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	0,000005	< 0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00493	0,0012	0,00202	0,00083	0,00436	0,0044
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000008	0,000045	0,000027	0,00003	0,000006	0,000005
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00051	0,00039	0,00023	0,00043	0,00015	0,0001
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,00016	0,00088	0,00078	0,0005	0,00006	0,00006
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00015	0,00007	0,00016	0,00007	0,00006	0,00008
Nickel (Ni)	0,26	-	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0002
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00008	0,00022	0,00007	0,00009	0,00007	0,00003
Sélénium (Se)	0,062	1	0,00006	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	0,32	2	0,000015	< 0,000002	0,000003	0,000002	0,000003	0,000004
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	0,07	0,13	0,11	0,07	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2	< 2	22	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-33	AL-WR-16-41	AL-WR-16-43	AL-WR-16-44	AL-WR-16-51	AL-WR-16-17
			I4I	I4I	I4I	I4I	I4I	M8
Antimoine (Sb)	1,1	-	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
Argent (Ag)	0,00062	-	0,000007	0,000002	< 0,000002	< 0,000002	< 0,000002	0,000015
Arsenic (As)	0,34	5	0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0024	0,0153	0,0012	0,00047	0,0175	0,00046
Bore (B)	28	500	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00099	0,00244	0,00457	0,00695	0,00015	0,00525
Chrome III (Cr III)	1	-						
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-						
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000007	0,000054	0,000004	0,000005	0,000021	0,000005
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00073	0,00033	0,00022	0,00016	0,00052	0,00011
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,00014	0,001	0,00008	0,00004	0,00056	0,0001
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00056	0,00006	0,00032	0,00006	0,00005	0,00006
Nickel (Ni)	0,26	-	0,0004	0,0005	0,0002	0,0004	< 0,0001	0,0003
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00009	0,00009	0,0001	0,00003	0,00007	0,00004
Sélénium (Se)	0,062	1	0,00015	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	0,32	2	0,000002	0,000002	< 0,000002	0,000003	0,000002	0,000006
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	0,07	0,06	0,2	0,07	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-						
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000						

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-WR-16-38	AL-WR-16-47	AL-WR-16-01	AL-WR-16-02
			M8	M8	I2C	I1G
Antimoine (Sb)	1,1	-	0,0002	0,0004	< 0,0002	0,0002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,000002	0,000003	0,000003	< 0,000002
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,00296	0,00107	0,00577	0,00034
Bore (B)	28	500	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,000003	< 0,000003	0,000017	< 0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00883	0,00097	0,00056	0,00008
Chrome III (Cr III)	1	-				
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-				
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000139	0,000025	0,000051	0,000029
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00032	0,00018	0,00099	0,00014
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,00152	0,00051	0,00198	0,0105
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00011	0,00043	0,00621	0,00009
Nickel (Ni)	0,26	-	0,0024	0,0004	0,0005	0,0004
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00028	0,00014	0,0002	0,00023
Sélénium (Se)	0,062	1	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	0,32	2	0,000037	< 0,000002	0,00001	0,00066
Zinc (Zn)	0,067	-	0,007	< 0,002	0,005	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	0,07	0,07	0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-				
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000				

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	AL-ORE-16-53	AL-ORE-16-54	AL-ORE-16-55
			I1G(SO)	I1G(SO)	I1G(SO)
Antimoine (Sb)	**1,1**	**-**	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Argent (Ag)	**0,00062**	**-**	0,000009	0,000008	0,000006
Arsenic (As)	**0,34**	**5**	0,001	0,0003	< 0,0002
Baryum (Ba)	**0,6**	**100**	0,00029	0,00023	0,0003
Bore (B)	**28**	**500**	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cadmium (Cd)	**0,0011**	**0,5**	< 0,000003	< 0,000003	0,000004
Chrome total (Cr)	**-**	**5**	0,0001	0,00004	< 0,00003
Chrome III (Cr III)	**1**	**-**			
Chrome VI (Cr VI)	**0,016**	**-**			
Cobalt (Co)	**0,37**	**-**	0,000089	0,000086	0,000195
Cuivre (Cu)	**0,0073**	**-**	0,00463	0,0083	0,00207
Manganèse (Mn)	**2,3**	**-**	0,0113	0,00964	0,0215
Mercure total (Hg)	**0,0000013**	**0,1**	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	**29**	**-**	0,00056	0,00212	0,00019
Nickel (Ni)	**0,26**	**-**	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Plomb (Pb)	**0,034**	**5**	0,00011	0,00005	0,00009
Sélénium (Se)	**0,062**	**1**	0,00005	< 0,00004	< 0,00004
Uranium (U)	**0,32**	**2**	0,001687	0,000913	0,0003
Zinc (Zn)	**0,067**	**-**	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	**4**	**150**	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	**860**	**-**	5,5	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	**0,4**	**-**			
Bromure (Br^-)	**-**	**-**	< 3	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	**-**	**100**	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	**290**	**-**	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	**-**	**1000**			

Résidus miniers
Potentiel de lixiviation - SPLP

Paramètres (mg/L)	Critères PPSRTC RES	Directive 019 Résidus à risques élevés	LCT-1	LCT-1D
			Résidus	Résidus
Antimoine (Sb)	1,1	-	< 0,0002	< 0,0002
Argent (Ag)	0,00062	-	< 0,00005	< 0,00005
Arsenic (As)	0,34	5	< 0,0002	< 0,0002
Baryum (Ba)	0,6	100	0,0011	0,00056
Bore (B)	28	500	< 0,002	< 0,002
Cadmium (Cd)	0,0011	0,5	< 0,000003	0,000003
Chrome total (Cr)	-	5	0,00109	0,00053
Chrome III (Cr III)	1	-		
Chrome VI (Cr VI)	0,016	-		
Cobalt (Co)	0,37	-	0,000213	0,000211
Cuivre (Cu)	0,0073	-	0,00109	0,00059
Manganèse (Mn)	2,3	-	0,0442	0,0437
Mercure total (Hg)	0,0000013	0,1	< 0,00001	< 0,00001
Molybdène (Mo)	29	-	0,00036	0,00009
Nickel (Ni)	0,26	-	0,001	0,0011
Plomb (Pb)	0,034	5	0,00036	0,00006
Sélénium (Se)	0,062	1	0,00107	0,00091
Uranium (U)	0,32	2	0,000335	0,000337
Zinc (Zn)	0,067	-	< 0,002	< 0,002
Fluorures (F^-)	4	150	< 0,06	< 0,06
Chlorures (Cl^-)	860	-	< 2	< 2
Bromates (BrO_3^-)	0,4	-		
Bromure (Br^-)	-	-	< 3	< 3
Nitrite (NO_2)	-	100	< 0,3	< 0,3
Nitrate (NO_3)	290	-	< 0,6	< 0,6
Nitrite (NO_2) + Nitrate (NO_3)	-	1000		

Paramètre	Unité	D019 Effluent final (maximale)	*Critères PPSRTC RES*	VaFe	CVAA	CVAC	LCT-1 Filtrate
pH	no unit	6,0-9,5				6,5-9,0	7,55
Alcalinité	mg/L CaCO3						87
Conductivité	uS/cm						310
Fluorure	mg/L		*4*	8	4	0,2	0,33
Chlorure	mg/L		*860*	1720	860	230	15
Sulphate	mg/L						37
Bromure	mg/L		*0,4*				< 0,3
Nitrite (as N)	mg/L				0,06	0,02	< 0,03
Nitrate (as N)	mg/L		*290*			2,9	< 0,06
Nitrate + Nitrite (as N)	mg/L						< 0,06
Mercure (total)	mg/L						< 0,00001
Mercure (dissous)	mg/L		*0,0000013*	0,0032	0,0016	0,00091	< 0,00001
Argent (total)	mg/L						0,00009
Argent (dissous)	mg/L		*0,00062*	0,0012	0,00062	0,0001	< 0,00005
Aluminium (total)	mg/L						4,14
Aluminium (dissous)	mg/L			1,5	0,75	0,087	3,25
Arsenic (total)	mg/L						0,0063
Arsenic (dissous)	mg/L	0,4	*0,34*	0,68	0,34	0,15	0,0049
Baryum (total)	mg/L						0,0357
Baryum (dissous)	mg/L		*0,6*	1,2	0,6	0,21	0,0302
Béryllium (total)	mg/L						0,00221
Béryllium (dissous)	mg/L			0,0075	0,0037	0,00041	0,00197
Bore (total)	mg/L						0,015
Bore (dissous)	mg/L		*28*	55	28	5	0,014
Bismuth (total)	mg/L						0,00365
Bismuth (dissous)	mg/L						0,00261
Cadmium (total)	mg/L						0,000228
Cadmium (dissous)	mg/L		*0,0011*	0,0021	0,0011	0,00016	0,000150
Cobalt (total)	mg/L						0,00159
Cobalt (dissous)	mg/L		*0,37*	0,74	0,37	0,1	0,00113
Chrome (total)	mg/L						0,0236
Chrome (dissous)	mg/L						0,0177
Chrome III	mg/L		*1*	2	1	0,049	
Chrome VI	mg/L		*0,016*	0,032	0,016	0,011	
Cuivre (total)	mg/L						*0,140*
Cuivre (dissous)	mg/L	0,6	*0,0073*	0,015	0,0073	0,0052	*0,104*
Fer (total)	mg/L						1,14
Fer (dissous)	mg/L	6		6,9		1,3	0,796
Lithium (total)	mg/L						0,153
Lithium (dissous)	mg/L			1,8	0,91	0,44	0,137
Manganèse (total)	mg/L						0,0763
Manganèse (dissous)	mg/L		*2,3*	4,5	2,3	1	0,0642
Molybdénium (total)	mg/L						0,00050
Molybdénium (dissous)	mg/L		*29*	58	29	3,2	0,00041
Nickel (total)	mg/L						0,0128

Paramètre	**Unité**	**D019 Effluent final (maximale)**	***Critères PPSRTC RES***	**VaFe**	**CVAA**	**CVAC**	LCT-1 Filtrate
Nickel (dissous)	mg/L	**1**	***0,26***	**0,52**	**0,26**	**0,029**	0,0082
Phosphore (total)	mg/L						0,044
Phosphore (dissous)	mg/L						0,017
Plomb (total)	mg/L						0,00987
Plomb (dissous)	mg/L	**0,4**	***0,034***	**0,068**	**0,034**	**0,0013**	0,00593
Antimoine (total)	mg/L						0,0002
Antimoine (dissous)	mg/L		***1,1***	**2,3**	**1,1**	**0,24**	< 0,0002
Sélénium (total)	mg/L						0,00009
Sélénium (dissous)	mg/L		***0,062***	**0,12**	**0,062**	**0,005**	0,00010
Silicium (total)	mg/L						13,3
Silicium (dissous)	mg/L						12,1
Étain (total)	mg/L						0,00074
Étain (dissous)	mg/L						0,00099
Strontium (total)	mg/L						0,106
Strontium (dissous)	mg/L						0,101
Titane (total)	mg/L						0,00915
Titane (dissous)	mg/L						0,00874
Thallium (total)	mg/L						0,00104
Thallium (dissous)	mg/L			**0,094**	**0,047**	**0,0072**	0,000753
Uranium (total)	mg/L						0,00620
Uranium (dissous)	mg/L		***0,32***	**0,64**	**0,32**	**0,014**	0,00486
Vanadium (total)	mg/L						0,00105
Vanadium (dissous)	mg/L			**0,22**	**0,11**	**0,012**	0,00075
Zinc (total)	mg/L						*0,076*
Zinc (dissous)	mg/L	**1**	***0,067***	**0,13**	**0,067**	**0,067**	0,042

ANNEXE C

Certificats d'analyse

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

22-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11005-FEB17**
Reference: Whole Rock Analysis

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	5: L1 Ro Tail C:LCT-1
SiO2 [%]	76.6
Al2O3 [%]	12.8
Fe2O3 [%]	0.09
MgO [%]	0.03
CaO [%]	0.18
Na2O [%]	5.42
K2O [%]	3.03
TiO2 [%]	< 0.01
P2O5 [%]	0.02
MnO [%]	< 0.01
Cr2O3 [%]	< 0.01
V2O5 [%]	< 0.01
LOI [%]	0.19
Sum [%]	98.4

Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000918356

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA

09-January-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

Date Rec. : 21 November 2016
LR Report: **CA11011-NOV16**

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: AL-ORE-16-53	6: AL-ORE-16-54	7: AL-ORE-16-55	8: AL-WR-16-12	9: AL-WR-16-18	10: AL-WR-16-17	11: AL-WR-16-11	12: AL-WR-16-19	13: AL-WR-16-20
Sample Date & Time			Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	05-Dec-16	09:25	10.08	10.12	10.05	9.54	9.57	9.42	9.33	9.51	9.50
Fizz Rate [---]	05-Dec-16	09:25	1	1	1	1	1	1	3	1	1
Sample weight [g]	05-Dec-16	09:25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.06	2.04	2.05	2.00
HCl Added [mL]	05-Dec-16	09:25	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	62.50	20.00	20.00
HCl [Normality]	05-Dec-16	09:25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	05-Dec-16	09:25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	05-Dec-16	09:25	18.74	18.92	18.61	16.34	16.47	13.56	18.03	15.95	12.19
Final pH	05-Dec-16	09:25	0.92	0.82	0.86	0.98	0.92	1.00	1.61	1.02	1.25
NP [t CaCO3/1000 t]	05-Dec-16	09:25	3.2	2.7	3.5	9.2	8.8	16	109	9.9	20
AP [t CaCO3/1000 t]	---	---	0.62	0.62	0.62	0.62	3.75	2.81	3.44	0.62	4.06
Net NP [t CaCO3/1000 t]	---	---	2.58	2.08	2.88	8.58	5.05	12.8	106	9.28	15.4
NP/AP [ratio]	---	---	5.16	4.35	5.65	14.8	2.35	5.55	31.7	16.0	4.80
Sulphur (total) [%]	08-Dec-16	08:40	0.006	0.007	< 0.005	< 0.005	0.149	0.126	0.148	0.007	0.154
Acid Leachable SO4-S [%]	---	---	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.03	0.04	0.04	< 0.02	0.02
Sulphide [%]	08-Dec-16	08:40	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.12	0.09	0.11	< 0.02	0.13
Carbon (total) [%]	06-Dec-16	12:00	0.012	0.005	0.010	0.011	0.036	0.152	1.31	0.017	0.105
Carbonate [%]	06-Dec-16	12:00	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	0.180	0.739	5.97	0.040	0.490

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000080133

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA

LR Report : **CA11011-NOV16**

Analysis	14: AL-WR-16-25	15: AL-WR-16-24	16: AL-WR-16-30	17: AL-WR-16-47	18: AL-WR-16-42	19: AL-WR-16-29	20: AL-WR-16-28	21: AL-WR-16-32	22: AL-WR-16-33	23: AL-WR-16-34	24: AL-WR-16-50
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	9.50	9.55	9.60	9.50	9.56	9.50	9.52	9.45	9.25	9.50	9.60
Fizz Rate [---]	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sample weight [g]	2.00	2.00	2.00	2.07	2.09	1.99	2.07	2.07	1.95	2.11	2.06
HCl Added [mL]	45.82	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	15.50	7.50	16.37	16.54	13.32	14.81	16.30	13.99	15.14	10.48	16.40
Final pH	1.76	1.42	0.87	0.96	1.10	0.96	0.97	0.99	0.67	1.15	0.94
NP [t CaCO3/1000 t]	76	31	9.1	8.4	16	13	8.9	14	12	23	8.7
AP [t CaCO3/1000 t]	1.25	1.88	0.62	0.62	0.62	0.94	0.62	3.44	0.94	2.19	0.62
Net NP [t CaCO3/1000 t]	74.6	29.4	8.48	7.78	15.4	12.1	8.28	11.1	11.6	20.4	8.08
NP/AP [ratio]	60.6	16.7	14.7	13.5	25.8	13.9	14.4	4.22	13.3	10.3	13.9
Sulphur (total) [%]	0.050	0.075	< 0.005	< 0.005	0.036	0.057	0.006	0.142	0.042	0.093	0.018
Acid Leachable SO4-S [%]	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04	0.03	< 0.02	0.03	< 0.02	0.02	< 0.02
Sulphide [%]	0.04	0.06	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.03	< 0.02	0.11	0.03	0.07	0.02
Carbon (total) [%]	0.517	0.174	0.008	0.018	0.017	0.008	0.009	0.016	0.018	0.118	0.008
Carbonate [%]	2.19	0.774	< 0.025	< 0.025	0.060	< 0.025	< 0.025	0.045	0.040	0.535	< 0.025

Analysis	25: AL-WR-16-51	26: AL-WR-16-49	27: AL-WR-16-52	28: AL-WR-16-48	29: AL-WR-16-44	30: AL-WR-16-41	31: AL-WR-16-37	32: AL-WR-16-02	33: AL-WR-16-07	34: AL-WR-16-10	35: AL-WR-16-14
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	10.05	9.46	9.70	9.45	9.56	9.97	9.56	10.25	8.73	9.25	9.30
Fizz Rate [---]	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Sample weight [g]	2.02	2.07	2.01	2.12	2.11	2.15	2.00	2.00	1.99	1.99	2.01
HCl Added [mL]	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	27.20	28.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	16.00	9.71	16.53	15.78	13.38	14.76	15.94	17.62	10.46	14.93	14.92
Final pH	1.14	1.37	0.84	0.99	1.05	1.00	0.92	1.00	1.71	1.55	1.85
NP [t CaCO3/1000 t]	9.9	25	8.6	10	16	12	10	5.9	24	31	32
AP [t CaCO3/1000 t]	0.62	4.38	0.62	0.62	1.56	0.62	0.62	0.62	8.75	2.50	0.62
Net NP [t CaCO3/1000 t]	9.28	20.4	7.98	9.38	14.1	11.6	9.48	5.28	15.2	28.3	31.9
NP/AP [ratio]	16.0	5.67	13.9	16.1	10.0	19.5	16.2	9.44	2.74	12.3	52.0

OnLine LIMS

0000080133

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Analysis	25: AL-WR-16-51	26: AL-WR-16-49	27: AL-WR-16-52	28: AL-WR-16-48	29: AL-WR-16-44	30: AL-WR-16-41	31: AL-WR-16-37	32: AL-WR-16-02	33: AL-WR-16-07	34: AL-WR-16-10	35: AL-WR-16-14
Sulphur (total) [%]	< 0.005	0.162	0.005	0.011	0.065	0.012	0.010	0.015	0.303	0.077	0.059
Acid Leachable SO4-S [%]	< 0.02	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.04
Sulphide [%]	< 0.02	0.14	< 0.02	< 0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.28	0.08	0.02
Carbon (total) [%]	0.013	0.136	0.008	0.007	0.008	0.012	0.005	0.010	0.040	0.018	0.046
Carbonate [%]	0.030	0.605	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	0.125	0.030	0.145

Analysis	36: AL-WR-16-16	37: AL-WR-16-31	38: AL-WR-16-03	39: AL-WR-16-01	40: AL-WR-16-46	41: AL-WR-16-38	42: AL-WR-16-43	43: AL-WR-16-39	44: AL-WR-16-40	45: AL-WR-16-04	46: AL-WR-16-35
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	9.14	9.25	9.35	10.20	10.09	10.10	9.32	9.30	9.16	9.74	9.40
Fizz Rate [---]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sample weight [g]	2.02	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	2.00	2.00	2.01	2.02	2.00
HCl Added [mL]	25.00	24.00	20.00	20.00	32.50	20.00	24.00	23.00	24.00	20.00	24.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	17.32	11.06	10.90	15.49	20.10	12.06	12.30	11.32	13.10	12.29	11.96
Final pH	1.55	1.71	1.87	1.39	1.58	1.70	1.63	1.56	1.58	1.53	1.59
NP [t CaCO3/1000 t]	19	32	23	11	31	20	29	29	27	19	30
AP [t CaCO3/1000 t]	7.19	2.81	4.69	0.62	0.62	0.62	6.56	3.12	5.94	0.62	0.62
Net NP [t CaCO3/1000 t]	11.8	29.6	18.2	10.7	30.6	19.3	22.7	26.1	21.2	18.5	29.5
NP/AP [ratio]	2.64	11.5	4.89	18.2	50.3	32.1	4.46	9.34	4.56	30.8	48.5
Sulphur (total) [%]	0.285	0.142	0.194	0.010	0.010	0.015	0.249	0.134	0.225	0.024	0.040
Acid Leachable SO4-S [%]	0.06	0.05	0.04	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04
Sulphide [%]	0.23	0.09	0.15	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.21	0.10	0.19	< 0.02	< 0.02
Carbon (total) [%]	0.017	0.085	0.033	0.008	0.023	0.019	0.064	0.021	0.031	0.030	0.021
Carbonate [%]	< 0.025	0.330	0.080	< 0.025	0.035	< 0.025	0.215	0.050	0.085	0.050	0.045

Analysis	47: AL-WR-16-36	48: AL-WR-16-45	49: AL-WR-16-21	50: AL-WR-16-08	51: AL-WR-16-06	52: AL-WR-16-26	53: AL-WR-16-23	54: AL-WR-16-22	55: AL-WR-16-13	56: AL-WR-16-09	57: AL-WR-16-15
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	9.60	9.30	9.30	9.20	9.32	10.00	9.14	9.47	9.28	9.34	9.46
Fizz Rate [---]	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1

OnLine LIMS

0000080133

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Analysis	47: AL-WR-16-36	48: AL-WR-16-45	49: AL-WR-16-21	50: AL-WR-16-08	51: AL-WR-16-06	52: AL-WR-16-26	53: AL-WR-16-23	54: AL-WR-16-22	55: AL-WR-16-13	56: AL-WR-16-09	57: AL-WR-16-15
Sample weight [g]	1.99	2.01	2.02	1.99	2.00	2.01	1.99	1.99	1.99	2.01	2.01
HCl Added [mL]	20.00	23.50	20.00	20.00	39.90	20.00	20.00	39.00	20.00	20.00	20.00
HCl [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	13.85	12.79	10.06	11.20	14.80	14.03	11.59	9.85	15.23	13.60	15.99
Final pH	0.96	1.55	1.75	1.79	1.57	1.21	1.69	1.89	0.96	1.08	0.89
NP [t CaCO3/1000 t]	15	27	25	22	63	15	21	73	12	16	10
AP [t CaCO3/1000 t]	1.25	3.44	3.12	2.50	1.88	0.62	0.94	0.94	7.19	1.88	5.31
Net NP [t CaCO3/1000 t]	14.2	23.2	21.5	19.6	60.8	14.3	20.2	72.3	4.81	14.0	4.69
NP/AP [ratio]	12.3	7.74	7.87	8.84	33.4	23.8	22.5	78.1	1.67	8.48	1.88
Sulphur (total) [%]	0.061	0.156	0.171	0.136	0.110	0.028	0.055	0.053	0.268	0.082	0.210
Acid Leachable SO4-S [%]	0.02	0.05	0.07	0.06	0.05	< 0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04
Sulphide [%]	0.04	0.11	0.10	0.08	0.06	0.02	0.03	0.03	0.23	0.06	0.17
Carbon (total) [%]	0.018	0.018	0.014	0.017	0.595	0.037	0.012	0.549	0.014	0.026	0.007
Carbonate [%]	< 0.025	0.030	0.035	< 0.025	2.42	0.080	< 0.025	2.12	0.035	0.080	< 0.025

Analysis	58: AL-WR-16-27	59: AL-WR-16-05
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	9.35	9.29
Fizz Rate [---]	1	3
Sample weight [g]	1.99	2.01
HCl Added [mL]	20.00	41.80
HCl [Normality]	0.10	0.10
NaOH [Normality]	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	15.60	12.49
Final pH	0.86	1.57
NP [t CaCO3/1000 t]	11	73
AP [t CaCO3/1000 t]	0.94	2.81
Net NP [t CaCO3/1000 t]	10.2	70.1
NP/AP [ratio]	11.8	25.9
Sulphur (total) [%]	0.053	0.093
Acid Leachable SO4-S [%]	0.02	< 0.02
Sulphide [%]	0.03	0.09

OnLine LIMS

0000080133

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA

LR Report : **CA11011-NOV16**

Analysis	58: AL-WR-16-27	59: AL-WR-16-05
Carbon (total) [%]	0.006	0.721
Carbonate [%]	< 0.025	3.25

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000080133

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

22-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace, Paddington
Australia, 4064
Phone: +61 7 3369 7058, Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11001-FEB17**

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1
Paste pH	17-Feb-17	12:54	10.23
Fizz Rate [---]	17-Feb-17	12:54	1
Sample weight [g]	17-Feb-17	12:54	2.02
HCl_add [mL]	17-Feb-17	12:54	20.00
HCl [Normality]	17-Feb-17	12:54	0.10
NaOH [Normality]	17-Feb-17	12:54	0.10
Vol NaOH to pH=8.3 [mL]	17-Feb-17	12:54	18.70
Final pH	17-Feb-17	12:54	0.77
NP [t CaCO3/1000 t]	17-Feb-17	12:54	3.2
AP [t CaCO3/1000 t]	---	---	0.62
Net NP [t CaCO3/1000 t]	---	---	2.58
NP/AP [ratio]	---	---	5.16
S [%]	22-Feb-17	13:14	< 0.005
Acid Leachable SO4-S [%]	---	---	< 0.02
Sulphide [%]	22-Feb-17	13:14	< 0.02
C [%]	22-Feb-17	11:14	0.014
CO3 [%]	22-Feb-17	11:14	< 0.025

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Carbon/Sulphur	ME-CA-[ENV]ARD-LAK-AN-019	ASTM E1915-07A	Y

Chris Sullivan

CHARTERED Christopher Sullivan CHEMIST

Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000918749

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		
							%		Low	High		Low	High	
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0019-FEB17														
Carbon (total)	0.005	%	<0.005			1	20	104	80	120				
Sulphur (total)	0.005	%	<0.005			12	20	109	80	120				
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0020-FEB17														
Sulphide	0.02	%	< 0.02			1	20	93	80	120	96	70	130	
Carbon/Sulphur - QCBatchID: ECS0021-FEB17														
Carbonate	0.025	%	< 0.005			0	20	102	80	120	96	70	130	

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. “Temperature Upon Receipt” is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000918749

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

09-January-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

Date Rec. : 22 November 2016
LR Report: **CA11012-NOV16**

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Sample ID	Fluoride µg/g	Bromide µg/g	Mercury µg/g	Silver µg/g	Aluminum µg/g	Arsenic µg/g	Boron µg/g	Barium µg/g	Beryllium µg/g	Bismuth µg/g	Calcium µg/g	Cadmium µg/g	Cobalt µg/g
3: Analysis Approval Date	14-Dec-16	07-Dec-16	12-Dec-16	09-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16
4: Analysis Approval Time	10:25	09:10	08:45	09:18	15:56	13:31	13:31	15:56	13:31	13:31	15:56	13:31	13:31
5: AL-ORE-16-53	1.3	< 1.5	< 0.05	0.05	1300	< 0.5	< 1	3.2	0.5	10	300	0.28	0.81
6: AL-ORE-16-54	2.6	< 1.5	< 0.05	0.04	1100	< 0.5	< 1	3.2	1.4	6.7	310	0.16	0.44
7: AL-ORE-16-55	1.9	< 1.5	< 0.05	0.03	2200	< 0.5	3	7.6	2.6	3.4	380	0.05	0.72
8: AL-WR-16-12	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	9800	< 0.5	< 1	8.6	0.1	< 0.09	1200	< 0.02	12
9: AL-WR-16-18	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.02	7600	< 0.5	5	0.34	0.3	0.14	1300	0.06	50
10: AL-WR-16-17	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	6500	< 0.5	3	0.43	0.1	0.12	4800	< 0.02	45
11: AL-WR-16-11	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	8100	< 0.5	2	0.41	0.0	< 0.09	21000	< 0.02	39
12: AL-WR-16-19	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.19	11000	< 0.5	< 1	8.2	0.0	< 0.09	1600	< 0.02	14
13: AL-WR-16-20	3.4	< 1.5	< 0.05	< 0.01	7400	< 0.5	3	0.44	0.7	0.29	4400	< 0.02	39
14: AL-WR-16-25	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.04	5300	< 0.5	3	0.48	0.2	< 0.09	9200	< 0.02	56
15: AL-WR-16-24	1.1	< 1.5	< 0.05	< 0.01	4800	< 0.5	10	0.21	0.5	0.77	5900	< 0.02	58
16: AL-WR-16-30	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	10000	< 0.5	< 1	4.1	0.1	< 0.09	1400	< 0.02	13
17: AL-WR-16-47	1.6	< 1.5	< 0.05	< 0.01	11000	< 0.5	< 1	0.64	0.4	< 0.09	900	< 0.02	13
18: AL-WR-16-42	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.03	5300	< 0.5	8	0.31	0.1	< 0.09	1000	< 0.02	39
19: AL-WR-16-29	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.01	7000	< 0.5	2	0.20	0.1	< 0.09	690	< 0.02	37
20: AL-WR-16-28	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.08	8700	< 0.5	< 1	0.67	< 0.02	0.10	970	< 0.02	11
21: AL-WR-16-32	1.6	< 1.5	< 0.05	0.03	8100	< 0.5	2	0.29	0.1	< 0.09	910	< 0.02	42
22: AL-WR-16-33	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.04	13000	< 0.5	< 1	9.9	1.0	< 0.09	1100	0.06	26
23: AL-WR-16-34	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.07	6800	< 0.5	5	0.20	0.5	< 0.09	3800	< 0.02	44
24: AL-WR-16-50	3.2	< 1.5	< 0.05	0.03	11000	< 0.5	< 1	13	0.6	< 0.09	820	< 0.02	18

OnLine LIMS

0000080255

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

LR Report : **CA11012-NOV16**

Sample ID	Fluoride µg/g	Bromide µg/g	Mercury µg/g	Silver µg/g	Aluminum µg/g	Arsenic µg/g	Boron µg/g	Barium µg/g	Beryllium µg/g	Bismuth µg/g	Calcium µg/g	Cadmium µg/g	Cobalt µg/g
25: AL-WR-16-51	1.2	< 1.5	< 0.05	0.01	26000	< 0.5	< 1	490	2.3	< 0.09	3900	< 0.02	22
26: AL-WR-16-49	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	6900	< 0.5	3	1.7	0.1	0.14	4400	< 0.02	52
27: AL-WR-16-52	3.7	< 1.5	< 0.05	0.02	15000	< 0.5	< 1	18	0.6	< 0.09	1200	< 0.02	20
28: AL-WR-16-48	1.8	< 1.5	< 0.05	0.03	15000	< 0.5	< 1	19	0.4	2.0	1400	< 0.02	17
29: AL-WR-16-44	1.1	< 1.5	< 0.05	< 0.01	5600	< 0.5	3	0.64	0.3	0.64	640	< 0.02	42
30: AL-WR-16-41	1.1	< 1.5	< 0.05	0.05	17000	< 0.5	< 1	270	0.5	0.13	3300	< 0.02	20
31: AL-WR-16-37	2.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	14000	< 0.5	< 1	4.4	0.3	< 0.09	1200	< 0.02	15
32: AL-WR-16-02	1.0	< 1.5	< 0.05	0.03	3100	< 0.5	< 1	2.4	1.9	4.3	580	0.20	0.52
33: AL-WR-16-07	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.02	11000	< 0.5	2	0.43	0.1	0.73	1400	< 0.02	46
34: AL-WR-16-10	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.03	13000	< 0.5	2	0.40	0.1	< 0.09	890	< 0.02	50
35: AL-WR-16-14	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	15000	< 0.5	1	0.31	0.3	< 0.09	1600	< 0.02	43
36: AL-WR-16-16	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.01	21000	< 0.5	< 1	0.25	0.1	< 0.09	1300	< 0.02	34
37: AL-WR-16-31	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	15000	< 0.5	3	0.27	0.1	0.21	2900	< 0.02	43
38: AL-WR-16-03	2.1	< 1.5	< 0.05	0.01	17000	< 0.5	< 1	11	0.6	3.3	1400	< 0.02	34
39: AL-WR-16-01	7.7	< 1.5	< 0.05	0.01	12000	< 0.5	< 1	250	0.3	< 0.09	3000	< 0.02	7.4
40: AL-WR-16-46	11.6	< 1.5	< 0.05	0.10	22000	< 0.5	1	300	1.4	< 0.09	14000	< 0.02	18
41: AL-WR-16-38	5.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	29000	< 0.5	< 1	430	2.9	< 0.09	1700	< 0.02	35
42: AL-WR-16-43	4.6	< 1.5	< 0.05	< 0.01	16000	< 0.5	2	0.72	0.5	0.15	2000	< 0.02	44
43: AL-WR-16-39	5.2	< 1.5	< 0.05	0.04	15000	< 0.5	7	1.0	1.1	0.91	1100	< 0.02	55
44: AL-WR-16-40	5.6	< 1.5	< 0.05	0.12	17000	< 0.5	8	0.74	0.9	0.84	1400	< 0.02	58
45: AL-WR-16-04	3.5	< 1.5	< 0.05	< 0.01	14000	< 0.5	< 1	25	1.9	< 0.09	4200	< 0.02	17
46: AL-WR-16-35	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.05	13000	< 0.5	3	0.60	0.0	< 0.09	1100	< 0.02	41
47: AL-WR-16-36	1.4	< 1.5	< 0.05	< 0.01	5800	< 0.5	< 1	0.66	0.0	3.0	360	< 0.02	16
48: AL-WR-16-45	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.02	15000	< 0.5	< 1	0.46	0.2	0.32	840	< 0.02	37
49: AL-WR-16-21	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.01	14000	< 0.5	< 1	0.23	0.3	0.11	820	< 0.02	36
50: AL-WR-16-08	3.8	< 1.5	< 0.05	0.06	16000	< 0.5	< 1	0.41	0.6	0.43	1100	< 0.02	34
51: AL-WR-16-06	6.9	< 1.5	< 0.05	0.04	14000	< 0.5	6	4.9	1.1	2.0	18000	< 0.02	38
52: AL-WR-16-26	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.03	9500	< 0.5	< 1	6.1	0.1	< 0.09	8000	< 0.02	9.5
53: AL-WR-16-23	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	17000	< 0.5	< 1	0.59	0.1	< 0.09	1100	< 0.02	29
54: AL-WR-16-22	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	9300	< 0.5	4	0.50	0.4	0.39	14000	< 0.02	48
55: AL-WR-16-13	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.01	8300	< 0.5	< 1	0.33	0.0	< 0.09	800	< 0.02	32
56: AL-WR-16-09	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	8200	< 0.5	4	0.18	0.1	< 0.09	810	< 0.02	35
57: AL-WR-16-15	< 1.0	< 1.5	< 0.05	< 0.01	6000	< 0.5	< 1	0.39	0.0	0.09	570	< 0.02	26
58: AL-WR-16-27	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.02	11000	< 0.5	< 1	0.45	< 0.02	< 0.09	840	< 0.02	17
59: AL-WR-16-05	< 1.0	< 1.5	< 0.05	0.02	8300	< 0.5	4	0.32	0.1	0.13	14000	< 0.02	32

OnLine LIMS

0000080255

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

LR Report : **CA11012-NOV16**

Sample ID	Chromium µg/g	Copper µg/g	Iron µg/g	Potassium µg/g	Lithium µg/g	Magnesium µg/g	Manganese µg/g	Molybdenum µg/g	Sodium µg/g	Nickel µg/g	Phosphorus µg/g	Lead µg/g
3: Analysis Approval Date	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16
4: Analysis Approval Time	13:31	13:31	15:56	15:56	15:56	15:56	13:31	13:31	15:56	13:31	15:56	13:32
5: AL-ORE-16-53	52	88	1300	860	42	240	69	1.0	370	4.7	24	4.6
6: AL-ORE-16-54	100	160	1300	540	54	140	47	3.9	460	2.0	27	3.4
7: AL-ORE-16-55	79	24	2200	1200	110	720	130	1.6	450	3.5	33	3.3
8: AL-WR-16-12	330	7.3	10000	410	90	14000	96	< 0.1	120	140	120	0.21
9: AL-WR-16-18	500	78	28000	23	2	31000	210	0.3	34	730	76	0.56
10: AL-WR-16-17	440	39	25000	23	2	26000	220	0.2	35	680	30	0.38
11: AL-WR-16-11	490	51	17000	39	7	31000	400	0.2	40	570	89	0.53
12: AL-WR-16-19	280	110	12000	520	110	15000	110	< 0.1	180	140	130	0.15
13: AL-WR-16-20	490	45	18000	37	7	25000	170	0.2	56	650	450	0.36
14: AL-WR-16-25	400	36	38000	46	11	55000	680	0.2	47	800	49	0.49
15: AL-WR-16-24	420	4.8	34000	34	5	33000	250	0.2	46	900	51	0.61
16: AL-WR-16-30	280	9.7	12000	600	93	15000	110	< 0.1	200	150	150	0.15
17: AL-WR-16-47	420	1.1	11000	120	64	16000	100	< 0.1	93	160	32	0.11
18: AL-WR-16-42	410	15	34000	26	3	30000	200	0.2	38	700	45	0.31
19: AL-WR-16-29	490	40	20000	26	< 2	23000	110	0.1	44	510	55	0.48
20: AL-WR-16-28	390	57	9100	100	79	13000	110	< 0.1	89	150	74	0.17
21: AL-WR-16-32	530	64	17000	31	4	26000	120	0.2	47	690	97	0.21
22: AL-WR-16-33	620	38	17000	680	77	24000	210	0.3	82	370	140	8.7
23: AL-WR-16-34	500	76	26000	25	< 2	27000	170	0.2	40	630	44	1.6
24: AL-WR-16-50	590	23	12000	1300	130	19000	100	< 0.1	150	270	28	0.50
25: AL-WR-16-51	58	2.3	34000	13000	600	25000	380	< 0.1	1300	39	230	1.7
26: AL-WR-16-49	510	38	28000	45	5	30000	250	0.2	49	830	36	0.32
27: AL-WR-16-52	470	5.2	18000	3600	210	24000	120	0.3	200	220	150	0.15
28: AL-WR-16-48	450	64	17000	1400	170	22000	150	11	160	190	150	0.10
29: AL-WR-16-44	450	4.9	29000	28	4	32000	210	0.4	43	710	17	0.23
30: AL-WR-16-41	400	30	19000	10000	440	23000	160	< 0.1	550	210	430	0.51
31: AL-WR-16-37	400	8.7	14000	590	140	19000	150	< 0.1	130	180	130	0.08
32: AL-WR-16-02	5.1	0.8	5500	320	30	990	160	0.9	1600	2.4	190	1.8
33: AL-WR-16-07	780	40	20000	36	3	32000	140	0.3	34	750	50	0.39
34: AL-WR-16-10	840	43	29000	29	3	45000	260	0.2	37	770	17	0.29
35: AL-WR-16-14	820	30	27000	32	3	46000	220	0.2	40	590	46	0.48
36: AL-WR-16-16	820	65	25000	55	57	33000	180	0.2	53	470	110	0.29
37: AL-WR-16-31	860	52	23000	26	5	39000	170	0.2	36	640	58	0.55
38: AL-WR-16-03	1040	60	18000	1800	78	33000	120	0.2	69	630	29	2.3
39: AL-WR-16-01	78	1.8	16000	9400	340	8700	210	13	1100	50	580	0.69

OnLine LIMS

0000080255

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Sample ID	Chromium µg/g	Copper µg/g	Iron µg/g	Potassium µg/g	Lithium µg/g	Magnesium µg/g	Manganese µg/g	Molybdenum µg/g	Sodium µg/g	Nickel µg/g	Phosphorus µg/g	Lead µg/g
40: AL-WR-16-46	130	31	26000	13000	620	27000	260	2.2	1800	95	3800	1.7
41: AL-WR-16-38	1500	2.1	32000	23000	1100	47000	220	0.9	720	540	110	0.54
42: AL-WR-16-43	1040	69	24000	46	7	40000	130	0.3	37	710	70	0.46
43: AL-WR-16-39	990	32	38000	36	5	54000	260	0.3	33	840	47	0.80
44: AL-WR-16-40	950	59	35000	950	21	55000	270	0.3	35	850	81	1.7
45: AL-WR-16-04	320	1.2	16000	2000	150	21000	170	6.5	640	180	340	0.17
46: AL-WR-16-35	820	38	28000	26	4	46000	200	0.3	36	590	74	0.16
47: AL-WR-16-36	410	2.2	8900	92	24	17000	60	0.1	100	260	81	0.10
48: AL-WR-16-45	850	54	18000	31	4	37000	130	0.3	40	640	10	0.29
49: AL-WR-16-21	860	43	21000	27	< 2	34000	120	0.3	38	560	47	0.20
50: AL-WR-16-08	920	39	21000	64	8	34000	130	0.2	31	490	150	0.25
51: AL-WR-16-06	810	26	22000	650	24	44000	460	0.2	47	710	110	0.30
52: AL-WR-16-26	30	28	13000	410	130	9100	210	12	2000	23	290	1.3
53: AL-WR-16-23	820	35	20000	43	12	31000	150	0.3	40	400	140	0.31
54: AL-WR-16-22	730	14	31000	24	5	48000	380	0.3	37	730	52	0.29
55: AL-WR-16-13	520	84	11000	52	8	18000	58	0.2	51	530	19	0.13
56: AL-WR-16-09	570	48	20000	31	4	25000	130	0.1	38	460	92	0.27
57: AL-WR-16-15	410	70	8100	38	6	13000	55	0.2	43	510	5	0.12
58: AL-WR-16-27	400	35	12000	120	57	16000	100	< 0.1	80	210	76	0.22
59: AL-WR-16-05	450	45	22000	37	4	32000	360	0.1	47	490	510	0.76

Sample ID	Antimony µg/g	Selenium µg/g	Tin µg/g	Strontium µg/g	Titanium µg/g	Thallium µg/g	Uranium µg/g	Vanadium µg/g	Zinc µg/g
3: Analysis Approval Date	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16
4: Analysis Approval Time	13:32	13:32	13:32	13:32	13:32	13:32	13:32	13:32	13:32
5: AL-ORE-16-53	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.2	2.7	0.26	9.6	< 1	110
6: AL-ORE-16-54	< 0.8	< 0.7	0.6	2.7	2.6	0.18	3.7	< 1	100
7: AL-ORE-16-55	< 0.8	< 0.7	0.6	4.2	1.1	0.34	4.8	< 1	38
8: AL-WR-16-12	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.6	100	0.09	0.073	16	12
9: AL-WR-16-18	< 0.8	< 0.7	0.5	1.1	46	0.09	0.020	27	61
10: AL-WR-16-17	< 0.8	< 0.7	< 0.5	8.5	40	0.06	0.010	24	15
11: AL-WR-16-11	< 0.8	< 0.7	< 0.5	59	29	0.04	0.011	29	16
12: AL-WR-16-19	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.8	200	0.10	0.010	19	13
13: AL-WR-16-20	< 0.8	< 0.7	0.5	13	31	0.09	0.016	23	14
14: AL-WR-16-25	< 0.8	< 0.7	< 0.5	31	31	< 0.02	0.009	12	30
15: AL-WR-16-24	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.1	41	0.09	0.12	18	9.1

OnLine LIMS

0000080255

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Sample ID	Antimony µg/g	Selenium µg/g	Tin µg/g	Strontium µg/g	Titanium µg/g	Thallium µg/g	Uranium µg/g	Vanadium µg/g	Zinc µg/g
16: AL-WR-16-30	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.1	100	0.12	0.014	17	12
17: AL-WR-16-47	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.1	92	0.02	0.015	17	12
18: AL-WR-16-42	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.7	43	< 0.02	< 0.002	17	10
19: AL-WR-16-29	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.4	46	0.04	< 0.002	29	15
20: AL-WR-16-28	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.8	100	< 0.02	< 0.002	13	9.5
21: AL-WR-16-32	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.5	38	0.07	0.023	26	14
22: AL-WR-16-33	< 0.8	< 0.7	< 0.5	3.0	100	0.31	0.43	26	38
23: AL-WR-16-34	< 0.8	< 0.7	< 0.5	4.3	43	0.05	0.004	34	21
24: AL-WR-16-50	< 0.8	< 0.7	< 0.5	0.98	200	0.44	0.010	10	14
25: AL-WR-16-51	< 0.8	< 0.7	< 0.5	4.4	1300	4.1	0.036	69	59
26: AL-WR-16-49	< 0.8	< 0.7	< 0.5	11	48	0.08	0.002	21	22
27: AL-WR-16-52	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.9	200	0.90	0.15	29	20
28: AL-WR-16-48	< 0.8	< 0.7	< 0.5	4.8	300	0.32	0.006	30	18
29: AL-WR-16-44	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.3	40	< 0.02	0.006	19	13
30: AL-WR-16-41	< 0.8	< 0.7	< 0.5	6.6	700	2.2	0.12	33	32
31: AL-WR-16-37	< 0.8	< 0.7	< 0.5	3.0	100	0.14	0.003	22	13
32: AL-WR-16-02	< 0.8	< 0.7	3.0	2.2	21	0.13	5.6	< 1	130
33: AL-WR-16-07	< 0.8	< 0.7	< 0.5	3.7	49	0.07	0.033	29	21
34: AL-WR-16-10	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.4	57	0.03	0.010	29	24
35: AL-WR-16-14	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.6	64	0.02	0.005	28	21
36: AL-WR-16-16	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.7	100	0.12	0.005	42	22
37: AL-WR-16-31	< 0.8	< 0.7	< 0.5	7.2	55	0.08	0.004	37	22
38: AL-WR-16-03	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.7	100	0.68	0.032	26	18
39: AL-WR-16-01	< 0.8	< 0.7	< 0.5	15	1300	0.60	0.27	36	46
40: AL-WR-16-46	< 0.8	< 0.7	< 0.5	53	1100	1.3	1.2	53	42
41: AL-WR-16-38	< 0.8	< 0.7	< 0.5	4.1	1100	5.5	0.021	38	45
42: AL-WR-16-43	< 0.8	< 0.7	< 0.5	6.8	50	0.10	0.014	41	19
43: AL-WR-16-39	< 0.8	< 0.7	1.1	0.86	60	0.16	0.002	35	23
44: AL-WR-16-40	< 0.8	< 0.7	1.6	0.95	63	0.99	0.004	34	28
45: AL-WR-16-04	< 0.8	< 0.7	< 0.5	7.0	300	0.39	0.13	25	24
46: AL-WR-16-35	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.0	68	< 0.02	< 0.002	45	16
47: AL-WR-16-36	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.8	22	0.03	0.005	14	11
48: AL-WR-16-45	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.0	54	0.03	< 0.002	23	15
49: AL-WR-16-21	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.1	50	< 0.02	0.004	31	19
50: AL-WR-16-08	< 0.8	< 0.7	0.6	1.8	52	0.07	0.006	29	18
51: AL-WR-16-06	< 0.8	< 0.7	< 0.5	12	50	0.41	0.035	26	22
52: AL-WR-16-26	< 0.8	< 0.7	< 0.5	8.4	400	0.07	0.051	29	14

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

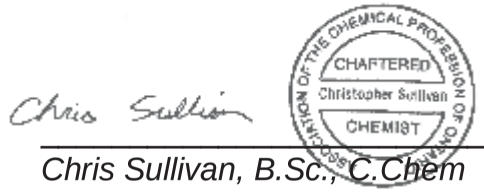
0000080255

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Sample ID	Antimony µg/g	Selenium µg/g	Tin µg/g	Strontium µg/g	Titanium µg/g	Thallium µg/g	Uranium µg/g	Vanadium µg/g	Zinc µg/g
53: AL-WR-16-23	< 0.8	< 0.7	< 0.5	3.5	65	0.03	< 0.002	29	18
54: AL-WR-16-22	< 0.8	< 0.7	< 0.5	39	52	< 0.02	< 0.002	19	25
55: AL-WR-16-13	< 0.8	< 0.7	< 0.5	1.7	33	0.03	0.012	26	8.8
56: AL-WR-16-09	< 0.8	< 0.7	< 0.5	2.4	39	0.04	< 0.002	30	21
57: AL-WR-16-15	< 0.8	< 0.7	< 0.5	0.85	31	0.04	< 0.002	14	6.0
58: AL-WR-16-27	< 0.8	< 0.7	< 0.5	0.94	85	0.04	< 0.002	22	12
59: AL-WR-16-05	< 0.8	< 0.7	< 0.5	45	42	0.06	0.051	33	18

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV}EWL-LAK-AN-014	E3263
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/EPA 245
Metals, ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-007	MA200_MET.1.2
Metals, ICP-OES	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-001	MA200.MET.1.2/200.7



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000080255

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Anions by IC - QCBatchID: DIO0030-DEC16													
Bromide	1.5	µg/g	<1.5			ND	20	100	80	120	93	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0032-DEC16													
Bromide	1.5	µg/g	<1.5			ND	20	107	80	120	91	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0035-DEC16													
Bromide	1.5	µg/g	<1.5			ND	20	104	80	120	104	75	125
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0120-DEC16													
Fluoride	1	µg/g	0.01			0	30	103	80	120	76	70	130
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0005-DEC16													
Mercury	0.05	µg/g	<0.05			ND	20	93	80	120	115	70	130
Metals, ICP-MS - QCBatchID: EMS0006-DEC16													
Antimony	0.8	µg/g	<0.8			ND	20	100	70	130	NV	70	130
Arsenic	0.5	µg/g	<0.5			ND	20	104	70	130	105	70	130
Barium	0.01	µg/g	<0.01			4	20	101	70	130	93	70	130
Beryllium	0.02	µg/g	<0.02			4	20	103	70	130	119	70	130
Bismuth	0.09	µg/g	<0.09			17	20	94	70	130	NV	70	130
Boron	1	µg/g	<1			18	20	104	70	130	98	70	130
Cadmium	0.02	µg/g	<0.02			12	20	101	70	130	95	70	130
Chromium	0.5	µg/g	<0.5			13	20	101	70	130	114	70	130
Cobalt	0.01	µg/g	<0.01			8	20	102	70	130	98	70	130
Copper	0.1	µg/g	<0.1			0	20	99	70	130	89	70	130
Lead	0.05	µg/g	<0.05			3	20	102	70	130	111	70	130
Lithium	2	µg/g	<2			4	20	105	70	130	118	70	130
Manganese	0.1	µg/g	<0.1			8	20	104	70	130	106	70	130
Molybdenum	0.1	µg/g	<0.1			2	20	99	70	130	118	70	130
Nickel	0.1	µg/g	<0.1			2	20	104	70	130	100	70	130
Selenium	0.7	µg/g	<0.7			ND	20	101	70	130	NV	70	130
Strontium	0.02	µg/g	<0.02			5	20	96	70	130	NV	70	130
Thallium	0.02	µg/g	<0.02			5	20	100	70	130	117	70	130
Tin	0.5	µg/g	<0.5			ND	20	95	70	130	80	70	130
Titanium	0.1	µg/g	<0.1			9	20	96	70	130	NV	70	130
Uranium	0.002	µg/g	<0.002			12	20	100	70	130	94	70	130
Vanadium	1	µg/g	<1			7	20	105	70	130	112	70	130
Zinc	0.7	µg/g	<0.7			6	20	104	70	130	96	70	130
Metals, ICP-MS - QCBatchID: EMS0007-DEC16													
Silver	0.01	µg/g	<0.01			4	20	99	70	130	108	70	130

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00008080255

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

LR Report : **CA11012-NOV16**

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		
							%		Low	High		Low	High	
Metals, ICP-OES - QCBatchID: ESG0004-DEC16														
Aluminum	1	µg/g	<1			1	20	97	80	120	107	70	130	
Calcium	1	µg/g	<1			2	20	97	80	120	103	70	130	
Iron	0.3	µg/g	<0.3			4	20	97	80	120	117	70	130	
Magnesium	0.1	µg/g	<0.1			3	20	98	80	120	107	70	130	
Phosphorus	3	µg/g	<3			NV	20	98	80	120	100	70	130	
Potassium	0.3	µg/g	<0.3			0	20	103	80	120	116	70	130	
Sodium	1	µg/g	<1			NV	20	96	80	120	103	70	130	
Metals, ICP-OES - QCBatchID: ESG0030-DEC16														
Magnesium	0.1	µg/g	<0.1			1	20	100	80	120	103	70	130	
Phosphorus	3	µg/g	<3			12	20	99	80	120	100	70	130	
Potassium	0.3	µg/g	<0.3			1	20	101	80	120	115	70	130	
Sodium	1	µg/g	<1			1	20	97	80	120	100	70	130	

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00008080255

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

24-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace, Paddington
Australia, 4064
Phone: +61 7 3369 7058, Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11002-FEB17**

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1
Fluoride [µg/g]	16-Feb-17	14:38	16-Feb-17	14:57	1.30
Bromide [µg/g]	17-Feb-17	15:09	21-Feb-17	15:26	< 1.5
Mercury [ug/g]	17-Feb-17	12:19	17-Feb-17	12:20	< 0.05
Silver [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.06
Aluminum [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	690
Arsenic [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 0.5
Boron [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 1
Barium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.96
Beryllium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.1
Bismuth [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	2.4
Calcium [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	180
Cadmium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 0.02
Cobalt [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.18
Chromium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	34
Copper [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	2.4
Iron [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	450
Potassium [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	530
Lithium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	4
Magnesium [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	86
Manganese [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	11
Molybdenum [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.2
Sodium [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	410
Nickel [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	1.6
Phosphorus [µg/g]	16-Feb-17	11:10	16-Feb-17	15:13	15
Lead [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	1.2
Antimony [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 0.8
Selenium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 0.7
Tin [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 0.5
Strontium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.67

OnLine LIMS

0000922223

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

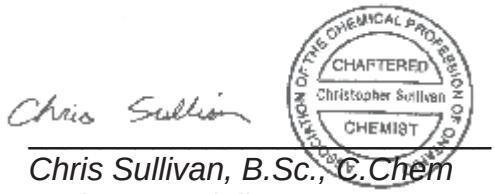
SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11002-FEB17**

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1
Titanium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	1.1
Thallium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	0.18
Uranium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	1.3
Vanadium [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	< 1
Zinc [µg/g]	16-Feb-17	11:48	17-Feb-17	10:11	4.8

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3	N
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV}EWL-LAK-AN-014	E3263	Y
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/EPA 245	Y
Metals, ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-007	MA200_MET.1.2	Y
Metals, ICP-OES	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-001	MA200.MET.1.2/200.7	Y



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000922223

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Anions by IC - QCBatchID: DIO0191-FEB17													
Bromide	1.5	µg/g	<1.5			ND	20	102	80	120	101	75	125
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0204-FEB17													
Fluoride	1	µg/g	0.01			8	30	98	80	120	93	70	130
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0017-FEB17													
Mercury	0.05	ug/g	<0.05			ND	20	90	80	120	84	70	130
Metals, ICP-MS - QCBatchID: EMS0065-FEB17													
Antimony	0.8	µg/g	<0.8			4	20	100	70	130	NV	70	130
Arsenic	0.5	µg/g	<0.5			2	20	100	70	130	NV	70	130
Barium	0.01	µg/g	<0.01			3	20	100	70	130	94	70	130
Beryllium	0.02	µg/g	<0.02			4	20	100	70	130	112	70	130
Bismuth	0.09	µg/g	<0.09			ND	20	100	70	130	NV	70	130
Boron	1	µg/g	<1			4	20	100	70	130	94	70	130
Cadmium	0.02	µg/g	<0.02			1	20	100	70	130	112	70	130
Chromium	0.5	µg/g	<0.5			4	20	101	70	130	110	70	130
Cobalt	0.01	µg/g	<0.01			3	20	101	70	130	97	70	130
Copper	0.1	µg/g	<0.1			ND	20	99	70	130	101	70	130
Lead	0.05	µg/g	<0.05			3	20	100	70	130	103	70	130
Lithium	2	µg/g	<2			2	20	98	70	130	108	70	130
Manganese	0.1	µg/g	<0.1			2	20	102	70	130	97	70	130
Molybdenum	0.1	µg/g	<0.1			1	20	98	70	130	118	70	130
Nickel	0.1	µg/g	<0.1			2	20	100	70	130	99	70	130
Selenium	0.7	µg/g	<0.7			9	20	101	70	130	NV	70	130
Silver	0.01	µg/g	<0.01			ND	20	98	70	130	NV	70	130
Strontium	0.02	µg/g	<0.02			2	20	99	70	130	96	70	130
Thallium	0.02	µg/g	<0.02			1	20	99	70	130	106	70	130
Tin	0.5	µg/g	<0.5			2	20	98	70	130	NV	70	130
Titanium	0.1	µg/g	<0.1			3	20	97	70	130	NV	70	130
Uranium	0.002	µg/g	<0.002			0	20	101	70	130	88	70	130
Vanadium	1	µg/g	<1			2	20	102	70	130	105	70	130
Zinc	0.7	µg/g	<0.7			3	20	103	70	130	105	70	130
Metals, ICP-OES - QCBatchID: ESG0047-FEB17													
Aluminum	1	µg/g	<1			1	20	95	80	120	98	70	130
Calcium	1	µg/g	<1			0	20	95	80	120	95	70	130
Iron	0.3	µg/g	<0.3			1	20	94	80	120	104	70	130
Magnesium	0.1	µg/g	<0.1			7	20	97	80	120	101	70	130

OnLine LIMS

0000922223

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quebec MA200-Met 1.2 Digest

LR Report : **CA11002-FEB17**

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Phosphorus	3	µg/g	<3			2	20	95	80	120	102	70	130
Potassium	0.3	µg/g	<0.3			3	20	98	80	120	110	70	130
Sodium	1	µg/g	<1			0	20	96	80	120	101	70	130

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. “Temperature Upon Receipt” is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000922223

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

09-January-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

Date Rec. : 22 November 2016
LR Report: **CA11014-NOV16**
Reference: TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Nitrate + Nitrite (as N) mg/L	Bromide mg/L
3: Analysis Approval Date	05-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	09-Dec-16	09-Dec-16	09-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16	08-Dec-16
4: Analysis Approval Time	10:16	10:16	10:16	14:54	14:54	14:54	08:26	08:26	08:26	08:26	08:26	08:26
5: AL-ORE-16-53	20	1	400	4.93	4350	1060	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
6: AL-ORE-16-54	20	1	400	4.93	4340	1040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
7: AL-ORE-16-55	20	1	400	4.92	4370	1040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
8: AL-WR-16-12	20	1	400	4.94	4400	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
9: AL-WR-16-18	20	1	400	4.95	4440	1110	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
10: AL-WR-16-17	20	1	400	5.20	5070	1620	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
11: AL-WR-16-11	20	1	400	5.61	5670	2140	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.3	< 3
12: AL-WR-16-19	20	1	400	4.95	4440	1090	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
13: AL-WR-16-20	20	1	400	5.03	4710	1270	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
14: AL-WR-16-25	20	1	400	5.14	4900	1480	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
15: AL-WR-16-24	20	1	400	5.12	4940	1460	2.6	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
16: AL-WR-16-30	20	1	400	4.94	4380	1070	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
17: AL-WR-16-47	20	1	400	4.95	4400	1100	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
18: AL-WR-16-42	20	1	400	5.01	4560	1230	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
19: AL-WR-16-29	20	1	400	4.97	4420	1150	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
20: AL-WR-16-28	20	1	400	4.94	4420	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3

OnLine LIMS

000080393

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Nitrate + Nitrite (as N) mg/L	Bromide mg/L
21: AL-WR-16-32	20	1	400	4.94	4090	1040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
22: AL-WR-16-33	20	1	400	4.95	4450	1100	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
23: AL-WR-16-34	20	1	400	4.99	4290	803	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
24: AL-WR-16-50	20	1	400	4.93	4390	1070	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
25: AL-WR-16-51	20	1	400	4.93	4070	1010	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
26: AL-WR-16-49	20	1	400	5.08	4480	1180	4.4	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
27: AL-WR-16-52	20	1	400	4.86	4280	747	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
28: AL-WR-16-48	20	1	400	4.94	4390	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
29: AL-WR-16-44	20	1	400	4.96	4120	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
30: AL-WR-16-41	20	1	400	4.93	4090	904	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
31: AL-WR-16-37	20	1	400	4.86	4310	796	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
32: AL-WR-16-02	20	1	400	4.92	4350	1040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
33: AL-WR-16-07	20	1	400	5.01	4330	1140	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
34: AL-WR-16-10	20	1	400	4.98	4270	454	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
35: AL-WR-16-14	20	1	400	4.87	4380	900	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
36: AL-WR-16-16	20	1	400	4.93	4020	1070	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
37: AL-WR-16-31	20	1	400	5.18	4640	1540	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
38: AL-WR-16-03	20	1	400	4.94	4070	1060	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
39: AL-WR-16-01	20	1	400	4.91	4110	958	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
40: AL-WR-16-46	20	1	400	4.91	4000	1000	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
41: AL-WR-16-38	20	1	400	4.94	4010	1110	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
42: AL-WR-16-43	20	1	400	5.03	4200	1230	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
43: AL-WR-16-39	20	1	400	4.98	4180	1100	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
44: AL-WR-16-40	20	1	400	5.00	4150	1140	6.7	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
45: AL-WR-16-04	20	1	400	4.96	4130	1090	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
46: AL-WR-16-35	20	1	400	4.98	4080	1140	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
47: AL-WR-16-36	20	1	400	4.93	4010	1040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
48: AL-WR-16-45	20	1	400	4.98	4140	1130	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
49: AL-WR-16-21	20	1	400	4.96	4090	1110	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
50: AL-WR-16-08	20	1	400	4.96	4170	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
51: AL-WR-16-06	20	1	400	5.02	4230	1190	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
52: AL-WR-16-26	20	1	400	4.98	4090	1130	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
53: AL-WR-16-23	20	1	400	4.95	4040	1070	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
54: AL-WR-16-22	20	1	400	6.75	5450	2780	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
55: AL-WR-16-13	20	1	400	5.00	4150	1130	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
56: AL-WR-16-09	20	1	400	4.98	4040	1110	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00000808393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Nitrate + Nitrite (as N) mg/L	Bromide mg/L
57: AL-WR-16-15	20	1	400	4.95	4060	1030	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
58: AL-WR-16-27	20	1	400	4.95	4050	1080	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3
59: AL-WR-16-05	20	1	400	5.60	5170	2040	< 2	< 20	< 0.3	< 0.6	< 0.6	< 3

Sample ID	Fluoride mg/L	Mercury mg/L	Aluminum mg/L	Arsenic mg/L	Silver mg/L	Barium mg/L	Boron mg/L	Beryllium mg/L	Bismuth mg/L	Calcium mg/L	Cadmium mg/L	Chromium mg/L	Cobalt mg/L
3: Analysis Approval Date	28-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	10:37	09:22	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24
5: AL-ORE-16-53	< 0.06	< 0.00001	0.59	< 0.002	0.00006	0.0055	< 0.02	0.00154	0.03124	7.5	0.00003	0.0181	0.0274
6: AL-ORE-16-54	< 0.06	< 0.00001	0.58	< 0.002	0.00007	0.0067	< 0.02	0.00567	0.01100	8.0	0.00007	0.0201	0.0146
7: AL-ORE-16-55	< 0.06	< 0.00001	0.59	< 0.002	0.00004	0.0116	< 0.02	0.00538	0.00249	6.0	0.00006	0.0263	0.0267
8: AL-WR-16-12	< 0.06	< 0.00001	0.91	< 0.002	0.00004	0.0133	< 0.02	0.00025	0.00026	9.6	0.00003	0.0776	0.0123
9: AL-WR-16-18	< 0.06	< 0.00001	0.37	< 0.002	0.00003	0.0020	< 0.02	0.00112	0.00020	8.1	< 0.00003	0.133	0.0205
10: AL-WR-16-17	< 0.06	< 0.00001	0.31	< 0.002	0.00004	0.0053	< 0.02	0.00019	0.00015	188	< 0.00003	0.106	0.0395
11: AL-WR-16-11	< 0.06	< 0.00001	0.03	< 0.002	0.00002	0.0060	< 0.02	0.00010	0.00008	250	0.00007	0.0062	0.0405
12: AL-WR-16-19	< 0.06	< 0.00001	0.93	< 0.002	0.00003	0.0371	< 0.02	0.00010	0.00033	21	0.00003	0.0651	0.00673
13: AL-WR-16-20	0.13	< 0.00001	0.58	< 0.002	< 0.00002	0.0041	< 0.02	0.00345	0.00013	82	0.00003	0.153	0.0259
14: AL-WR-16-25	< 0.06	< 0.00001	0.13	< 0.002	< 0.00002	0.0037	< 0.02	0.00058	< 0.00007	96	0.00009	0.0853	0.0254
15: AL-WR-16-24	< 0.06	< 0.00001	0.16	< 0.002	< 0.00002	0.0021	< 0.02	0.00170	0.00009	144	< 0.00003	0.152	0.0935
16: AL-WR-16-30	< 0.06	< 0.00001	0.82	< 0.002	< 0.00002	0.0185	< 0.02	0.00026	< 0.00007	7.2	< 0.00003	0.0569	0.00701
17: AL-WR-16-47	0.07	< 0.00001	1.18	< 0.002	< 0.00002	0.0106	< 0.02	0.00282	< 0.00007	21	0.00007	0.0978	0.0124
18: AL-WR-16-42	< 0.06	< 0.00001	0.50	< 0.002	< 0.00002	0.0101	< 0.02	0.00046	0.00016	29	0.00003	0.284	0.0269
19: AL-WR-16-29	< 0.06	< 0.00001	1.03	< 0.002	< 0.00002	0.0034	< 0.02	0.00036	0.00012	4.2	< 0.00003	0.267	0.0191
20: AL-WR-16-28	< 0.06	< 0.00001	0.90	< 0.002	< 0.00002	0.0081	< 0.02	0.00007	0.00008	9.8	< 0.00003	0.106	0.00787
21: AL-WR-16-32	0.07	< 0.00001	0.82	< 0.002	< 0.00002	0.0039	< 0.02	0.00075	0.00010	7.1	< 0.00003	0.174	0.0287
22: AL-WR-16-33	< 0.06	< 0.00001	0.93	< 0.002	< 0.00002	0.0507	< 0.02	0.00511	0.00008	8.8	0.00011	0.157	0.0405
23: AL-WR-16-34	< 0.06	< 0.00001	0.37	< 0.002	< 0.00002	0.0012	< 0.02	0.00178	< 0.00007	55	< 0.00003	0.140	0.0280
24: AL-WR-16-50	0.11	< 0.00001	0.56	< 0.002	< 0.00002	0.0267	< 0.02	0.00166	0.00009	6.5	< 0.00003	0.0967	0.00681
25: AL-WR-16-51	< 0.06	< 0.00001	0.86	< 0.002	< 0.00002	0.393	< 0.02	0.00222	< 0.00007	14	< 0.00003	0.0088	0.00501
26: AL-WR-16-49	< 0.06	< 0.00001	0.51	< 0.002	< 0.00002	0.0135	< 0.02	0.00016	< 0.00007	106	< 0.00003	0.189	0.212
27: AL-WR-16-52	0.11	< 0.00001	1.04	< 0.002	< 0.00002	0.0303	< 0.02	0.00157	< 0.00007	14	< 0.00003	0.0839	0.00861
28: AL-WR-16-48	0.07	< 0.00001	0.94	< 0.002	< 0.00002	0.0414	< 0.02	0.00186	0.00014	11	0.00003	0.0822	0.00748
29: AL-WR-16-44	< 0.06	< 0.00001	0.47	< 0.002	0.00004	0.0045	< 0.02	0.00118	0.00021	3.5	< 0.00003	0.286	0.0223
30: AL-WR-16-41	0.06	< 0.00001	0.66	< 0.002	< 0.00002	0.292	< 0.02	0.00087	0.00011	9.4	0.00004	0.0545	0.00660

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

000080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Fluoride mg/L	Mercury mg/L	Aluminum mg/L	Arsenic mg/L	Silver mg/L	Barium mg/L	Boron mg/L	Beryllium mg/L	Bismuth mg/L	Calcium mg/L	Cadmium mg/L	Chromium mg/L	Cobalt mg/L
31: AL-WR-16-37	0.10	< 0.00001	1.08	< 0.002	< 0.00002	0.0216	< 0.02	0.00216	< 0.00007	7.7	< 0.00003	0.0818	0.00848
32: AL-WR-16-02	< 0.06	< 0.00001	0.67	< 0.002	< 0.00002	0.0218	< 0.02	0.00259	0.00698	0.9	0.00007	0.0365	0.00068
33: AL-WR-16-07	< 0.06	< 0.00001	0.96	< 0.002	< 0.00002	0.0042	< 0.02	0.00073	0.00043	52	0.00006	0.245	0.0222
34: AL-WR-16-10	< 0.06	< 0.00001	0.87	< 0.002	< 0.00002	0.0062	< 0.02	0.00041	0.00015	5.4	0.00009	0.270	0.0382
35: AL-WR-16-14	< 0.06	< 0.00001	0.93	< 0.002	< 0.00002	0.0036	< 0.02	0.00153	0.00014	4.9	< 0.00003	0.200	0.0207
36: AL-WR-16-16	0.06	< 0.00001	1.33	< 0.002	< 0.00002	0.0055	< 0.02	0.00098	0.00009	8.2	< 0.00003	0.127	0.0119
37: AL-WR-16-31	< 0.06	< 0.00001	0.60	< 0.002	< 0.00002	0.0082	< 0.02	0.00044	0.00011	190	0.00012	0.167	0.0209
38: AL-WR-16-03	< 0.06	< 0.00001	0.93	< 0.002	< 0.00002	0.0240	< 0.02	0.00240	0.00040	22	0.00005	0.171	0.0208
39: AL-WR-16-01	0.06	< 0.00001	0.55	< 0.002	< 0.00002	0.224	< 0.02	0.00022	< 0.00007	5.0	< 0.00003	0.0185	0.00164
40: AL-WR-16-46	0.10	< 0.00001	0.52	0.003	< 0.00002	0.310	< 0.02	0.00079	< 0.00007	8.8	< 0.00003	0.0094	0.00471
41: AL-WR-16-38	0.07	< 0.00001	0.40	< 0.002	< 0.00002	0.238	< 0.02	0.00127	< 0.00007	5.5	< 0.00003	0.0743	0.00497
42: AL-WR-16-43	0.17	< 0.00001	1.00	< 0.002	< 0.00002	0.0208	< 0.02	0.00270	0.00008	50	< 0.00003	0.261	0.0244
43: AL-WR-16-39	0.15	< 0.00001	0.83	< 0.002	< 0.00002	0.0039	< 0.02	0.00401	0.00016	6.1	0.00004	0.299	0.0251
44: AL-WR-16-40	0.18	< 0.00001	0.99	< 0.002	< 0.00002	0.0042	< 0.02	0.00178	0.00012	25	0.00003	0.200	0.147
45: AL-WR-16-04	0.07	< 0.00001	0.77	< 0.002	< 0.00002	0.0359	< 0.02	0.00462	0.00008	35	< 0.00003	0.0486	0.0146
46: AL-WR-16-35	< 0.06	< 0.00001	0.56	< 0.002	< 0.00002	0.0065	< 0.02	0.00010	0.00008	4.8	< 0.00003	0.217	0.0261
47: AL-WR-16-36	< 0.06	< 0.00001	0.32	< 0.002	< 0.00002	0.0072	< 0.02	0.00023	0.00050	1.8	< 0.00003	0.0835	0.0308
48: AL-WR-16-45	< 0.06	< 0.00001	1.15	< 0.002	0.00005	0.0079	< 0.02	0.00190	0.00031	5.9	< 0.00003	0.251	0.0172
49: AL-WR-16-21	< 0.06	< 0.00001	1.10	< 0.002	< 0.00002	0.0041	< 0.02	0.00297	0.00019	4.5	0.00003	0.242	0.0152
50: AL-WR-16-08	0.11	< 0.00001	1.25	< 0.002	< 0.00002	0.0050	< 0.02	0.00506	0.00038	13	0.00008	0.184	0.0225
51: AL-WR-16-06	0.21	< 0.00001	0.81	< 0.002	< 0.00002	0.0182	< 0.02	0.00617	0.00058	52	0.00006	0.179	0.0276
52: AL-WR-16-26	< 0.06	< 0.00001	1.02	< 0.002	< 0.00002	0.0179	< 0.02	0.00013	< 0.00007	54	0.00007	0.0134	0.00532
53: AL-WR-16-23	< 0.06	< 0.00001	1.31	< 0.002	< 0.00002	0.0097	< 0.02	0.00123	0.00014	5.4	< 0.00003	0.199	0.0132
54: AL-WR-16-22	< 0.06	< 0.00001	< 0.01	< 0.002	< 0.00002	0.0148	< 0.02	0.00010	< 0.00007	583	< 0.00003	0.0031	0.0621
55: AL-WR-16-13	< 0.06	< 0.00001	1.08	< 0.002	< 0.00002	0.0078	< 0.02	0.00029	0.00010	44	< 0.00003	0.176	0.0532
56: AL-WR-16-09	< 0.06	< 0.00001	1.01	< 0.002	< 0.00002	0.0048	< 0.02	0.00102	0.00009	20	0.00004	0.212	0.0319
57: AL-WR-16-15	< 0.06	< 0.00001	1.00	< 0.002	< 0.00002	0.0078	< 0.02	0.00024	0.00013	6.0	0.00004	0.186	0.0143
58: AL-WR-16-27	< 0.06	< 0.00001	1.56	< 0.002	< 0.00002	0.0083	< 0.02	< 0.00007	< 0.00007	8.2	< 0.00003	0.135	0.0139
59: AL-WR-16-05	< 0.06	< 0.00001	0.05	< 0.002	< 0.00002	0.0061	< 0.02	0.00038	< 0.00007	248	0.00010	0.0074	0.0356

Sample ID	Copper mg/L	Iron mg/L	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L
3: Analysis Approval Date	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24

OnLine LIMS

000080393

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Copper mg/L	Iron mg/L	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L
5: AL-ORE-16-53	0.0219	0.56	2.75	0.140	0.31	0.249	0.0005	1340	0.034	< 0.03	0.0079	< 0.002
6: AL-ORE-16-54	0.0090	0.48	2.18	0.225	0.33	0.141	0.0006	1320	0.004	< 0.03	0.0089	< 0.002
7: AL-ORE-16-55	0.0139	1.04	2.98	0.249	0.31	0.372	0.0002	1300	0.004	0.04	0.0263	< 0.002
8: AL-WR-16-12	0.0007	3.95	2.04	0.044	10.1	0.181	< 0.0001	1280	0.096	< 0.03	0.0005	< 0.002
9: AL-WR-16-18	0.0068	2.46	0.36	0.002	16.9	0.261	< 0.0001	1300	0.349	< 0.03	0.0012	< 0.002
10: AL-WR-16-17	0.0021	3.08	0.35	0.002	33.8	2.18	0.0001	1310	0.585	0.04	0.0012	< 0.002
11: AL-WR-16-11	0.0004	12.1	0.59	0.010	131	4.40	< 0.0001	1380	0.476	0.05	0.0006	< 0.002
12: AL-WR-16-19	0.0158	4.23	3.12	0.060	10.5	0.207	< 0.0001	1370	0.067	< 0.03	0.0006	< 0.002
13: AL-WR-16-20	0.0070	2.37	0.36	0.007	20.6	1.45	< 0.0001	1340	0.476	< 0.03	0.0008	< 0.002
14: AL-WR-16-25	0.0032	4.96	0.38	0.005	66.2	1.35	< 0.0001	1370	0.462	< 0.03	0.0007	< 0.002
15: AL-WR-16-24	0.0014	0.22	0.36	0.005	28.5	1.17	< 0.0001	1370	1.49	< 0.03	0.0017	< 0.002
16: AL-WR-16-30	0.0308	3.89	3.50	0.050	9.94	0.159	< 0.0001	1390	0.063	< 0.03	0.0004	< 0.002
17: AL-WR-16-47	0.0014	3.06	2.54	0.046	12.0	0.571	< 0.0001	1330	0.091	0.07	0.0019	< 0.002
18: AL-WR-16-42	0.0015	1.26	0.47	0.006	38.7	0.510	< 0.0001	1360	1.20	< 0.03	0.0012	< 0.002
19: AL-WR-16-29	0.0021	1.87	0.31	0.003	34.0	0.254	< 0.0001	1290	0.304	< 0.03	0.0029	< 0.002
20: AL-WR-16-28	0.0062	3.89	1.48	0.050	12.7	0.301	< 0.0001	1380	0.096	< 0.03	0.0025	< 0.002
21: AL-WR-16-32	0.0115	1.51	0.41	0.004	21.0	0.233	< 0.0001	1360	0.501	< 0.03	0.0013	< 0.002
22: AL-WR-16-33	0.0049	4.19	3.28	0.048	12.7	0.233	< 0.0001	1340	0.686	< 0.03	0.0768	< 0.002
23: AL-WR-16-34	0.0067	2.09	0.24	0.003	20.9	0.473	< 0.0001	1320	0.424	< 0.03	0.0028	< 0.002
24: AL-WR-16-50	0.0004	3.41	3.04	0.060	10.2	0.144	< 0.0001	1390	0.098	0.04	0.0008	< 0.002
25: AL-WR-16-51	0.0004	5.86	13.0	0.309	6.72	0.199	< 0.0001	1320	0.009	< 0.03	0.0038	< 0.002
26: AL-WR-16-49	0.0054	0.42	0.68	0.010	35.3	1.23	< 0.0001	1370	3.71	0.06	0.0006	< 0.002
27: AL-WR-16-52	0.0003	4.54	6.37	0.101	12.1	0.168	< 0.0001	1340	0.094	< 0.03	0.0010	< 0.002
28: AL-WR-16-48	0.0016	4.84	3.17	0.089	13.3	0.231	< 0.0001	1350	0.074	< 0.03	0.0002	< 0.002
29: AL-WR-16-44	0.0005	1.61	0.26	0.006	33.6	0.391	< 0.0001	1360	0.767	< 0.03	0.0011	< 0.002
30: AL-WR-16-41	0.0009	4.22	13.4	0.223	10.3	0.161	< 0.0001	1360	0.068	0.03	0.0010	< 0.002
31: AL-WR-16-37	0.0006	4.87	3.52	0.079	14.6	0.221	< 0.0001	1310	0.087	< 0.03	0.0004	< 0.002
32: AL-WR-16-02	0.0009	1.59	1.05	0.012	0.78	0.0739	0.0001	1340	0.006	0.04	0.0033	< 0.002
33: AL-WR-16-07	0.0009	2.32	0.45	0.005	29.8	0.418	< 0.0001	1340	0.432	0.06	0.0008	< 0.002
34: AL-WR-16-10	0.0035	1.32	0.48	0.006	44.9	0.381	< 0.0001	1360	0.626	< 0.03	0.0009	< 0.002
35: AL-WR-16-14	0.0020	1.63	0.38	0.005	27.1	0.273	< 0.0001	1360	0.301	0.04	0.0018	< 0.002
36: AL-WR-16-16	0.0016	4.82	0.95	0.026	15.5	0.314	< 0.0001	1360	0.193	< 0.03	0.0038	< 0.002
37: AL-WR-16-31	0.0013	2.06	0.40	0.007	34.7	2.09	< 0.0001	1360	0.339	< 0.03	0.0024	< 0.002
38: AL-WR-16-03	0.0090	2.69	3.88	0.046	16.0	0.268	< 0.0001	1320	0.402	< 0.03	0.0061	< 0.002
39: AL-WR-16-01	0.0003	2.07	10.9	0.103	2.22	0.0725	0.0017	1390	0.011	0.08	0.0003	< 0.002
40: AL-WR-16-46	0.0021	3.26	16.9	0.378	6.94	0.221	< 0.0001	1380	0.016	0.10	0.0006	< 0.002

OnLine LIMS

00000080393

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Copper mg/L	Iron mg/L	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L
41: AL-WR-16-38	0.0003	3.21	20.2	0.432	8.78	0.118	< 0.0001	1330	0.080	< 0.03	0.0012	< 0.002
42: AL-WR-16-43	0.0051	2.97	1.13	0.022	34.3	0.681	< 0.0001	1340	0.439	< 0.03	0.0014	< 0.002
43: AL-WR-16-39	0.0011	3.32	0.33	0.005	35.5	0.338	< 0.0001	1340	0.415	< 0.03	0.0030	< 0.002
44: AL-WR-16-40	0.0055	0.43	0.53	0.006	32.3	0.343	< 0.0001	1340	2.60	< 0.03	0.0043	< 0.002
45: AL-WR-16-04	< 0.0002	3.26	3.62	0.077	9.02	0.242	< 0.0001	1360	0.093	< 0.03	0.0002	< 0.002
46: AL-WR-16-35	0.0069	1.10	0.38	0.009	35.6	0.396	< 0.0001	1310	0.680	< 0.03	0.0002	< 0.002
47: AL-WR-16-36	0.0006	2.03	1.24	0.019	12.9	0.118	< 0.0001	1380	0.486	< 0.03	0.0007	< 0.002
48: AL-WR-16-45	0.0020	2.14	0.53	0.005	31.3	0.233	< 0.0001	1330	0.343	< 0.03	0.0010	< 0.002
49: AL-WR-16-21	0.0017	2.31	0.51	0.004	31.5	0.266	< 0.0001	1300	0.266	0.03	0.0008	< 0.002
50: AL-WR-16-08	0.0226	2.18	0.73	0.008	17.4	0.257	< 0.0001	1310	0.337	< 0.03	0.0018	< 0.002
51: AL-WR-16-06	0.0051	2.01	2.67	0.025	28.5	0.908	< 0.0001	1340	0.558	< 0.03	0.0012	< 0.002
52: AL-WR-16-26	0.0004	3.93	1.65	0.073	5.00	0.256	0.0002	1360	0.013	< 0.03	0.0013	< 0.002
53: AL-WR-16-23	0.0004	3.84	0.84	0.011	22.1	0.229	< 0.0001	1270	0.221	< 0.03	0.0010	< 0.002
54: AL-WR-16-22	< 0.0002	< 0.07	0.34	0.004	37.3	3.46	< 0.0001	1360	1.79	0.03	< 0.0001	< 0.002
55: AL-WR-16-13	0.0136	1.69	1.06	0.013	25.0	0.642	< 0.0001	1320	1.09	< 0.03	0.0005	< 0.002
56: AL-WR-16-09	0.0048	1.86	0.43	0.007	30.4	0.526	< 0.0001	1360	0.435	0.03	0.0016	< 0.002
57: AL-WR-16-15	0.0038	2.09	0.65	0.009	18.4	0.183	< 0.0001	1290	0.302	0.04	0.0005	< 0.002
58: AL-WR-16-27	0.0002	5.32	1.89	0.052	19.0	0.212	< 0.0001	1370	0.145	0.07	0.0013	< 0.002
59: AL-WR-16-05	< 0.0002	7.17	0.48	0.009	128	4.59	< 0.0001	1350	0.361	0.05	0.0005	< 0.002

Sample ID	Selenium mg/L	Titanium mg/L	Thallium mg/L	Uranium mg/L	Zinc mg/L
3: Analysis Approval Date	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	10:24	10:24	10:24	10:24	10:24
5: AL-ORE-16-53	0.0005	< 0.0005	0.00042	0.03035	0.03
6: AL-ORE-16-54	0.0005	< 0.0005	0.00044	0.01964	0.03
7: AL-ORE-16-55	< 0.0004	0.0009	0.00035	0.05085	0.02
8: AL-WR-16-12	0.0006	< 0.0005	0.00064	0.00042	< 0.02
9: AL-WR-16-18	< 0.0004	0.0006	0.00051	0.00008	< 0.02
10: AL-WR-16-17	< 0.0004	< 0.0005	0.00047	0.00005	< 0.02
11: AL-WR-16-11	< 0.0004	< 0.0005	0.00026	0.00003	< 0.02
12: AL-WR-16-19	< 0.0004	< 0.0005	0.00079	0.00009	< 0.02
13: AL-WR-16-20	< 0.0004	< 0.0005	0.00048	0.00010	< 0.02
14: AL-WR-16-25	< 0.0004	< 0.0005	0.00008	0.00006	< 0.02

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

000080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Sample ID	Selenium mg/L	Titanium mg/L	Thallium mg/L	Uranium mg/L	Zinc mg/L
15: AL-WR-16-24	< 0.0004	< 0.0005	0.00076	0.00162	< 0.02
16: AL-WR-16-30	< 0.0004	< 0.0005	0.00083	0.00022	< 0.02
17: AL-WR-16-47	< 0.0004	< 0.0005	0.00062	0.00027	< 0.02
18: AL-WR-16-42	< 0.0004	< 0.0005	0.00010	0.00008	< 0.02
19: AL-WR-16-29	< 0.0004	< 0.0005	0.00051	0.00007	< 0.02
20: AL-WR-16-28	< 0.0004	< 0.0005	0.00043	0.00006	< 0.02
21: AL-WR-16-32	< 0.0004	< 0.0005	0.00042	0.00018	< 0.02
22: AL-WR-16-33	< 0.0004	< 0.0005	0.00285	0.00316	0.03
23: AL-WR-16-34	< 0.0004	0.0005	0.00040	0.00005	< 0.02
24: AL-WR-16-50	< 0.0004	0.0011	0.00126	0.00008	< 0.02
25: AL-WR-16-51	< 0.0004	0.0007	0.00246	0.00018	< 0.02
26: AL-WR-16-49	< 0.0004	< 0.0005	0.00081	0.00005	< 0.02
27: AL-WR-16-52	< 0.0004	< 0.0005	0.00133	0.00334	< 0.02
28: AL-WR-16-48	< 0.0004	< 0.0005	0.00070	0.00010	< 0.02
29: AL-WR-16-44	< 0.0004	< 0.0005	0.00022	0.00006	< 0.02
30: AL-WR-16-41	< 0.0004	0.0005	0.00197	0.00026	< 0.02
31: AL-WR-16-37	< 0.0004	< 0.0005	0.00098	0.00009	< 0.02
32: AL-WR-16-02	< 0.0004	< 0.0005	0.00026	0.01411	0.04
33: AL-WR-16-07	< 0.0004	< 0.0005	0.00070	0.00018	< 0.02
34: AL-WR-16-10	< 0.0004	0.0006	0.00032	0.00008	< 0.02
35: AL-WR-16-14	< 0.0004	< 0.0005	0.00034	0.00006	< 0.02
36: AL-WR-16-16	< 0.0004	< 0.0005	0.00105	0.00010	< 0.02
37: AL-WR-16-31	< 0.0004	< 0.0005	0.00054	0.00003	< 0.02
38: AL-WR-16-03	< 0.0004	< 0.0005	0.00246	0.00034	< 0.02
39: AL-WR-16-01	< 0.0004	0.0014	0.00044	0.00061	< 0.02
40: AL-WR-16-46	< 0.0004	0.0005	0.00165	0.00197	< 0.02
41: AL-WR-16-38	< 0.0004	< 0.0005	0.00277	0.00020	< 0.02
42: AL-WR-16-43	< 0.0004	< 0.0005	0.00083	0.00018	< 0.02
43: AL-WR-16-39	< 0.0004	< 0.0005	0.00076	0.00005	< 0.02
44: AL-WR-16-40	< 0.0004	< 0.0005	0.00183	0.00009	< 0.02
45: AL-WR-16-04	< 0.0004	< 0.0005	0.00079	0.00213	< 0.02
46: AL-WR-16-35	< 0.0004	< 0.0005	0.00005	0.00005	< 0.02
47: AL-WR-16-36	< 0.0004	< 0.0005	0.00059	0.00016	< 0.02
48: AL-WR-16-45	< 0.0004	< 0.0005	0.00061	0.00016	< 0.02
49: AL-WR-16-21	< 0.0004	< 0.0005	0.00024	0.00019	< 0.02
50: AL-WR-16-08	< 0.0004	< 0.0005	0.00111	0.00021	< 0.02

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

000080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Sample ID	Selenium mg/L	Titanium mg/L	Thallium mg/L	Uranium mg/L	Zinc mg/L
51: AL-WR-16-06	< 0.0004	< 0.0005	0.00175	0.00069	< 0.02
52: AL-WR-16-26	< 0.0004	0.0010	0.00050	0.00013	< 0.02
53: AL-WR-16-23	< 0.0004	< 0.0005	0.00073	0.00011	< 0.02
54: AL-WR-16-22	< 0.0004	< 0.0005	0.00034	< 0.00002	< 0.02
55: AL-WR-16-13	< 0.0004	< 0.0005	0.00070	0.00034	< 0.02
56: AL-WR-16-09	< 0.0004	< 0.0005	0.00053	0.00013	< 0.02
57: AL-WR-16-15	0.0004	< 0.0005	0.00060	0.00011	< 0.02
58: AL-WR-16-27	< 0.0004	< 0.0005	0.00097	0.00008	< 0.02
59: AL-WR-16-05	< 0.0004	< 0.0005	0.00044	< 0.00002	< 0.02

Extraction Fluid #1 - pH 4.93 ± 0.05
= 5.7mLs of acetic acid plus 64.3 mLs of 1.0N NaOH bulked to 1L with deionized water.

Extraction Fluid #2 - pH 2.88 ± 0.05
=5.7 mLs of acetic acid bulked to 1L with deionized water.

Chris Sullivan

CHARTERED
Christopher Sullivan
CHEMIST
ASSOCIATION OF THE CHEMICAL PROFESSION OF ONTARIO

Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00008080393

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code
Alkalinity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2320
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3
Conductivity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2510
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-014	SM 4500
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/SM 3112B
Metals in aqueous samples - ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-006	SM 3030/EPA 200.8
pH	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 4500

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. “Temperature Upon Receipt” is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00008080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Alkalinity - QCBatchID: EWL0053-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	99	90	110	NA		
Alkalinity - QCBatchID: EWL0068-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	103	90	110	NA		
Alkalinity - QCBatchID: EWL0112-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	108	90	110	NA		
Alkalinity - QCBatchID: EWL0123-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			0	10	99	90	110	NA		
Anions by IC - QCBatchID: DIO0053-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	96	80	120	90	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			3	20	102	80	120	88	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	101	80	120	104	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	102	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			0	20	101	80	120	110	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0057-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	94	80	120	93	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	102	80	120	79	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	103	80	120	104	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	102	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	101	80	120	97	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0058-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	97	80	120	90	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	107	80	120	87	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	106	80	120	105	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	103	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	104	80	120	103	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0071-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	103	80	120	104	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			2	20	97	80	120	89	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	103	80	120	103	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	101	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	99	80	120	100	75	125

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : CA11014-NOV16

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		
							%		Low	High		Low	High	
Anions by IC - QCBatchID: DIO0074-DEC16														
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	101	80	120	103	75	125	
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	99	80	120	101	75	125	
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	102	80	120	103	75	125	
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA			
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	100	75	125	
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	99	80	120	114	75	125	
Anions by IC - QCBatchID: DIO0078-DEC16														
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	101	80	120	99	75	125	
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			6	20	103	80	120	89	75	125	
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			ND	20	103	80	120	103	75	125	
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA			
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	101	75	125	
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			ND	20	101	80	120	114	75	125	
Conductivity - QCBatchID: EWL0053-DEC16														
Conductivity	2	µS/cm	2			0	10	100	90	110	NA			
Conductivity - QCBatchID: EWL0068-DEC16														
Conductivity	2	µS/cm	< 2			0	10	100	90	110	NA			
Conductivity - QCBatchID: EWL0112-DEC16														
Conductivity	2	µS/cm	2			2	10	94	90	110	NA			
Conductivity - QCBatchID: EWL0123-DEC16														
Conductivity	2	µS/cm	< 2			0	10	99	90	110	NA			
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0361-DEC16														
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	108	90	110	96	75	125	
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0363-DEC16														
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			5	10	107	90	110	99	75	125	
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0375-DEC16														
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	104	90	110	96	75	125	
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0384-DEC16														
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			0	10	100	90	110	107	75	125	
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0008-DEC16														
Mercury	0.00001	mg/L	< 0.00001			ND	20	90	90	110	98	70	130	
Metals - QCBatchID: EMS0024-DEC16														
Cobalt	0.00004	mg/L	<0.000004			0	20	99	90	110	93	70	130	
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0024-DEC16														
Aluminum	0.01	mg/L	<0.001			2	20	98	90	110	88	70	130	
Antimony	0.002	mg/L	<0.0002			15	20	100	90	110	88	70	130	
Arsenic	0.002	mg/L	<0.0002			ND	20	100	90	110	87	70	130	
Barium	0.0002	mg/L	<0.00002			3	20	91	90	110	91	70	130	

OnLine LIMS

00008080393

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11014-NOV16**

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		
							%		Low	High		Low	High	
Beryllium	0.00007	mg/L	<0.000007			4	20	99	90	110	100	70	130	
Bismuth	0.00007	mg/L	0.000009			7	20	92	90	110	107	70	130	
Boron	0.02	mg/L	<0.002			ND	20	103	90	110	NV	70	130	
Cadmium	0.00003	mg/L	<0.000003			ND	20	98	90	110	97	70	130	
Calcium	0.1	mg/L	<0.01			1	20	92	90	110	95	70	130	
Chromium	0.0003	mg/L	<0.00003			2	20	98	90	110	81	70	130	
Copper	0.0002	mg/L	<0.00002			2	20	97	90	110	96	70	130	
Iron	0.07	mg/L	<0.007			0	20	101	90	110	79	70	130	
Lead	0.0001	mg/L	<0.00001			3	20	93	90	110	89	70	130	
Lithium	0.001	mg/L	<0.000006			3	20	100	90	110	96	70	130	
Magnesium	0.01	mg/L	<0.001			1	20	95	90	110	95	70	130	
Manganese	0.0001	mg/L	<0.00001			2	20	101	90	110	90	70	130	
Molybdenum	0.0001	mg/L	<0.00001			ND	20	95	90	110	88	70	130	
Nickel	0.001	mg/L	<0.0001			0	20	99	90	110	94	70	130	
Phosphorus	0.03	mg/L	<0.003			ND	20	102	90	110	NV	70	130	
Potassium	0.03	mg/L	<0.003			0	20	102	90	110	94	70	130	
Selenium	0.0004	mg/L	<0.00004			ND	20	98	90	110	106	70	130	
Silver	0.00002	mg/L	<0.000002			ND	20	98	90	110	95	70	130	
Sodium	0.1	mg/L	<0.01			0	20	101	90	110	88	70	130	
Thallium	0.00005	mg/L	<0.000005			0	20	98	90	110	100	70	130	
Titanium	0.0005	mg/L	<0.00005			ND	20	95	90	110	NV	70	130	
Uranium	0.00002	mg/L	<0.000002			2	20	91	90	110	94	70	130	
Zinc	0.02	mg/L	<0.002			6	20	97	90	110	NV	70	130	
pH - QCBatchID: EWL0053-DEC16														
pH	0.05	no unit	NA			0		100			NA			
pH - QCBatchID: EWL0068-DEC16														
pH	0.05	no unit	NA			0		100			NA			
pH - QCBatchID: EWL0112-DEC16														
pH	0.05	no unit	NA			1		99			NA			
pH - QCBatchID: EWL0123-DEC16														
pH	0.05	no unit	NA			0		99			NA			

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000080393

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

22-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace, Paddington
Australia, 4064
Phone: +61 7 3369 7058, Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11004-FEB17**
Reference: TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1	6: L1 Ro Tail C:LCT-1 Duplicate
Sample weight [g]	13-Feb-17	09:53	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	13-Feb-17	09:53	1	1
Ext Volume [mL]	13-Feb-17	09:53	400	400
Final pH	13-Feb-17	09:54	4.88	4.88
Conductivity [uS/cm]	13-Feb-17	14:41	4230	4230
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	13-Feb-17	14:41	697	713
Sulphate [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 2	< 2
Chloride [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 20	< 20
Nitrite (as N) [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 0.3	< 0.3
Nitrate (as N) [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 0.6	< 0.6
Nitrate + Nitrite (as N) [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 0.6	< 0.6
Bromide [mg/L]	13-Feb-17	08:33	< 3	< 3
Fluoride [mg/L]	14-Feb-17	11:18	< 0.06	< 0.06
Mercury [mg/L]	14-Feb-17	08:36	< 0.00001	< 0.00001
Aluminum [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.282	0.281
Arsenic [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0003	0.0003
Silver [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.00005	< 0.00005
Barium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.01583	0.01686
Boron [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.002	< 0.002
Beryllium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000539	0.000573
Bismuth [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0125	0.00984
Calcium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	3.19	3.32
Cadmium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000015	0.000014
Chromium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00472	0.00464
Cobalt [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000989	0.000957

OnLine LIMS

0000918355

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11004-FEB17

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1	6: L1 Ro Tail C:LCT-1 Duplicate
Copper [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0140	0.0147
Iron [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.074	0.035
Potassium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.779	0.858
Lithium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0036	0.0037
Magnesium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.509	0.524
Manganese [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.09152	0.08994
Molybdenum [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00016	0.00011
Sodium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	1290	1280
Nickel [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0037	0.0036
Phosphorus [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.018	0.017
Lead [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00465	0.00482
Antimony [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.0002	0.0005
Selenium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00476	0.00586
Titanium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00017	0.00011
Thallium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000177	0.000161
Uranium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00796	0.00815
Zinc [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.013	0.014

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Alkalinity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2320	N
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3	Y
Conductivity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2510	Y
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-014	SM 4500	Y
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/SM 3112B	Y
Metals in aqueous samples - ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-006	SM 3030/EPA 200.8	Y

Chris Sullivan

CHARTERED Christopher Sullivan CHEMIST

Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000918355

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Alkalinity - QCBatchID: EWL0140-FEB17													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	104	90	110	NA		
Anions by IC - QCBatchID: DIO0114-FEB17													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	99	80	120	103	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			ND	20				98	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			5	20	103	80	120	103	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06			NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	101	80	120	102	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			2	20				98	75	125
Conductivity - QCBatchID: EWL0140-FEB17													
Conductivity	2	uS/cm	< 2			0	10	98	90	110	NA		
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0149-FEB17													
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	100	90	110	102	75	125
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0013-FEB17													
Mercury	0.00001	mg/L	< 0.00001			ND	20	107	90	110	106	70	130
Metals - QCBatchID: EMS0048-FEB17													
Cobalt	0.000004	mg/L	<0.000004			ND	20	100	90	110	NV	70	130
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0048-FEB17													
Aluminum	0.001	mg/L	<0.001			ND	20	92	90	110	127	70	130
Antimony	0.0002	mg/L	<0.0002			2	20	96	90	110	99	70	130
Arsenic	0.0002	mg/L	<0.0002			12	20	103	90	110	NV	70	130
Barium	0.00002	mg/L	<0.00002			1	20	99	90	110	86	70	130
Beryllium	0.000007	mg/L	<0.000007			ND	20	100	90	110	118	70	130
Bismuth	0.000007	mg/L	<0.000007			7	20	99	90	110	NV	70	130
Boron	0.002	mg/L	<0.002			2	20	96	90	110	NV	70	130
Cadmium	0.000003	mg/L	<0.000003			ND	20	99	90	110	NV	70	130
Calcium	0.01	mg/L	<0.01			3	20	101	90	110	NV	70	130
Chromium	0.00003	mg/L	<0.00003			ND	20	100	90	110	NV	70	130
Copper	0.00002	mg/L	<0.00002			2	20	97	90	110	81	70	130
Iron	0.007	mg/L	<0.007			ND	20	103	90	110	93	70	130
Lead	0.00001	mg/L	<0.00001			1	20	100	90	110	125	70	130
Lithium	0.0001	mg/L	<0.000006			2	20	101	90	110	NV	70	130
Magnesium	0.001	mg/L	<0.001			1	20	103	90	110	NV	70	130
Manganese	0.00001	mg/L	<0.00001			9	20	101	90	110	NV	70	130
Molybdenum	0.00001	mg/L	<0.00001			6	20	101	90	110	98	70	130
Nickel	0.0001	mg/L	<0.0001			9	20	100	90	110	NV	70	130

OnLine LIMS

0000918355

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11004-FEB17**

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		
							%		Low	High		Low	High	
Phosphorus	0.003	mg/L	<0.003			ND	20	99	90	110	NV	70	130	
Potassium	0.003	mg/L	<0.003			1	20	100	90	110	76	70	130	
Selenium	0.00004	mg/L	<0.00004			17	20	102	90	110	NV	70	130	
Silver	0.00005	mg/L	<0.000002			ND	20	98	90	110	NV	70	130	
Sodium	0.01	mg/L	<0.01			2	20	96	90	110	NV	70	130	
Thallium	0.000005	mg/L	<0.000005			10	20	98	90	110	NV	70	130	
Titanium	0.00005	mg/L	<0.00005			ND	20	102	90	110	NV	70	130	
Uranium	0.000002	mg/L	<0.000002			7	20	95	90	110	NV	70	130	
Zinc	0.002	mg/L	<0.002			3	20	102	90	110	129	70	130	
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0057-FEB17														
Sodium	0.01	mg/L	<0.01			1	20	96	90	110	NV	70	130	

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. “Temperature Upon Receipt” is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000918355

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

09-January-2017

Date Rec. : 22 November 2016
LR Report: **CA11013-NOV16**
Reference: SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	Fluoride mg/L	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Bromide mg/L	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Mercury mg/L
3: Analysis Approval Date	05-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	23-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	05-Dec-16	06-Dec-16	06-Dec-16	06-Dec-16	06-Dec-16
4: Analysis Approval Time	11:40	11:40	11:40	13:35	09:11	09:11	09:11	09:11	09:11	15:09	15:09	15:09	08:55
5: AL-ORE-16-53	20	1	400	< 0.06	2.6	5.5	< 0.3	< 0.6	< 3	7.62	57	13	< 0.00001
6: AL-ORE-16-54	20	1	400	< 0.06	2.6	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	4.76	36	< 2	< 0.00001
7: AL-ORE-16-55	20	1	400	< 0.06	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.58	37	11	< 0.00001
8: AL-WR-16-12	20	1	400	< 0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.02	48	14	< 0.00001
9: AL-WR-16-18	20	1	400	< 0.06	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.81	49	17	< 0.00001
10: AL-WR-16-17	20	1	400	< 0.06	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.97	52	22	< 0.00001
11: AL-WR-16-11	20	1	400	< 0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.82	60	25	< 0.00001
12: AL-WR-16-19	20	1	400	< 0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.23	48	13	< 0.00001
13: AL-WR-16-20	20	1	400	0.19	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.99	58	26	< 0.00001
14: AL-WR-16-25	20	1	400	0.07	2.6	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.19	61	24	< 0.00001
15: AL-WR-16-24	20	1	400	0.06	3.9	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.62	59	12	< 0.00001
16: AL-WR-16-30	20	1	400	< 0.06	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.44	30	10	< 0.00001
17: AL-WR-16-47	20	1	400	0.07	2.8	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.40	47	12	< 0.00001
18: AL-WR-16-42	20	1	400	< 0.06	2.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.67	53	23	< 0.00001
19: AL-WR-16-29	20	1	400	< 0.06	2.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.10	42	6	< 0.00001
20: AL-WR-16-28	20	1	400	< 0.06	2.6	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.75	49	17	< 0.00001
21: AL-WR-16-32	20	1	400	0.11	3.0	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.63	51	17	< 0.00001

OnLine LIMS

0000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	Fluoride mg/L	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Bromide mg/L	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Mercury mg/L
22: AL-WR-16-33	20	1	400	0.07	5.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.12	52	16	< 0.00001
23: AL-WR-16-34	20	1	400	< 0.06	2.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.67	59	24	< 0.00001
24: AL-WR-16-50	20	1	400	0.13	2.6	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.65	37	13	< 0.00001
25: AL-WR-16-51	20	1	400	< 0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.76	49	61	< 0.00001
26: AL-WR-16-49	20	1	400	< 0.06	3.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.55	62	24	< 0.00001
27: AL-WR-16-52	20	1	400	0.11	2.2	22	< 0.3	< 0.6	< 3	7.50	128	15	< 0.00001
28: AL-WR-16-48	20	1	400	0.07	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.51	34	12	< 0.00001
29: AL-WR-16-44	20	1	400	0.07	2.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.65	42	16	< 0.00001
30: AL-WR-16-41	20	1	400	0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.76	48	16	< 0.00001
31: AL-WR-16-37	20	1	400	0.11	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.39	32	11	< 0.00001
32: AL-WR-16-02	20	1	400	< 0.06	2.8	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	6.69	18	2	< 0.00001
33: AL-WR-16-07	20	1	400	< 0.06	3.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.58	52	20	< 0.00001
34: AL-WR-16-10	20	1	400	< 0.06	< 2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.88	40	15	< 0.00001
35: AL-WR-16-14	20	1	400	< 0.06	2.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.73	38	13	< 0.00001
36: AL-WR-16-16	20	1	400	0.07	2.3	9.2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.40	76	13	< 0.00001
37: AL-WR-16-31	20	1	400	< 0.06	2.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.96	54	23	< 0.00001
38: AL-WR-16-03	20	1	400	0.06	3.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.95	51	20	< 0.00001
39: AL-WR-16-01	20	1	400	0.06	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.37	34	11	< 0.00001
40: AL-WR-16-46	20	1	400	0.08	2.5	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.14	43	15	< 0.00001
41: AL-WR-16-38	20	1	400	0.07	2.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.59	44	14	< 0.00001
42: AL-WR-16-43	20	1	400	0.20	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.14	56	23	< 0.00001
43: AL-WR-16-39	20	1	400	0.21	2.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.97	46	16	< 0.00001
44: AL-WR-16-40	20	1	400	0.21	6.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.00	72	21	< 0.00001
45: AL-WR-16-04	20	1	400	0.07	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.28	46	17	< 0.00001
46: AL-WR-16-35	20	1	400	< 0.06	< 2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.81	39	15	< 0.00001
47: AL-WR-16-36	20	1	400	< 0.06	3.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.27	31	9	< 0.00001
48: AL-WR-16-45	20	1	400	< 0.06	2.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.82	40	14	< 0.00001
49: AL-WR-16-21	20	1	400	< 0.06	2.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.32	36	12	< 0.00001
50: AL-WR-16-08	20	1	400	0.13	2.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.38	46	17	< 0.00001
51: AL-WR-16-06	20	1	400	0.25	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.97	54	22	< 0.00001
52: AL-WR-16-26	20	1	400	< 0.06	2.9	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	7.82	54	23	< 0.00001
53: AL-WR-16-23	20	1	400	0.07	2.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.21	33	12	< 0.00001
54: AL-WR-16-22	20	1	400	< 0.06	2.7	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.11	59	26	< 0.00001
55: AL-WR-16-13	20	1	400	< 0.06	5.8	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.91	63	19	< 0.00001
56: AL-WR-16-09	20	1	400	< 0.06	2.2	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.01	49	19	< 0.00001
57: AL-WR-16-15	20	1	400	< 0.06	3.1	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.18	44	15	< 0.00001
58: AL-WR-16-27	20	1	400	< 0.06	2.3	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	8.73	36	14	< 0.00001

OnLine LIMS

0000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Sample weight g	Ext Fluid #1 or #2	Ext Volume mL	Fluoride mg/L	Sulphate mg/L	Chloride mg/L	Nitrite (as N) mg/L	Nitrate (as N) mg/L	Bromide mg/L	pH no unit	Conductivity µS/cm	Alkalinity mg/L as CaCO3	Mercury mg/L
59: AL-WR-16-05	20	1	400	< 0.06	2.4	< 2	< 0.3	< 0.6	< 3	9.19	59	26	< 0.00001

Sample ID	Aluminum mg/L	Arsenic mg/L	Silver mg/L	Barium mg/L	Beryllium mg/L	Boron mg/L	Bismuth mg/L	Calcium mg/L	Cadmium mg/L	Cobalt mg/L	Chromium mg/L	Copper mg/L	Iron mg/L
3: Analysis Approval Date	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37
5: AL-ORE-16-53	0.613	0.0010	0.000009	0.00029	0.000035	< 0.002	0.000834	4.42	< 0.000003	0.000089	0.00010	0.00463	0.012
6: AL-ORE-16-54	0.378	0.0003	0.000008	0.00023	0.000147	< 0.002	0.000218	2.76	< 0.000003	0.000086	0.00004	0.00830	0.009
7: AL-ORE-16-55	0.346	< 0.0002	0.000006	0.00030	0.000058	< 0.002	0.000050	2.22	0.000004	0.000195	< 0.00003	0.00207	0.013
8: AL-WR-16-12	0.124	< 0.0002	0.000003	0.00070	< 0.000007	< 0.002	0.000057	5.08	< 0.000003	0.000008	0.00076	0.00029	0.008
9: AL-WR-16-18	0.011	< 0.0002	0.000005	0.00035	< 0.000007	0.003	< 0.000007	5.13	< 0.000003	0.000007	0.00371	0.00014	< 0.007
10: AL-WR-16-17	0.013	< 0.0002	0.000015	0.00046	< 0.000007	0.003	< 0.000007	6.84	< 0.000003	0.000005	0.00525	0.00011	< 0.007
11: AL-WR-16-11	0.012	< 0.0002	0.000015	0.00044	< 0.000007	0.003	< 0.000007	7.01	0.000005	0.000008	0.00150	0.00018	< 0.007
12: AL-WR-16-19	0.142	< 0.0002	0.000013	0.00193	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	5.47	< 0.000003	0.000010	0.00076	0.00024	0.010
13: AL-WR-16-20	0.012	0.0002	0.000005	0.00042	< 0.000007	0.003	< 0.000007	7.22	< 0.000003	0.000013	0.00368	0.00022	< 0.007
14: AL-WR-16-25	0.004	0.0002	0.000008	0.00060	< 0.000007	0.003	< 0.000007	6.81	0.000005	0.000006	0.00436	0.00015	< 0.007
15: AL-WR-16-24	0.004	< 0.0002	0.000009	0.00026	< 0.000007	0.005	< 0.000007	6.83	< 0.000003	0.000013	0.00497	0.00035	< 0.007
16: AL-WR-16-30	0.163	< 0.0002	0.000002	0.00053	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	2.42	< 0.000003	0.000030	0.00117	0.00031	0.034
17: AL-WR-16-47	0.106	< 0.0002	0.000003	0.00107	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	5.53	< 0.000003	0.000025	0.00097	0.00018	0.015
18: AL-WR-16-42	0.006	< 0.0002	0.000003	0.00076	< 0.000007	0.003	< 0.000007	5.25	< 0.000003	0.000005	0.00581	0.00017	< 0.007
19: AL-WR-16-29	0.008	< 0.0002	< 0.000002	0.00047	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	2.94	< 0.000003	0.000005	0.00440	0.00010	< 0.007
20: AL-WR-16-28	0.088	0.0002	< 0.000002	0.00062	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	4.75	< 0.000003	0.000010	0.00168	0.00028	0.007
21: AL-WR-16-32	0.013	< 0.0002	0.000022	0.00052	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	4.74	< 0.000003	0.000007	0.00270	0.00040	< 0.007
22: AL-WR-16-33	0.050	0.0002	0.000007	0.00240	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	5.77	< 0.000003	0.000007	0.00099	0.00073	< 0.007
23: AL-WR-16-34	0.010	< 0.0002	0.000004	0.00020	< 0.000007	0.003	0.000059	6.65	< 0.000003	0.000008	0.00493	0.00051	< 0.007
24: AL-WR-16-50	0.072	< 0.0002	0.000003	0.00139	0.000009	< 0.002	< 0.000007	2.70	< 0.000003	0.000027	0.00202	0.00023	0.026
25: AL-WR-16-51	0.619	< 0.0002	< 0.000002	0.0175	0.000008	< 0.002	< 0.000007	3.52	< 0.000003	0.000021	0.00015	0.00052	0.030
26: AL-WR-16-49	0.009	< 0.0002	0.000029	0.00051	< 0.000007	< 0.002	0.000017	7.14	< 0.000003	0.000020	0.00609	0.00087	< 0.007
27: AL-WR-16-52	0.128	0.0005	0.000002	0.00132	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	3.72	< 0.000003	0.000030	0.00083	0.00043	0.021
28: AL-WR-16-48	0.137	< 0.0002	< 0.000002	0.00168	0.000011	< 0.002	0.000009	2.88	< 0.000003	0.000045	0.00120	0.00039	0.043
29: AL-WR-16-44	0.005	< 0.0002	< 0.000002	0.00047	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	2.56	< 0.000003	0.000005	0.00695	0.00016	< 0.007
30: AL-WR-16-41	0.177	0.0002	0.000002	0.0153	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	2.63	< 0.000003	0.000054	0.00244	0.00033	0.056
31: AL-WR-16-37	0.122	< 0.0002	0.000002	0.00102	0.000014	< 0.002	0.000007	2.46	< 0.000003	0.000052	0.00175	0.00025	0.054
32: AL-WR-16-02	0.114	< 0.0002	< 0.000002	0.00034	0.000094	< 0.002	0.000075	0.23	< 0.000003	0.000029	0.00008	0.00014	0.020
33: AL-WR-16-07	0.010	< 0.0002	0.000005	0.00031	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	6.05	< 0.000003	0.000006	0.00503	0.00015	< 0.007
34: AL-WR-16-10	0.006	< 0.0002	0.000002	0.00037	< 0.000007	< 0.002	0.000009	2.85	0.000004	0.000007	0.00565	0.00016	< 0.007

OnLine LIMS

0000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Aluminum mg/L	Arsenic mg/L	Silver mg/L	Barium mg/L	Beryllium mg/L	Boron mg/L	Bismuth mg/L	Calcium mg/L	Cadmium mg/L	Cobalt mg/L	Chromium mg/L	Copper mg/L	Iron mg/L
35: AL-WR-16-14	0.008	< 0.0002	< 0.000002	0.00047	< 0.000007	< 0.002	0.000022	2.94	< 0.000003	0.000006	0.00335	0.00049	< 0.007
36: AL-WR-16-16	0.075	< 0.0002	< 0.000002	0.00055	< 0.000007	0.004	< 0.000007	4.16	< 0.000003	0.000009	0.00105	0.00020	< 0.007
37: AL-WR-16-31	0.013	< 0.0002	< 0.000002	0.00035	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	6.96	< 0.000003	0.000004	0.00403	0.00011	< 0.007
38: AL-WR-16-03	0.022	< 0.0002	< 0.000002	0.00134	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	5.85	< 0.000003	0.000010	0.00210	0.00016	< 0.007
39: AL-WR-16-01	0.556	< 0.0002	0.000003	0.00577	0.000020	< 0.002	< 0.000007	1.27	0.000017	0.000051	0.00056	0.00099	0.095
40: AL-WR-16-46	0.417	< 0.0002	< 0.000002	0.00894	0.000010	< 0.002	< 0.000007	1.89	< 0.000003	0.000076	0.00072	0.00045	0.111
41: AL-WR-16-38	0.306	< 0.0002	< 0.000002	0.00296	0.000017	< 0.002	< 0.000007	0.30	< 0.000003	0.000139	0.00883	0.00032	0.138
42: AL-WR-16-43	0.016	< 0.0002	< 0.000002	0.00120	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	6.21	< 0.000003	0.000004	0.00457	0.00022	< 0.007
43: AL-WR-16-39	0.008	< 0.0002	< 0.000002	0.00022	< 0.000007	0.003	< 0.000007	3.72	< 0.000003	0.000004	0.00621	0.00006	< 0.007
44: AL-WR-16-40	0.010	< 0.0002	0.000047	0.00017	< 0.000007	0.003	0.000007	6.74	< 0.000003	0.000039	0.00313	0.00028	< 0.007
45: AL-WR-16-04	0.196	0.0004	0.000008	0.00155	0.000030	< 0.002	< 0.000007	5.71	< 0.000003	0.000062	0.00173	0.00008	0.059
46: AL-WR-16-35	0.007	< 0.0002	< 0.000002	0.00063	< 0.000007	0.004	0.000013	3.18	< 0.000003	0.000007	0.00632	0.00024	< 0.007
47: AL-WR-16-36	0.025	0.0004	< 0.000002	0.00028	< 0.000007	< 0.002	0.000029	0.88	< 0.000003	0.000125	0.00172	0.00111	0.064
48: AL-WR-16-45	0.011	< 0.0002	< 0.000002	0.00081	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	3.61	0.000005	0.000005	0.00412	0.00012	< 0.007
49: AL-WR-16-21	0.013	< 0.0002	< 0.000002	0.00031	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	2.60	< 0.000003	0.000006	0.00424	0.00007	< 0.007
50: AL-WR-16-08	0.033	< 0.0002	0.000002	0.00026	< 0.000007	< 0.002	0.000020	5.62	0.000004	0.000008	0.00217	0.00022	< 0.007
51: AL-WR-16-06	0.010	< 0.0002	< 0.000002	0.00068	< 0.000007	< 0.002	0.000012	5.34	< 0.000003	0.000013	0.00539	0.00013	< 0.007
52: AL-WR-16-26	0.658	< 0.0002	< 0.000002	0.00036	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	6.53	< 0.000003	0.000041	0.00030	0.00041	0.058
53: AL-WR-16-23	0.044	< 0.0002	< 0.000002	0.00051	< 0.000007	< 0.002	0.000022	2.62	< 0.000003	0.000004	0.00335	0.00023	< 0.007
54: AL-WR-16-22	0.004	< 0.0002	< 0.000002	0.00064	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	6.69	< 0.000003	0.000011	0.00755	0.00012	< 0.007
55: AL-WR-16-13	0.019	< 0.0002	< 0.000002	0.00044	< 0.000007	< 0.002	0.000046	6.89	< 0.000003	0.000007	0.00243	0.00028	< 0.007
56: AL-WR-16-09	0.012	< 0.0002	< 0.000002	0.00037	< 0.000007	0.006	0.000007	5.18	< 0.000003	0.000005	0.00365	0.00013	< 0.007
57: AL-WR-16-15	0.019	< 0.0002	< 0.000002	0.00067	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	3.61	< 0.000003	0.000005	0.00460	0.00037	< 0.007
58: AL-WR-16-27	0.110	< 0.0002	< 0.000002	0.00038	< 0.000007	< 0.002	< 0.000007	3.51	< 0.000003	0.000005	0.00139	0.00015	< 0.007
59: AL-WR-16-05	0.009	< 0.0002	< 0.000002	0.00029	< 0.000007	0.004	< 0.000007	7.01	< 0.000003	0.000006	0.00187	0.00010	< 0.007

Sample ID	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L	Selenium mg/L	Titanium mg/L
3: Analysis Approval Date	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37	12:37
5: AL-ORE-16-53	6.71	0.0798	0.177	0.0113	0.00056	1.75	0.0004	0.018	0.00011	0.0002	0.00005	0.00026
6: AL-ORE-16-54	0.759	0.130	0.134	0.00964	0.00212	1.46	< 0.0001	0.006	0.00005	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
7: AL-ORE-16-55	0.813	0.149	0.092	0.0215	0.00019	1.44	< 0.0001	< 0.003	0.00009	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
8: AL-WR-16-12	0.668	0.0074	1.12	0.00027	0.00008	0.44	0.0001	0.003	0.00029	0.0003	< 0.00004	0.00057
9: AL-WR-16-18	0.137	< 0.0001	2.14	0.00007	0.00014	0.11	0.0003	< 0.003	0.00003	0.0003	0.00005	0.00006
10: AL-WR-16-17	0.118	< 0.0001	1.85	0.00010	0.00006	0.10	0.0003	< 0.003	0.00004	0.0002	< 0.00004	< 0.00005

OnLine LIMS

000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L	Selenium mg/L	Titanium mg/L
11: AL-WR-16-11	0.252	0.0006	2.66	0.00018	0.00007	0.18	0.0003	< 0.003	0.00003	0.0003	< 0.00004	0.00006
12: AL-WR-16-19	1.02	0.0114	1.01	0.00026	0.00018	0.63	< 0.0001	0.005	0.00006	0.0004	0.00006	0.00044
13: AL-WR-16-20	0.301	0.0007	2.08	0.00017	0.00019	0.25	0.0005	< 0.003	0.00003	0.0007	< 0.00004	0.00012
14: AL-WR-16-25	0.199	0.0008	2.79	0.00006	0.00006	0.27	0.0004	< 0.003	0.00007	0.0004	0.00004	0.00010
15: AL-WR-16-24	0.164	0.0007	2.81	0.00010	0.00011	0.10	0.0010	< 0.003	0.00003	0.0004	0.00005	< 0.00005
16: AL-WR-16-30	1.19	0.0116	1.11	0.00072	0.00009	0.66	0.0003	< 0.003	0.00004	0.0003	< 0.00004	0.00127
17: AL-WR-16-47	1.58	0.0056	1.45	0.00051	0.00043	0.37	0.0004	0.006	0.00014	0.0004	< 0.00004	0.00020
18: AL-WR-16-42	0.147	0.0004	2.73	0.00011	0.00023	0.35	0.0005	< 0.003	0.00005	0.0003	< 0.00004	0.00007
19: AL-WR-16-29	0.711	< 0.0001	2.39	0.00006	0.00008	0.16	0.0002	< 0.003	0.00003	0.0003	< 0.00004	< 0.00005
20: AL-WR-16-28	0.803	0.0103	1.51	0.00034	0.00005	0.38	0.0001	< 0.003	0.00003	0.0003	< 0.00004	0.00005
21: AL-WR-16-32	1.96	0.0001	2.79	0.00013	0.00096	0.19	0.0004	< 0.003	0.00008	0.0006	0.00004	< 0.00005
22: AL-WR-16-33	1.14	0.0016	1.77	0.00014	0.00056	0.21	0.0004	< 0.003	0.00009	0.0005	0.00015	< 0.00005
23: AL-WR-16-34	0.916	0.0001	2.61	0.00016	0.00015	0.17	0.0004	< 0.003	0.00008	0.0002	0.00006	< 0.00005
24: AL-WR-16-50	2.14	0.0197	1.43	0.00078	0.00016	0.61	0.0004	< 0.003	0.00007	0.0004	< 0.00004	0.00052
25: AL-WR-16-51	7.29	0.148	0.421	0.00056	0.00005	0.93	< 0.0001	< 0.003	0.00007	0.0002	< 0.00004	0.00149
26: AL-WR-16-49	0.182	0.0005	2.73	0.00011	0.00005	0.12	0.0010	< 0.003	0.00004	< 0.0002	0.00010	0.00033
27: AL-WR-16-52	27.4	0.0224	0.973	0.00050	0.00007	0.68	0.0003	0.027	0.00009	0.0006	< 0.00004	0.00047
28: AL-WR-16-48	1.42	0.0214	1.06	0.00088	0.00007	0.59	0.0004	< 0.003	0.00022	0.0002	< 0.00004	0.00115
29: AL-WR-16-44	0.132	0.0008	2.81	0.00004	0.00006	0.17	0.0004	< 0.003	0.00003	0.0002	< 0.00004	0.00006
30: AL-WR-16-41	7.72	0.110	0.791	0.00100	0.00006	0.83	0.0005	< 0.003	0.00009	0.0004	< 0.00004	0.00249
31: AL-WR-16-37	1.43	0.0178	1.27	0.00127	0.00005	0.59	0.0006	< 0.003	0.00023	0.0002	< 0.00004	0.00113
32: AL-WR-16-02	0.240	0.0067	0.226	0.0105	0.00009	2.15	0.0004	0.008	0.00023	0.0002	< 0.00004	0.00023
33: AL-WR-16-07	0.230	0.0001	2.18	0.00006	0.00005	0.15	0.0003	< 0.003	0.00010	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
34: AL-WR-16-10	0.244	0.0001	2.55	0.00005	0.00004	0.23	0.0003	< 0.003	0.00002	< 0.0002	< 0.00004	0.00011
35: AL-WR-16-14	0.270	0.0002	2.20	0.00006	0.00006	0.18	0.0002	< 0.003	0.00008	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
36: AL-WR-16-16	11.1	0.0007	1.48	0.00018	0.00146	0.31	0.0002	0.009	0.00006	0.0005	0.00006	0.00006
37: AL-WR-16-31	0.266	< 0.0001	1.82	0.00008	0.00018	0.17	0.0001	< 0.003	0.00009	0.0002	< 0.00004	< 0.00005
38: AL-WR-16-03	1.56	0.0038	1.56	0.00024	0.00030	0.22	0.0003	< 0.003	< 0.00001	0.0011	0.00004	0.00008
39: AL-WR-16-01	4.26	0.0691	0.491	0.00198	0.00621	1.12	0.0005	0.026	0.00020	< 0.0002	< 0.00004	0.00714
40: AL-WR-16-46	7.05	0.170	0.612	0.00173	0.00031	0.95	0.0004	0.042	0.00009	< 0.0002	< 0.00004	0.00706
41: AL-WR-16-38	10.4	0.231	0.388	0.00152	0.00011	0.72	0.0024	< 0.003	0.00028	0.0002	< 0.00004	0.00498
42: AL-WR-16-43	0.408	0.0009	2.24	0.00008	0.00032	0.23	0.0002	< 0.003	0.00010	0.0003	< 0.00004	0.00008
43: AL-WR-16-39	0.658	0.0002	2.64	0.00004	0.00033	0.10	0.0002	< 0.003	0.00002	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
44: AL-WR-16-40	0.256	0.0002	3.76	0.00027	0.00017	0.10	0.0017	< 0.003	0.00002	< 0.0002	0.00017	0.00011
45: AL-WR-16-04	1.56	0.0258	0.914	0.00126	0.00042	0.71	0.0006	< 0.003	< 0.00001	0.0005	< 0.00004	0.00234
46: AL-WR-16-35	0.230	0.0011	2.21	0.00009	0.00006	0.30	0.0002	< 0.003	0.00032	0.0002	0.00004	0.00007
47: AL-WR-16-36	0.479	0.0038	2.52	0.00075	0.00059	0.53	0.0025	< 0.003	0.00001	0.0002	< 0.00004	0.00016

OnLine LIMS

0000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Potassium mg/L	Lithium mg/L	Magnesium mg/L	Manganese mg/L	Molybdenum mg/L	Sodium mg/L	Nickel mg/L	Phosphorus mg/L	Lead mg/L	Antimony mg/L	Selenium mg/L	Titanium mg/L
48: AL-WR-16-45	0.338	< 0.0001	2.13	0.00008	0.00005	0.18	0.0002	< 0.003	< 0.00001	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
49: AL-WR-16-21	0.260	< 0.0001	2.13	0.00009	0.00014	0.19	0.0003	< 0.003	< 0.00001	< 0.0002	< 0.00004	0.00006
50: AL-WR-16-08	0.292	< 0.0001	1.72	0.00010	0.00030	0.14	0.0003	< 0.003	0.00018	0.0002	< 0.00004	< 0.00005
51: AL-WR-16-06	1.13	0.0022	2.59	0.00014	0.00032	0.21	0.0003	< 0.003	0.00020	0.0004	< 0.00004	< 0.00005
52: AL-WR-16-26	0.386	0.0390	1.01	0.00130	0.00043	1.88	< 0.0001	0.005	0.00008	< 0.0002	0.00007	0.00238
53: AL-WR-16-23	0.366	< 0.0001	1.89	0.00009	0.00004	0.21	0.0002	< 0.003	0.00003	0.0002	< 0.00004	0.00016
54: AL-WR-16-22	0.155	0.0003	2.69	0.00006	0.00005	0.15	0.0008	< 0.003	0.00006	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005
55: AL-WR-16-13	0.511	0.0002	2.48	0.00010	0.00007	0.32	0.0004	< 0.003	0.00029	< 0.0002	0.00020	< 0.00005
56: AL-WR-16-09	0.212	0.0001	2.17	0.00008	0.00007	0.21	0.0003	< 0.003	0.00005	0.0002	< 0.00004	0.00024
57: AL-WR-16-15	0.357	< 0.0001	2.29	0.00009	0.00015	0.18	0.0003	< 0.003	0.00003	0.0002	< 0.00004	< 0.00005
58: AL-WR-16-27	0.518	0.0043	1.49	0.00015	0.00006	0.29	0.0001	< 0.003	< 0.00001	< 0.0002	0.00004	0.00012
59: AL-WR-16-05	0.185	0.0004	2.46	0.00008	0.00002	0.17	0.0003	< 0.003	0.00001	< 0.0002	< 0.00004	< 0.00005

Sample ID	Thallium mg/L	Uranium mg/L	Zinc mg/L
3: Analysis Approval Date	07-Dec-16	07-Dec-16	07-Dec-16
4: Analysis Approval Time	12:37	12:37	12:37
5: AL-ORE-16-53	0.000056	0.001687	< 0.002
6: AL-ORE-16-54	0.000057	0.000913	< 0.002
7: AL-ORE-16-55	0.000044	0.000300	< 0.002
8: AL-WR-16-12	0.000070	0.000009	< 0.002
9: AL-WR-16-18	0.000041	0.000009	< 0.002
10: AL-WR-16-17	0.000033	0.000006	< 0.002
11: AL-WR-16-11	0.000025	0.000004	< 0.002
12: AL-WR-16-19	0.000077	0.000007	< 0.002
13: AL-WR-16-20	0.000034	0.000003	< 0.002
14: AL-WR-16-25	0.000016	0.000003	< 0.002
15: AL-WR-16-24	0.000085	0.000002	< 0.002
16: AL-WR-16-30	0.000075	0.000002	< 0.002
17: AL-WR-16-47	0.000091	< 0.000002	< 0.002
18: AL-WR-16-42	0.000017	< 0.000002	< 0.002
19: AL-WR-16-29	0.000060	0.000004	< 0.002
20: AL-WR-16-28	0.000038	0.000002	< 0.002
21: AL-WR-16-32	0.000033	< 0.000002	< 0.002
22: AL-WR-16-33	0.000649	0.000002	< 0.002
23: AL-WR-16-34	0.000077	0.000015	< 0.002

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000080502

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Sample ID	Thallium mg/L	Uranium mg/L	Zinc mg/L
24: AL-WR-16-50	0.000216	0.000003	< 0.002
25: AL-WR-16-51	0.000253	0.000002	< 0.002
26: AL-WR-16-49	0.000028	0.000014	< 0.002
27: AL-WR-16-52	0.000208	0.000002	< 0.002
28: AL-WR-16-48	0.000083	< 0.000002	< 0.002
29: AL-WR-16-44	0.000020	0.000003	< 0.002
30: AL-WR-16-41	0.000241	0.000002	< 0.002
31: AL-WR-16-37	0.000101	< 0.000002	< 0.002
32: AL-WR-16-02	0.000015	0.000660	< 0.002
33: AL-WR-16-07	0.000020	0.000028	< 0.002
34: AL-WR-16-10	0.000033	0.000005	< 0.002
35: AL-WR-16-14	0.000044	< 0.000002	< 0.002
36: AL-WR-16-16	0.000068	< 0.000002	< 0.002
37: AL-WR-16-31	0.000033	< 0.000002	< 0.002
38: AL-WR-16-03	0.000212	< 0.000002	< 0.002
39: AL-WR-16-01	0.000035	0.000010	0.005
40: AL-WR-16-46	0.000161	0.000009	< 0.002
41: AL-WR-16-38	0.000257	0.000037	0.007
42: AL-WR-16-43	0.000037	< 0.000002	< 0.002
43: AL-WR-16-39	0.000041	< 0.000002	< 0.002
44: AL-WR-16-40	0.000087	0.000007	< 0.002
45: AL-WR-16-04	0.000092	0.000003	< 0.002
46: AL-WR-16-35	0.000009	< 0.000002	< 0.002
47: AL-WR-16-36	0.000030	< 0.000002	< 0.002
48: AL-WR-16-45	0.000024	< 0.000002	< 0.002
49: AL-WR-16-21	0.000016	< 0.000002	< 0.002
50: AL-WR-16-08	0.000089	< 0.000002	< 0.002
51: AL-WR-16-06	0.000114	< 0.000002	< 0.002
52: AL-WR-16-26	0.000025	0.000004	< 0.002
53: AL-WR-16-23	0.000064	0.000002	0.003
54: AL-WR-16-22	0.000016	< 0.000002	< 0.002
55: AL-WR-16-13	0.000020	0.000003	0.007
56: AL-WR-16-09	0.000040	< 0.000002	< 0.002
57: AL-WR-16-15	0.000040	< 0.000002	< 0.002
58: AL-WR-16-27	0.000104	0.000003	< 0.002
59: AL-WR-16-05	0.000057	< 0.000002	< 0.002

OnLine LIMS

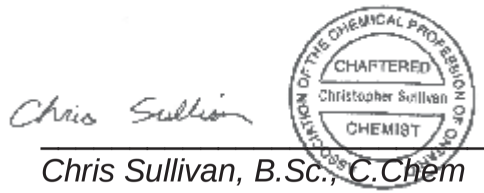
Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00000800502

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code
Alkalinity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2320
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3
Conductivity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2510
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-014	SM 4500
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/SM 3112B
Metals in aqueous samples - ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-006	SM 3030/EPA 200.8
pH	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 4500



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. “Temperature Upon Receipt” is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Alkalinity - QCBatchID: EWL0034-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			0	10	104	90	110	NA		
Alkalinity - QCBatchID: EWL0046-DEC16													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	102	90	110	NA		
Anions by IC - QCBatchID: DIO0028-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	97	80	120	86	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			4	20	102	80	120	98	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			1	20	103	80	120	104	75	125
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	101	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			2	20	101	80	120	99	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0029-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	101	80	120	90	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			11	20	107	80	120	98	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			2	20	108	80	120	102	75	125
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	100	80	120	100	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			1	20	97	80	120	99	75	125
Anions by IC - QCBatchID: DIO0031-DEC16													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	94	80	120	81	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			9	20	104	80	120	99	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			2	20	104	80	120	104	75	125
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	102	80	120	101	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			2	20	101	80	120	99	75	125
Conductivity - QCBatchID: EWL0034-DEC16													
Conductivity	2	µS/cm	< 2			1	10	99	90	110	NA		
Conductivity - QCBatchID: EWL0046-DEC16													
Conductivity	2	µS/cm	< 2			0	10	99	90	110	NA		
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0354-DEC16													
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	109	90	110	97	75	125
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0361-DEC16													
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	108	90	110	96	75	125
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0006-DEC16													
Mercury	0.00001	mg/L	< 0.00001			ND	20	80	90	110	94	70	130
Metals - QCBatchID: EMS0017-DEC16													
Cobalt	0.000004	mg/L	<0.000004			ND	20	99	90	110	94	70	130
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0017-DEC16													
Aluminum	0.001	mg/L	<0.001			2	20	100	90	110	98	70	130

OnLine LIMS

00008080502

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)
20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11013-NOV16**

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Antimony	0.0002	mg/L	<0.0002			6	20	91	90	110	103	70	130
Arsenic	0.0002	mg/L	<0.0002			17	20	101	90	110	118	70	130
Barium	0.00002	mg/L	<0.00002			2	20	100	90	110	107	70	130
Beryllium	0.000007	mg/L	<0.000007			ND	20	102	90	110	101	70	130
Bismuth	0.000007	mg/L	<0.000007			ND	20	98	90	110	117	70	130
Boron	0.002	mg/L	<0.002			ND	20	106	90	110	NV	70	130
Cadmium	0.000003	mg/L	<0.000003			ND	20	97	90	110	105	70	130
Calcium	0.01	mg/L	<0.01			1	20	96	90	110	107	70	130
Chromium	0.00003	mg/L	<0.00003			7	20	101	90	110	93	70	130
Copper	0.00002	mg/L	<0.00002			1	20	98	90	110	94	70	130
Iron	0.007	mg/L	<0.007			ND	20	103	90	110	73	70	130
Lead	0.00001	mg/L	<0.00001			5	20	99	90	110	104	70	130
Lithium	0.0001	mg/L	<0.000006			6	20	96	90	110	99	70	130
Magnesium	0.001	mg/L	<0.001			1	20	103	90	110	96	70	130
Manganese	0.00001	mg/L	<0.00001			12	20	100	90	110	98	70	130
Molybdenum	0.00001	mg/L	<0.00001			2	20	101	90	110	86	70	130
Nickel	0.0001	mg/L	<0.0001			0	20	101	90	110	96	70	130
Phosphorus	0.003	mg/L	<0.003			ND	20	102	90	110	NV	70	130
Potassium	0.003	mg/L	<0.003			2	20	102	90	110	109	70	130
Selenium	0.00004	mg/L	<0.00004			ND	20	97	90	110	NV	70	130
Silver	0.000002	mg/L	<0.000002			ND	20	100	90	110	86	70	130
Sodium	0.01	mg/L	<0.01			0	20	103	90	110	93	70	130
Thallium	0.000005	mg/L	<0.000005			2	20	98	90	110	93	70	130
Titanium	0.00005	mg/L	<0.00005			ND	20	107	90	110	NV	70	130
Uranium	0.000002	mg/L	<0.000002			ND	20	97	90	110	97	70	130
Zinc	0.002	mg/L	<0.002			ND	20	102	90	110	106	70	130
pH - QCBatchID: EWL0034-DEC16													
pH	0.05	no unit	NA			0		98			NA		
pH - QCBatchID: EWL0046-DEC16													
pH	0.05	no unit	NA			1		99			NA		
pH - QCBatchID: EWL0068-DEC16													
pH	0.05	no unit	NA			0		100			NA		

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00008080502

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

22-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace, Paddington
Australia, 4064
Phone: +61 7 3369 7058, Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11003-FEB17**
Reference: SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0) 20:1 L/S ratio, 18hr

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1	6: L1 Ro Tail C:LCT-1 Duplicate
Sample weight [g]	13-Feb-17	09:56	20	20
Ext Fluid [#1 or #2]	13-Feb-17	09:56	1	1
Ext Volume [mL]	13-Feb-17	09:56	400	400
Final pH	13-Feb-17	09:56	7.09	7.09
Fluoride [mg/L]	15-Feb-17	10:22	< 0.06	< 0.06
Sulphate [mg/L]	13-Feb-17	08:32	2.4	2.4
Chloride [mg/L]	13-Feb-17	08:32	< 2	< 2
Nitrite (as N) [mg/L]	13-Feb-17	08:32	< 0.3	< 0.3
Nitrate (as N) [mg/L]	13-Feb-17	08:32	< 0.6	< 0.6
Bromide [mg/L]	13-Feb-17	08:32	< 3	< 3
Conductivity [uS/cm]	13-Feb-17	14:41	20	16
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	13-Feb-17	14:41	3	3
Mercury [mg/L]	14-Feb-17	08:36	< 0.00001	< 0.00001
Aluminum [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.034	0.032
Arsenic [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.0002	< 0.0002
Silver [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.00005	< 0.00005
Barium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00110	0.00056
Beryllium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000024	0.000029
Boron [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.002	< 0.002
Bismuth [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000029	0.000029
Calcium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	1.99	1.86
Cadmium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.000003	0.000003
Cobalt [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000213	0.000211
Chromium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00109	0.00053
Copper [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00109	0.00059

OnLine LIMS

0000918354

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

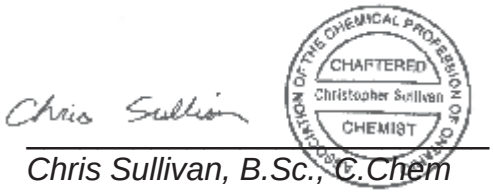
SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11003-FEB17**

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: L1 Ro Tail C:LCT-1	6: L1 Ro Tail C:LCT-1 Duplicate
Iron [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.016	0.011
Potassium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.301	0.268
Lithium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0026	0.0026
Magnesium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.269	0.260
Manganese [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0442	0.0437
Molybdenum [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00036	0.00009
Sodium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	1.63	1.51
Nickel [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.0010	0.0011
Phosphorus [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.003	< 0.003
Lead [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00036	0.00006
Antimony [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.0002	< 0.0002
Selenium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00107	0.00091
Titanium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.00006	< 0.00005
Thallium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000019	0.000020
Uranium [mg/L]	14-Feb-17	14:49	0.000335	0.000337
Zinc [mg/L]	14-Feb-17	14:49	< 0.002	< 0.002

Method Descriptions

Parameter	SGS Method Code	Reference Method Code	PALA
Alkalinity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2320	N
Anions by IC	ME-CA-[ENV]IC-LAK-AN-001	EPA300/MA300-Ions1.3	Y
Conductivity	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-006	SM 2510	Y
Flouride by Specific Ion Electrode	ME-CA-[ENV]EWL-LAK-AN-014	SM 4500	Y
Mercury by CVAAS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-004	EPA 7471A/SM 3112B	Y
Metals	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-006	SM 3030/EPA 200.8	Y
Metals in aqueous samples - ICP-MS	ME-CA-[ENV]SPE-LAK-AN-006	SM 3030/EPA 200.8	Y



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000918354

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Quality Control Report

Inorganic Analysis													
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Alkalinity - QCBatchID: EWL0140-FEB17													
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2			1	10	104	90	110	NA		
Anions by IC - QCBatchID: DIO0114-FEB17													
Bromide	0.3	mg/L	<0.3			ND	20	99	80	120	103	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2			ND	20				98	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06			5	20	103	80	120	103	75	125
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03			ND	20	101	80	120	102	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2			2	20				98	75	125
Conductivity - QCBatchID: EWL0140-FEB17													
Conductivity	2	uS/cm	< 2			0	10	98	90	110	NA		
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0149-FEB17													
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			ND	10	100	90	110	102	75	125
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0170-FEB17													
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06			0	10	100	90	110	116	75	125
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0013-FEB17													
Mercury	0.00001	mg/L	< 0.00001			ND	20	107	90	110	106	70	130
Metals - QCBatchID: EMS0048-FEB17													
Cobalt	0.000004	mg/L	<0.000004			ND	20	100	90	110	NV	70	130
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0048-FEB17													
Aluminum	0.001	mg/L	<0.001			ND	20	92	90	110	127	70	130
Antimony	0.0002	mg/L	<0.0002			2	20	96	90	110	99	70	130
Arsenic	0.0002	mg/L	<0.0002			12	20	103	90	110	NV	70	130
Barium	0.00002	mg/L	<0.00002			1	20	99	90	110	86	70	130
Beryllium	0.000007	mg/L	<0.000007			ND	20	100	90	110	118	70	130
Bismuth	0.000007	mg/L	<0.000007			7	20	99	90	110	NV	70	130
Boron	0.002	mg/L	<0.002			2	20	96	90	110	NV	70	130
Cadmium	0.000003	mg/L	<0.000003			ND	20	99	90	110	NV	70	130
Calcium	0.01	mg/L	<0.01			3	20	101	90	110	NV	70	130
Chromium	0.00003	mg/L	<0.00003			ND	20	100	90	110	NV	70	130
Copper	0.00002	mg/L	<0.00002			2	20	97	90	110	81	70	130
Iron	0.007	mg/L	<0.007			ND	20	103	90	110	93	70	130
Lead	0.00001	mg/L	<0.00001			1	20	100	90	110	125	70	130
Lithium	0.0001	mg/L	<0.000006			2	20	101	90	110	NV	70	130
Magnesium	0.001	mg/L	<0.001			1	20	103	90	110	NV	70	130
Manganese	0.00001	mg/L	<0.00001			9	20	101	90	110	NV	70	130
Molybdenum	0.00001	mg/L	<0.00001			6	20	101	90	110	98	70	130

OnLine LIMS

0000918354

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312--(Quebec Modified Version - MA. 100 -Lix.com.1.0)
20:1 L/S ratio, 18hr

LR Report : **CA11003-FEB17**

Inorganic Analysis														
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	Duplicate				LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material			
				Result 1	Result 2	RPD	Acceptance Criteria	Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
							%		Low	High		Low	High
Nickel	0.0001	mg/L	<0.0001			9	20	100	90	110	NV	70	130
Phosphorus	0.003	mg/L	<0.003			ND	20	99	90	110	NV	70	130
Potassium	0.003	mg/L	<0.003			1	20	100	90	110	76	70	130
Selenium	0.00004	mg/L	<0.00004			17	20	102	90	110	NV	70	130
Silver	0.00005	mg/L	<0.000002			ND	20	98	90	110	NV	70	130
Sodium	0.01	mg/L	<0.01			2	20	96	90	110	NV	70	130
Thallium	0.000005	mg/L	<0.000005			10	20	98	90	110	NV	70	130
Titanium	0.00005	mg/L	<0.00005			ND	20	102	90	110	NV	70	130
Uranium	0.000002	mg/L	<0.000002			7	20	95	90	110	NV	70	130
Zinc	0.002	mg/L	<0.002			3	20	102	90	110	129	70	130

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

0000918354

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

08-February-2017

Sayona Mining Ltd
Attn : Corey Nolan

68/283 Given Terrace
Paddington, Queensland
4064, Australia

Phone: +61 7 3369 7058
Fax:

Date Rec. : 01 February 2017
LR Report: **CA11000-FEB17**

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: LCT-1 Cycle E Filtrate
Sample Date & Time					Date:N/A
Temperature Upon Receipt [°C]	---	---	---	---	19.0
pH [no unit]	02-Feb-17	08:16	02-Feb-17	13:27	7.55
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	02-Feb-17	08:16	02-Feb-17	13:27	87
Conductivity [uS/cm]	02-Feb-17	08:16	02-Feb-17	13:27	310
Fluoride [mg/L]	02-Feb-17	12:49	03-Feb-17	10:45	0.33
Chloride [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	15
Sulphate [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	37
Bromide [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	< 0.3
Nitrite (as N) [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	< 0.03
Nitrate (as N) [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	< 0.06
Nitrate + Nitrite (as N) [mg/L]	01-Feb-17	16:46	02-Feb-17	10:30	< 0.06
Phosphorus (total reactive) [mg/L]	01-Feb-17	09:30	02-Feb-17	09:31	0.10
Mercury (total) [mg/L]	03-Feb-17	13:04	03-Feb-17	13:05	< 0.00001
Mercury (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	13:04	03-Feb-17	13:05	< 0.00001
Silver (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00009
Silver (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	< 0.00005
Aluminum (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	4.14
Aluminum (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	3.25
Arsenic (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0063
Arsenic (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0049
Barium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0357
Barium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0302
Beryllium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00221
Beryllium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00197
Boron (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.015
Boron (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.014
Bismuth (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00365
Bismuth (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00261

OnLine LIMS

000090692

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11000-FEB17**

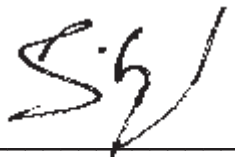
Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: LCT-1 Cycle E Filtrate
Cadmium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.000228
Cadmium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.000150
Cobalt (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00159
Cobalt (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00113
Chromium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0236
Chromium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0177
Copper (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.140
Copper (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.104
Iron (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	1.14
Iron (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.796
Lithium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.153
Lithium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.137
Manganese (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0763
Manganese (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0642
Molybdenum (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00050
Molybdenum (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00041
Nickel (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0128
Nickel (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0082
Phosphorus (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.044
Phosphorus (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.017
Lead (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00987
Lead (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00593
Antimony (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.0002
Antimony (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	< 0.0002
Selenium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00009
Selenium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00010
Silicon (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	13.3
Silicon (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	12.1
Tin (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00074
Tin (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00099
Strontium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.106
Strontium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.101
Titanium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00915
Titanium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00874
Thallium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00104
Thallium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.000753
Uranium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00620
Uranium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00486
Vanadium (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00105
Vanadium (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.00075
Zinc (total) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.076
Zinc (dissolved) [mg/L]	03-Feb-17	15:29	06-Feb-17	16:19	0.042

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11000-FEB17**



Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

000090092

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11000-FEB17**

Quality Control Report

Inorganic Analysis												
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank		RPD	Acceptance Criteria	LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
							Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
						%		Low	High		Low	High
Alkalinity - QCBatchID: EWL0019-FEB17												
Alkalinity	2	mg/L as Ca	< 2		0	10	108	90	110	NA		
Anions by IC - QCBatchID: DIO0022-FEB17												
Bromide	0.3	mg/L	<0.3		ND	20	102	80	120	101	75	125
Chloride	0.2	mg/L	<0.2		1	20	97	80	120	106	75	125
Nitrate (as N)	0.06	mg/L	<0.06		ND	20	103	80	120	102	75	125
Nitrate + Nitrite (as N)	0.06	mg/L	<0.06		NA		NA			NA		
Nitrite (as N)	0.03	mg/L	<0.03		ND	20	101	80	120	102	75	125
Sulphate	0.2	mg/L	<0.2		1	20	97	80	120	112	75	125
Conductivity - QCBatchID: EWL0019-FEB17												
Conductivity	2	uS/cm	< 2		NV	10	97	90	110	NA		
Flouride by Specific Ion Electrode - QCBatchID: EWL0029-FEB17												
Fluoride	0.06	mg/L	<0.06		ND	10	100	90	110	97	75	125
Mercury by CVAAS - QCBatchID: EHG0005-FEB17												
Mercury (dissolved)	0.00001	mg/L	< 0.00001		ND	20	106	90	110	122	70	130
Mercury (total)	0.00001	mg/L	< 0.00001		ND	20	106	90	110	122	70	130
Metals in aqueous samples - ICP-MS - QCBatchID: EMS0013-FEB17												
Aluminum (dissolved)	0.001	mg/L	<0.001		6	20	99	90	110	NV	70	130
Aluminum (total)	0.001	mg/L	<0.001		6	20	99	90	110	NV	70	130
Antimony (dissolved)	0.0002	mg/L	<0.0002		1	20	101	90	110	91	70	130
Antimony (total)	0.0002	mg/L	<0.0002		1	20	101	90	110	91	70	130
Arsenic (dissolved)	0.0002	mg/L	<0.0002		0	20	104	90	110	75	70	130
Arsenic (total)	0.0002	mg/L	<0.0002		0	20	104	90	110	75	70	130
Barium (dissolved)	0.00002	mg/L	<0.00002		1	20	101	90	110	NV	70	130
Barium (total)	0.00002	mg/L	<0.00002		1	20	101	90	110	NV	70	130
Beryllium (dissolved)	0.000007	mg/L	<0.000007		11	20	101	90	110	NV	70	130
Beryllium (total)	0.000007	mg/L	<0.000007		11	20	101	90	110	NV	70	130
Bismuth (dissolved)	0.000007	mg/L	<0.000007		4	20	93	90	110	NV	70	130
Bismuth (total)	0.000007	mg/L	<0.000007		4	20	93	90	110	NV	70	130
Boron (dissolved)	0.002	mg/L	<0.002		4	20	110	90	110	NV	70	130
Boron (total)	0.002	mg/L	<0.002		4	20	110	90	110	NV	70	130
Cadmium (dissolved)	0.000004	mg/L	<0.000003		10	20	99	90	110	101	70	130
Cadmium (total)	0.000003	mg/L	<0.000003		10	20	99	90	110	101	70	130
Chromium (dissolved)	0.00003	mg/L	<0.00003		2	20	100	90	110	NV	70	130
Chromium (total)	0.00003	mg/L	<0.00003		2	20	100	90	110	NV	70	130
Cobalt (dissolved)	0.000004	mg/L	<0.000004		3	20	99	90	110	87	70	130

OnLine LIMS

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

00006060062

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA11000-FEB17**

Inorganic Analysis												
Parameter	Reporting Limit	Unit	Method Blank	RPD	Acceptance Criteria	LCS / Spike Blank			Matrix Spike / Reference Material		
						Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)		Spike Recovery (%)	Recovery Limits (%)	
					%		Low	High		Low	High
Cobalt (total)	0.000004	mg/L	<0.000004	3	20	99	90	110	87	70	130
Copper (dissolved)	0.00002	mg/L	<0.00002	2	20	96	90	110	NV	70	130
Copper (total)	0.00002	mg/L	<0.00002	2	20	96	90	110	NV	70	130
Iron (dissolved)	0.007	mg/L	<0.007	2	20	101	90	110	NV	70	130
Iron (total)	0.007	mg/L	<0.007	2	20	101	90	110	NV	70	130
Lead (dissolved)	0.00001	mg/L	<0.00001	5	20	98	90	110	NV	70	130
Lead (total)	0.00001	mg/L	<0.00001	5	20	98	90	110	NV	70	130
Lithium (dissolved)	0.0001	mg/L	<0.000006	3	20	101	90	110	NV	70	130
Lithium (total)	0.0001	mg/L	<0.000006	3	20	101	90	110	NV	70	130
Manganese (dissolved)	0.00001	mg/L	<0.00001	4	20	100	90	110	NV	70	130
Manganese (total)	0.00001	mg/L	<0.00001	4	20	100	90	110	NV	70	130
Molybdenum (dissolved)	0.00001	mg/L	<0.00001	3	20	103	90	110	94	70	130
Molybdenum (total)	0.00001	mg/L	<0.00001	3	20	103	90	110	94	70	130
Nickel (dissolved)	0.0001	mg/L	<0.0001	8	20	95	90	110	NV	70	130
Nickel (total)	0.0001	mg/L	<0.0001	8	20	95	90	110	NV	70	130
Phosphorus (dissolved)	0.003	mg/L	<0.003	15	20	103	90	110	NV	70	130
Selenium (dissolved)	0.00004	mg/L	<0.00004	9	20	100	90	110	92	70	130
Selenium (total)	0.00004	mg/L	<0.00004	9	20	100	90	110	92	70	130
Silicon (dissolved)	0.02	mg/L	<0.02	7	20	108	90	110	NV	70	130
Silicon (total)	0.02	mg/L	<0.02	7	20	108	90	110	NV	70	130
Silver (dissolved)	0.00005	mg/L	<0.000002	ND	20	100	90	110	NV	70	130
Silver (total)	0.00005	mg/L	<0.000002	ND	20	100	90	110	NV	70	130
Strontium (dissolved)	0.00002	mg/L	<0.00002	1	20	101	90	110	NV	70	130
Strontium (total)	0.00002	mg/L	<0.00002	1	20	101	90	110	NV	70	130
Thallium (dissolved)	0.000005	mg/L	<0.000005	12	20	99	90	110	99	70	130
Thallium (total)	0.000005	mg/L	<0.000005	12	20	99	90	110	99	70	130
Tin (dissolved)	0.00001	mg/L	<0.00001	ND	20	97	90	110	NV	70	130
Tin (total)	0.00001	mg/L	<0.00001	ND	20	97	90	110	NV	70	130
Titanium (dissolved)	0.00005	mg/L	<0.00005	1	20	101	90	110	NV	70	130
Titanium (total)	0.00005	mg/L	<0.00005	1	20	101	90	110	NV	70	130
Uranium (dissolved)	0.000002	mg/L	<0.000002	5	20	98	90	110	84	70	130
Uranium (total)	0.000002	mg/L	<0.000002	5	20	98	90	110	84	70	130
Vanadium (dissolved)	0.00001	mg/L	<0.00001	7	20	98	90	110	94	70	130
Vanadium (total)	0.00001	mg/L	<0.00001	7	20	98	90	110	94	70	130
Zinc (dissolved)	0.002	mg/L	<0.002	4	20	97	90	110	NV	70	130
Zinc (total)	0.002	mg/L	<0.002	4	20	97	90	110	NV	70	130
Metals in aqueous samples - ICP-OES - QCBatchID: EMS0013-FEB17											
Phosphorus (total)	0.003	mg/L	<0.003	15	20	103	90	110	NV	70	130

OnLine LIMS

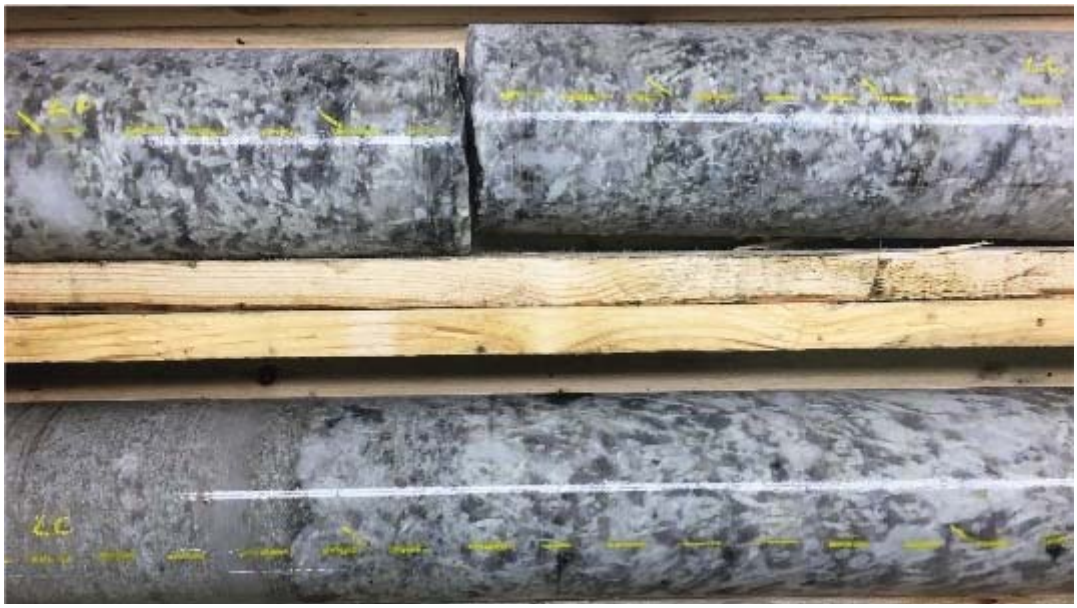
00006060052

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

Annexe C : Étude de stabilité de la fosse

OPEN PIT SLOPE DESIGN
AUTHIER LITHIUM PROJECT
FEASIBILITY STUDY
SAYONA MINING
VAL D'OR, QUEBEC

Report No. L-17-2035-1 Rev A
April 25, 2018



SAYONA
MINING LIMITED

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

T (514) 630-4997 F (514) 630-8937

TABLE OF CONTENTS

1 INTRODUCTION 1

2 METHOD OF WORK 3

3 GROUNDWATER LEVEL 6

4 OVERBURDEN 8

5 BEDROCK DESCRIPTION 10
5.1 Laboratory Testing 12
5.1.1 Uniaxial Compression Strength (UCS) Tests 12
5.1.2 Direct Shear Tests on Rock Joints 13
5.2 Rock Mass Properties 15
5.2.1 Rock Quality Designation (RQD) 15
5.2.2 Rock Mass Rating 18
5.2.3 Rock Mass Strength 19
5.3 Structural Geology within the Authier Property 20

6 PIT WALL STABILITY ANALYSIS 24
6.1 Planar Shear Failure 24
6.2 Wedge Failure 26
6.3 Summary of Pit Slope Analysis 27
6.4 Pit Slope Design Recommendations 28
6.5 Overburden Design Recommendations 30

7 DISCUSSION 31
7.1 Structural Geology and Pit Design 31
7.1.1 Effect of Main Structural Features on the Pit Wall Stability 31
7.1.2 Degradation of Host Rock 32
7.2 Minimizing Slope Instability by Pre-Shearing Blasting 33
7.3 Excavation Control and Scaling 34
7.4 Drainage/Dewatering 35
7.5 Detailed Pit Slope Inspections and Slope Monitoring 37

8 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 37

9 REFERENCES 40

Figures and Tables

Figure 1: Location plan of the Authier Lithium Project (Sayona Mining) 1
Figure 2: An isometric plan view of the proposed open pit excavation limits 2
Figure 3: Typical pit cross section showing holes drilled perpendicular to the ore body 3
Figure 4: Typical terrain condition observed during site visit in December 2017 5
Figure 5: Location plan of the drilled hydrology boreholes 6
Figure 6: Typical cross-section showing a berm for diverting water 8
Figure 7: .Depth to bedrock based on exploration boreholes drilled in 2016 and 2017 9
Figure 8: Regional geology map 11
Figure 9: Foliation observed on amphibolite hosting rock 11
Figure 10: Typical direct shear test results obtained on a sample recovered from AL-17-22 at vertical depth of 65 meters 15
Figure 11: RQD Values versus Elevation for exploration boreholes 17
Figure 12: Sample of recovered rock cores showing long cores with short shear zone 20
Figure 13: Stereonet plot showing the major families of joints encountered 21
Figure 14: Faults within Authier project 23
Figure 15: Broken rock cores probable fault zones 23
Figure 16: Planar failure in a rock wall 25
Figure 17: Schematic of two intersecting joints causing wedge failure. 26
Figure 18: Wedge failure within pre-shear of rock face. 27
Figure 19 : Typical north south cross section of the pit walls 29
Figure 20 : Typical overburden set-back bench geometry 31
Figure 21: Pre-shearing blast over three 15 m high benches. 34
Figure 22 : Scaling methods; (left) using excavator (right) using a lift and steel bars to pry loose rocks off. 35
Figure 23 : Cross-sectional view of horizontal drain. 36
Figure 24 : Plan view of fan-shaped horizontal drain array 36

Table 1 : List of the 2017 exploration boreholes from which samples were selected for laboratory direct shear tests. 5
Table 2 : List of the hydrology boreholes within the pit limits 7
Table 3: Summary of uniaxial compression strength (UCS) tests results 12
Table 4: Summary of direct shear test results on clean dry host rock joints 14
Table 5: Correlation between RQD and rock mass quality (after Singh and Goel, 1999) 16
Table 6: Values of Hoek-Brown parameters (Wyllie et al., 2004) 19
Table 7 : Major families of joints 22
Table 8: Ultimate Slope Design Recommendations. 29

Appendices

APPENDIX A **Direct shear test results**

APPENDIX B **Pit slopes design**

1 INTRODUCTION

Sayona Mining retained Journeaux Assoc., a division of LAB JOURNEAUX INC., to assist with the pit slope design of the Authier lithium project hosted in a pegmatite intrusion near the city of Val d'Or, Quebec. Figure 1 presents a location plan of the proposed Authier lithium project.

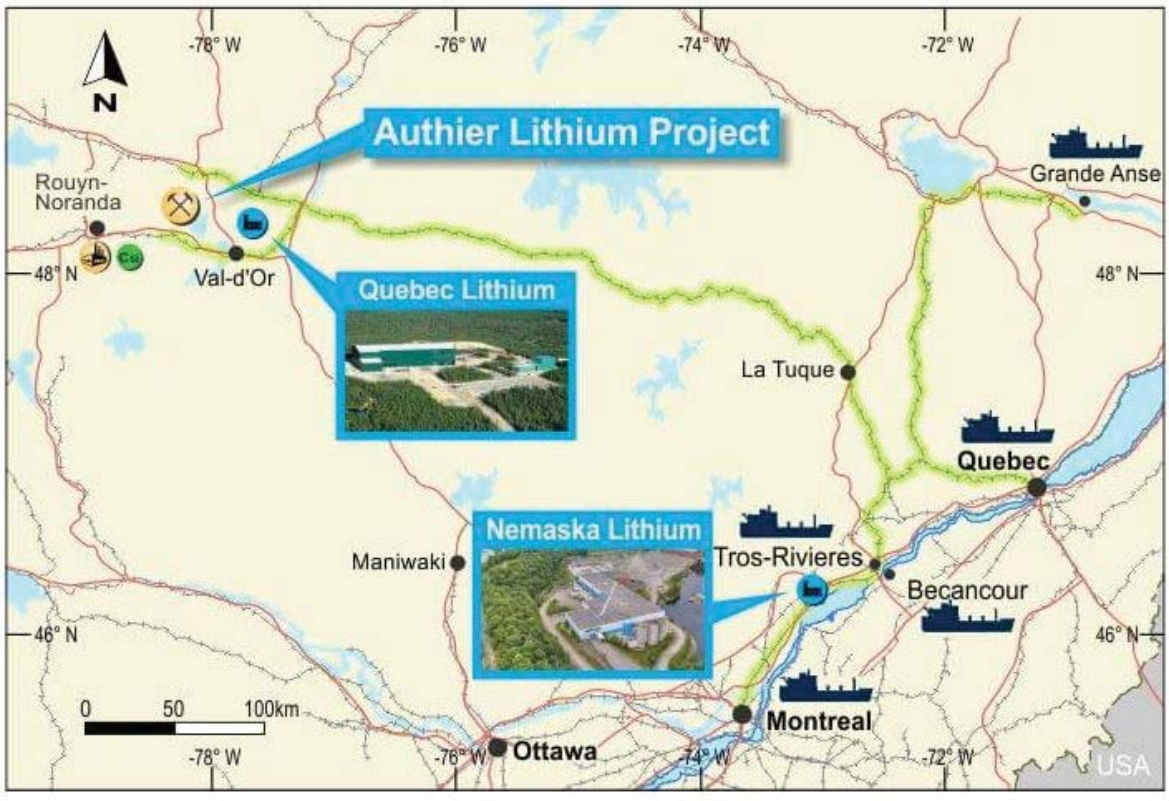


Figure 1: Location plan of the Authier Lithium Project (Sayona Mining)

The Authier lithium project involves an open pit excavation striking 1000 meters long in the east – west direction and 480 meters wide in the north-south direction extending to a maximum depth of about 200 meters. Figure 2 shows an isometric plan view of the proposed open pit excavation limits.

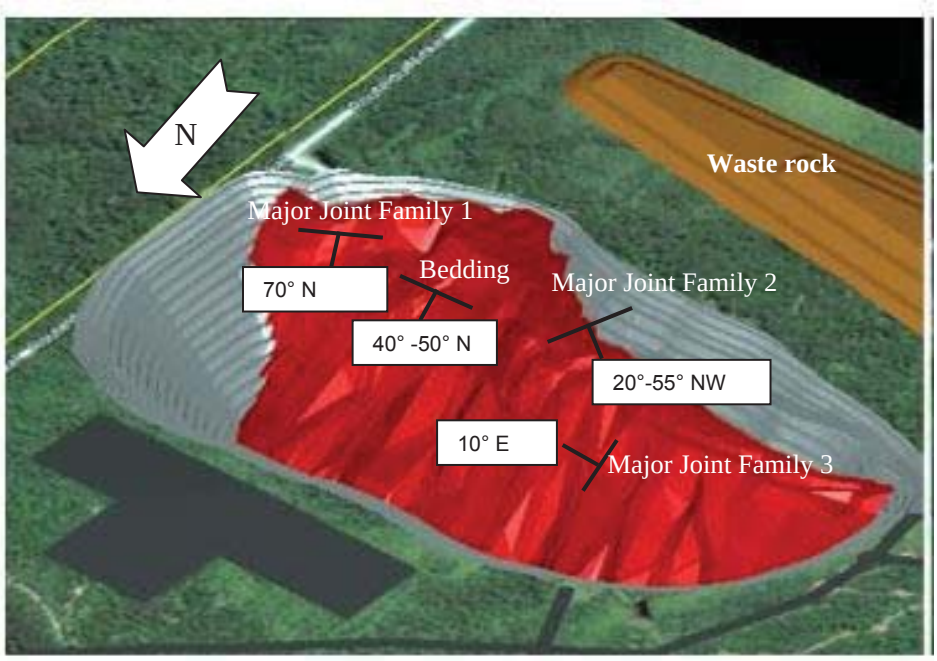


Figure 2: An isometric plan view of the proposed open pit excavation limits (After Sayona Mining)

The objective of this study is to review the existing structural geology model developed based on geological data collected from exploration core oriented boreholes drilled in 2016 and 2017, provided by Sayona Mining. It should be noted that the drilled boreholes were mainly for exploration purpose, therefore they were drilled mainly perpendicular to the tabular pegmatite rich in lithium ore body dipping towards the north and not towards the pit walls (See Figure 3). In addition, most boreholes (26) were localized mainly on the central north side of the pit and drilled away from the pit wall limit with few (3) boreholes drilled on the south side. In the design of pit wall slopes, the structural geology features encountered in the exploration boreholes are assumed to be dominant in the region and projected behind the pit wall limits. It is recommended that additional geotechnical oriented boreholes be drilled in order to confirm the structural geology model developed before the final design of the pit wall slopes.

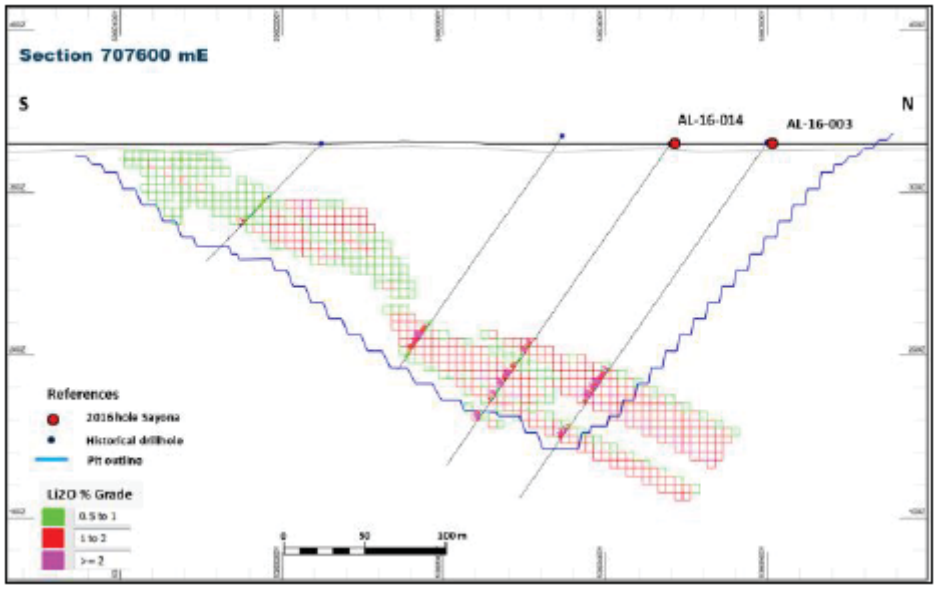


Figure 3: Typical pit cross section showing holes drilled perpendicular to the ore body

Laboratory direct shear tests on rock joints were conducted on a number of rock cores selected from exploration boreholes drilled in November 2017.

The existing structural geology data and the results obtained from the laboratory direct shear tests served to review the existing designed pit slopes and to recommend optimum stable economical pit slopes.

2 METHOD OF WORK

Eighteen (18) exploration core oriented boreholes were drilled in 2016 and thirty one (31) exploration boreholes were drilled in 2017. These boreholes were logged by Sayona Mining and the relevant structural geology data were reported in a database that was transferred to Journeaux Assoc.

To conduct the current review of the existing structural geology model, the following available data, supplied by Sayona Mining, were consulted and studied:

1. Prefeasibility study prepared by SGS Canada Inc., November 23rd, 2016.
2. A report summarizing the results of the Unconfined Compression Strength (UCS) tests done at Université École Polytechnique, Montreal.
3. 2016 exploration boreholes logged geological information database.
4. 2017 exploration boreholes logged geological information database.
5. A partial collection of photo of the rock cores recovered but no borehole camera logging of the exploration boreholes.
6. A recent structural geology summary prepared by the Sayona Mining geologist (Gustavo Delendatti) presenting stereonets which summarize the major families of joints encountered in the recovered rock cores.

In December 2017, a site visit was made by the personnel of Journeaux Assoc. to inspect a zone of predominant bedrock within the mine lease and locate visible rock outcrops for the purpose of locating a potential mine building site. Due to high snow cover, it was difficult to observe any structural geologic features on bedrock outcrops (see Figure 4).



Figure 4: Typical terrain condition observed during site visit in December 2017

During the site visit, rock core samples stored from 3 boreholes in the core shack were selected by the personnel of Journeaux Assoc. for laboratory direct shear testing. Table 1 lists the 2017 exploration borehole sections from which samples were selected by Journeaux Assoc. for laboratory testing.

Table 1 : List of the 2017 exploration boreholes from which samples were selected for laboratory direct shear tests.

Borehole ID	Sample JA ID	Depth along Borehole (m)	Dip (°)	Azimuth (°)	Location along Pit
AL-17-22	DS # 1	75.4	60	180	North Wall Middle of Pit
AL-17-22	DS # 2	75.5	60	180	
AL-17-22	DS # 3	175.3	60	180	
AL-17-22	DS # 4	175.5	60	180	
AL-17-22	DS # 5	176.8	60	180	
AL-17-14	DS # 6	76.7	55	180	North East Corner of Pit
AL-17-30	DS # 7	11.0	45	180	South East Corner of Pit
AL-17-30	DS # 8	11.7	45	180	

3 GROUNDWATER LEVEL

In the summer 2017, Richelieu Hydrogéologie Inc. carried out a hydrogeological investigation. Fifteen (15) boreholes were drilled with piezometer installations in all of them. The location of the hydrology boreholes is shown in Figure 5.

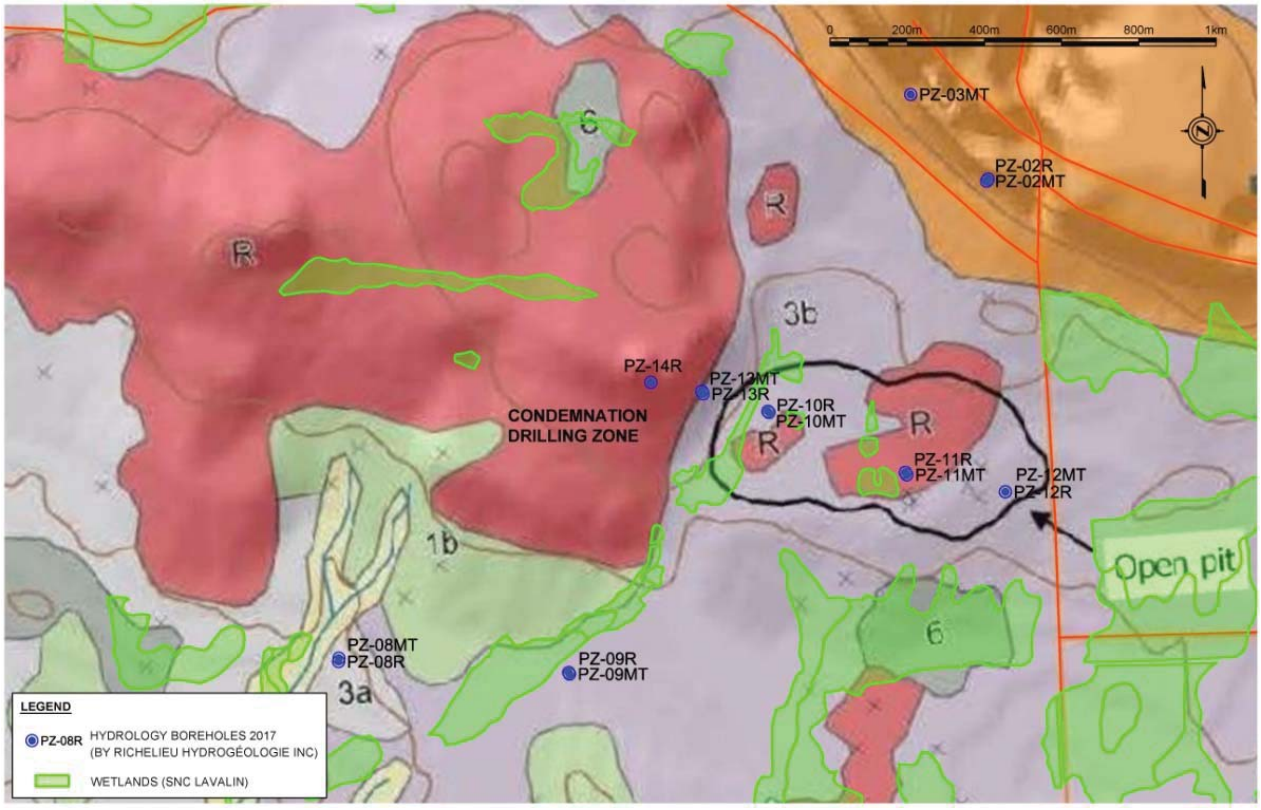


Figure 5: Location plan of the drilled hydrology boreholes

As it can be observed in Figure 5, only nine (9) hydrology boreholes are close and only three (3) within the proposed pit limits. Table 2 presents the water levels measured in five (5) hydrology boreholes drilled near the proposed pit limits.

Table 2 : List of the hydrology boreholes within the pit limits

Borehole ID	Date of Borehole Drilled dd/mm/year	Date of Water Level Measured dd/mm/year	Water Level Depth (m)	Ground Elevation (m)	Water Level Elevation (m)
PZ-10-MT	11/07/2017	21/08/2017	1.30	335.00	333.70
PZ-10-R	07/07/2017	21/08/2017	1.29	335.00	333.71
PZ-11-MT	06/07/2017	21/08/2017	0.86	333.00	332.14
PZ-11-R	05/07/2017	21/08/2017	1.15	335.00	333.85
PZ-12-MT	04/07/2017	21/08/2017	0.52	323.00	322.48
PZ-12-R	03/07/2017	21/08/2017	-0.39	323.00	323.39
PZ-13-MT	19/07/2017	22/08/2017	1.11	347.00	345.89
PZ-13-R	18/07/2017	22/08/2017	2.31	386.00	383.69
PZ-14-R	17/07/2017	22/08/2017	0.29	358.00	357.71

The hydrogeological investigation carried out by Richelieu Hydrogéologie Inc. reports water levels between 0.5 and 2.3 meters below ground level in the area of the open pit or between elevations of 323 to 384 meters. These measurements indicate that the water level is quite high, thus it will affect the stability of the existing overburden and the pit walls during excavation of the proposed open pit.

During excavation, both the surface water run-off and groundwater will be draining into the pit. To prevent surface water draining into the open pit, a peripheral shallow ditch combined with low berms can be used to redirect drainage water away from the pit (Figure 6).

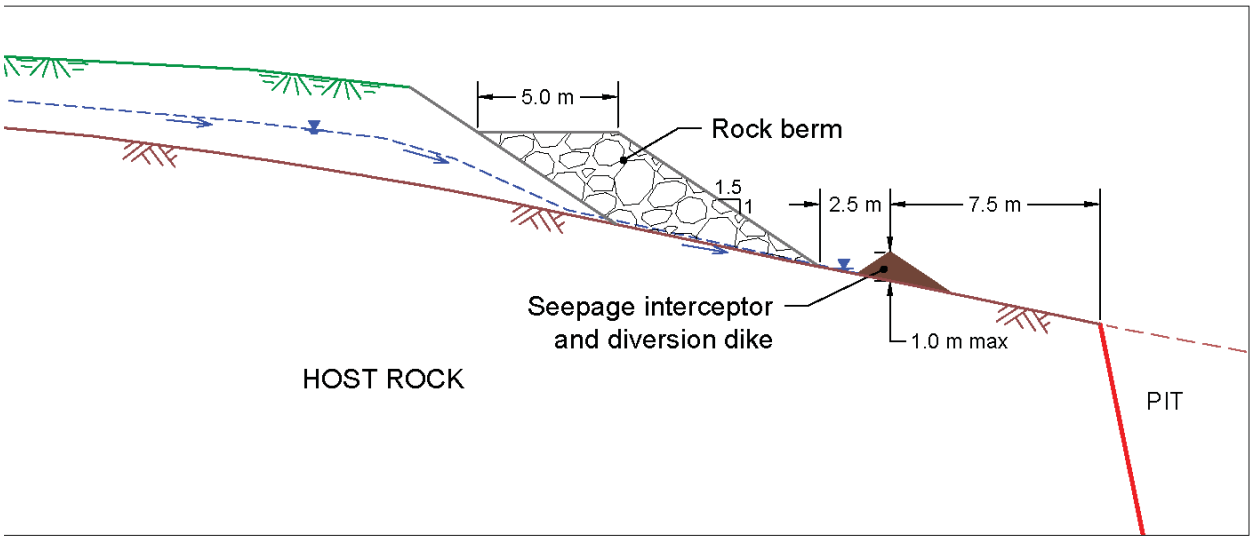


Figure 6: Typical cross-section showing a berm for diverting water

As the pit is deepened and its level falls below the water level, the groundwater must be properly managed. Permeable zones, such as fault zones, will be critical locations for water flow. A discussion on site dewatering is presented in Section 7.4. The pit slope design, presented in this report, is based on dry bedrock conditions (dry pit walls).

4 OVERBURDEN

The overburden covering the ore body is mainly composed of an organic top layer followed by a layer of fine to coarse brown and grey sand with a depth varying between 1 meter and 19 meters along the 1000 meters long pit. Figure 7 presents the depths of the overburden soil layer as encountered in the exploration boreholes drilled in 2016 and 2017.

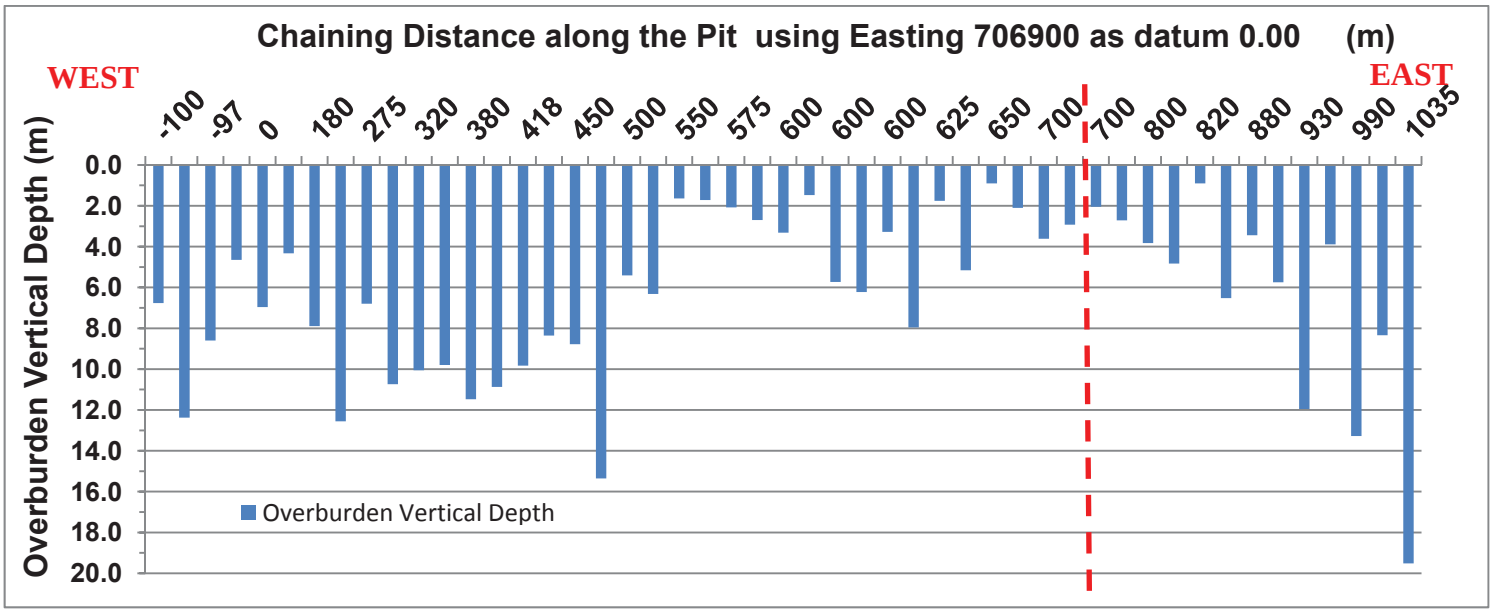


Figure 7: .Depth to bedrock based on exploration boreholes drilled in 2016 and 2017

As it can be noticed in Figure 7, deep overburden is encountered at both the west and east extremities of the pit. The overburden varies between 5 meters and 15 meters for the initial 700 meters length of the pit starting on its west side. On the east end, the depth of the overburden increases progressively (west towards east) from 5 meters to 20 meters at its extreme east end.

The overburden within the centre of the pit is relatively shallow varying up to about 8 meters at one location.

No geotechnical information was available at the time of writing this report for characterization of the overburden since most core drilled boreholes were for bedrock exploration only.

Limited information on the overburden (i.e. description and standard penetration N-Values) is presented on the hydrogeology program borehole logs. Borehole PZ-10R, located within the proposed open pit limits, indicates that the overburden depth is about 12.5 meters and it is composed of a loose 0.5 meter organic layer followed by a 3 meters compact brown and grey

sand layer, with grey sand extending for an additional 9 meters where it changes consistency and becomes loose before reaching the bedrock at a depth of 12.5 meters below the ground surface.

The deep overburden and the high water level will negatively affect the stability of the overburden slopes once the proposed open pit is excavated. Hence, the overburden at the perimeter of the pit should be excavated using a minimum slope of 4H: 1V. To attain a steeper excavation slope, the water table should be lowered either by excavating all around the pit a deep collection ditch or lowering the water table mechanically by installing pumping wells. A minimum step back of about 10 meters between the pit excavation limit and the toe of the overburden slope should be respected.

5 BEDROCK DESCRIPTION

The Authier property is located in the southeast part of the Superior Province of the Canadian Shield craton more specifically in the Southern Volcanic Zone of the Abitibi Greenstone Belt. Figure 8 presents regional geology map of the Authier property. A detailed discussion on the regional geology was covered in the prefeasibility study prepared by SGS 2016.

The pegmatite rich in lithium ore is located in a low angle north dipping intrusion in the hosting rock which is a mafic metamorphic amphibolite. The amphibolite is mainly composed of amphibole and plagioclase feldspars, with little or no quartz. Also the amphibolite is slightly foliated as it can be seen in Figure 9.

The developed structural geology model is based on the structural geologic joints encountered in 12 oriented boreholes drilled in 2016 and 10 oriented boreholes drilled in 2017. All structural geologic features (measurement of the inclination of angle alpha and beta of joints and fractures) were logged by Sayona personnel and transferred to Journeaux Assoc.

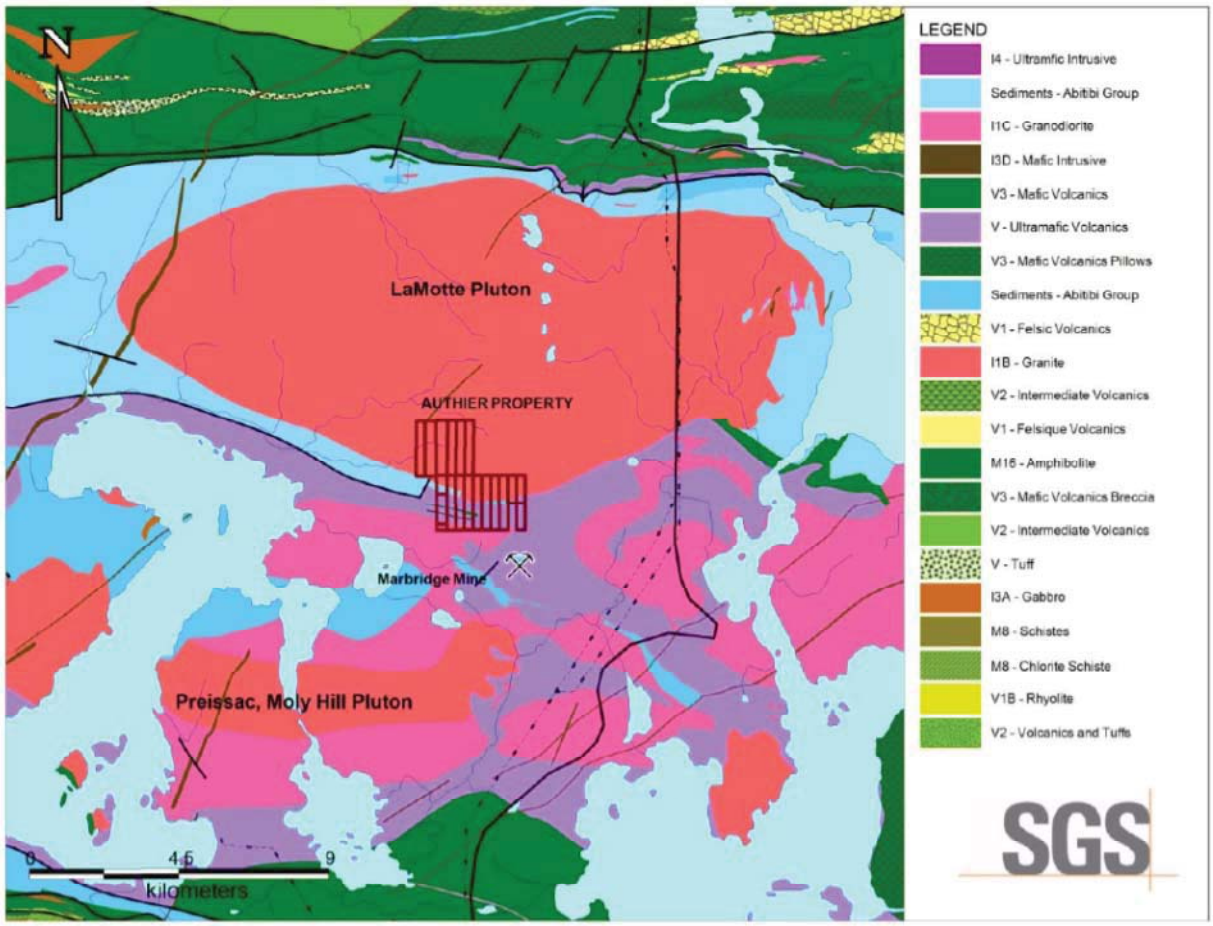


Figure 8: Regional geology map



Figure 9: Foliation observed on amphibolite hosting rock

5.1 Laboratory Testing

5.1.1 Uniaxial Compression Strength (UCS) Tests

Sayona tested twelve (12) rock samples in Uniaxial Compression Strength (UCS) as part of the drilling program completed in 2016. All UCS tests were carried at Université École Polytechnique on amphibolite and pegmatite cores recovered from the exploration boreholes drilled at 45°, according to ASTM D-7012-14. Table 3 presents the UCS results.

Table 3: Summary of uniaxial compression strength (UCS) tests results

Sample ID	Borehole ID	Rock Type	Depth (m)		Unit Weight (kN/m^3)	UCS (MPa)
			From	To		
1	AL-16-04	Pegmatite	122.3	122.5	25.7	173.41*
2	AL-16-10	Amphibolite	35.3	35.6	29.3	190.47*
3	AL-16-11	Amphibolite	181.3	181.5	26.0	136.46
4	AL-16-12	Amphibolite	222.6	222.8	28.4	223.79
5	AL-16-13	Pegmatite	221.3	221.5	26.3	208.49
6	AL-16-14	Amphibolite	22.6	22.8	27.0	242.52
7	AL-16-15	Pegmatite	102.0	102.2	25.6	127.31
8	AL-16-15	Amphibolite	65.2	65.4	28.7	226.59
9	AL-16-15	Amphibolite	230.0	230.2	28.3	159.93
10	AL-16-16	Amphibolite	174.0	174.2	27.1	236.14
11	AL-16-18	Amphibolite	231.7	231.9	25.7	218.75
12	AL-16-18	Amphibolite	216.7	216.9	25.7	227.33
*The strength reported is extrapolated as the scale used during the first two tests was not sufficient to reach the rupture strength of the rock.						

The results of the tests show that the rock UCS varies between 127 MPa and 242 MPa with an average value of 185 MPa. These values indicate that the rock has a very high compressive strength.

5.1.2 Direct Shear Tests on Rock Joints

Prior to performing direct shear tests, the joints systems encountered were classified using common means of assessing joint shear strengths. The following methods were used to help define the joint systems:

- Barton's (1973, and Barton et al. 1974) system of describing joint roughness and alteration.
- Barton and Choubey's (1977) method of providing a joint roughness profile (JRC).

Subsequently, Barton's equation (eq. 1) for determining the shear strength of joint planes was fitted to the direct shear tests results.

$$\tau = \sigma_n tan\left[JRC \log_{10}\frac{\text{JCS}}{\sigma_n} + \Phi_b\right] \qquad \text{(eq. 1)}$$

where, τ is the peak shear strength, σ_n is the effective normal stress, JCS is the joint wall compressive strength and Φ_b is the basic angle of friction.

The joints tested were recovered from host rock core samples drilled in 2017. The tested joints are clean and the joint roughness varied between smooth planar and wavy rough surface. The joints with a rough profile result in high shear strength compared to smooth planar joints which exhibit lower shear strength.

Table 4 summarizes the results of seven (7) direct shear tests done by Journeaux Assoc. on clean joints of amphibolite host rock core samples selected during the site visit of Journeaux Assoc. personnel in November 2017.

Table 4: Summary of direct shear test results on clean dry host rock joints

Borehole ID	Sample JA ID	Vertical Depth (m)	Location Pit	Shear Test Results			
				Normal Stress (MPa)	Angle of Friction ϕ (°)	Normal Stress (MPa)	Angle of Friction ϕ (°)
AL-17-22	DS # 1	65	Middle North Wall of Pit	0.38	59	0.75	45
AL-17-22	DS # 2	65		Large Joint Plane could not be tested			
AL-17-22	DS # 3	152		0.53	54	1.07	51
AL-17-22	DS # 4	152		0.40	53	0.80	51
AL-17-22	DS # 5	153		0.61	56	1.21	39
AL-17-14	DS # 6	63	North East Corner of Pit	0.62	68	-	-
AL-17-30	DS # 7	8	South East Corner of Pit	0.51	70	1.02	64
AL-17-30	DS # 8	8		0.53	60	1.07	41

Initial testing of the intact rough joints resulted in friction angles varying between 53° and 70° when the joint surface is tight and intact. When re-testing and subjecting the same sample to double the normal load applied to the slide plane in the first test, the angle of friction of joints is much lower at 39° and 64°. Such decrease in shear strength being due to loss during the initial shear test of roughness or shearing of asperities in wavy rough joint planes. The seven (7) tested rock samples indicated that the shear strength of the joints is quite high. A typical plot of the normal stress versus the shear stress obtained in the direct shear test done on a sample recovered from AL-17-22 at vertical depth of 65 meters is shown in Figure 10. The full direct shear test results are presented in Appendix A.

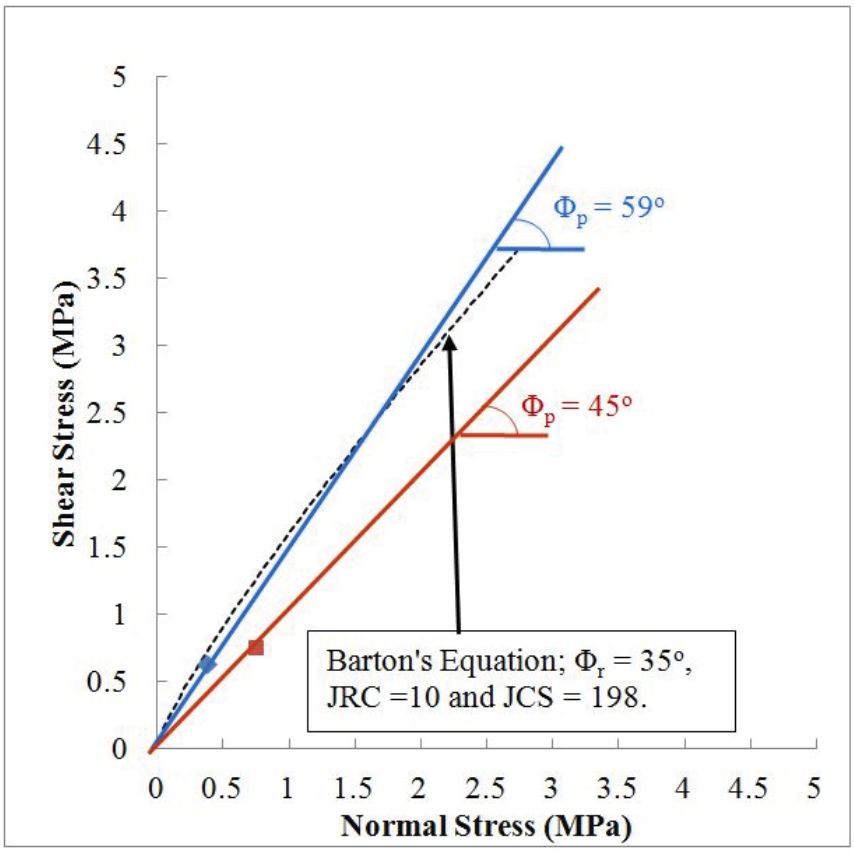


Figure 10: Typical direct shear test results obtained on a sample recovered from AL-17-22 at vertical depth of 65 meters

5.2 Rock Mass Properties

5.2.1 Rock Quality Designation (RQD)

Rock Quality Designation (RQD) measures the total length of solid pieces of fresh, slightly weathered and moderately weathered core longer than 100 mm (4 inches) against the total length of the indicated core run expressed as a percentage. RQD values rate the quality of the rock on a scale from 0 to 100%. A RQD of 90-100% rates the rock as of excellent quality. The following Table 5 presents RQD ranges and corresponding rock quality classification.

Table 5: Correlation between RQD and rock mass quality (after Singh and Goel, 1999)

S. No.	RQD (%)	Rock Quality
1	<25	Very poor
2	25-50	Poor
3	50-75	Fair
4	75-90	Good
5	90-100	Excellent

Figure 11 presents the RQD values versus the corresponding elevation as reported in the database transmitted to Journeaux Assoc. by Sayona.

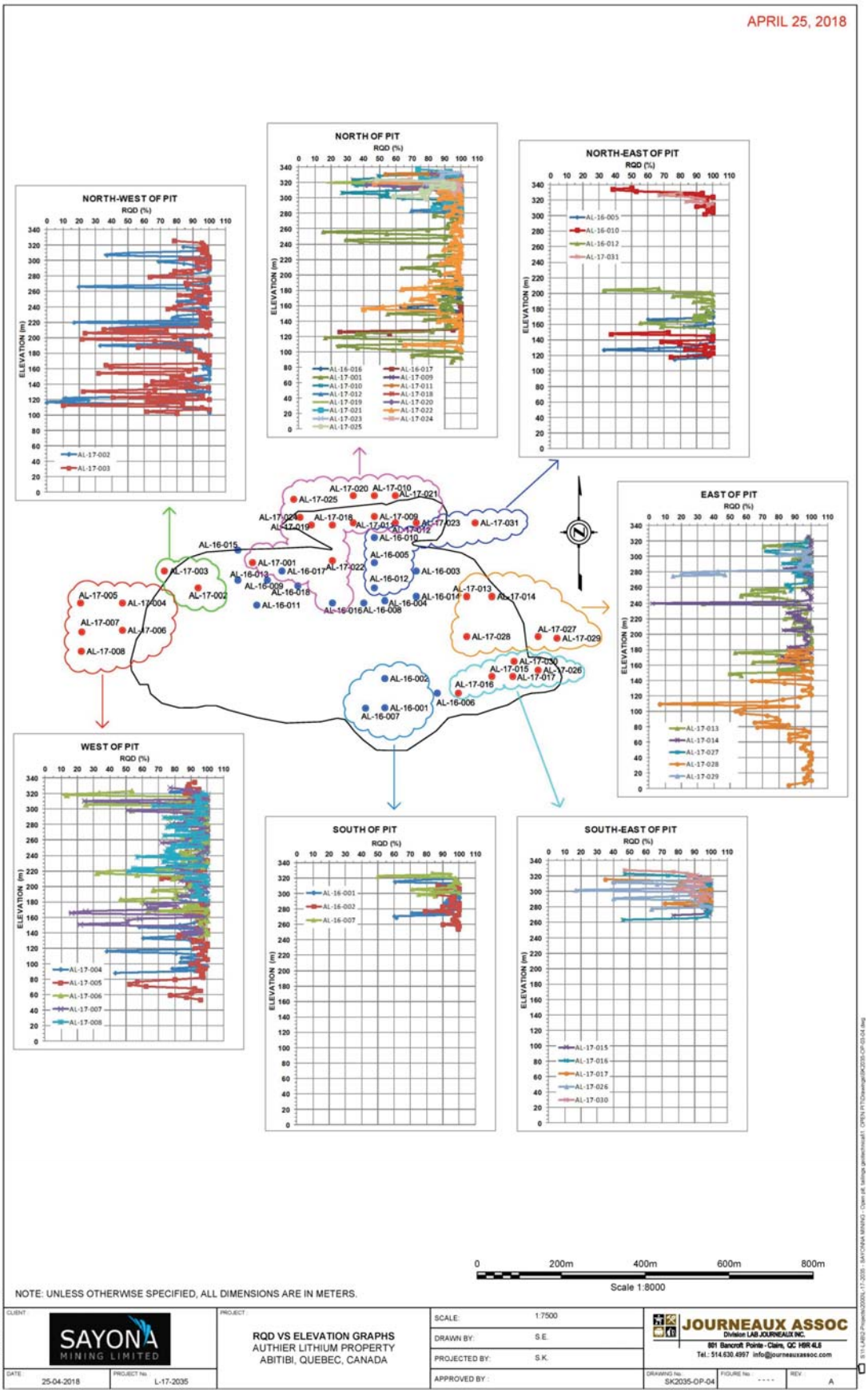


Figure 11: RQD Values versus Elevation for exploration boreholes

As it can be observed in Figure 11, most RQD values are greater than 75% which indicates that the rock is in general of good to excellent quality. At certain localized zones, the RQD values dropped to less than 25% which indicates that the rock is of poor quality. These zones of low RQD values may be faults or heavily fractured seams.

It should be emphasized that it was impossible to review or evaluate the reported RQD's since the set of photos of the rock cores recovered from the boreholes drilled in 2016 and transmitted to Journeaux Assoc. was not complete; various sections were missing. In addition, the full set of photos of the rock cores recovered from the boreholes drilled in 2017 was not transmitted to Journeaux Assoc.

5.2.2 Rock Mass Rating

The Rock Mass Rating (RMR) classification system developed by Bieniawski (1989) was used to estimate the strength of the rock mass. The RMR system incorporates UCS, RQD, joint spacing, joint condition and groundwater condition. Each of these parameters is assigned a rating value and the sum of these yields the RMR which varies between 0 and 100. Based on the available data and inspection of certain collected joints, the RMR_{1989} of the hosting VVM mafic rock is 84, classifying the rock mass as very good quality with an angle of internal friction of rock mass greater than 45°and is similar to the laboratory tests carried out on the previously sheared and destructed texture of virgin joint plane (see section on shear test results).

5.2.3 Rock Mass Strength

5.2.3.1 Hoek-Brown Failure Criterion

The evaluation of the shear strength of intact core samples or of distinct discontinuities (joints) is achievable by conducting well established laboratory tests on recovered rock core samples. However, the estimation of the shear strength of the rock mass is more difficult as it should account for the combined influences of intact rock, discontinuity, shear strength, the frequency and the continuity of fractures. According to standard practice, the Hoek-Brown failure criterion provides an empirical approach for evaluation of the shear strength of the rock mass. To apply this failure criterion, two Hoek-Brown material constants for jointed rock mass (m and s) should be defined. Values of m and s vary with rock mass quality and lithology. These values are calculated using correlation of the values obtained on intact rock, the geological strength index (GSI) and the degree of disturbance factor (D) which measures the damage of the rock mass due to blasting.

As no extensive laboratory testing program was done at this stage of the project, the Hoek Brown material constants were estimated based on available published tables and charts in the literature. Table 6 summarizes the suggested Hoek-Brown parameters.

Table 6: Values of Hoek-Brown parameters (Wyllie et al., 2004)

Hosting Rock Type	m_i Intact Rock	s Intact Rock	Geological Strength Index (GSI)	Disturbance Factor (D)
Amphibolite (Metamorphic Slightly Foliated)	26	1	55-75	1

5.3 Structural Geology within the Authier Property

The proposed pit walls follow the general orientation outline of the East - West trending tabular pegmatite body rich in Lithium. The bedding planes (schistosity) in the open pit area are quite consistent dipping between 45° and 50° towards the north (see Figure 12).



(a) Borehole AL-16-01 Depth (45 - 57 m) South Side of Pit



(b) Borehole AL-16-12 Depth (163 - 174 m) North Side of Pit

Figure 12: Sample of recovered rock cores showing long cores with short shear zone

The structural geology critical to the pit walls stability was evaluated from logging 4,190 structural features (such as joints, veins, and faults) encountered in rock cores recovered in the drilled oriented boreholes. The structural data served to plot stereonets identifying prominent pole concentrations. These pole concentrations are grouped to identify the joints controlling the stability of the open pit walls.

The structural geology model was prepared by Sayona and the stereonets were transmitted to Journeaux Assoc. in order to recommend stable and economical pit slopes. Figure 13 is the stereonet presenting the major families of joints controlling the stability of the pit walls.

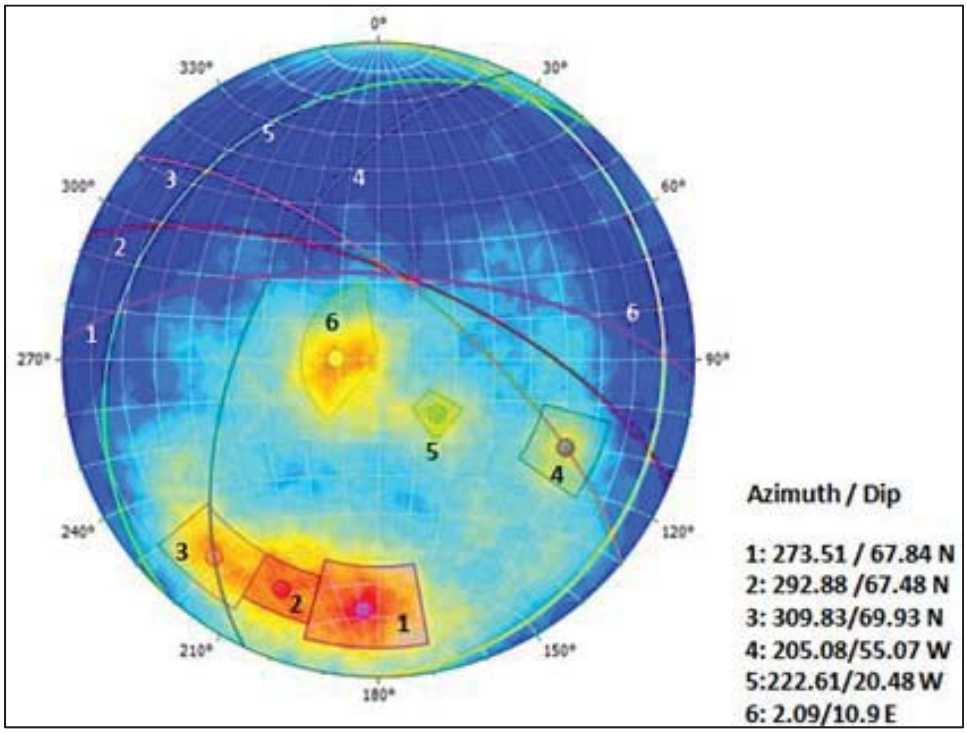


Figure 13: Stereonet plot showing the major families of joints encountered

As it can be observed in the stereonet presented in Figure 13, all logged structural data can be reduced into six (6) critical joints. These joints can be grouped into three design major families of joints based on the dip direction.

Table 7 summarizes the design major families of joints developed in the structural geology model.

Table 7 : Major families of joints

Joint ID	Azimuth (°)	Dip Angle (°)	Notes
J1	274-310	68-70	Joint striking East South East – West North West and dipping 70° towards the North
J2	205-222	20-55	Joint striking North East – South West and dipping 20°-55° towards North West
J3	2	10	Near horizontal joint striking North – South and dipping 10° towards the East

From these structural geologic model features, the south wall is expected to be the most prone for failures as bedding planes and major joint families (J1 and J3) are dipping parallel to the wall and sliding on these planes are most probable.

On the opposite north pit wall, these discontinuities dip at 45° into the wall and are less prone to initiate large scale shear failures unless some major fault zone behind the wall and dipping parallel or at a steeper angle could lead to a major rock slide. This should be investigated as the pit is deepened. .

Faults are another major critical feature controlling the stability of the pit walls. The information about the faults within the project area was retrieved from SIGEOM. Figure 14 presents a map with the locations and orientations of faults in the Authier region.

However, major some photos of rock cores recovered in the drilled boreholes show zones of broken rock which could probably indicate localized zones of faults. Figure 15 shows typical rock cores representing probable fault zones within the proposed pit limits.

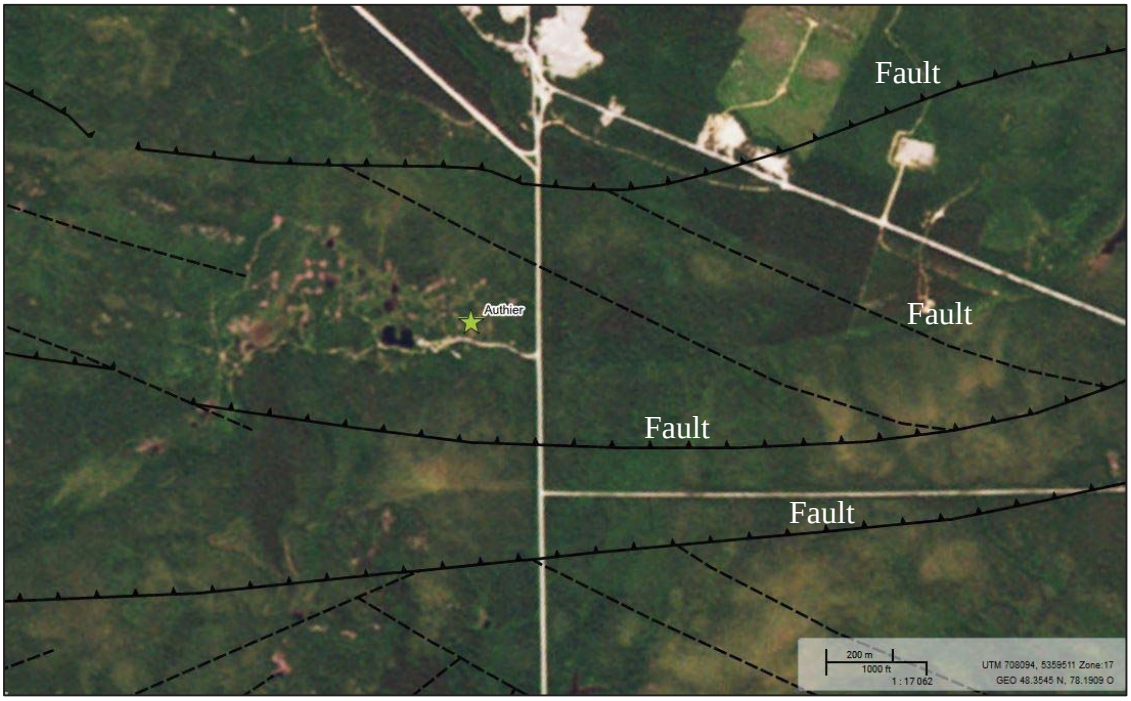


Figure 14: Faults within Authier project

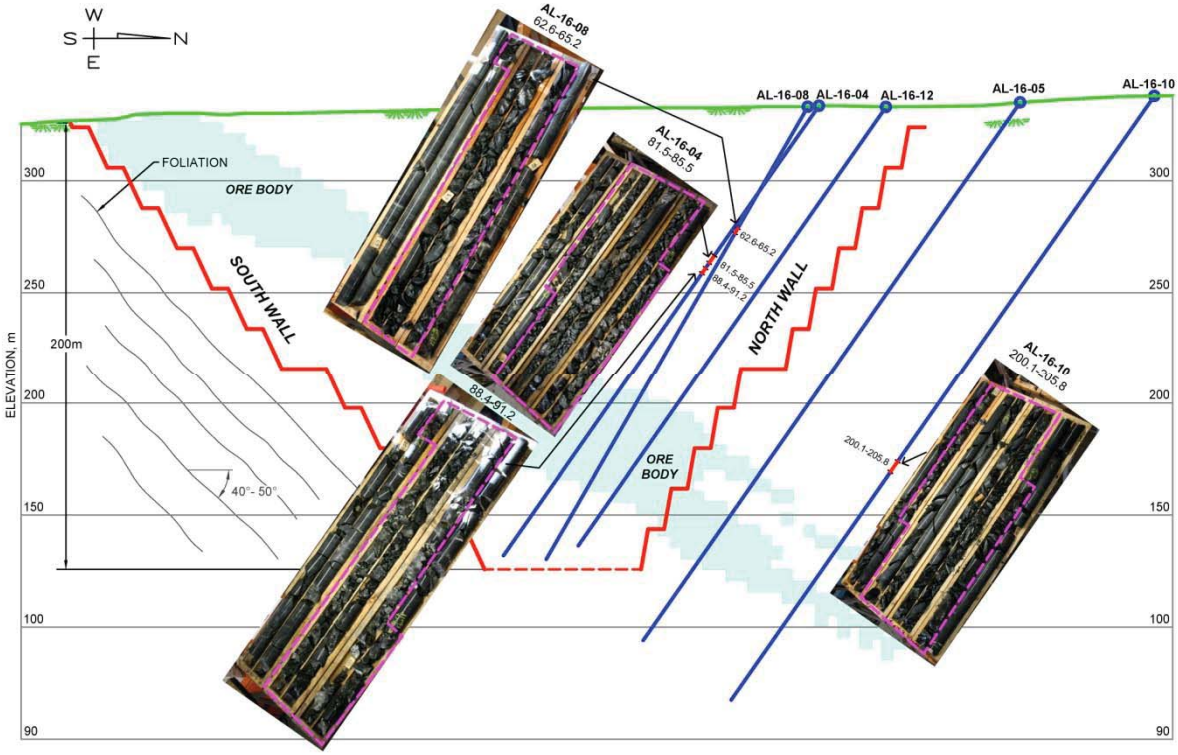


Figure 15: Broken rock cores probable fault zones

Most of the fractured rock cores are localized in the central north side, the north west end and the north east end of the pit. According to Sayona the drilling program schedule was very limited; therefore no details on the orientation and the extent of these fractured zones are fully developed at this stage.

It should be emphasized that these fractured zones are critical to the stability of the pit walls especially if these faults are dipping into the pit. As the open pit excavation reaches these fractured zones, consolidation of the rock face using anchors will be necessary to ensure the stability of the pit walls excavated at the economic recommended design slopes.

6 PIT WALL STABILITY ANALYSIS

The major bedding and the steepest discontinuity plane are reported to dip towards the north within the rock formation of the Authier Project. This structural geologic logging is the controlling feature in open pit slope design.

The kinematic (local failure) stability of pit slopes was analysed using *Rocplane* and *Swedge* (software by *Rocscience)* to account for major planar failures and more limited local wedge type rock falls, respectively.

In general, there are two (2) typical failure mechanisms for the Authier pit slopes:

1. Plane shear failure deep or shallow affected by frost penetration
2. Local wedge failure

6.1 Planar Shear Failure

Local planar failure will occur when a continuous discontinuity daylights/intersects the bench face, creating a relatively thin knife-edged triangular block of rock that may slide if, as a rule of

thumb, the inclination of the major geologic defect is steeper than the peak friction angle of the shear plane. Usually, with seasonal freeze-thaw conditions these planes of weakness can deteriorate and lead to sliding of the block. Figure 16 shows a typical planar failure. The average shear strength properties (Φ_p ~ 60°) of the more common joint planes established in the laboratory, along with the predominance of steeply dipping joints confirm that local failures will occur when a joint plane daylights into the pit face.



Figure 16: Planar failure in a rock wall

Larger deep planar failures involving many benches of the high slope are wall conditions due to the fact that a major continuous discontinuity feature must be located deep behind the pit slope and well beyond the maximum depth of frost penetration. In addition, any steeply dipping major discontinuities or shear zones are critical and may require anchoring to maintain stability.

6.2 Wedge Failure

Local wedge failures will occur when two (2) opposing dipping joints meet on a steeply inclined angle towards the pit. In this case, the intersecting line between the two joint surfaces creating a rock wedge that can slide if the angle of the intersecting line is steeper than the peak friction angle. Figure 17 shows a schematic of wedge failure where two intersecting joints form a wedge along a sloping face. Figure 18 shows a typical wedge failure.

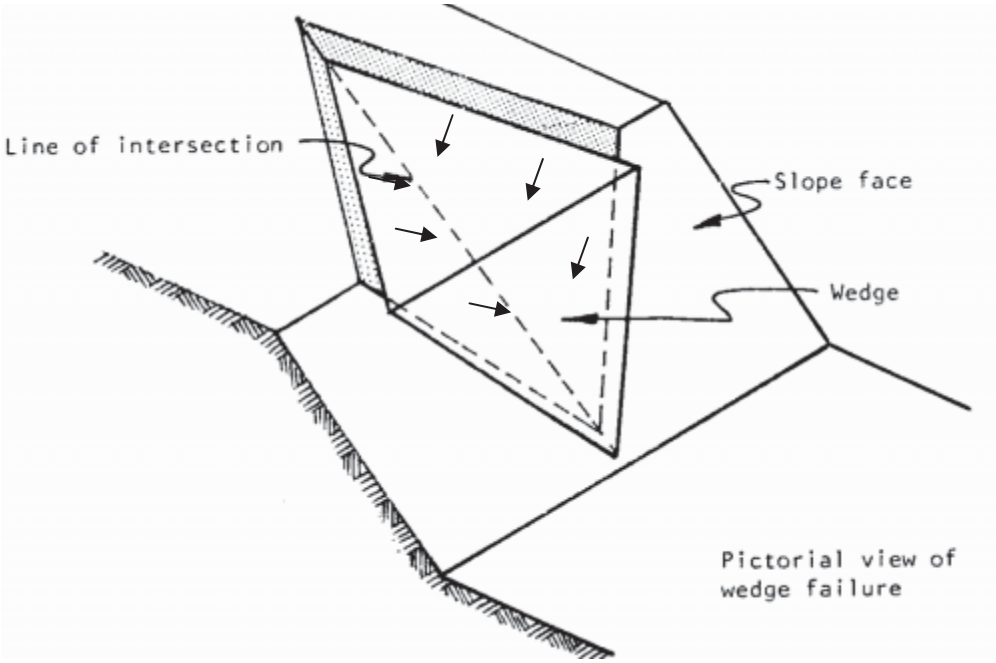


Figure 17: Schematic of two intersecting joints causing wedge failure.



Figure 18: Wedge failure within pre-shear of rock face.

Within the rock surrounding the Authier project, many different weakness plane dips and orientation may exist; therefore, a variety of wedges may occur within the pit walls. Careful monitoring for such features is necessary to prevent slides. However, because of the dominant structural geology interpreted to generally dip northward and north - west, the south pit wall is expected to be most prone to wedge failure.

6.3 Summary of Pit Slope Analysis

Planar shear failures and wedge failures are the two failure mechanisms that are expected to occur locally within the Authier open pit. Both planar and wedge failures are controlled by the shear strength properties of the joint planes, which were noted to be usually rough and wavy in the rock cores. Common rough joint planes within the amphibolite host rock formations will

control most of the planar and wedge failures at the pit wall interface. Lab tests indicate that shear strength within the rough joint planes are most probable in the range of 53° - 70°. The majority of joints dip north or northwest and some may daylight within the south pit wall. Joints in the surface zone within the frost depth can slide, particularly if the pit walls are not dry. Weaker smooth joint planes are at risk of sliding if the joint planes daylight in the pre-sheared excavation slope at even low angles.

6.4 Pit Slope Design Recommendations

As most of the pegmatite rich in lithium will be mined, the final pit walls will be mostly parallel to the formation dip and the mafic volcanic amphibolite bedrock. It is recommended that initially the north wall, where most critical joints and bedding planes dip at about 50° into the wall, is designed using an overall slope of 59° and this for the total depth of the pit of about 200 m.

For the south wall, where most critical joints and bedding planes daylight into the pit at about 50°, the slopes should be designed for an overall pit slope of 48° over the total depth of the pit of 200 m. A typical north-south cross section showing the bedding planes, the major families of joints encountered and the recommended design slope parameters is presented in Figure 19.

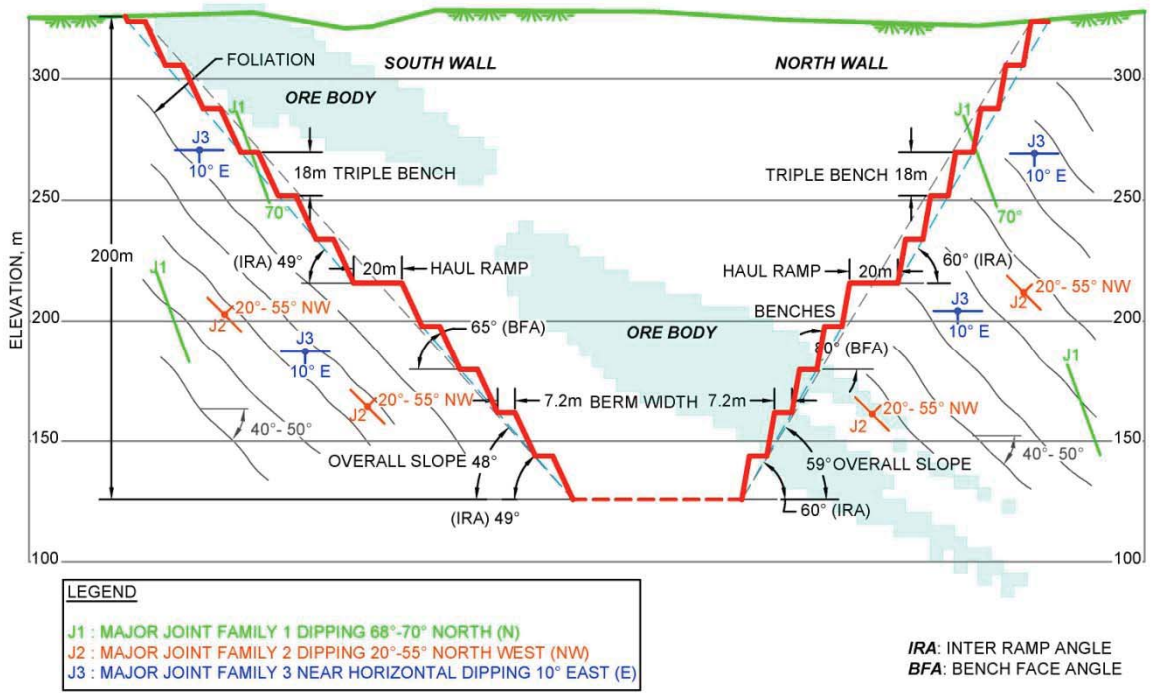


Figure 19 : Typical north south cross section of the pit walls

Table 8 presents the ultimate pit slope design recommendations for the north and south walls. A drawing with the recommended design slope parameters and the locations where the recommended slopes are applicable on the north side and the south side of the proposed pit is presented in Appendix B.

Table 8: Ultimate Slope Design Recommendations.

Wall	Wall Azimuth	Maximum Vertical Bench Separation (m)	Bench Face Angle (°)	Inter-Ramp Angle (°)	Catch Bench (m)	Overall Pit Slope (°)
North Wall	25° (NE) - 335° (NW)	18	80	60	7.2	59
South Wall	155° (SE) - 205° (SW)	18	65	49	7.2	48

It should be clearly emphasized that the above recommended slopes are strictly limited to the north and south walls of the central part of the proposed open pit. Due to limited available data concerning the orientation of the fractured zones, observed mainly in the north west corner and the east/ south east end of the pit, the slopes at the pit extremities should be reviewed after conducting additional detailed geotechnical investigations in these localized areas.

Based on the performance of the slopes during the summer and winter periods of the initial years of operation, the slopes can be adjusted if necessary.

To determine whether steeper slopes can be used for the ultimate pit slope, it will be necessary to inspect and review the structural geology of the exposed bedrock of the excavation so a more refined structural plan can be prepared showing the strike and dip of any day lighting shear zones or faults that might have a serious impact on pit slopes. These inspections should be done for the first few lifts and then after on a yearly basis. Depending on the conditions of the pit walls, the stability analysis can be repeated for the deeper parts of the pit using any new structural information that is exposed so that the ultimate pit slopes can be confirmed as designed or adjusted as required.

6.5 Overburden Design Recommendations

For stability of the pit overburden, a 10 meters catch bench (berm) at the overburden/bedrock contact and a 14 degree slope (4H: 1V) are recommended (see Figure 20). This geometry may be presently incorporated in the pit design for all areas, regardless of the thickness of overburden, and adjusted during operations as more information will be available relative to soil type, condition and overburden depth as well as ground water level and drainage.

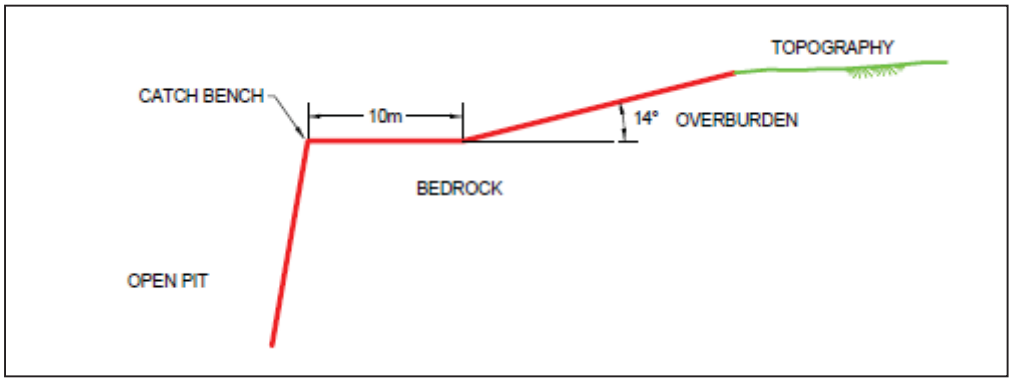


Figure 20 : Typical overburden set-back bench geometry

7 DISCUSSION

7.1 Structural Geology and Pit Design

The dominant structural geology of the bedrock formation is controlled by a solid, massive mafic amphibolite host rock which contains pegmatite intrusion rich in the lithium ore body, trending in a general east – west direction. This orientation with predominant north and west dipping joints defines the principal structural weakness in the formation and will control the main instability planes affecting mainly the south wall.

7.1.1 Effect of Main Structural Features on the Pit Wall Stability

The risks of instability are greatest in the south pit wall which with the foliation also dipping at 45° or more and near the pit slope, foliation mass sliding can occur if secondary joints dip at low angles 50^{o} into the pit.

Pre-shearing techniques are recommended since mass-excavation with large powder factors lead to considerable back-break resulting in the opening of joint planes and other discontinuities, ultimately leading to unstable rock sections along the wall. In addition, detonation of charges in

the nearest rows parallel to the pit walls is preferable since a detonation towards the open pit area will damage the structural geology of the pit wall face.

Flatter dipping intersecting joint systems isolate large rock volumes resting on low dipping sliding surfaces which control the risk of instability and rock falls. This instability depends on the surface roughness of the joint surface and the relative strength or hardness of the corrugation along the sliding surfaces. Naturally, water seeping along the unfavourable joint planes behind the pit wall weakens the contact material and increases the risk of instability.

The presence of these unfavourable structural conditions must be searched for and identified as the pit is deepened, and their destabilising effects minimized by appropriate and strategic drilling of horizontal relief and drainage holes.

Exposed faults during the open pit excavation, if any, should be photographed and brought to the attention of the designer for stability consideration. Naturally, if the fault is cutting the wall perpendicularly to the pit face, it will not cause serious slope failure issues, it drains well and drainage holes may be required to lower the water table to release pressure on the pit wall and eliminate heavy ice pressure during the freezing season. Faults oriented parallel or near parallel to the pit and dipping towards the pit can cause significant planar or wedge failures.

7.1.2 Degradation of Host Rock

Certain rock types are prone to degradation when exposed to air and/or water, as well as freezing and thawing cycles or changes in confining stress. Generally, the massive solid amphibolite host rock is not expected to be sensitive to these elements.

7.2 Minimizing Slope Instability by Pre-Shearing Blasting

Mining of the ore body should be carried out using pre-shearing techniques following generally acceptable MTQ procedures. This involves closely spaced (~1 m) inclined pre-shear holes drilled parallel to the bench face angle at 10V: 1H and taken at about 1 or 1.5 meters below the bench level. Blast holes on bench levels should be no longer than 12 meters if deviation of the drill hole is to be minimized.

In addition, the protection of the bench shoulder should be a serious objective, and blasting holes within 1.5 meters of the shoulder must be avoided. A continuous production hole should be drilled parallel to the bench face to minimize damage due to back break and opening of discontinuities or predominant joints.

To avoid isolated rock falls rebounding onto lower parts of the slope, the horizontal berm should have a 3% slope towards the pit wall. During removal of the blast rock, the pre-sheared rock face must be carefully scaled and all wedge zones removed, if considered being at risk to slide. At this time, the finished bench surface should be properly sloped downwards (10%) towards the preshearing blast holes. Initially, this will minimized falling boulders from bouncing from the ledge and falling to lower benches. Figure 21 shows a photograph of a pre-sheared rock face over three 15 meters high benches.



Figure 21: Pre-shearing blast over three 15 m high benches.

7.3 Excavation Control and Scaling

During the excavation of the pit wall, careful removal of loose blocks or potentially unstable material should be done along the final face of the slopes using shovels (see Figure 22). This will reduce future clean-up costs and reduce rockfall hazards for roadways. Scaling is usually an effective technique for stabilizing slopes for periods between two (2) and ten (10) years, depending on site condition. It is not a permanent solution, but it is relatively inexpensive and may be used as a short-term strategy for the beginning of the mine life.



Figure 22 : Scaling methods; (left) using excavator (right) using a lift and steel bars to pry loose rocks off.

7.4 Drainage/Dewatering

The stability of the pit wall is greatly reduced if water pressures build behind the face. In the event that surface seepage conditions develop in the pit wall, horizontal drainage holes must be used to relieve any hydrostatic pressures in such zones. The drawdown of the water table occurs in most pits during the gradual deepening of the mining operation. In this case, dry wall conditions can exist for several benches, and this reduces the risk of instability.

Serious seepage infiltration is very possible once the pit descends below the level of the surrounding water bodies. Where these conditions are encountered, long horizontal drainage holes, set up in a fan-shaped array (see Figure 23 and Figure 24), are required to accelerate the drawdown and re-establish dry conditions behind the wall. In highly fractured fault zones where infiltrations can be large, the injection of cement grout may be considered.

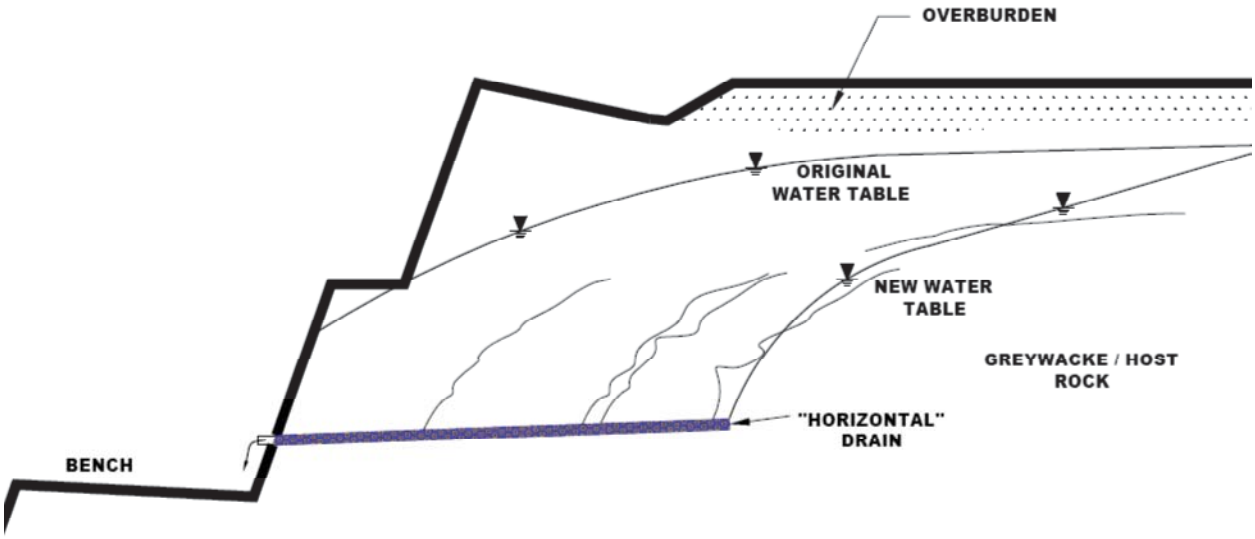


Figure 23 : Cross-sectional view of horizontal drain.

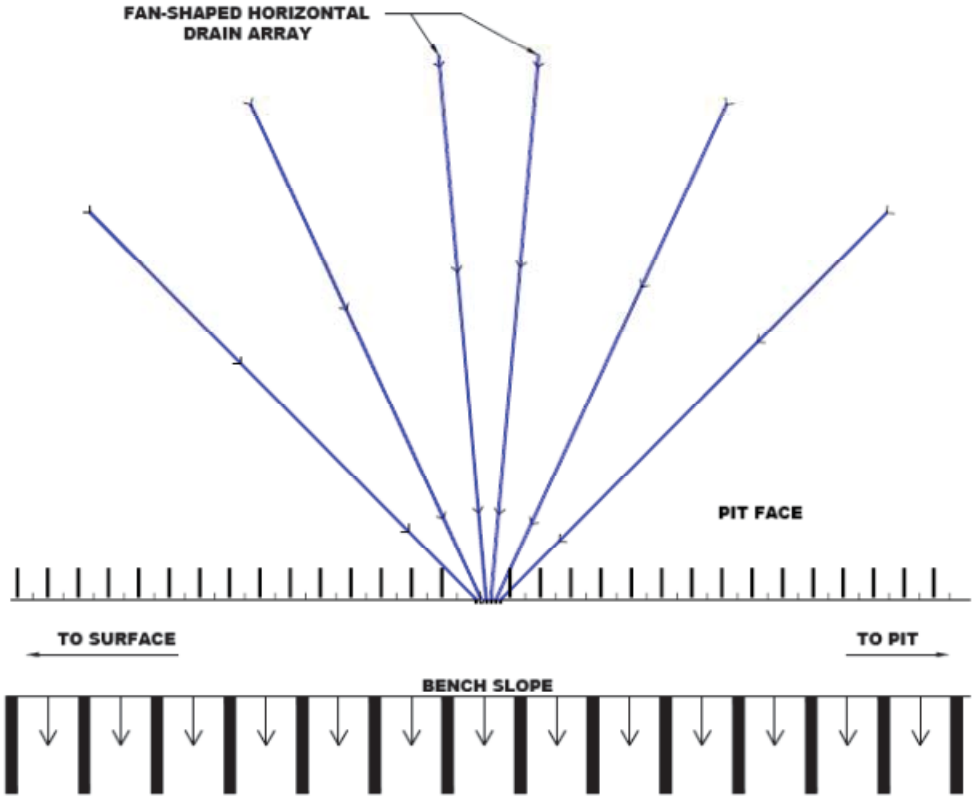


Figure 24 : Plan view of fan-shaped horizontal drain array.

7.5 Detailed Pit Slope Inspections and Slope Monitoring

The bedrock along the walls of the Authier project open pit will be subject to seasonal freezing and thawing cycles and could also be subject to some local lateral displacement of the rock face, particularly in areas where seepage waters appear on the face. Such movements could indicate some signs of slope instability. To help identify any movements, it is prudent to install some lateral movement detection devices along the haul road. These are usually spaced every 200 meters at both the 50-meter and 150-meter pit levels. Regular monitoring of well-secured and anchored pins, installed a minimum of 10 meters into the pit walls, will establish whether lateral movements are occurring. These movement measurements will help in identifying what stabilization measures may be required. Detailed mapping of the structural geology should be done for the first few lifts and then after on a yearly basis as the pit is excavated, and from these observations the location of the lateral displacement monitor can be positioned, as well as any horizontal drainage holes in seepage zones.

8 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The examination of the bedrock from the exploration boreholes and the related structural geology described in literature leads to the following conclusions:

- The Authier deposit is oriented east-west and is bounded within a massive mafic amphibolite host rock which is mainly composed of amphibole and plagioclase feldspars, with little or no quartz.
- There are three dominant joint systems controlling the stability of the pit walls as follows:

  - J1: Major joint family 1 dipping 68°-70° toward the north (N).
  - J2: Major joint family 2 dipping 20°-55° toward the north west (NW).
  - J3: Major joint family 3 near horizontal dipping 10° towards the east (E).

- Except for local fault zones, the analysis of rock cores indicates excellent rock quality with RQD values between 90% and 100%, and generally a recovery of 100%.
- Pre-splitting or pre-shearing techniques should be used for shaping the bench faces of the permanent ultimate pit slopes.
- The preliminary stability analysis indicates stable slopes for a 200 m deep pit with an overall pit slope (OPS) of 59° (north wall) and 48°(south wall) and inter-ramp angles (IRA's) of 60° to 49° with 7.2 m wide catch benches with face angles (BFA's) of 80° and 65° over 18-meters high triple benches. The pit slope design parameters provided are based on dry pit wall conditions.
- Horizontal drainage holes should be installed at all seepage zones encountered in the pit wall to drawdown the water table.
- Based on proposed design conditions and the limited depth of the open pit (200 meters), large scale slip circle failure is not expected.
- Local plane and wedge shear failures are expected to occur locally around the pit, particularly where steeply dipping discontinuities intersect the bench faces at obtuse or oblique angles to the slopes. These can be safely controlled by properly scaling and monitoring the pit walls as the excavation is deepened.

- Regular inspections of the structural geology along the pit wall are required for the first few lifts and then after on a yearly basis the pit to validate the structural model deduced from the cores.
- Monitoring of movements in the pit walls is required at widely spaced intervals on at least two (2) pit levels (50 and 150-meter levels).
- The south wall of the pit is more exposed to plane and wedge sliding while the north wall of the pit is more stable as the major bedding planes are dipping towards the north and the major joints sets dip towards the north and the west.

9 REFERENCES

Barton N. 1973. Review of a new shear strength criterion for rock joints. *Eng Geol*, **7**: 287–332.

Barton, N.R., Lien, R. and Lunde, J. 1974. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*, **6**, 4: 189-236.

Barton, N.R. and Choubey, V. 1977. The shear strength of rock joints in theory and practice. *Rock Mechanics*. **10**, 1-2: 1-54.

Bieniawski, Z.T. 1989. Engineering rock mass classifications. New York: Wiley

"Prefeasibility study Authier lithium property, Abitibi, Quebec, Canada", SGS Canada inc issued November 23rd , 2016.

Singh, B., & Goel, R. K. (1999). *Rock mass classification: A practical approach in civil engineering*. Amsterdam: Elsevier

Wyllie, D. C., Mah, C. W., & Hoek, E. (2004). *Rock slope engineering: Civil and mining*. London: Spon Press.

SAYONA
MINING LIMITED

OPEN PIT SLOPE DESIGN
AUTHIER LITHIUM PROJECT FEASIBILITY STUDY
VAL D'OR, QUEBEC

Prepared by:

Sherif Kamel, Eng., Ph.D.
OIQ # 5004384

Approved by:

Noel L. Journeaux, Eng., M.S.C.E., F ASCE
OIQ # 14341

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.
801 Bancroft Pointe-Claire, QC H9R 4L6

T (514) 630-4997 F (514) 630-8937

APPENDIX A

Direct shear test results

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 12-01-2018

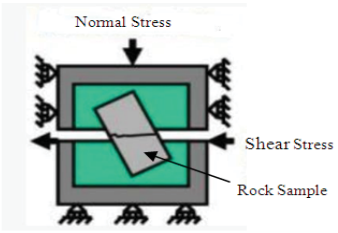
Test Number:	1

Sample ID:	DS 5
Borehole:	AL-17-22
Vertical Depth (m):	153
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Smooth Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	10
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

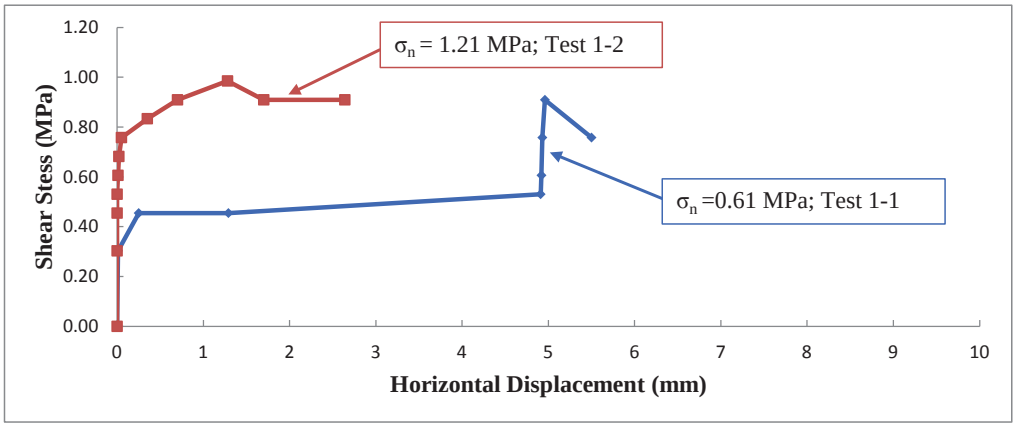
Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

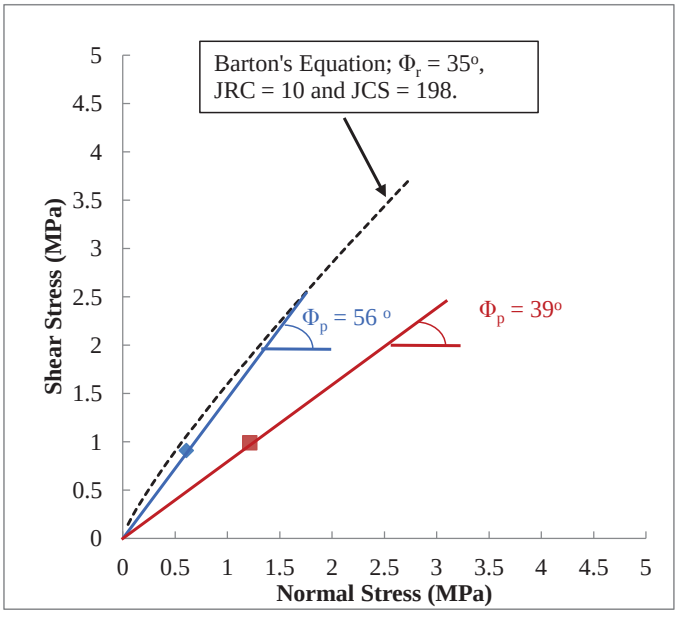
Normal Load (MPa):	0.61 ; 1.21





Direct Shear Test Set-up





Performed by: S.Kamel Date : 11-01-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 22-02-18

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

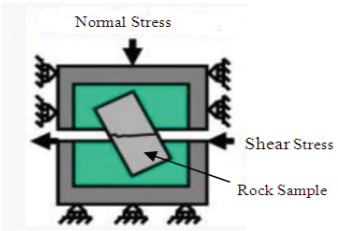
DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 12-01-2018

Test Number:	2

Sample ID:	DS 3
Borehole:	AL-17-22
Vertical Depth (m):	152
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Smooth Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	6
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

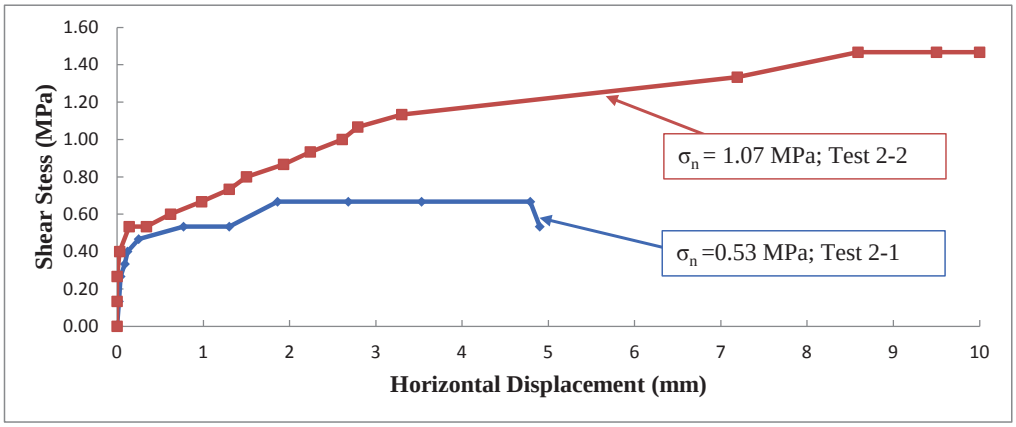


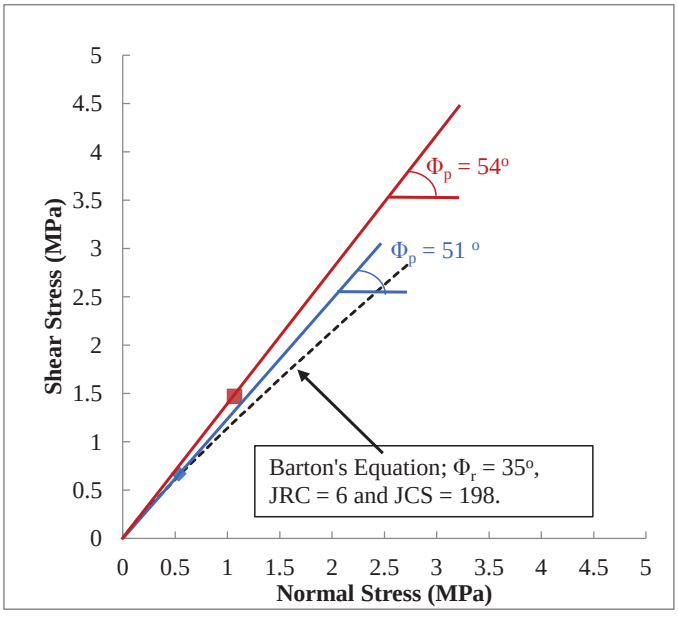


Direct Shear Test Set-up

Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

Normal Load (MPa):	0.53 ; 1.07





Performed by: S.Kamel Date : 11-01-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 22-02-18

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 16-01-2018

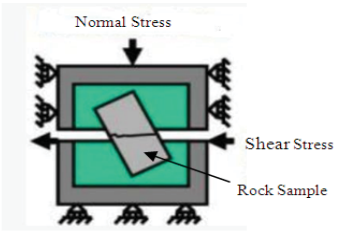
Test Number:	3

Sample ID:	DS 8
Borehole:	AL-17-30
Vertical Depth (m):	8
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Rough Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	10
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

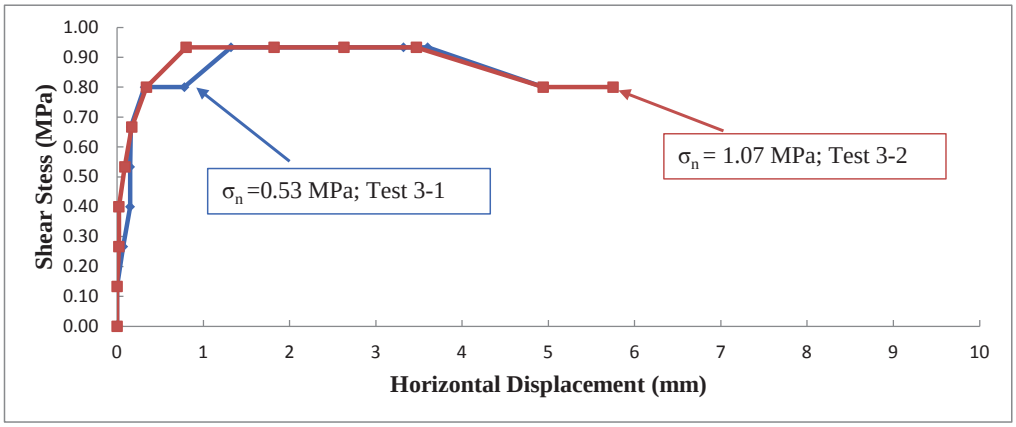
Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

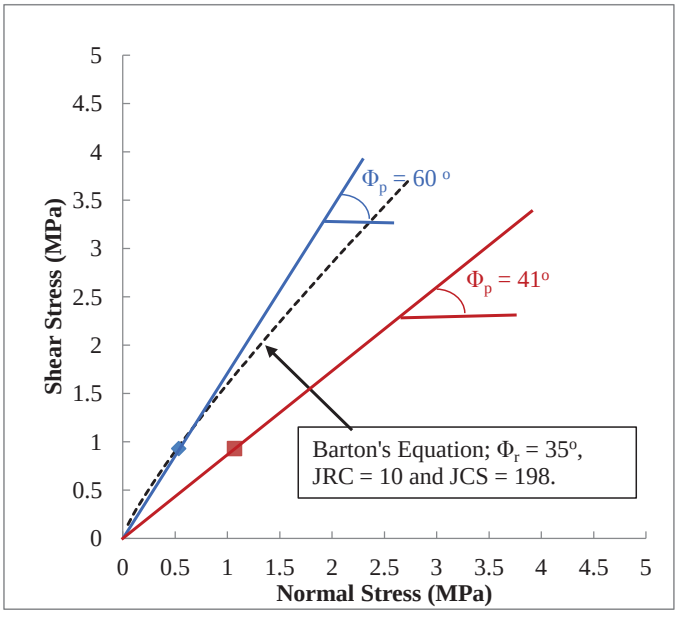
Normal Load (MPa):	0.53 ; 1.07





Direct Shear Test Set-up





Note: Asperities broken while runing the second test (normal stress of 1.07 MPa) on the same sample which resulted in a lower friction angle compared to the intact joint plane used in the first test (normal stress of 0.53 MPa).



Performed by: S.Kamel Date : 15-01-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 22-02-18

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

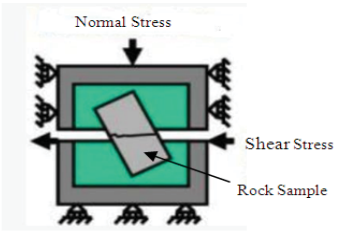
DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 16-01-2018

Test Number:	4

Sample ID:	DS 6
Borehole:	AL-17-14
Vertical Depth (m):	63
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Rough Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	14
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

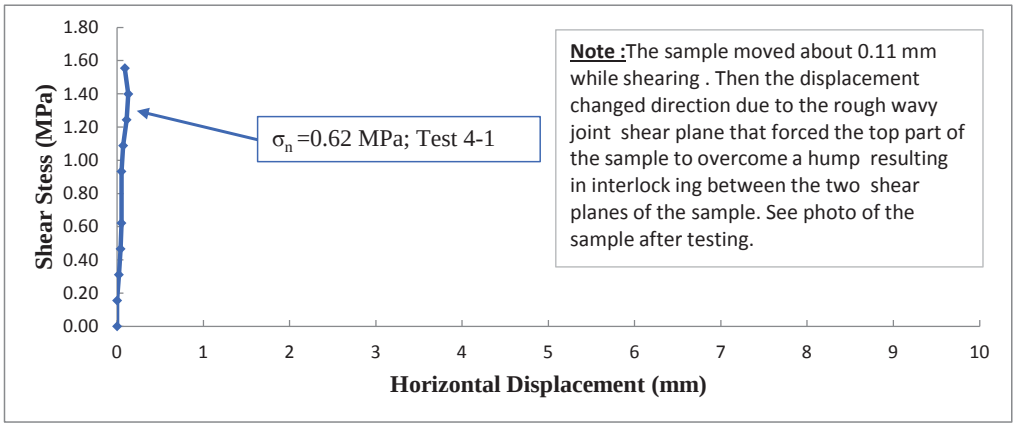




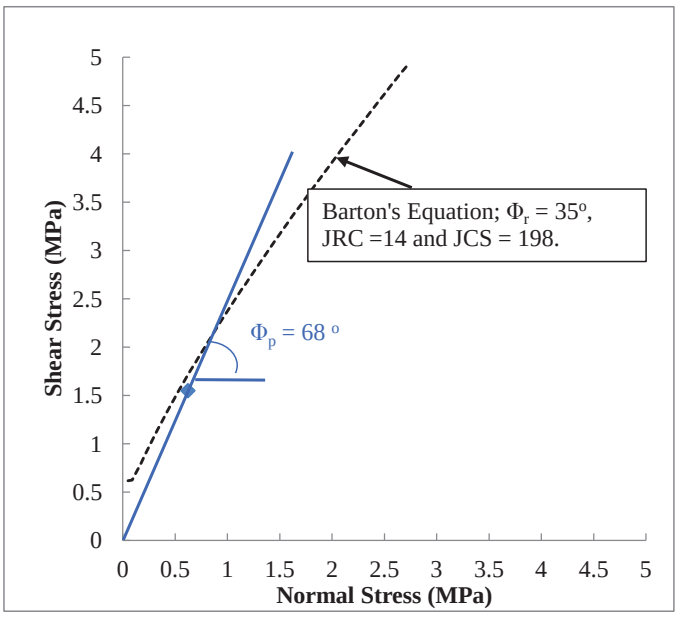
Direct Shear Test Set-up

Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

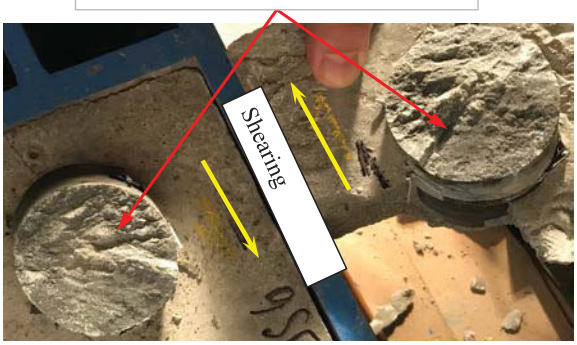
Normal Load (MPa):	0.62



Note : The sample moved about 0.11 mm while shearing . Then the displacement changed direction due to the rough wavy joint shear plane that forced the top part of the sample to overcome a hump resulting in interlock ing between the two shear planes of the sample. See photo of the sample after testing.



Rough wavy plane causing both planes to interlock. The mortar holding the sample broke as well.



Performed by: S.Kamel Date : 15-01-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 22-02-18

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 16-01-2018

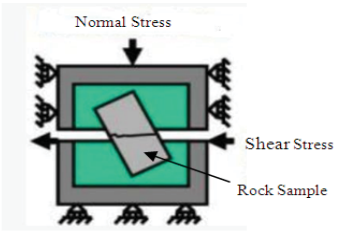
Test Number:	5

Sample ID:	DS 7
Borehole:	AL-17-30
Vertical Depth (m):	8
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Rough Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	12
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

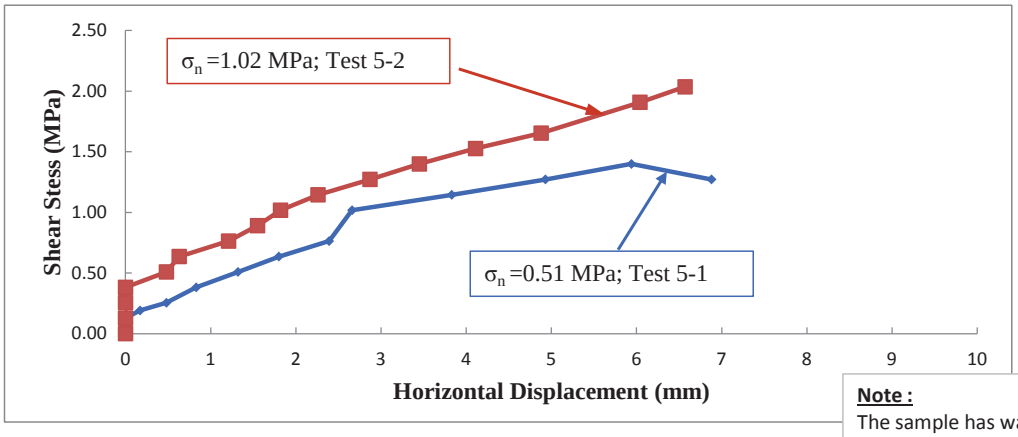
Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

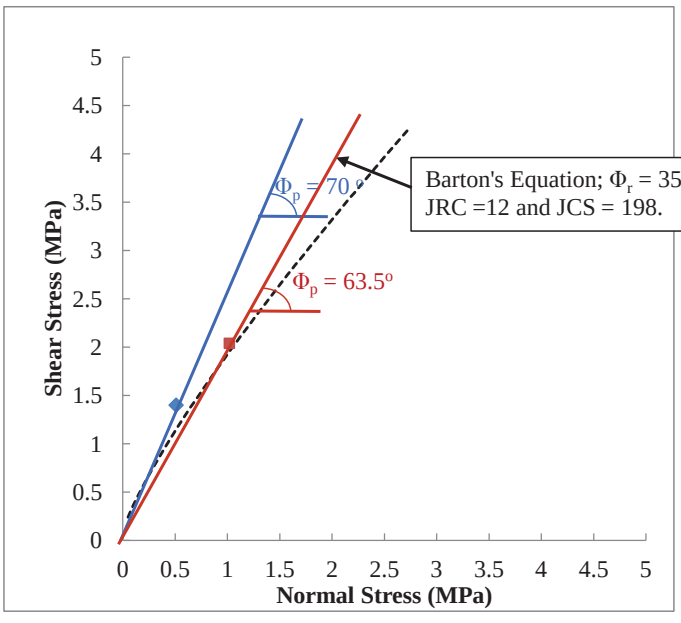
Normal Load (MPa):	0.51, 1.02





Direct Shear Test Set-up





Note :
The sample has wavy rough joint plane. Running the second test (normal stress of 1.02 MPa) on the same sample, a displacement of 6.5 mm was reported when the lateral shear force applied gradually reached 2.0 MPa. A sudden jump in the normal stress was observed when lateral shear force exceeding 2.0 MPa is applied with crushing noise is heard. This can be explained by the uneven surface of the joint plane which resulted in the top part overlapped the bottom part causing such increase in



Performed by: S.Kamel Date : 31-01-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 22-02-18

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

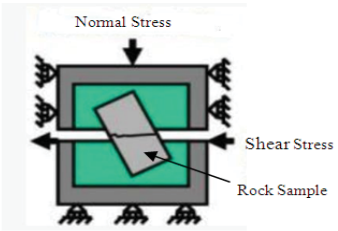
DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 27-03-2018

Test Number:	6

Sample ID:	DS 4
Borehole:	AL-17-22
Vertical Depth (m):	152
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Smooth Planar Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	8
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

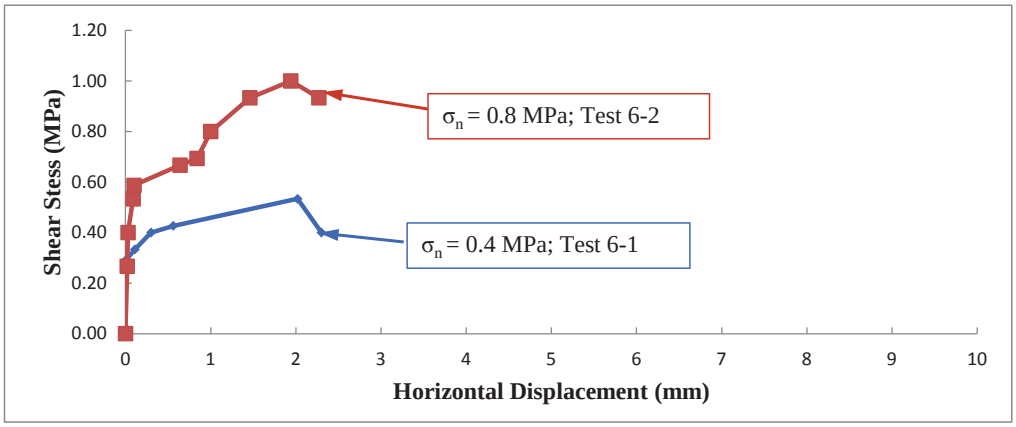


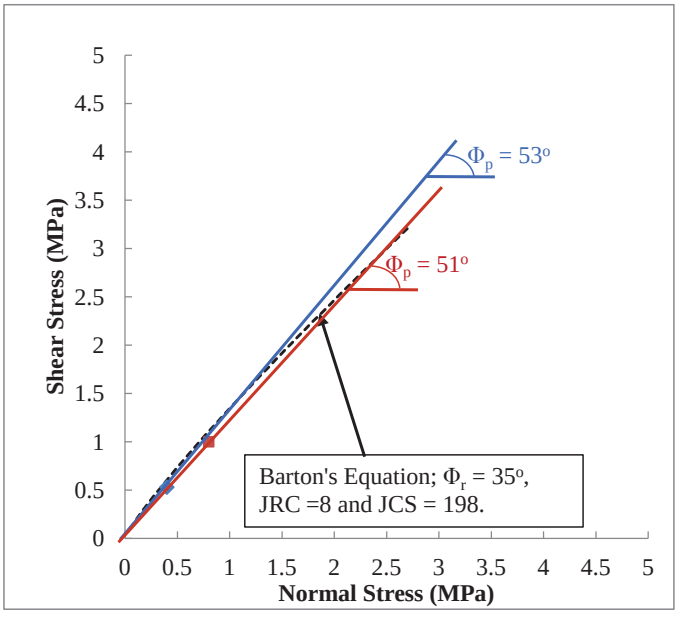


Direct Shear Test Set-up

Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

Normal Load (MPa):	0.4, 0.8





Performed by: S.Kamel Date : 27-03-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 06-04-18

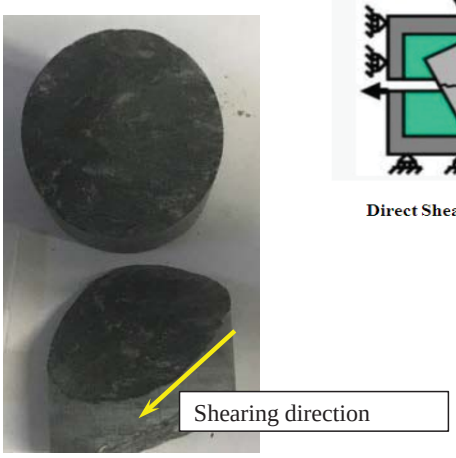
JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

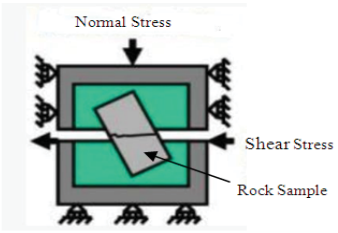
DIRECT SHEAR STRENGTH TEST ON ROCK JOINT

Project: Open Pit Study, Sayona (Authier Lithium Project)
Project No.: L-17-2035
Date: 27-03-2018

Test Number:	7

Sample ID:	DS 1
Borehole:	AL-17-22
Vertical Depth (m):	65
Rock Type:	Basalte
Joint Description:	Rough Wavy Joint
Joint Dip:	
Joint Orientation	
Joint Roughness Coefficient (JRC):	10
Moisture condition:	Dry
Other comments:	

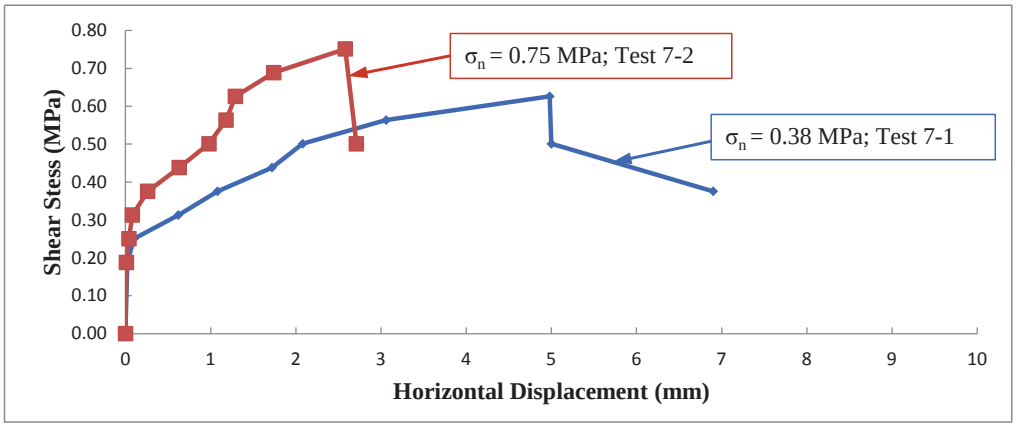


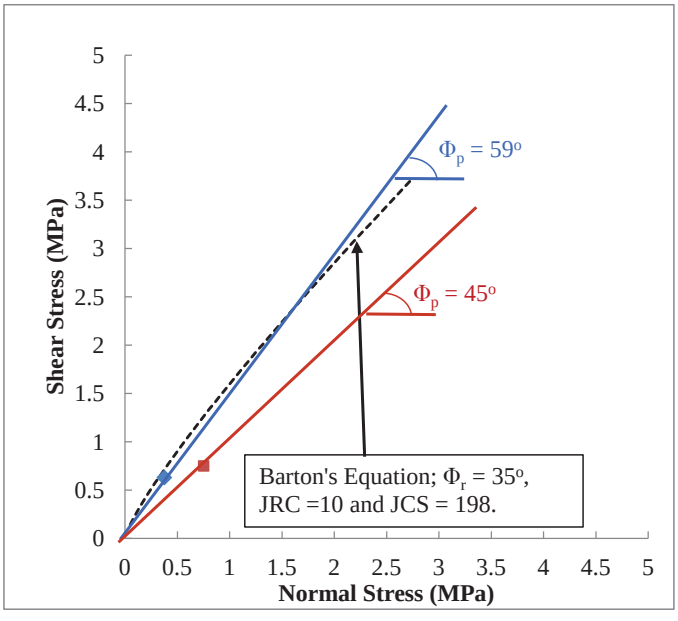


Direct Shear Test Set-up

Apparatus:	Matest A129
Mortar:	Sika 212

Normal Load (MPa):	0.38, 0.75





Note: A piece of the sample was shipped off while retesting the sample under normal load of 0.75 MPa. See Figure

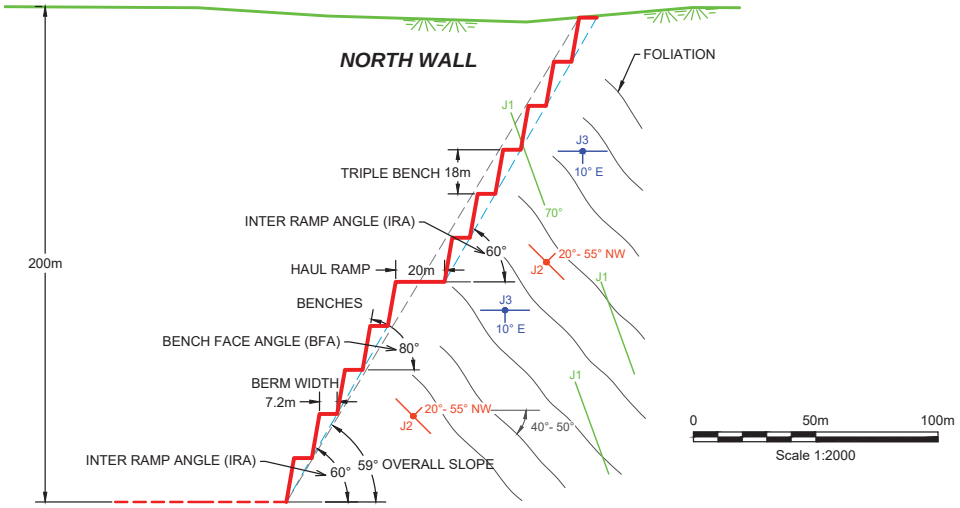


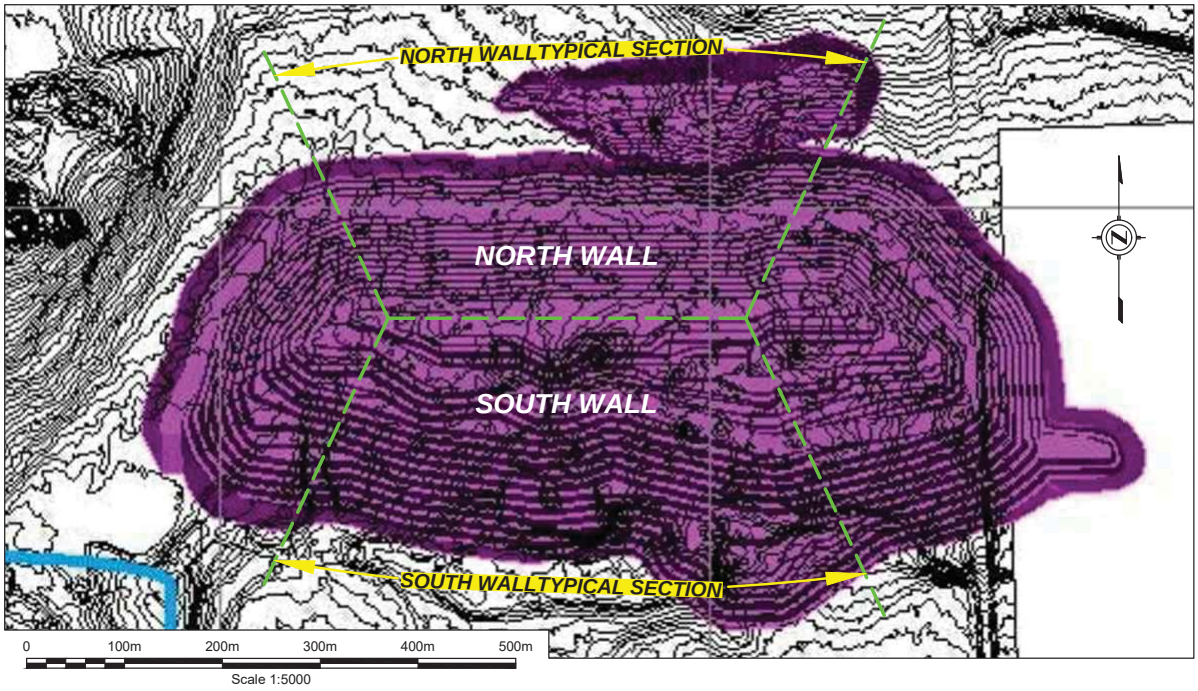
Performed by: S.Kamel Date : 27-03-18 Analysed by : N. Journeaux Date : 06-04-18

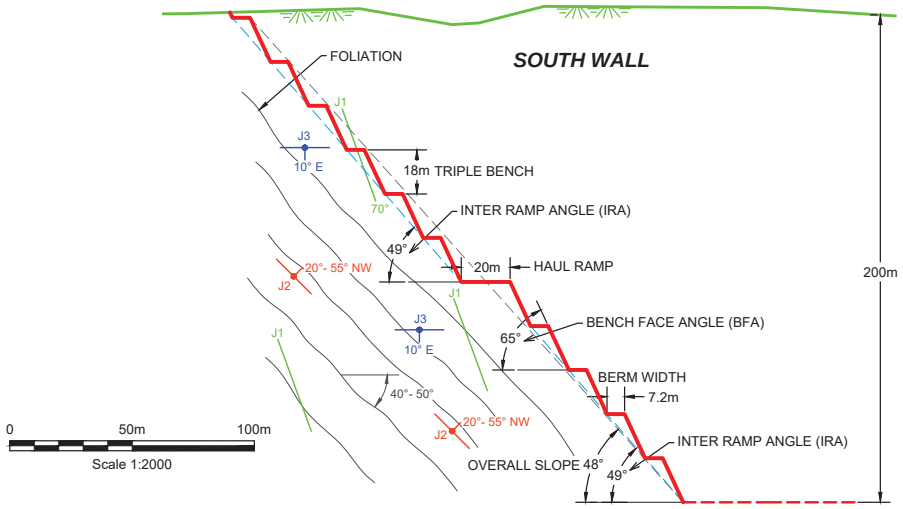
APPENDIX B

Pit slopes design

APRIL 25, 2018







NOTE: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.

CLIENT : SAYONA MINING LIMITED	PROJECT : PIT SLOPES DESIGN AUTHIER LITHIUM PROPERTY SAYONA MINING VAL D'OR, QUEBEC, CANADA	SCALE: AS SHOWN	JOURNEAUX ASSOC Division LAB JOURNEAUX INC. 801 Bancroft Pointe - Claire, QC H9R 4L6 Tél.: 514.630.4997 info@journeauxassoc.com		
DATE : 25-04-2018	PROJECT No. : L-17-2035	DRAWN BY: S.E.			
		PROJECTED BY: S.K.			
		APPROVED BY : S.K.	DRAWING No.: L2035-OP-01	FIGURE No. : - - - -	REV. : A

PRINTED DATE: 20180425124405

S:\1-LAB\2-Projects\2000\L-17-2035 - SAYONNA MINING - Open pit, tailings geotechnical\1 OPEN PIT\Drawings\L2035-OP-01 Rev A.dwg

JOURNEAUX ASSOC
Division LAB JOURNEAUX INC.

801 BANCROFT, POINTE-CLAIRE, QC H9R 4L6

T (514) 630-4997 F (514) 630-8937

Annexe D : Études de stabilité des haldes

Sayona Québec Inc.

Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier

Val d'Or, QC

Rapport technique

Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique

N° document BBA / Rév. : 6015013-000000-4G-ERA-0001 / R00
26 novembre 2019

FINAL

Préparé par :
Vahid Marefat, ing.
OIQ n° 5088729

Préparé par :
Antonio Vides, ing.
OIQ n° 5030602

Vérifié par :
Luciano Piciacchia, ing.
OIQ n° 35912

2020, boul. Robert-Bourassa, bureau 300
Montréal, Québec H3A 2A5 CANADA
T +1 514.866.2111 **F** +1 514.866.2116
bba.ca Tous droits réservés. © BBA

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2019-11-26

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1
   1.1 Mise en contexte 1
   1.2 Description du mandat 2
   1.3 Description du projet 2
2. Géologie et stratigraphie du site 6
   2.1 Géologie générale du site 6
   2.2 Stratigraphie générale du site 6
   2.3 Stratigraphie locale de la halde de co-déposition (côté ouest) 9
   2.4 Stratigraphie locale des haldes à mort-terrain et à matériaux inorganique 9
   2.5 Stratigraphie locale de la halde à matériaux organiques 9
3. Critères de stabilite 10
   3.1 Norme de conception et directive 10
   3.2 Séismicité 10
4. Validation volumetrique des haldes du projet 11
   4.1 Halde de co-déposition 12
   4.2 Halde à mort-terrain inorganique et halde à mort-terrain organique 16
5. méthodologie de l'analyse de stabilité 20
   5.1 Stabilité sismique 22
   5.2 Propriétés des matériaux 22
   5.3 Hypothèses 23
6. Résultats des analyses 23
   6.1 Analyses d'écoulement/infiltration 23
   6.2 Résultats des analyses de stabilité 26
7. Conclusion et recommandations 26
8. Références 29

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Facteurs de sécurité minimums pour l'analyse de stabilité 10

Tableau 2 : Accélération spectrale (Sa) et accélération maximale du sol (AMS-PGA) estimées pour le site de la mine pour une probabilité de 2 % sur 50 ans 11

Tableau 3 : Production du mort-terrain, stériles et résidus – Plan minier de BBA, 2019 12

Tableau 4 : Sommaire de la capacité de production des stériles et résidus miniers 13

Tableau 5 : Récapitulatif des paramètres de conception de la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques 17

Tableau 6 : Paramètres géotechniques des sols 22

Tableau 7 : Résultats de l'analyse de stabilité locale et globale 26

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Aménagement originale du projet Authier - SNC-Lavalin, 2018 4

Figure 2 : Aménagement modifié du projet Authier - BBA, 2019 5

Figure 3 : Sondages géotechniques disponibles au site du projet Authier – Compilation fait par BBA 7

Figure 4 : Coupe typique de la halde de co-déposition (concept de SNC-Lavalin) 15

Figure 5 : Coupe transversale typique de la halde à matériaux organiques 19

Figure 6 : Agencement des haldes et sections utilisées lors des analyses de stabilité 21

Figure 7 : Simulation de la nappe phréatique pour les haldes à stériles 24

Figure 8 : Simulation de la nappe phréatique pour la halde à mort-terrain 24

Figure 9 : Simulation de la nappe phréatique pour la halde à matériaux organiques 25

Figure 10 : Simulation de la nappe phréatique de la halde à mort-terrain avec ajout de drain de pied 25

ANNEXES

Annexe A : Résultats de l'analyse de stabilité

Annexe B : Études de la stabilité géotechnique et critères de conception réalisés par SNC-Lavalin

1. INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

La production minière du projet Authier est appelée à être augmentée de 700 t/j pour passer de 1900 t/j actuellement à 2600 t/j dans le futur. L'agencement des infrastructures dédiées à la gestion des eaux, des résidus et des stériles sera modifié et optimisé pour s'accommoder aux nouvelles contraintes d'espace.

Au cours de l'exécution de l'étude de faisabilité, plusieurs options d'agencements des haldes constituant le projet et des infrastructures en général ont été étudiées par d'autres firmes. En ce qui concerne la halde de co-disposition des stériles et des résidus, BBA a récemment optimisé l'emplacement choisi, ceci en déplaçant l'installation à environ 300 m à l'ouest de l'emplacement initial. Par cette modification, la halde a été éloignée de l'Esker qui est localisé au nord du projet Authier.

La sélection initiale de l'emplacement proposé a été définie selon les étapes suivantes :

1. Analyse des caractéristiques du site sur la base de photos aériennes, d'informations LIDAR et d'informations sur l'utilisation des sols dans la région. Cela inclut l'identification des infrastructures existantes telles que les lignes électriques, les routes, les fermes, les domaines forestiers, les plans d'eau naturels et les zones protégées de l'environnement;
2. Conformité volumétrique pour le stockage des résidus et de stériles miniers, ainsi que du mort-terrain : le volume ciblé est d'environ 6,6 Mm³ de résidus, 34 Mm³ de stériles et 2,7 Mm³ de mort-terrain (incluant le sol organique);
3. Analyse préliminaire des contraintes environnementales et sociales des empreintes des installations de stockage par la méthode de co-déposition.

Sayona Québec Inc. a opté pour une méthode de co-déposition pour stocker les résidus produits au concentrateur et les stériles de la mine. La stratégie de co-déposition consiste à utiliser des stériles pour construire des bermes et des routes périphériques et à confiner les résidus filtrés dans des cellules de stériles. Cette stratégie de co-déposition, ainsi que le plan de remplissage de stériles et des résidus ont été analysés et développés par SNC-Lavalin. Les analyses effectuées par BBA y sont fondées. Aucune modification n'a été apportée ni à la séquence de développement des haldes, ni à la méthode de stockage par co-déposition (gestion de stériles et résidus).

Ce document récapitule les résultats des analyses de stabilité pour la halde à mort-terrain, la halde à matière organique et pour la nouvelle empreinte de la halde de co-déposition située du côté ouest de l'emplacement initial. Cette zone se trouve à l'extérieur de l'empreinte originale développée et étudiée précédemment par SNC-Lavalin.

1.2 Description du mandat

Compte tenu des changements prévus, Sayona a mandaté BBA pour traiter des éléments suivants :

1. Modification de l'emprise de la halde de co-disposition de stériles et de résidus miniers. Une portion de la surface dans la zone Est ne sera plus utilisée et sera déménagée à la zone ouest;
2. Analyses de stabilité de la halde de co-déposition à sa nouvelle emprise et de la nouvelle configuration des haldes à mort-terrain et à matériaux organiques proposées;
3. Gestion de l'eau associée aux haldes et de tout le site en général;
4. Préparation des bilans d'eau pour des conditions sèches et humides en plus des conditions normales;
5. Estimation des débits moyens mensuels prévus au niveau de l'effluent final;
6. Prise en compte des éléments de la directive du MELCC pour le projet Authier qui porte sur l'hydrologie (il est à noter qu'une partie de ces éléments a été définie comme étant hors mandat par Sayona, en particulier le calcul des OER, en raison du manque d'informations sur la qualité des eaux du milieu récepteur);
7. Le déplacement du point de rejet de l'effluent final à la confluence des deux cours d'eau intermittents.

Le présent rapport concerne les points 1 et 2 du mandat tels que décrits précédemment. Il est inscrit dans le cadre des analyses géotechniques et volumétriques réalisées pour la validation des modifications apportées à l'agencement de la halde de co-déposition des stériles et des résidus miniers et les haldes à mort-terrain et à matières organiques.

Pendant la réalisation de ce rapport technique, une revue de données géotechniques disponibles a été effectuée. Les documents fournis par Sayona concernent : la géologie et la stratigraphie du site, la conception géotechnique des haldes, le plan de déposition des résidus et stériles, et la méthode d'analyse de stabilité, entre autres.

1.3 Description du projet

Le projet Authier est localisé dans la ville de La Motte dans la région d'Abitibi-Témiscamingue au Québec. Le site est situé à proximité des villes de Rouyn-Noranda, Val d'Or et Amos et est à une distance d'environ 590 km au nord de Montréal. Le projet Authier vise l'exploitation d'un gisement de Lithium pour une période de 14 ans.

L'aménagement original du projet Authier selon les études réalisées par SNC-Lavalin en 2018 est montré à la Figure 1. L'étude de la stabilité géotechnique et les critères de conception réalisés par SNC-Lavalin sont présentés à l'Annexe B.

L'aménagement original du site comprend :

- Une fosse à ciel ouvert;
- Une halde de co-déposition à stériles et à résidus miniers;
- Une halde à mort-terrain;
- Des bassins pour la gestion des eaux (4);
- Le site du complexe minier et de l'administration.

Le nouvel aménagement proposé par BBA envisage les changements suivants :

- Il y aura une halde pour la gestion et l'entreposage de la terre végétale (organique) et une pour le sol inorganique;
- En ce qui concerne la halde de co-déposition, les modifications apportées sont :
  - Une superficie de 16,5 ha de l'emprise originale, localisée au nord de la fosse, ne sera plus utilisée. Ce faisant, la halde a été agrandi vers l'ouest de son emplacement initiale;
  - La hauteur de la halde a été réduite de +/-90 m à +/-70 m;
  - L'emprise totale de la halde a changée de 89,5 ha à 105 ha, une augmentation de 17 % est observée.

L'empreinte de la halde a été optimisée en considérant les contraintes suivantes :

- Respecter la limite actuelle de la propriété;
- Éviter ou minimiser l'empiètement sur les cours d'eau et les milieux humides;
- Maximiser l'occupation du terrain tout en respectant les conditions de sécurité et en gardant des distances acceptables entre les infrastructures minières et les routes et chemins ainsi que les bâtiments.

La Figure 2 illustre la configuration finale des haldes y compris les changements effectués sur l'infrastructure du projet Authier. Cette configuration correspond à l'état ultime (après 15 ans).

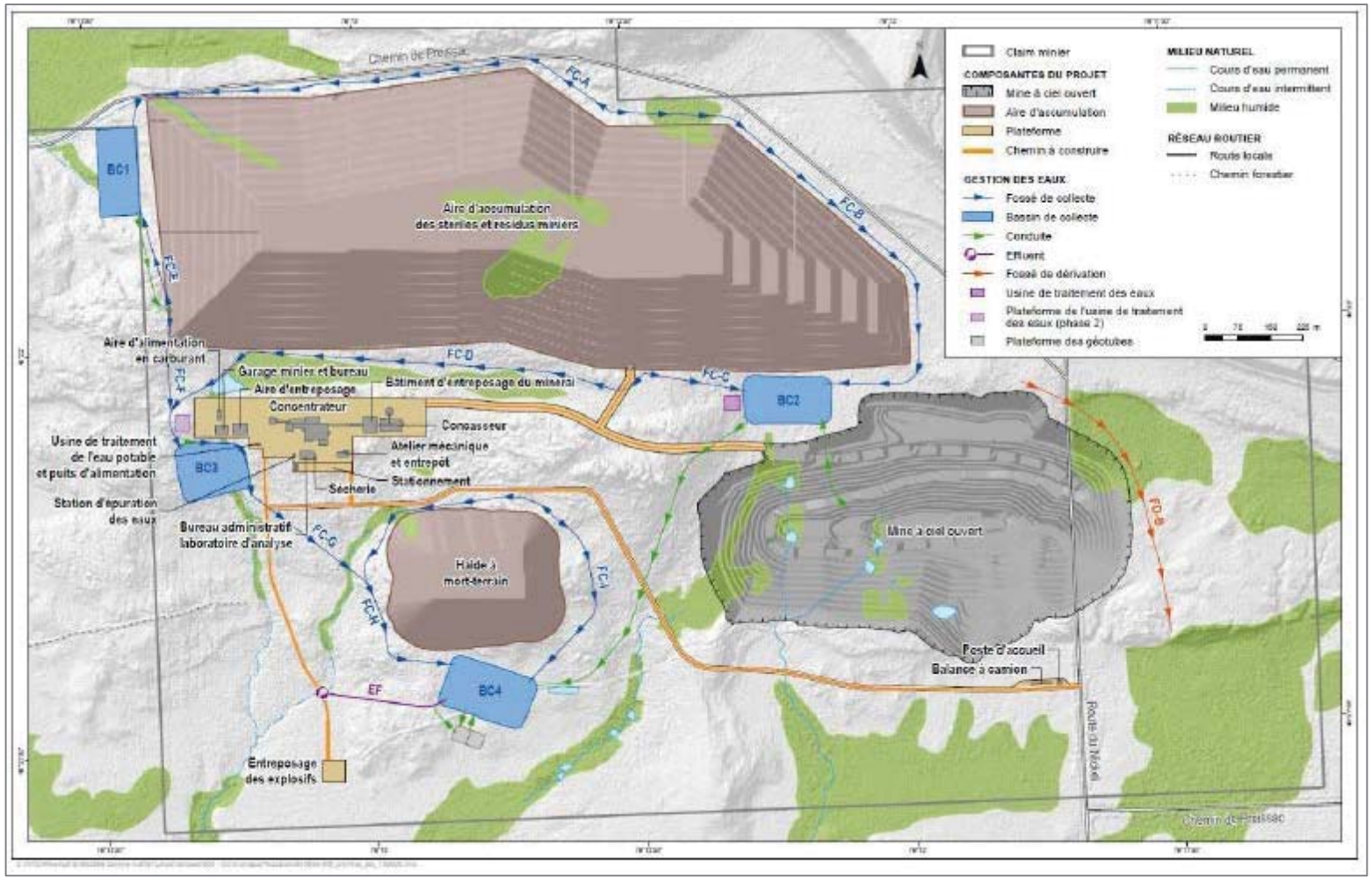


Figure 1 : Aménagement originale du projet Authier - SNC-Lavalin, 2018

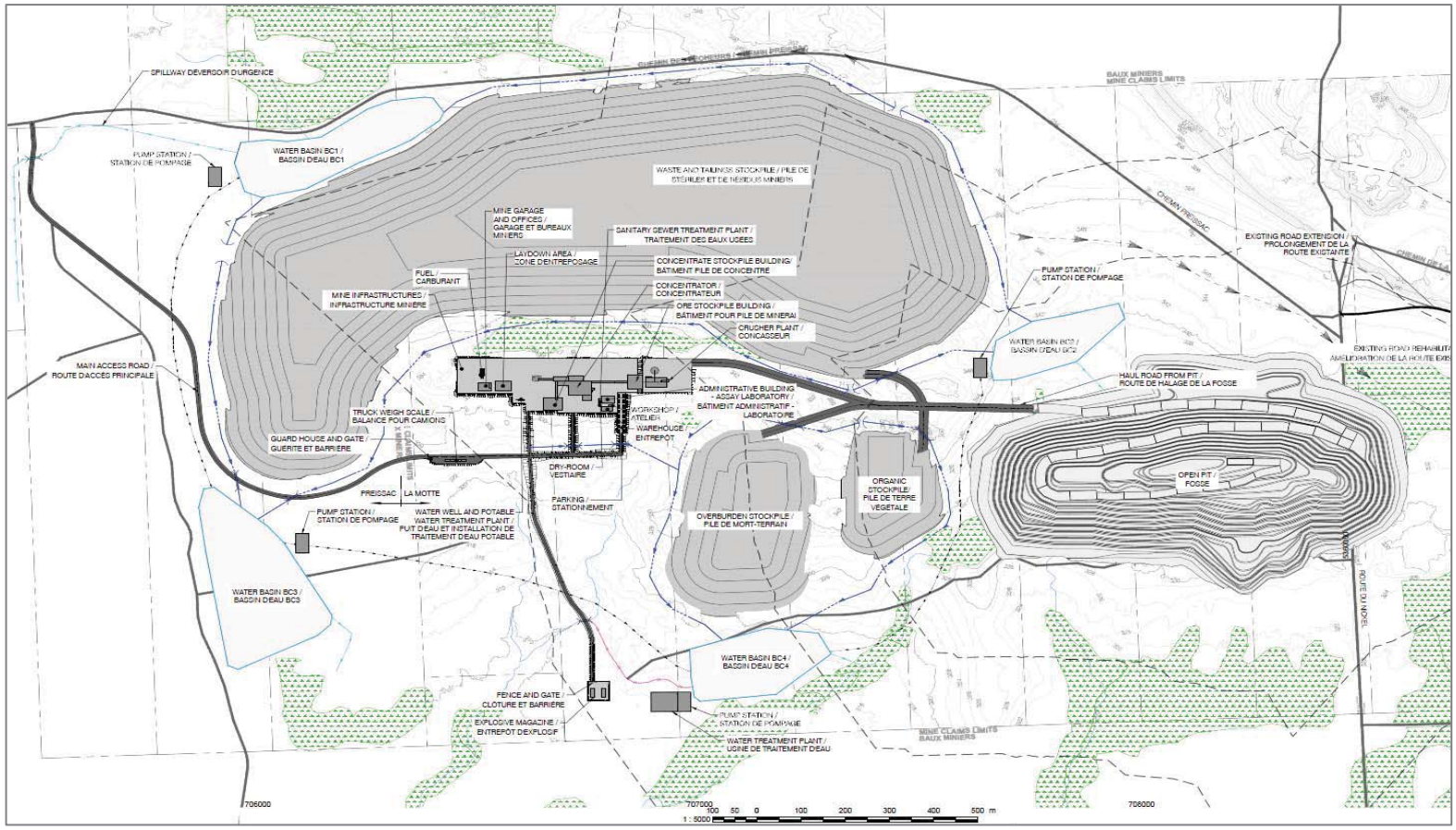


Figure 2 : Aménagement modifié du projet Authier - BBA, 2019

2. GÉOLOGIE ET STRATIGRAPHIE DU SITE

2.1 Géologie générale du site

La propriété Authier est située dans la zone volcanique au sud de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi. Tel qu'indiqué dans le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018), les pegmatites à spodumène de la propriété sont apparentées au batholite de Preissac-Lacorne, situé à proximité de la ville de Val-d'Or (à 40 km au nord-est). La géologie du site inclut le pluton Preissac au sud avec des lithologies volcano-sédimentaires du centre de Malartic et des unités intrusives du pluton de La Motte au nord. Dans la partie centre-sud de la propriété, il existe plusieurs unités méta-sédimentaires hautement métamorphosées. C'est dans le pluton de La Motte que de nombreuses petites pegmatites, généralement composées de monzonite quartzifère, s'introduisent dans la stratigraphie volcanique. Cette unité comprend la pegmatite à spodumène, qui est au cœur de l'estimation actuelle des ressources minérales. Plusieurs affleurements ont été trouvés sur la propriété Authier, principalement du côté ouest de la propriété. L'étude de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018) a défini la séquence stratigraphique des dépôts meubles qui se trouvent de manière discordante sur le substrat rocheux comme suit :

- Till glaciaire en couverture discontinue à continue;
- Dépôt d'origine fluvio-glaciaire (Esker) situé au nord-est de la propriété;
- Sédiments glacio-lacustres côtiers et profonds;
- Sols organiques.

2.2 Stratigraphie générale du site

L'information présentée dans cette section provient majoritairement des rapports de Richelieu Hydrogéologie (2018) et de GHD (2019). Les sondages compilés par BBA sont présentés à la Figure 3. Les données géotechniques existantes restent limitées pour être en mesure de caractériser les sols dans l'emprise de la halde de co-déposition, ainsi que des autres deux haldes. Dans les prochaines étapes de l'étude, BBA recommande de procéder à la réalisation de sondages géotechniques additionnels.

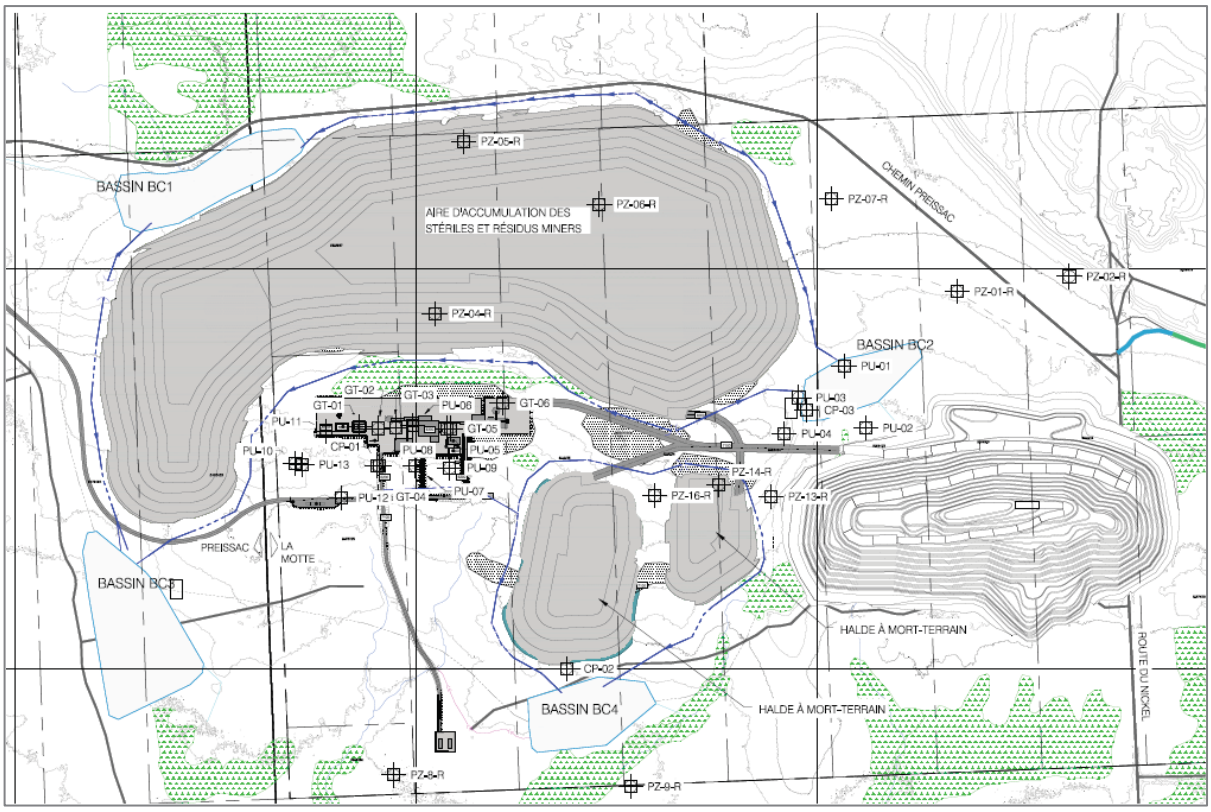


Figure 3 : Sondages géotechniques disponibles au site du projet Authier – Compilation fait par BBA

Richelieu Hydrogeologie Inc. (2018) a estimé que l'épaisseur du mort-terrain varie entre 0,90 m à 19,70 m, avec une épaisseur moyenne de 7,70 m selon la base de données fournie par Sayona Québec.

L'investigation géotechnique réalisée par Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018) suggère que l'épaisseur du mort-terrain varie de 0,70 m à 26,30 m avec une épaisseur moyenne de 5,90 m. Une autre étude géotechnique réalisée par GHD (2019), principalement du côté ouest entre la halde de co-déposition et la halde à mort-terrain, démontre que l'épaisseur du mort-terrain varie de 0,20 à 5,86 m avec une épaisseur moyenne de 2,18 m.

La stratigraphie générale de la propriété Authier varie du sable très lâche au sable dense et du gravier avec la présence de blocs rocheux au till très dense. À la frontière sud de la propriété Authier, une couche d'argile silteuse a été rencontrée selon le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018).

Les sédiments des tills sont en grande partie composés de sols silteux, sableux et argileux formés par l'action directe du glacier. Les sédiments glacio-lacustres et lacustres sont en majorité des

sols silteux et argileux avec des couches d'épaisseurs variables et contenant quelques pierres. La zone du substrat rocheux comprend des affleurements rocheux et peut inclure des dépôts colluviaux, du till et d'autres sédiments de surface (Journaux Assoc., 2017). Les affleurements rocheux sont principalement situés du côté ouest de la propriété.

Au nord-est de la propriété, le mort-terrain est principalement constitués de sable. La stratigraphie du sol comprend une couche mince de matériau organique, suivie d'une couche de sable lâche avec une épaisseur variant de 0,4 m à 26,3 m. Les valeurs d'indice « N » de la couche du sable lâche varient entre 4 et 14. Sous le sable lâche, il y a une couche de sable compact à dense dont l'épaisseur varie de 0,7 m à 10,0 m. Les valeurs d'indice « N » de cette couche varient entre 11 et 40.

Au nord-ouest de la propriété, le mort-terrain est très mince et l'épaisseur varie de 0,7 m à 1,2 m. Les affleurements rocheux sont principalement situés dans cette zone.

Au centre de la propriété (vers l'est), le mort-terrain est constitué d'une mince couche de sol organique, suivie d'une couche de sable et de gravier avec traces de silt. Le dépôt de sable et de gravier est généralement dans un état lâche à compact avec des valeurs d'indice « N » variant entre 3 et 34. L'épaisseur de cette couche varie de 1,0 m à 12.0 m. Le dépôt de sable et de gravier est lâche à compact; et est suivi par une couche de sable et de gravier dense avec une épaisseur variant de 1,0 m à 5,0 m. Sous le dépôt de sable et de gravier dense, il y a une couche de till très dense. L'épaisseur du dépôt de till varie de 4,5 m à 6,0 m. À certains endroits, l'épaisseur du mort-terrain est très mince, des affleurements rocheux ont été rencontrés selon le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018).

Au centre de la propriété (vers l'ouest), la couche de sol organique est suivie par une couche de sable silteux à silt sableux contenant des proportions variées de gravier et d'argile et dont l'épaisseur varie entre 0,5 m et 5,8 m. Le dépôt de till est généralement dans un état de compacité qualifié de compact avec des valeurs d'indice « N » variant entre 12 et 26. À certains endroits, la partie supérieure du till est dans un état de compacité lâche avec des valeurs d'indices « N » variant de 5 à 8 (GHD, 2019).

Au sud de la propriété, le mort-terrain se compose d'une mince couche de sol organique, suivie d'une couche de sable silteux avec traces d'argile d'épaisseur allant de 0,5 m à 1,1 m. Les valeurs d'indice « N » de la couche du sable silteux varient entre 6 et 9. Sous la couche de sable silteux, il y a une couche d'argile silteuse avec une épaisseur de 2,5 m, suivie d'une couche dense de till (sable et de gravier avec la présence de blocs). L'épaisseur du till varie entre 3,0 m et 6,0 m (Richelieu Hydrogéologie Inc. 2018). La valeur de l'indice « N » obtenue dans la couche de l'argile silteuse est de 6. L'argile silteuse est, donc, de consistance raide.

2.3 Stratigraphie locale de la halde de co-déposition (côté ouest)

Sur l'emprise de la halde à stériles, surtout sur le côté ouest, les données géotechniques sont limitées. Selon le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018), la nouvelle emprise de la halde de co-déposition, comprend principalement des affleurements rocheux. GHD a réalisé une campagne géotechnique près du côté ouest de la halde à stériles. Selon le rapport GHD (2019), le mort-terrain est peu profond dans cette zone et contient principalement du sable silteux avec gravier dont l'état de consistance est compact à dense. L'épaisseur du mort-terrain varie entre 0,85 m (PU-13) et 2,90 m (PU-12) selon les rapports des tranchées d'exploration PU-10 à PU-13 réalisé par GHD (2019).

2.4 Stratigraphie locale des haldes à mort-terrain et à matériaux inorganique

La couche superficielle du sol du côté nord des halde à mort-terrain est peu profonde. Les forages PZ-14-R et PZ-16-R (Richelieu Hydrogéologie Inc. 2018) indiquent un mort-terrain ayant des épaisseurs allant de 0,2 à 1 m. Au nord-ouest de la halde, les forages GT-4, GT-5 et GT-6 (GHD, 2019) font apparaître un mort-terrain dont l'épaisseur varie entre 0,73 et 1,97 m. Le sol du mort-terrain est constitué de gravier et de sable silteux dans un état de compacité qualifié de compact à très dense. Des valeurs d'indice « N » de la couche du sable silteux varie entre 18 jusqu'au refus.

Au sud de la halde, seul le forage CP-2 (GHD 2019) montre que l'épaisseur mesurée du mort-terrain est égale à 5,86 m. Le mort-terrain consiste en une couche de sable silteux avec du gravier dans un état de compacité qualifié de compact à dense (jusqu'à 2,85 m de profondeur), suivie d'une couche de sable silteux avec de l'argile dans un état de compacité qualifié de dense à très dense (3,0 m). Des valeurs d'indice « N » varient entre 15 jusqu'au refus.

Il n'y a pas de données géotechniques disponibles pour les côtés ouest et est de la halde. Pour le côté sud, il n'y a qu'un seul forage (forage CP-2, GHD 2019). Des études géotechniques plus approfondies seront, donc, nécessaires.

2.5 Stratigraphie locale de la halde à matériaux organiques

Les trois (3) forages PZ-13, PZ-14 et PZ-16 (complétés par Richelieu Hydrogéologie Inc., 2018) sont situés, respectivement, à l'est, au nord et à l'ouest de la halde. Au sud de la halde, où la hauteur est maximale, aucune donnée géotechnique n'est disponible. Selon les trois (3) forages, à savoir PZ-13, PZ-14 et PZ-16, l'épaisseur du mort-terrain varie entre 9,5 m à l'est et 0,2 m à l'ouest de la halde.

À l'est de la halde, la stratigraphie consiste en une couche de sable lâche à compact, dont l'épaisseur est de 4 m, suivie par une couche de sable et silt avec du gravier dans un état de compacité qualifié de dense à très dense, et dont l'épaisseur est de 5,5 m. Des valeurs d'indice de pénétration « N » varient entre 6 et 31 à travers les quatre premiers mètres de sol (couche de

sable) et entre 35 et 72 au-delà de (4) quatre mètres de profondeur dans la couche de sable et silt avec des graviers.

3. CRITÈRES DE STABILITE

3.1 Norme de conception et directive

Les normes de conception et les références requises pour l'analyse de stabilité des structures de rétention d'eau, des haldes à stériles et du bassin de résidus sont dictées par :

- La Directive 019 sur l'industrie minière au Québec (2012);
- Les lignes directrices sur la sécurité des barrages produites par l'Association canadienne des barrages, ACB (2007 et 2014);
- Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN 2016).

Le Tableau 1 récapitule les facteurs de sécurité pour une variété de conditions de chargement lors de l'analyse de stabilité locale ou globale, et ce, selon les normes et directives citées ci-dessus.

Tableau 1 : Facteurs de sécurité minimums pour l'analyse de stabilité

Condition de chargement	F_S minimum		
	Directive 019	ACB	MERN
Stabilité locale			
Condition statique: court terme	-	-	1,0 à 1,1
Condition statique: long terme	-	-	1,2
Stabilité globale			
Condition statique : court terme	1,3 à 1,5	> 1,3	1,5
Condition statique : long terme	1,5	1,5	1,5
Condition pseudo-statique	1,1	1,0	1,0
Condition post-séisme	1,3	1,2	1,2 to 1,3

Les valeurs requises par le MERN ont été sélectionnées pour l'analyse de stabilité dans le cadre du présent projet.

3.2 Séismicité

L'accélération maximale du sol au site a été déterminée à l'aide de l'outil de calcul de l'aléa sismique du Code national du bâtiment du Canada (CNB, 2015). Pour la zone du projet Authier,

l'accélération maximale horizontale d'un sol de classe C pour une probabilité annuelle de dépassement de 2 % en 50 ans (1/2 475 ans) est de 0,081 g. Les données qui ont été extraites sont présentées au Tableau 2.

Tableau 2 : Accélération spectrale (Sa) et accélération maximale du sol (AMS-PGA) estimées pour le site de la mine pour une probabilité de 2 % sur 50 ans

Paramètre	Valeur	Unité
Sa (0,05 secondes)	0,104	g[1]
Sa (0,1 secondes)	0,142	g
Sa (0,2 secondes)	0,136	g
Sa (0,3 secondes)	0,115	g
Sa (0,5 secondes)	0,093	g
Sa (1,0 secondes)	0,056	g
Sa (2,0 secondes)	0,029	g
Sa (5,0 secondes)	0,008	g
Sa (10,0 secondes)	0,003	g
Accélération Maximale au Sol (AMS/PGA)	0,081	g
Vitesse maximale au sol (PGV)	0,078	m/s

La stratigraphie du sol à l'emplacement de la halde à stériles, de la halde à mort-terrain et de la halde à matériaux organiques a été expliquée respectivement à la section 2. Dû à l'absence de mesure de la vitesse de propagation des ondes de cisaillement sur le site, les résultats du test de pénétration standard (SPT) ont été utilisés pour la classification sismique du site.

Basé sur les données géotechniques existantes, le site se situant du côté ouest de la halde à stériles, la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques est supposé classifié comme « classe C » pour les calculs de charges sismiques suivant les exigences du code. Cependant, une campagne géotechnique plus précise est requise pour la classification sismique du site et la caractérisation de la fondation.

4. VALIDATION VOLUMETRIQUE DES HALDES DU PROJET

Afin de déterminer les volumes des sols, stériles et résidus à placer dans les différentes haldes, le model minier a été utilisé. Les volumes des matériaux in-situ ont été convertis en volume de haldes. Les facteurs de conversion requis sont la densité en place, le foisonnement et la densité des matériaux constituant les haldes. Étant donné que ces valeurs ne sont pas disponibles à cette

[1] C.-à-d. 9.8 m/s^2

étape de l'étude (analyses géotechniques), BBA les a assumées. Une incertitude de 20 % à 30 % pour les différents volumes des haldes pourrait être considérée.

Les volumes in-situ ont été aussi convertis en poids dans le plan minier récemment préparé par BBA. Les tonnages de mort-terrain, de stériles et des résidus sont présentés au Tableau 3.

Tableau 3 : Production du mort-terrain, stériles et résidus – Plan minier de BBA, 2019

Phase	Année	Vol. Mort-terrain (tpa)	Vol. Stériles (tpa)	Vol. Résidus (tpa)
Préproduction	-1 / 0	256 808	537 591	0
1	0 – 1	180 395	2 067 574	671 858
	1 – 2	1 022 091	1 391 299	767 838
	2 – 3	939 232	4 141 719	767 836
	3 – 4	750 502	7 322 475	767 836
2	4 – 5	608 720	10 429 138	767 836
	5 – 6	1 440 059	11 672 493	767 836
	6 – 7	19 612	13 097 818	767 836
	7 – 8	0	10 895 036	767 836
	8 – 9	0	8 078 087	767 836
	9 – 10	0	5 091 808	767 836
	10 – 11	0	1 638 958	767 836
	11 – 12	0	851 701	767 836
	12 – 13	0	571 856	767 836
	13 – 14	0	435 228	637 571
Total		**5 217 417**	**78 222 781**	**10 523 462**

4.1 Halde de co-déposition

Suivant le plan minier, au cours des 15 années de vie de la mine (y compris la pré-production), un total de 34 Mm³ de stériles et 6,6 Mm³ de résidus sera généré pour un volume total de 40,6 Mm³. Le Tableau 3 récapitule les volumes totaux de stériles et de résidus filtrés à gérer.

Tableau 4 : Sommaire de la capacité de production des stériles et résidus miniers.

Paramètres	Quantité
Tonnage total à gérer	88,7 Mt
Tonnage de résidus à gérer	10,5 Mt
Tonnage de stériles à gérer	78,2 Mt
Volume total à gérer	40,6 Mm^3
Volume des stériles	34,0 Mm^3
Volume des résidus	6,6 Mm^3

Afin de réduire les investissements associés à la gestion des résidus et de l'eau, le développement des haldes, ainsi que la mise en place des infrastructures de gestion des eaux se dérouleront en deux phases différentes.

La première phase de co-déposition s'étend sur les quatre premières années, après quoi la mine atteint sa pleine production. Cette phase sera développée seulement dans l'empreinte est de la halde de co-déposition. Un total de 1,8 Mm^3 de résidus miniers et de 6,7 Mm^3 de stériles sera géré dans cette phase. Considérant que la pré-production (Y-0) n'exploitera que des stériles, ce matériau sera utilisé pour préparer les cellules dans lequel les résidus seront déposés. Dans les années suivantes, les résidus seront disposés à l'intérieur des cellules de stériles.

Au cours de la deuxième phase, la halde de co-déposition sera étendue vers l'ouest. À la phase d'ingénierie détaillée du projet, il sera possible d'optimiser la méthode de gestion de résidus et des stériles, et par conséquence, la configuration de la halde de co-déposition.

Le concept développé par SNC-Lavalin prévoit que des bermes et des cellules soient construites afin de confiner les résidus dans les stériles environnants. BBA a suivi les mêmes configurations sur l'ensemble de la halde. La structure est composée de bermes à stériles périphériques et internes ayant une largeur de crête de 22 m et une hauteur de 10 m. Les résidus sont encapsulés dans les cellules formées par les bermes. De façon progressive, à chaque banc, les résidus sont recouverts de stériles. Pour faciliter le drainage interne et la gestion des eaux de surface dans la halde de co-déposition, la superficie finale de chaque banc de la halde de co-déposition est sensée d'être construit en considérant une pente de 2 % dès la berme interne vers les bermes périphériques.

Selon la configuration initiale de SNC-Lavalin, la halde de co-disposition serait construite avec 9 bancs. Pour la configuration modifiée proposée par BBA, 7 bancs sont à prévoir.

La halde de co-déposition a été conçue en tenant compte des paramètres suivants :

- Densité compactée en place des résidus secs : 1,6 t / m³;
- Densité en place de stériles in situ : 2,3 t / m³;

- Les stériles et les résidus sont considérés comme non générateurs d'acide et non lixiviables;
- Halde ayant une superficie au sol d'environ 105 ha et une hauteur maximale de ± 70 m.
- Angle global final de la pente de la halde : 2,5H: 1V;
- Angle d'inclinaison de chaque banc : 1.5H: 1V ;
- Hauteur du banc : 10 m;
- Largeur de chaque berme périphérique : 22 m
- Largeur de la rampe : 22 m;
- Pente de la rampe d'accès : 10 %

Suivant la configuration actuelle, il est observé que la distance entre les bermes périphériques et les bermes internes est variable à travers le site. Les modèles utilisés pour procéder aux analyses de stabilité long-terme de la halde ont tenu compte de la configuration interne développée par SNC-Lavalin. BBA a assumé que les analyses de stabilité pour la stabilité court-terme de chaque banc ainsi que de la configuration interne reste inchangeable et ne modifient pas les analyses déjà avancées par SNC-Lavalin.

La Figure 4 illustre la coupe transversale typique des haldes à stériles. Pour simplifier le modèle, BBA a appliqué une pente de 1,5H: 1V pour les digues périphériques à chaque banc.

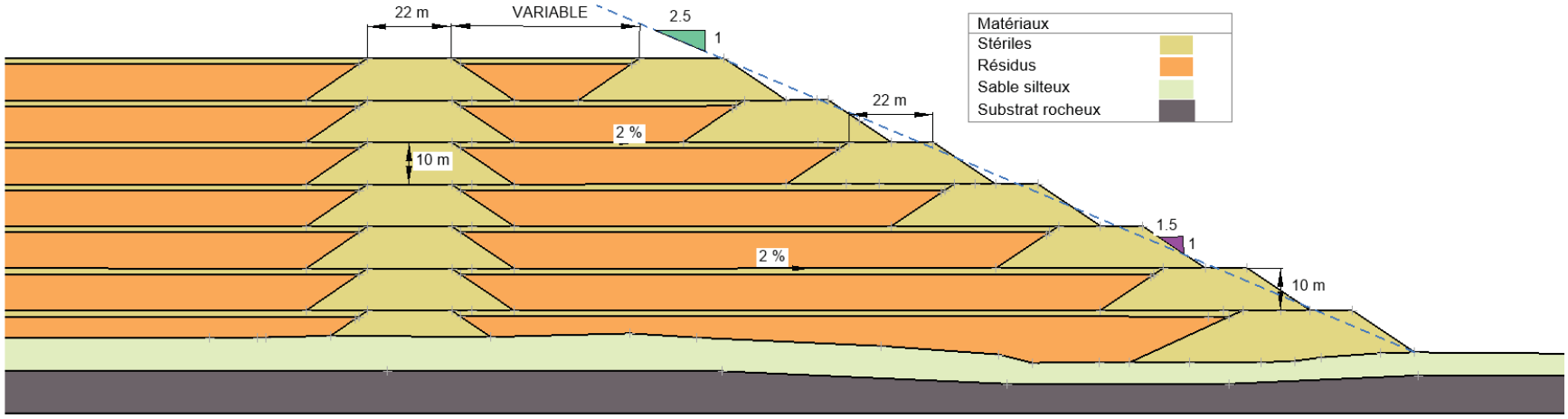


Figure 4 : Coupe typique de la halde de co-déposition (concept de SNC-Lavalin)

4.2 Halde à mort-terrain inorganique et halde à mort-terrain organique

Lors de l'exploitation minière projetée dans le site Authier, les matériaux du mort-terrain sont principalement constitués de sol organique, du sable et du till. Ces matériaux doivent être gérés de façon sécuritaire. Il est recommandé de séparer la matière organique des autres sols.

Le model des ressources minières du projet rapporte un volume de mort-terrain in-situ autour de 2,7 Mm³ sans faire la ségrégation entre sol organique et mort-terrain. Pour ce faire, BBA a assumé qu'environ 100 cm d'épaisseur du sol correspond à la couche organique. Assumant que la surface de la fosse s'étend sur 46 ha, la quantité totale de sol organique à gérer et à placer dans la halde serait de 0,46 Mm³. Ainsi, la valeur résultante du mort-terrain à gérer et à placer dans la halde serait de 2,24 Mm³.

Sur la surface de la fosse, on note que les sols organiques et les sols granulaires inorganiques extraits sont déposés dans deux haldes distinctes, à savoir la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques. BBA a donc modélisé une halde pour l'entreposage temporaire du sol organique avec une capacité de 600 000 m³. La halde à mort-terrain a été modélisé en tenant compte d'une capacité de 2 100 000 m³.

Sur la gestion du mort-terrain, il est important de noter que :

- La production du mort-terrain est prévue dès la phase de pré-production jusqu'à la 7ème année d'exploitation de la mine. Au-delà de 7 ans, aucune production du mort-terrain n'est prévue;
- Une partie des sols granulaires inorganiques pourrait être utilisée pour la construction des infrastructures de service du projet : routes, plateformes, digues des bassins, autres; pour la restauration progressive de la halde de co-déposition et pour la construction de la berme de sécurité autour de la fosse dans le cadre de la restauration;
- Les matériaux organiques seront utilisés principalement pour la restauration progressive de la halde de co-déposition et de la halde à mort-terrain;
- En raison du manque de données géotechniques, les analyses de stabilité des haldes de co-déposition et du mort-terrain ont tenu compte du décapage de la fondation. La couche de sol organique n'as pas été tenu en compte dans le model géotechnique. Suivant les résultats des futures campagnes géotechniques et après avoir caractérisé les sols de fondation dans l'emprise des haldes, BBA sera en mesure de se prononcer sur le besoin de décaper ou pas à ces zones. Dans le cas où il faudra décaper, les volumes des sols organiques pourront être toujours utilisés dans la restauration progressive.

BBA a utilisé des paramètres de conception de la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques qui sont différents de ceux utilisés dans les études précédentes de SNC-Lavalin. Ils sont résumés dans le Tableau 5:

Tableau 5 : Récapitulatif des paramètres de conception de la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques

Paramètres de conception	Halde à mort-terrain	Halde à matériaux organiques
Angle global final de la halde	3H : 1V	3H : 1V
Angle d'inclinaison du banc	2H : 1V	2H : 1V
Hauteur du banc (m)	10	10
Largeur de banc (m)	10	10
Largeur de la rampe (m)	10	10
Pente de la rampe d'accès	10%	10%
Densité compactée en place des matériaux (t/m^3)	1,7 t/m^3	1,3 t/m^3
Superficie au sol de la halde (ha)	12,7	5,9
Hauteur maximale (m)	+/- 50	+/- 30

Les Figure 4 et Figure 5 illustrent la coupe transversale typique de la halde à mort-terrain et la halde à matériaux organiques respectivement.

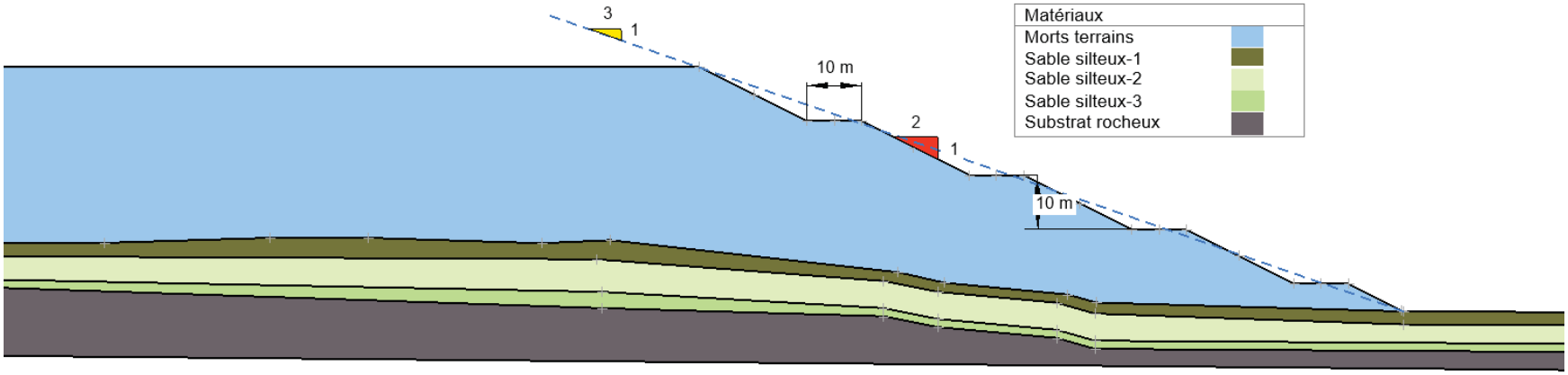


Figure 4 : Coupe transversale typique de la halde à mort-terrain

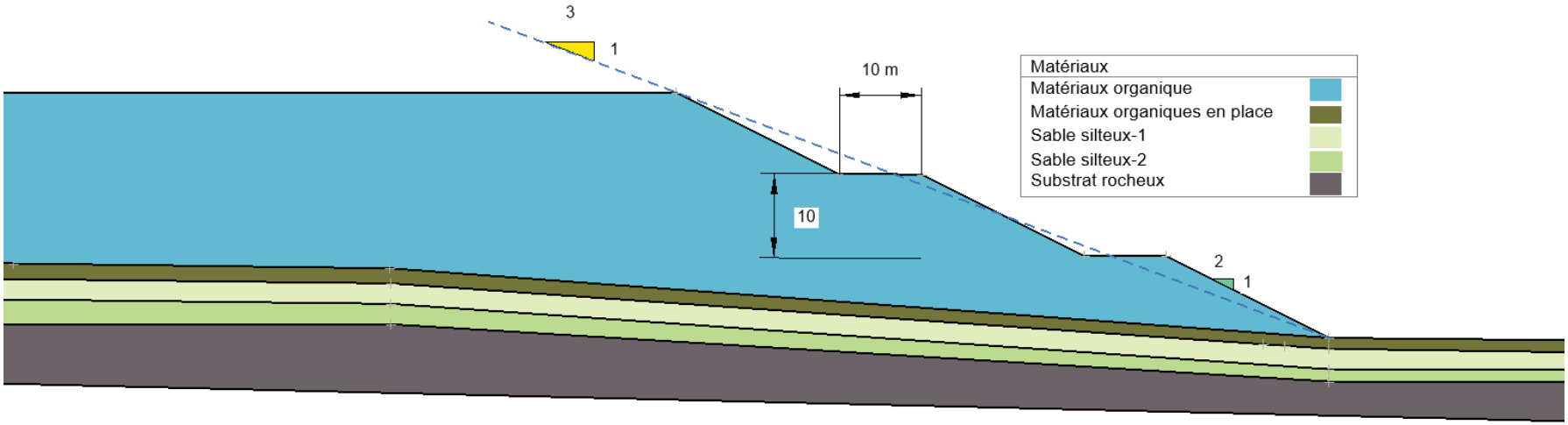


Figure 5 : Coupe transversale typique de la halde à matériaux organiques

5. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DE STABILITÉ

Une section transversale type a été considérée pour les analyses de stabilité de chacune des haldes du projet. Les fondations des ouvrages ont été définies suivant les données extraites des campagnes géotechniques menées par Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018) et GHD (2019).

Pour la halde de co-déposition, BBA a fait les analyses seulement dans la zone ouest de la structure. Étant donné que la stabilité de la pente de la halde située du côté est a déjà été réalisée par SNC-Lavalin en considérant une hauteur de la halde de 90 m, BBA suppose que les résultats de stabilité obtenus par SNC-Lavalin restent valables pour la halde avec une hauteur de 70 m, surtout que la configuration de la halde demeure inchangée. Ce document fournit également les résultats de stabilité de pente pour les haldes à mort-terrain et la halde à matériaux organiques.

La Figure 6 illustre l'agencement général des haldes et les sections critiques ciblées par la présente analyse de stabilité des pentes et celle déjà faite par SNC-Lavalin.

L'analyse de stabilité a été réalisée avec le logiciel d'équilibre limite SoilVision^{TM}. Pour les analyses à court et long terme, les matériaux granulaires ont été modélisés avec le critère de rupture de Mohr-Coulomb.

Dans le cadre de cette analyse, les sections transversales ainsi que les conditions les plus critiques ont été analysées, soit :

- La hauteur maximale des haldes;
- Les scénarios de fondations les plus critiques à savoir :
  - Fondations profondes;
  - Fondation constituée des matériaux lâches.

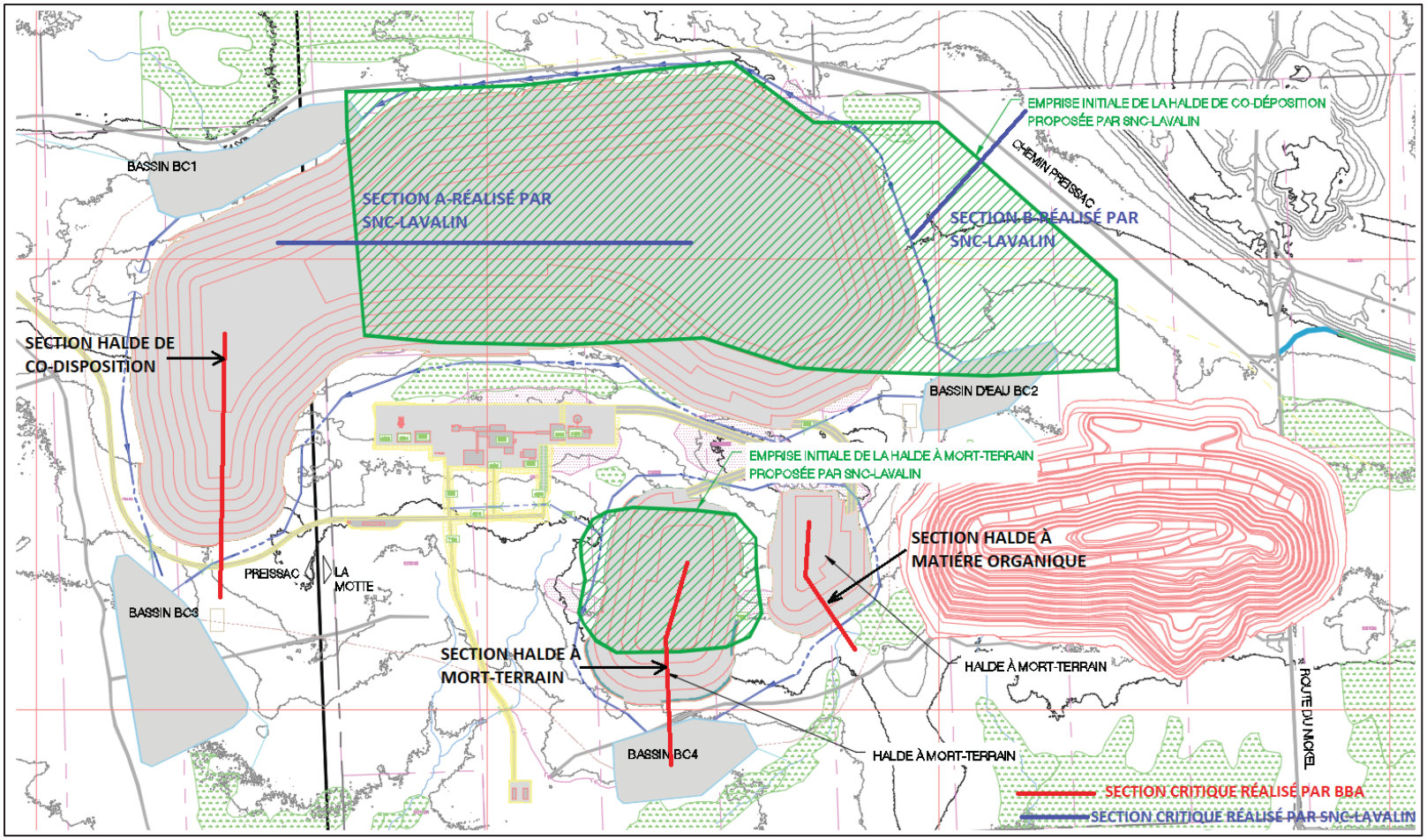


Figure 6 : Agencement des haldes et sections utilisées lors des analyses de stabilité

5.1 Stabilité sismique

En condition pseudo-statique, la méthode de Hynes-Griffin et Franklin (1984) a été utilisée suivant les recommandations de l'Association canadienne des barrages (ACB 2007). Les hypothèses suivantes ont été supposées :

- La résistance au cisaillement des matériaux doit être réduite de 20 %;
- Seule la force sismique horizontale est utilisée dans l'analyse pseudo-statique, et ce, pour les raisons suivantes :
  - Le coefficient sismique horizontal (Kh) augmente les forces et diminue la résistance des matériaux;
  - Le coefficient sismique vertical est négligeable;
  - Le coefficient sismique horizontal utilisé est de Kh=0,5*PGA/g;
  - Le coefficient sismique utilisé pour l'analyse pseudo statique en cours est donc:Kh=0,041 (0,5 x 0,081 g/g).

5.2 Propriétés des matériaux

Les propriétés des matériaux ont été estimées sur la base des rapports géotechniques disponibles et des données recueillies dans la littérature.

Les paramètres de résistance au cisaillement ont été estimés à l'aide des valeurs d'indices de pénétration « N » obtenues par le biais des essais au pénétromètre dynamique (SPT) réalisés au site. L'angle de friction interne (φ) a été corrélé avec les valeurs d'indice de pénétration « N » selon la méthode empirique de Peck et al. (1974) et Wolf (1989).

Les paramètres géotechniques utilisés dans le cadre des analyses de stabilité sont présentés au Tableau 6.

Tableau 6 : Paramètres géotechniques des sols

Matériau	γ (kN/m^3)	C (kPa)	φ	S_u (kPa)	K_{sat} (m/s)
Stériles miniers	22	0	36	N/A	1×10^{-4}
Fondation de la halde à stériles (sable compact à dense)	19	0	32	N/A	1×10^{-5}
Résidus miniers	16.7	0	28	N/A	1×10^{-8}
Sol mort-terrain	17	0	32	N/A	1×10^{-5}
Matériaux organiques	13	0	28	N/A	1×10^{-5}
Fondation du sol mort-terrain et matériaux organique	17 à 18	0	31 à 35	N/A	1×10^{-5}

5.3 Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été formulées pour l'analyse de la stabilité des pentes :

- Les propriétés des matériaux ont été estimées à partir des données des anciennes campagnes géotechniques et celles recueillies de la littérature. Pour l'analyse à court terme (fin de construction) et à long terme, le matériau granulaire a été modélisé par le critère de rupture de Mohr-Coulomb;
- Il a été assumé que tous les matériaux placés dans les haldes sont compactés;
- La stratigraphie des sols sous-jacents et la caractérisation des matériaux de fondation ont été estimées à partir des résultats et données des investigations géotechniques réalisées sur le site du projet Authier;
- Dans l'absence de données géotechniques, le décapage est prévu dans l'emprise des haldes de co-déposition et la halde à mort-terrain et ceci pour enlever la couche organique des sols en place. Les sols organiques dans l'emprise des haldes n'ont, alors, pas été inclus dans le modèle d'analyses de stabilité des pentes;
- Les paramètres hydrauliques et de résistance des matériaux des haldes sont supposés uniformes;
- Les propriétés hydrauliques non-saturées des matériaux ont été estimées à l'aide du modèle Kovac- Modifié;
- Les paramètres de résistance au cisaillement ont été estimés sur la base des valeurs « N » des tests SPT (Standard Penetration Test) effectués lors de la campagne géotechnique. L'angle de frottement interne (φ) a été corrélé à la valeur « N » conformément aux valeurs suggérées dans le Manuel des fondations canadiennes (2005);
- La cohésion (C) du matériau granulaire a été supposée égale à zéro.

6. RÉSULTATS DES ANALYSES

6.1 Analyses d'écoulement/infiltration

Le modèle SVFLUX a été utilisé pour établir les conditions initiales de la nappe phréatique. Ces conditions ont ensuite été utilisées comme intrant au modèle SVSLOPE.

De façon générale, l'écoulement de l'eau dans les haldes se passe en conditions non-saturées. En conditions non-saturées, la conductivité hydraulique et la teneur en eau du sol sont dépendantes de la succion suivant une fonction définie par la courbe de rétention d'eau (CRE). La courbe de rétention d'eau utilisée dans la présente analyse a été estimée à partir de données de littérature disponible pour des matériaux similaires.

Une analyse préliminaire des infiltrations a été réalisée à des fins d'estimation de la position de la nappe phréatique dans les haldes, et ce sous des conditions d'écoulement permanent (à long terme). Dans cette étude, la génération de la nappe phréatique dans chaque halde est supposée égale à la moitié de la hauteur de la halde. Cette génération de la nappe phréatique a été appliquée en tant que condition de charge hydraulique aux limites dans le modèle (à savoir sur une section très éloignée de la pente de la halde). Les résultats des infiltrations ont été couplés avec les modèles de stabilité de pentes afin de prendre en considération l'effet de la nappe phréatique sur la stabilité des haldes. Les Figure 7, Figure 8 et Figure 9 illustrent la nappe phréatique simulée dans les différentes haldes pour les conditions aux limites considérées dans le cadre de la présente analyse.

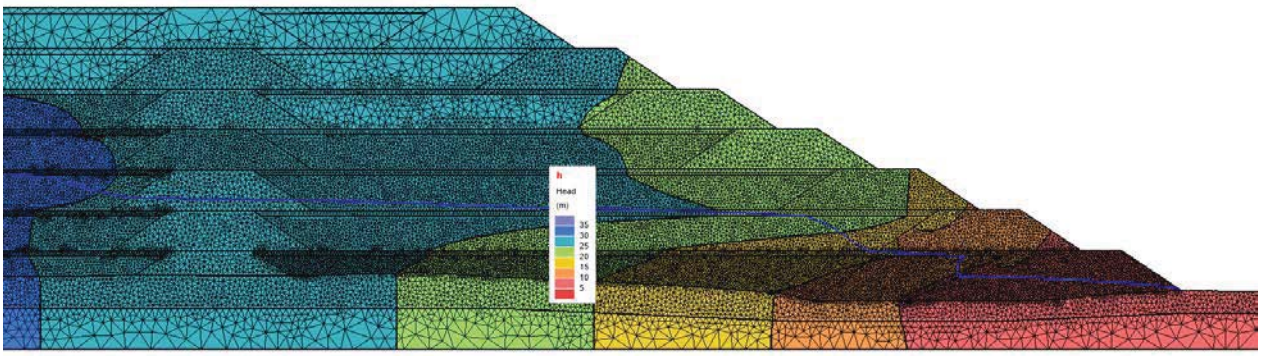


Figure 7 : Simulation de la nappe phréatique pour les haldes à stériles

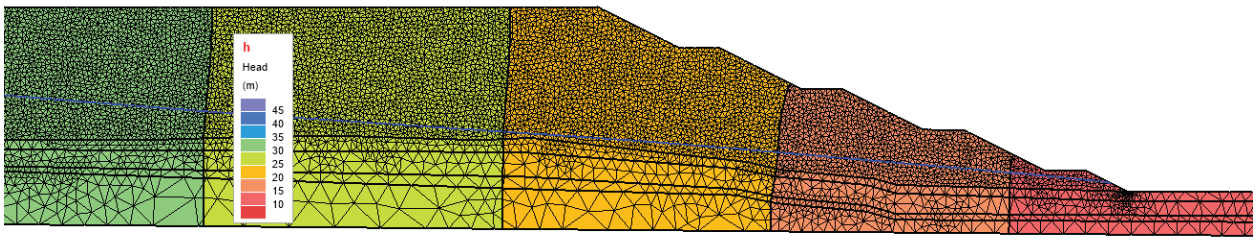


Figure 8 : Simulation de la nappe phréatique pour la halde à mort-terrain

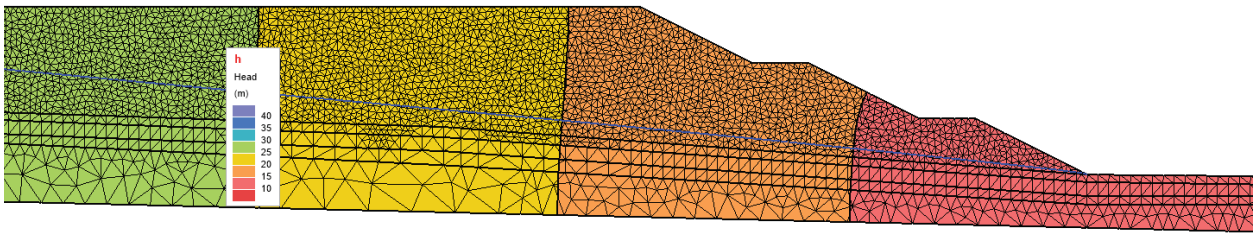


Figure 9 : Simulation de la nappe phréatique pour la halde à matériaux organiques

Pour la halde à stériles et résidus de co-déposition, ainsi que pour la halde à matériaux organiques, la nappe phréatique s'écoule librement au niveau des fondations. Cependant, dans le cas de la halde à mort-terrain, la nappe phréatique n'a pas été complètement drainée au niveau des fondations. Dans ces conditions, l'analyse de la stabilité des pentes a démontré que le facteur de sécurité local (pour le premier banc de la halde) n'est pas conforme aux critères de conception. Différentes solutions peuvent être appliquées pour résoudre le problème de drainage dans cette halde. BBA recommande la mise en place d'une berme périphérique composé de stériles. Le banc servira de drain de pied, ce qui contribuera à ramener la nappe phréatique au niveau des fondations.

La berme (drain de pied) peut être construite ultérieurement. Le but final de cet ouvrage est d'assurer la stabilité locale de la halde au long-terme, vu que la nappe phréatique ne sera générée qu'en conditions permanentes.

L'analyse d'écoulement des eaux illustrée sur la Figure 10 prend en compte l'impact de la berme périphérique, qui est composée des stériles sur le drainage interne de la halde à mort-terrain. Le drain de pied a permis l'amélioration du drainage des haldes, en baissant la nappe phréatique au niveau des fondations.

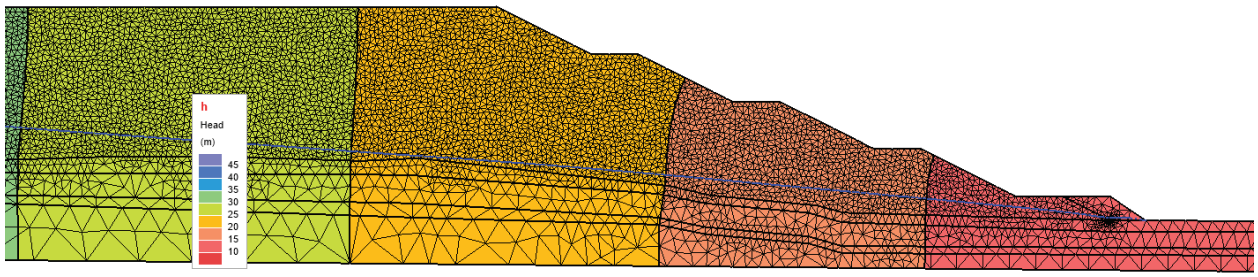


Figure 10 : Simulation de la nappe phréatique de la halde à mort-terrain avec ajout de drain de pied

6.2 Résultats des analyses de stabilité

Les facteurs de sécurité estimés pour le côté ouest de la halde de co-déposition, de la halde à mort-terrain et de la halde à matériaux organiques sont présentés au Tableau 6. Le facteur de sécurité pour chaque condition de chargement, analysée dans le cadre de la présente étude, selon la section sélectionnée de chacune des catégories de haldes simulée y est présenté. La surface de glissement critique et les facteurs de sécurité sont illustrés aux Figures A-1 à A-18 de l'annexe A.

Tableau 7 : Résultats de l'analyse de stabilité locale et globale

Conditions de chargement	FS minimum requis	F_S minimum estimé		
		Halde à stériles (côté ouest)	Halde à mort-terrain	Halde à matériaux organiques
Stabilité locale				
Analyse statique (Court terme)	1,0	1,3	1,4	1,2
Analyse statique (Long terme)	1,2	1,2	1,2	1,2
Stabilité globale				
Analyse statique (Court terme)	1,5	1,7	1,9	1,7
Analyse statique (Long terme)	1,5	1,5	1,6	1,6
Analyse pseudo-statique	1,0	1,1	1,1	1,1

7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

BBA a réalisé des modifications sur l'agencement des haldes du site Authier. En revanche, l'approche de co-déposition de résidus et des stériles développée par SNC-Lavalin reste inchangée. Le concept développé par SNC-Lavalin prévoit que des bermes et des cellules soient construites afin de confiner les résidus dans les stériles environnants. BBA a retenu les mêmes configurations développées par SNC-Lavalin pour les changements apportés à la halde (côté ouest de la halde de co-déposition). Des validations de la stabilité des ouvrages ont été réalisées. Assumant que les caractéristiques et propriétés géotechniques des sols de fondation ainsi que des matériaux constituants les haldes sont celles utilisées lors des analyses précédentes, la géométrie retenue pour les haldes garantit la stabilité globale et locale, lorsqu'elles sont soumises aux conditions de chargement statique et sismique que ce soit à court ou à long terme.

Dans la présente étude, des sols organiques dans l'emprise des haldes n'ont pas été inclus dans les analyses de stabilité des pentes. À l'avenir, avec les données géotechniques complètes, les

analyse de stabilité peuvent être rétablie pour prendre en compte les sols organiques dans l'emprise des haldes, et ce, dans le but de démontrer la nécessité, ou non, du décapage des sols organiques dans l'emprise des haldes.

En ce qui concerne la halde à mort-terrain, à long terme, la génération de surpressions interstitielles, causée par la montée de la nappe phréatique dans la halde (drainage lent), compromet la stabilité du premier banc de la halde. Pour cette raison, BBA a recommandé l'installation d'une berme, constitué d'enrochement provenant des stériles miniers. La berme servira de drain de pied, ce qui aidera à ramener la nappe phréatique au niveau des fondations et ainsi minimiser la génération de surpressions interstitielles. Le drain de pied peut être construit ultérieurement pour assurer la stabilité locale de la halde à long terme.

À cette étape de l'étude, les données géotechniques sont limitées. Les modélisations et les analyses ont été donc effectuées avec plusieurs hypothèses. Des études géotechniques détaillées sont requises à l'emprise de toutes les haldes.

Les recommandations suivantes doivent être considérées lors de la phase d'ingénierie détaillée :

- Des analyses géotechniques sont requises pour évaluer les densités des matériaux à placer dans les haldes et leurs densités lorsque compactés.
- Une étude géotechnique complémentaire est nécessaire pour caractériser le sol de fondation en fonction des modifications proposées par BBA.
- Les données géotechniques disponibles sont limitées. Aucune analyse de liquéfaction n'a été effectuée pour le sol de fondation. Il est donc important d'approfondir les investigations afin de bien caractériser les zones susceptibles de se liquéfier. L'étude se basera sur des forages géotechniques supplémentaires et des essais de pénétromètre statique (CPT) ainsi que des essais au laboratoire.
- Les paramètres de résistance au cisaillement des matériaux pour l'analyse de la stabilité de pentes ont été obtenus à partir de données disponibles en littérature. Des données plus précises issues de l'essai de cisaillement direct réalisé au laboratoire ou essai triaxial sont nécessaires pour réviser la stabilité de pentes des haldes lors de la conception détaillée.
- Des analyses de stabilité de pentes du côté ouest de la halde de co-déposition ont été effectuées conformément au plan de gestion présenté par SNC Lavalin, car des modifications du plan de gestion entraîneraient des altérations importantes au niveau de la géométrie de la halde de co-déposition.
- La fosse à ciel ouvert (Authier) est située à l'est de la halde à matériaux organiques. La stabilité de pentes de la mine à ciel ouvert devrait être analysée en tenant compte de l'impact de la halde. Des investigations supplémentaires (y compris des forages supplémentaires) seront nécessaires pour confirmer la stratigraphie dans les zones situées entre la halde à matériaux organiques et la fosse à ciel ouvert.

- Des analyses de stabilité de pentes pour les conditions à long terme ont été effectuées en tenant compte d'un scénario unique pour la simulation de la nappe phréatique à l'intérieur des haldes. Des investigations et analyses supplémentaires tenant compte de plusieurs scénarios possibles seront nécessaires pendant la phase d'ingénierie détaillée.
- Finalement des plans de remplissage ainsi que des plans de mise en place des résidus/stériles doivent être élaborés.

8. RÉFÉRENCES

(1) Aubertin, M., Mbonimpa, M., Bussière, B., & Chapuis, R. P. (2003). A model to predict the water retention curve from basic geotechnical properties. Canadian Geotechnical Journal, 40(6), 1104-1122.

(1) BBA (2019). Authier lithium project definitive feasibility study. Rapport présenté à Sayona Québec.

(2) BBA (2019). Authier lithium project updated definitive feasibility study. Rapport présenté à Sayona Québec.

(3) Canadian Dam Association (CDA). 1995, et 1999, 2007. Dam Safety Guidelines.

(4) GHD (2019). Campagne d'investigation géotechnique. Rapport présenté à Sayona Québec.

(5) JOURNEAUX ASSOC (2017). Waste Halde Stability Analysis, Authier Lithium Project, Feasiblitiy Study. Rapport présenté à Sayona Québec.

(6) Ministère du développement durable de l'environnement et des parcs (Mars 2012). Directive 019 sur l'industrie minière.

(7) Ministère de l'environnement (Octobre 1989). Directive 004 – Réseaux d'égout

(8) Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (Novembre 2016). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec.

(9) Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018). Étude hydrogéologique et évaluation des effets du projet sur l'environnement. Rapport présenté à Sayona Québec.

(10) Ressources naturelles Canada (2015) Cartes de l'aléa sismique du Code national du bâtiment du Canada 2015 http://www.seismescanada.rncan.gc.ca/hazard-alea/interpolat/calc-fr.php

(11) SNC.LAVALIN (2018). Étude de stabilité géotechnique de la halde de co-disposition. Rapport présenté à Sayona Québec.

(12) SNC.LAVALIN (2018). Design Criteria. Rapport présenté à Sayona Québec.

Annexe A : Résultats de l'analyse de stabilité

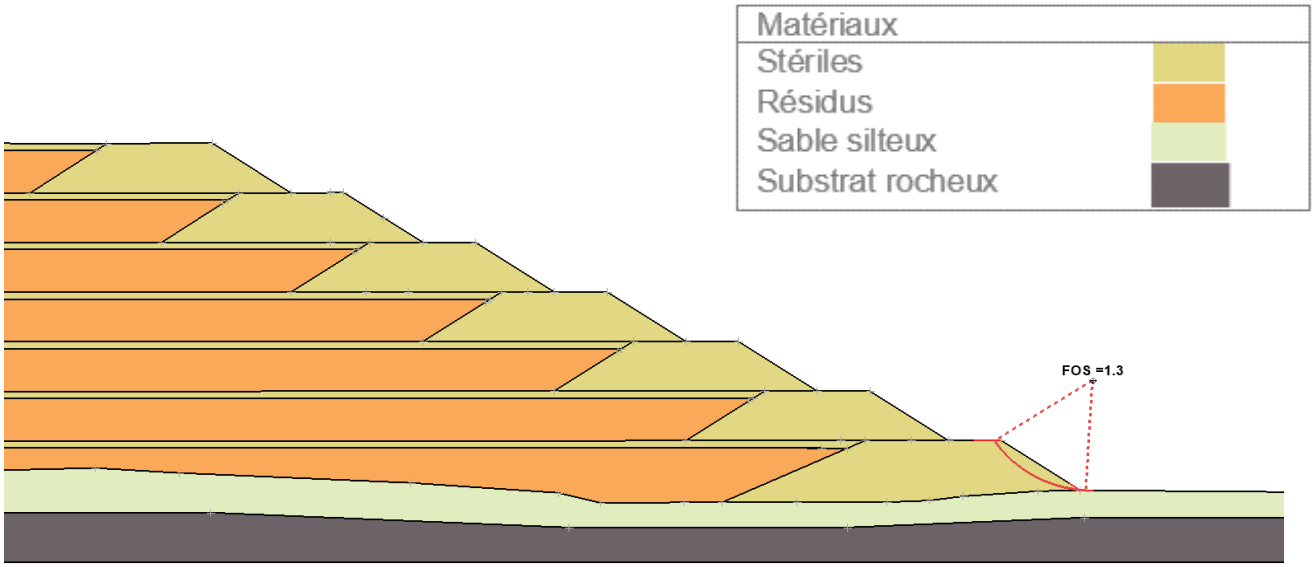


Figure A1 : Stabilité statique (local, court-terme) de la halde à stériles, côté ouest

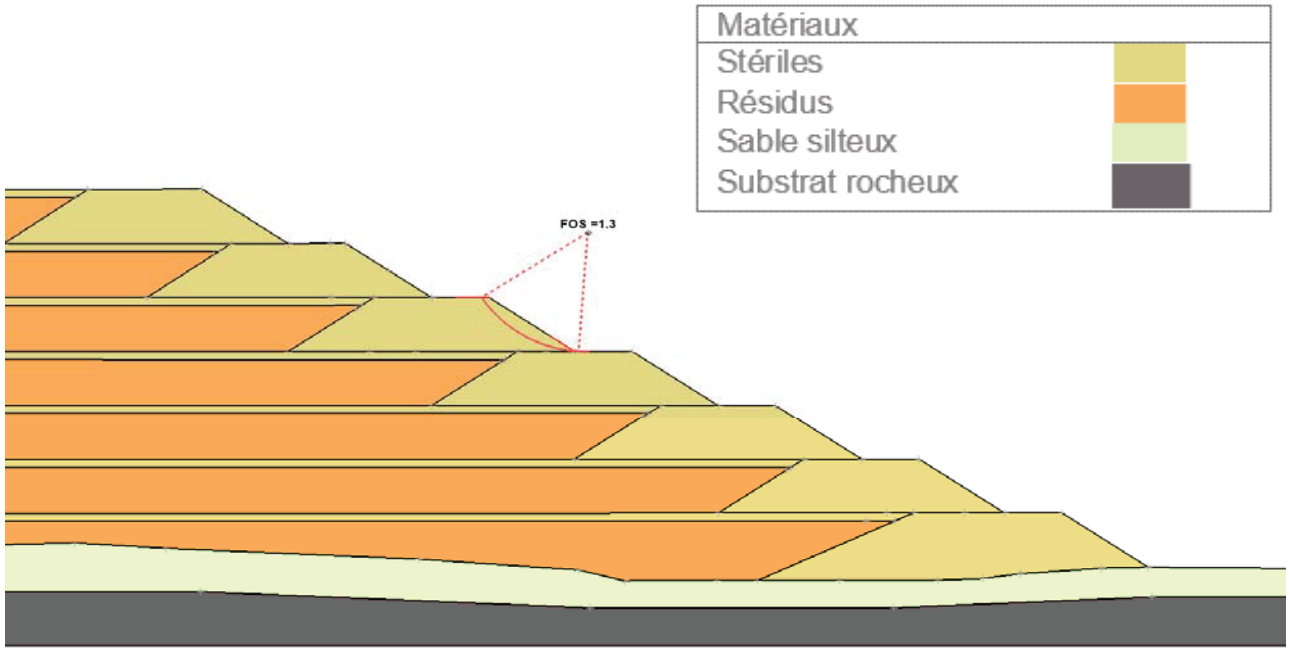


Figure A2 : Stabilité statique (local, court-terme) de la halde à stériles, côté ouest

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

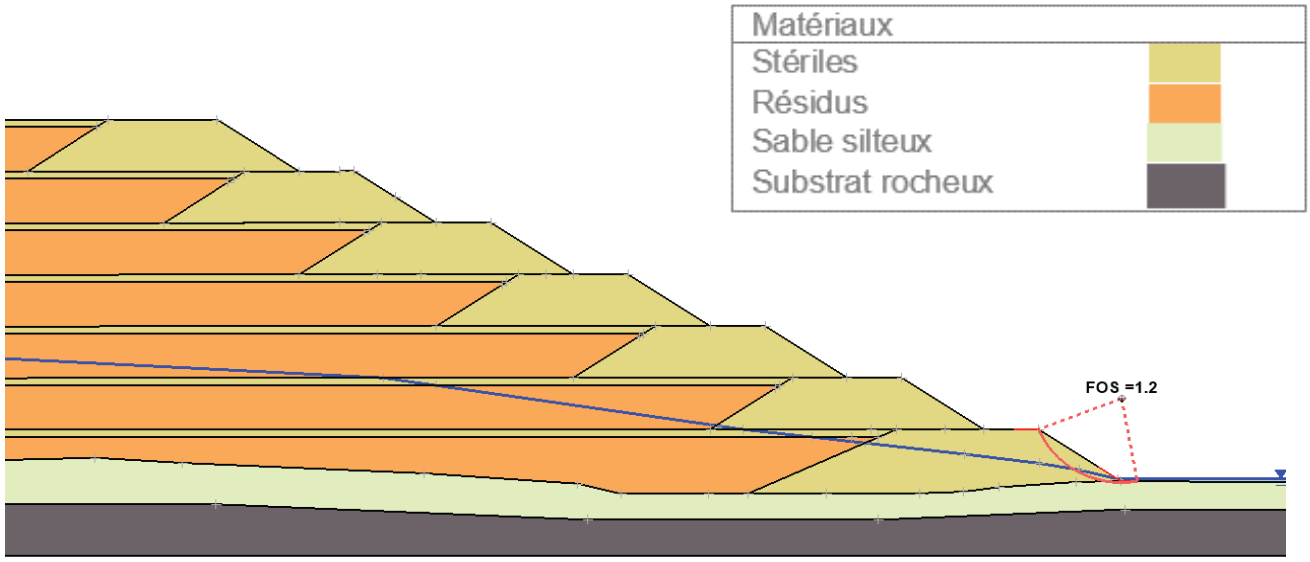


Figure A3 : Stabilité statique (local, long-terme, nappe phréatique simplifiée) de la halde à stériles, côté ouest

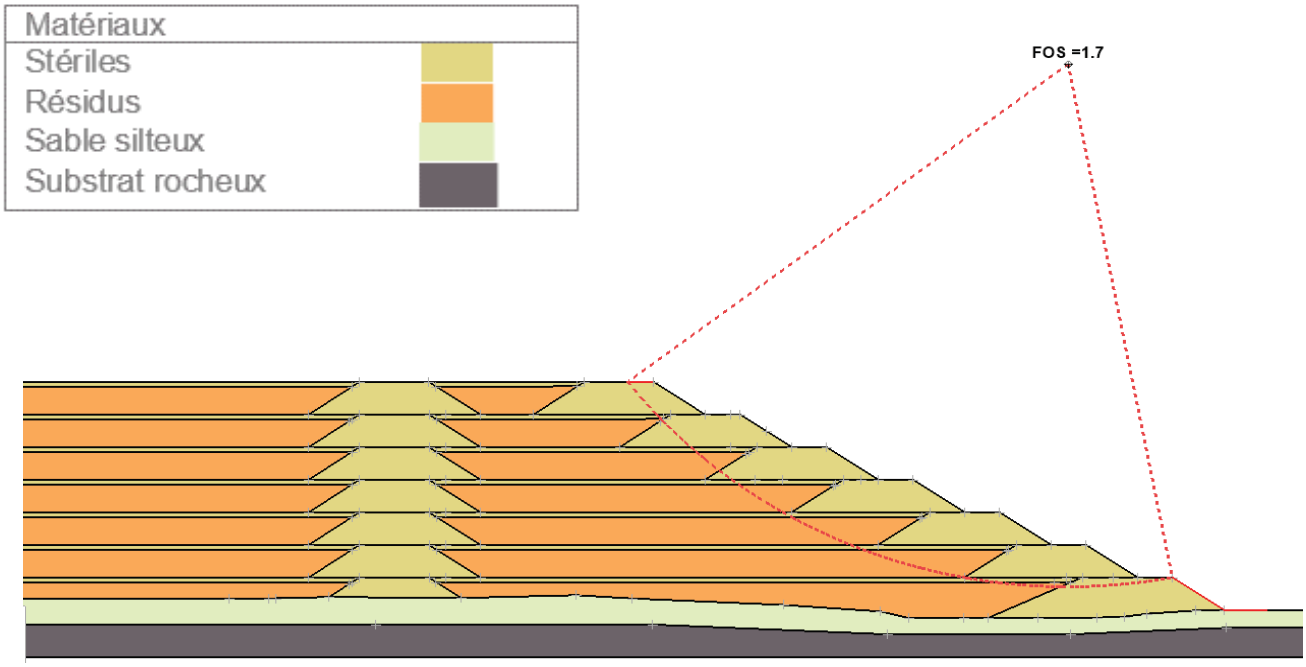


Figure A4 : Stabilité statique (global, court-terme) de la halde à stériles, côté ouest

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Piciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

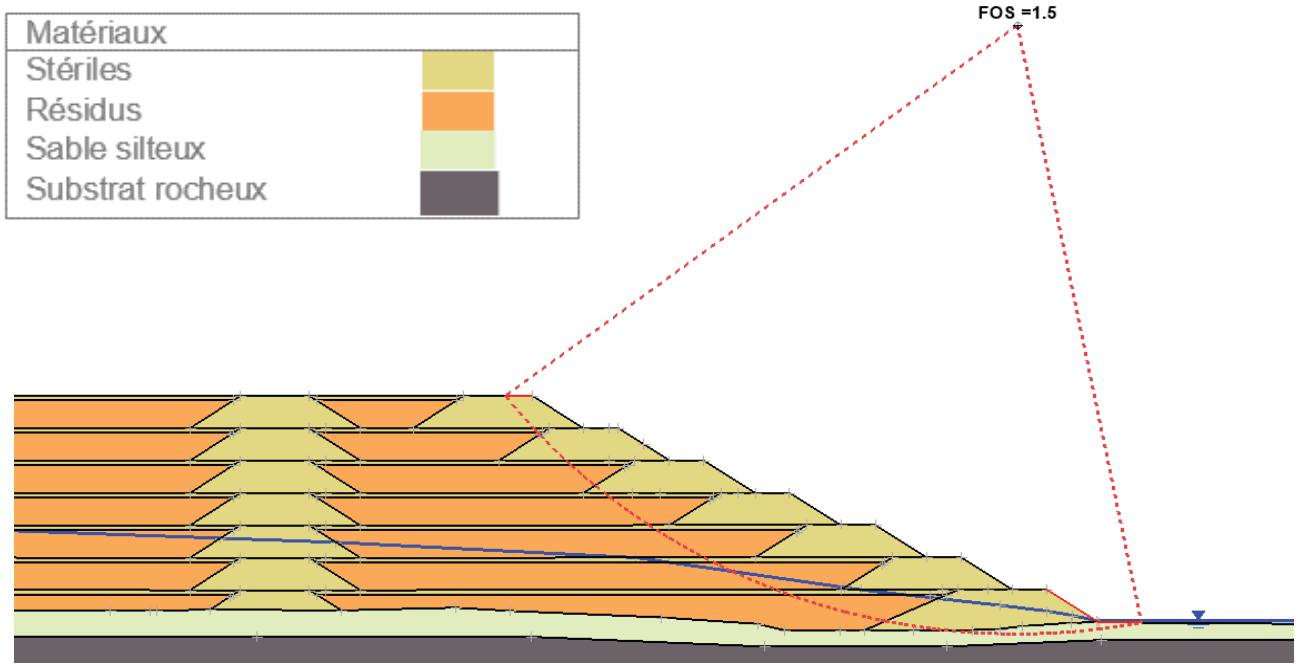


Figure A5 : Stabilité statique (global, long-terme, nappe phréatique simplifiée) de la halde à stériles, côté ouest

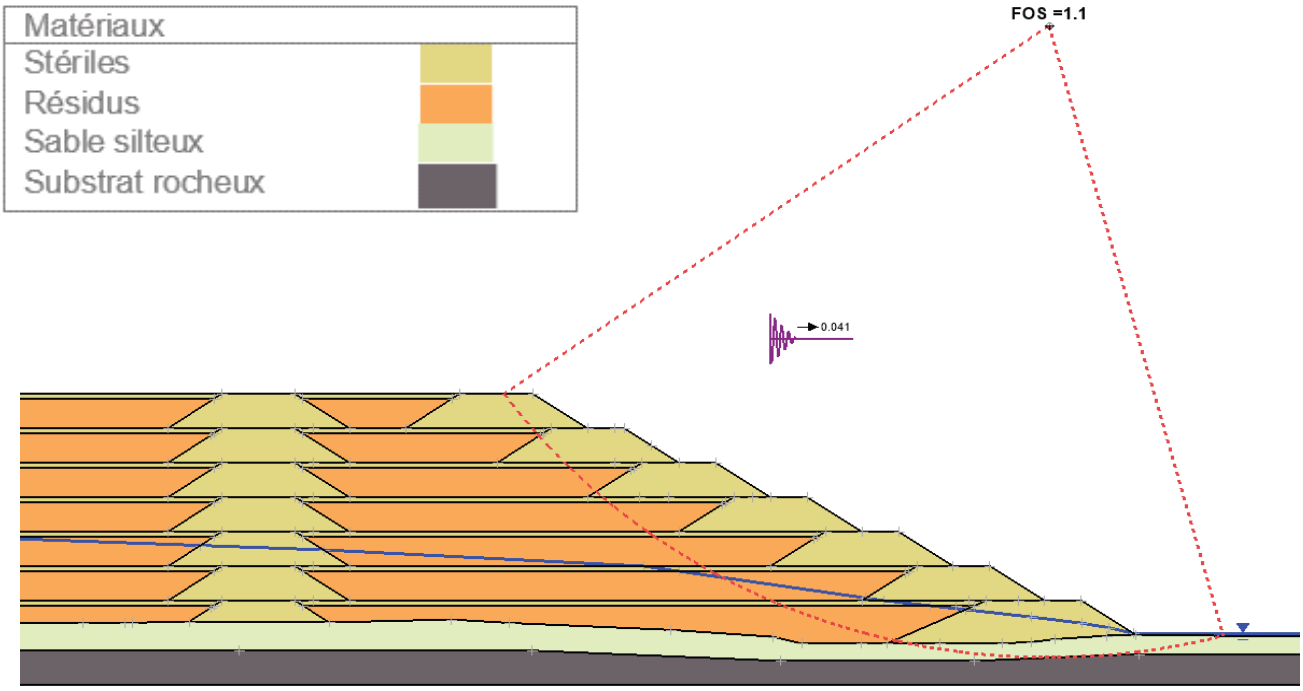


Figure A6 : Stabilité pseudo-statique (global, long-terme, nappe phréatique simplifiée) de la halde à stériles, côté ouest

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

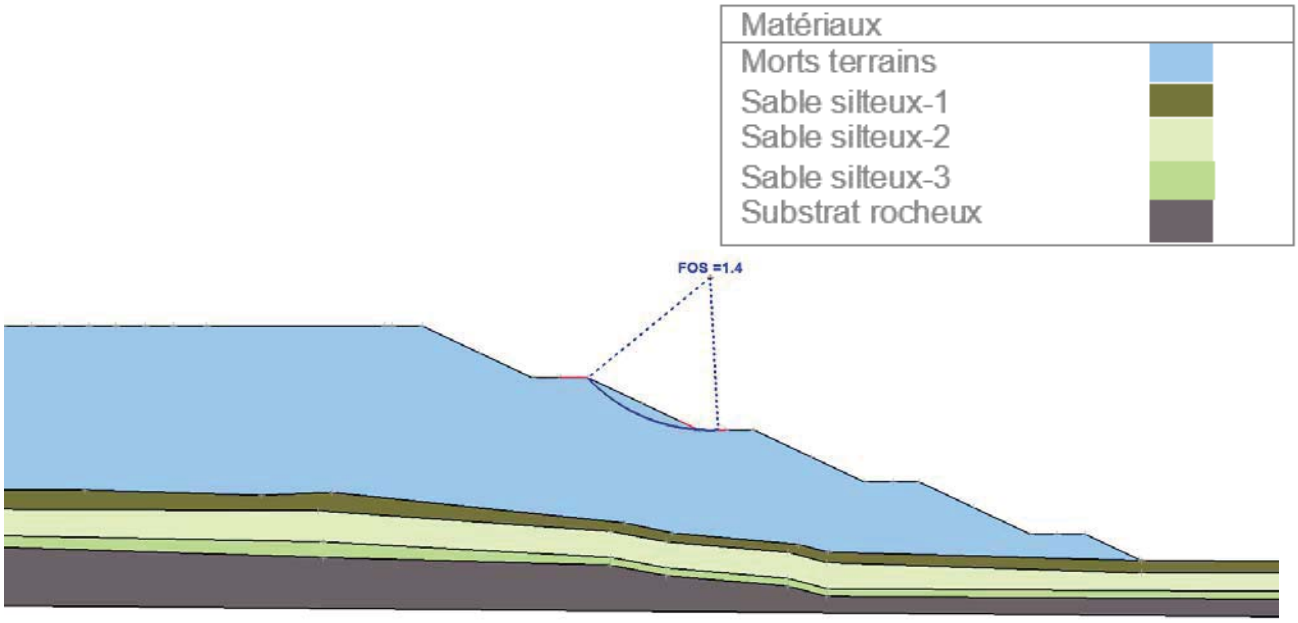


Figure A7 : Stabilité statique (local, court-terme) de la halde à mort-terrain

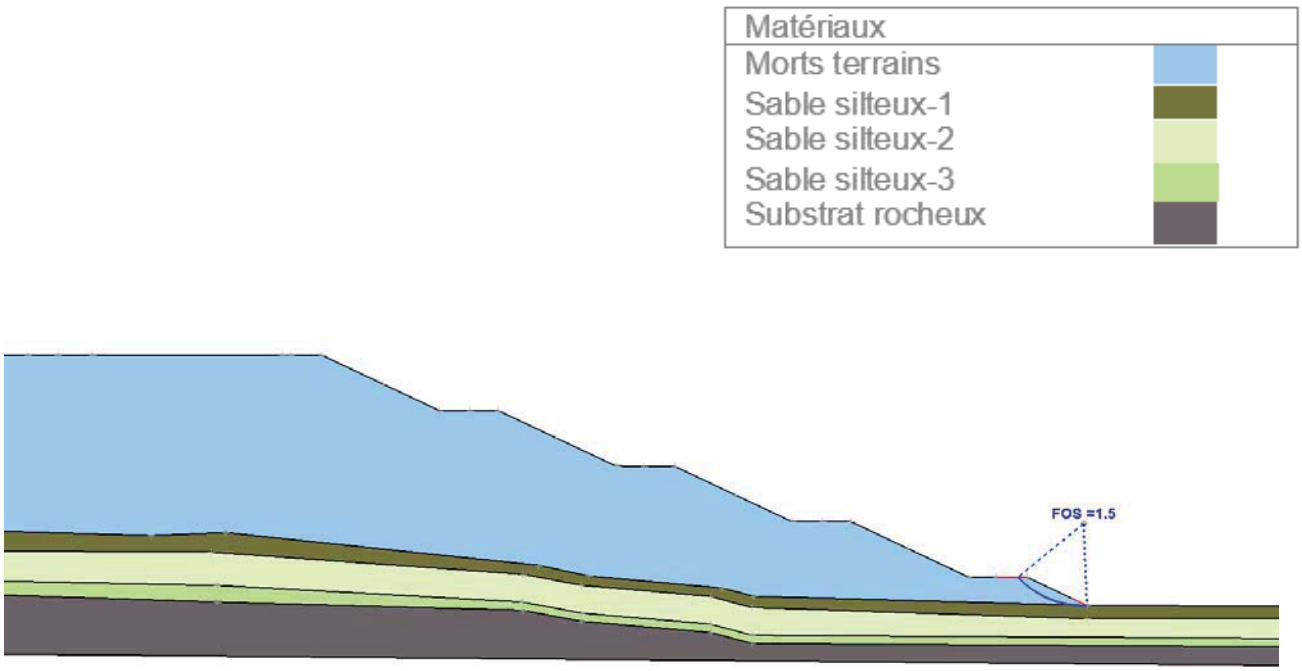


Figure A8 : Stabilité statique (local, court-terme) de la halde à mort-terrain

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

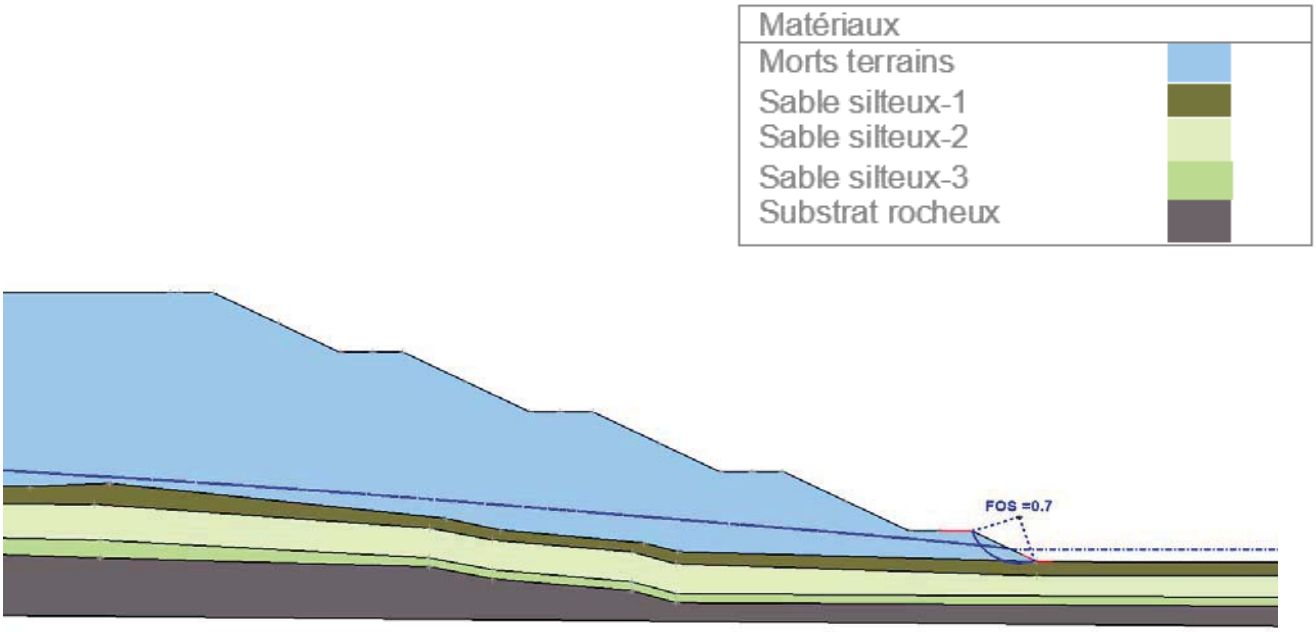


Figure A9 : Stabilité statique (local, long-terme) de la halde à mort-terrain sans la berme de stériles

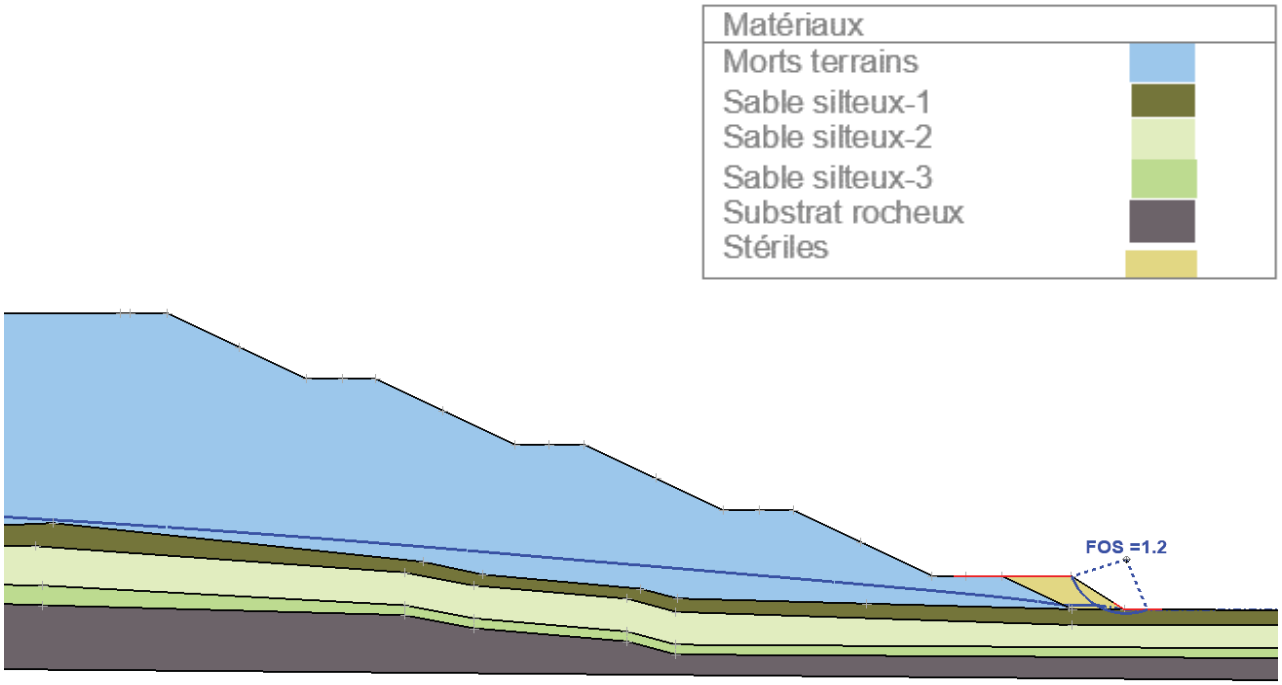


Figure A10 : Stabilité statique (local, long-terme) de la halde à mort-terrain avec la berme de stériles

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

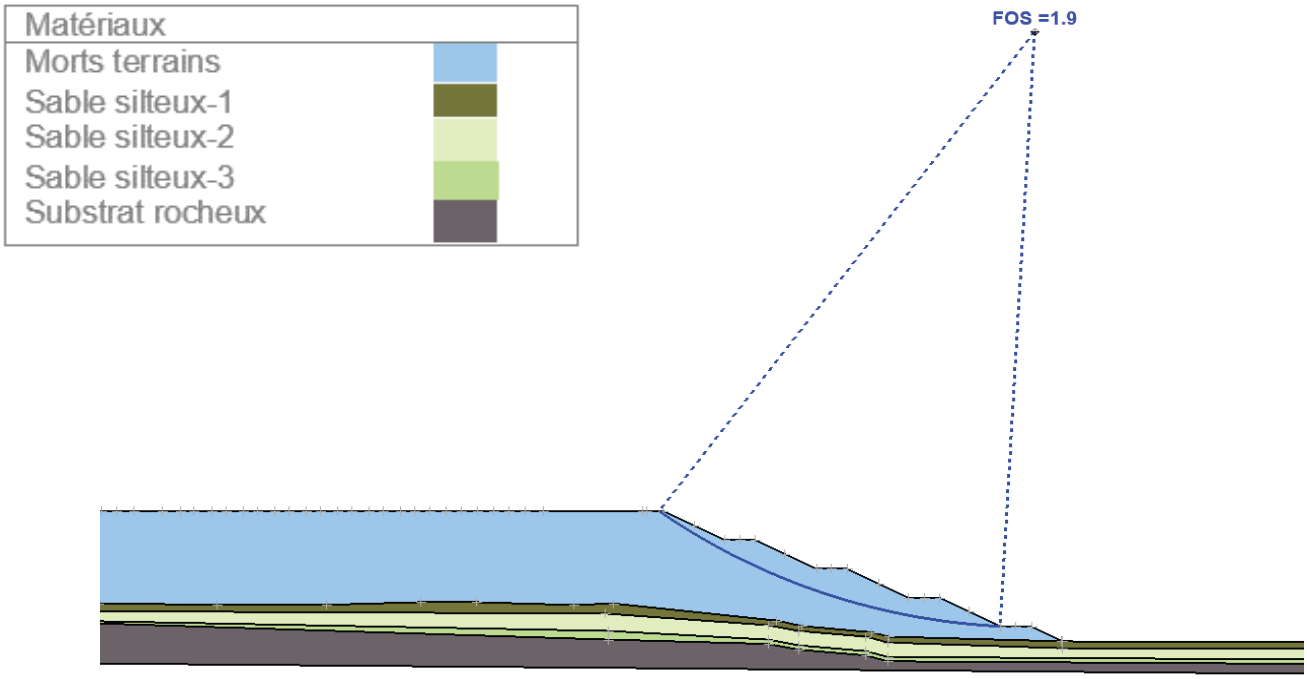


Figure A11 : Stabilité statique (globale, court-terme) de la halde à mort-terrain

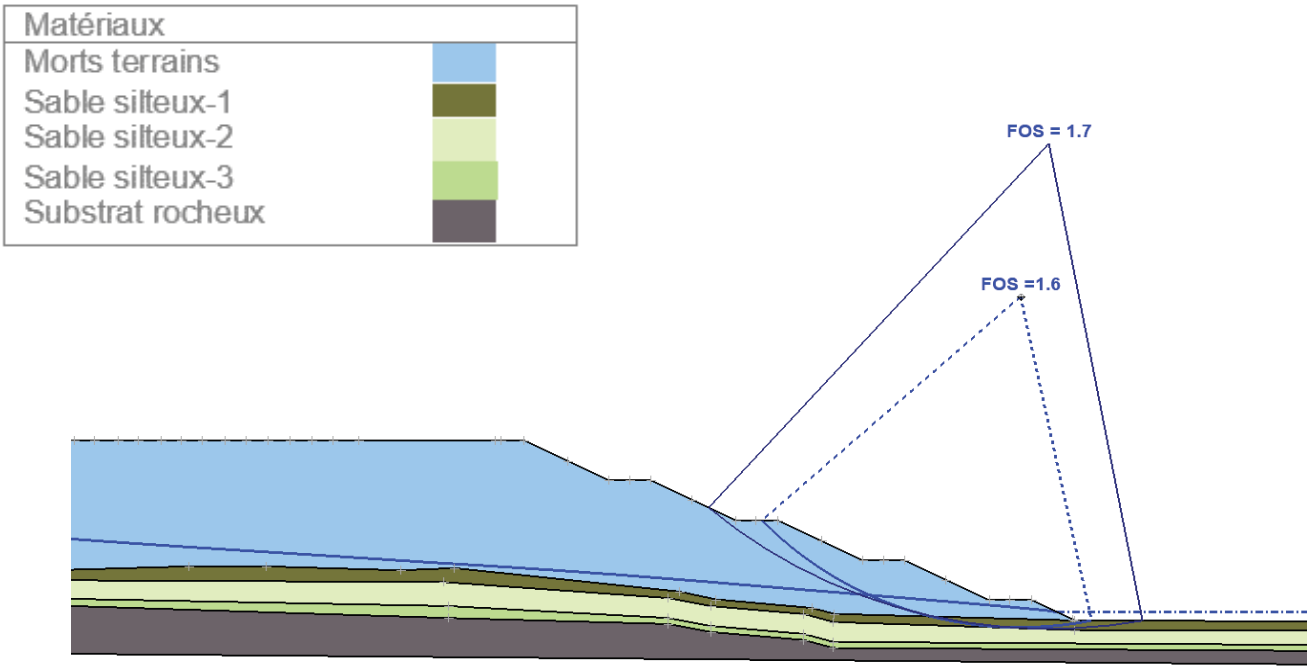


Figure A12 : Stabilité statique (globale, long-terme) de la halde à mort-terrain

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Piciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

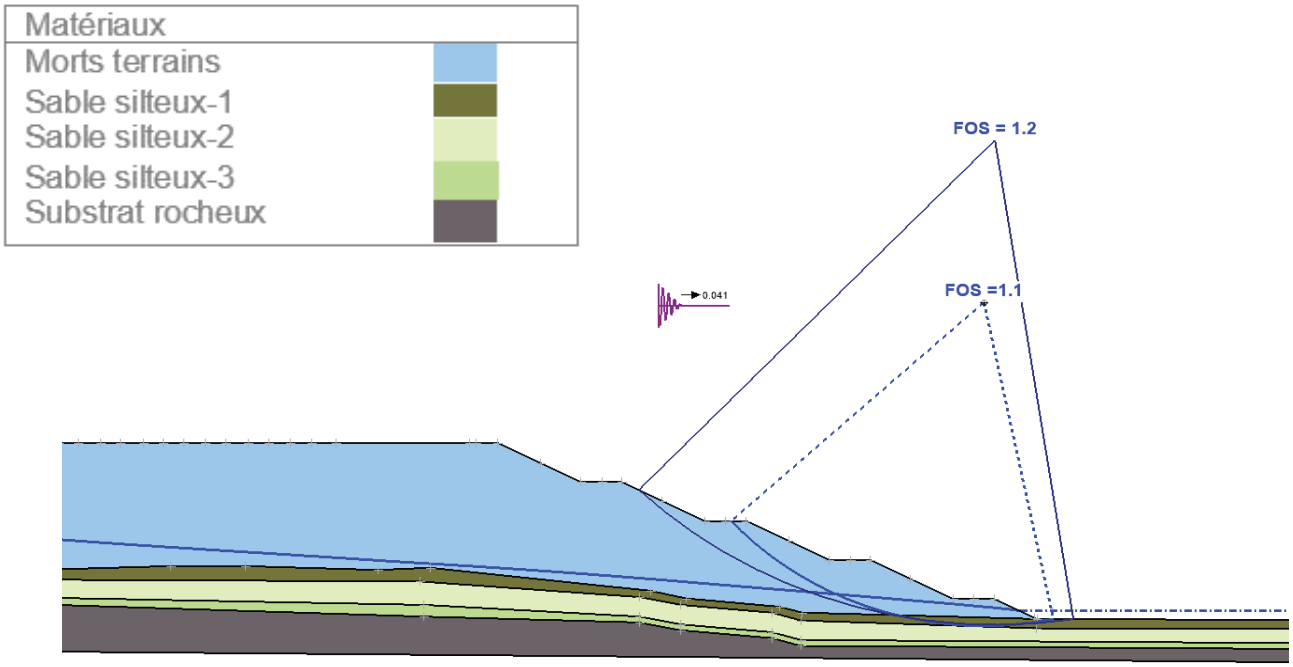


Figure A13 : Stabilité pseudo-statique (globale, long-terme) de la halde à mort-terrain

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

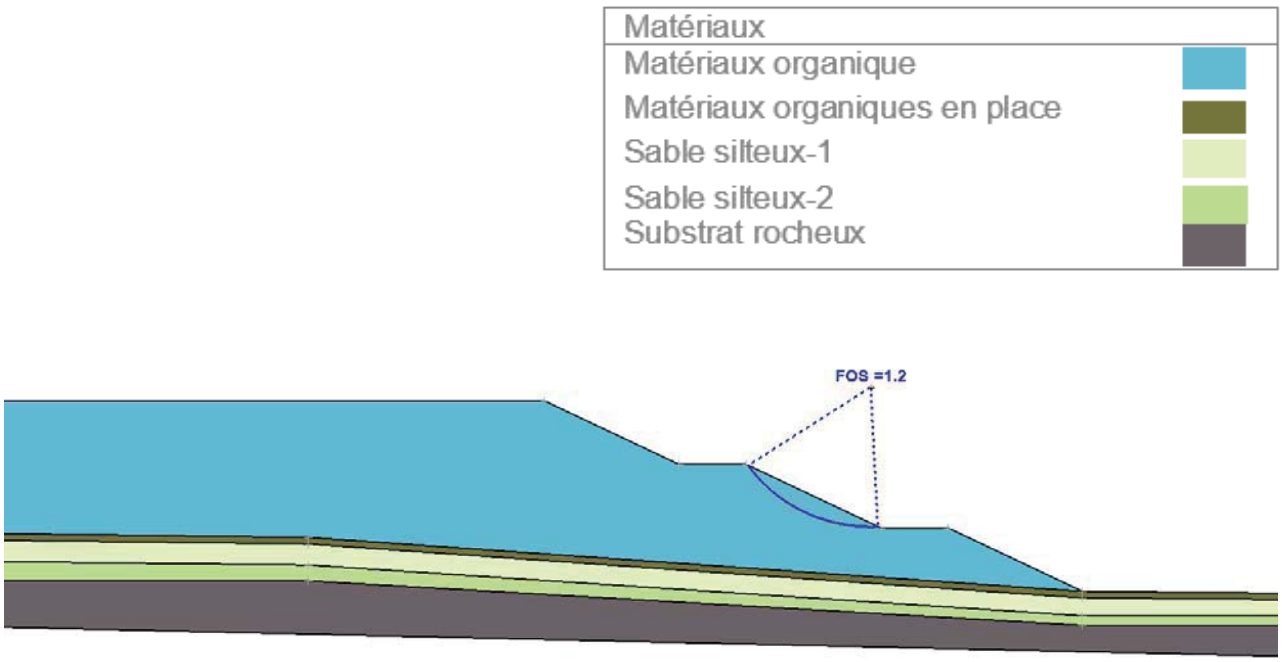


Figure A14 : Stabilité statique (local, court-terme) de la halde à matériaux organiques

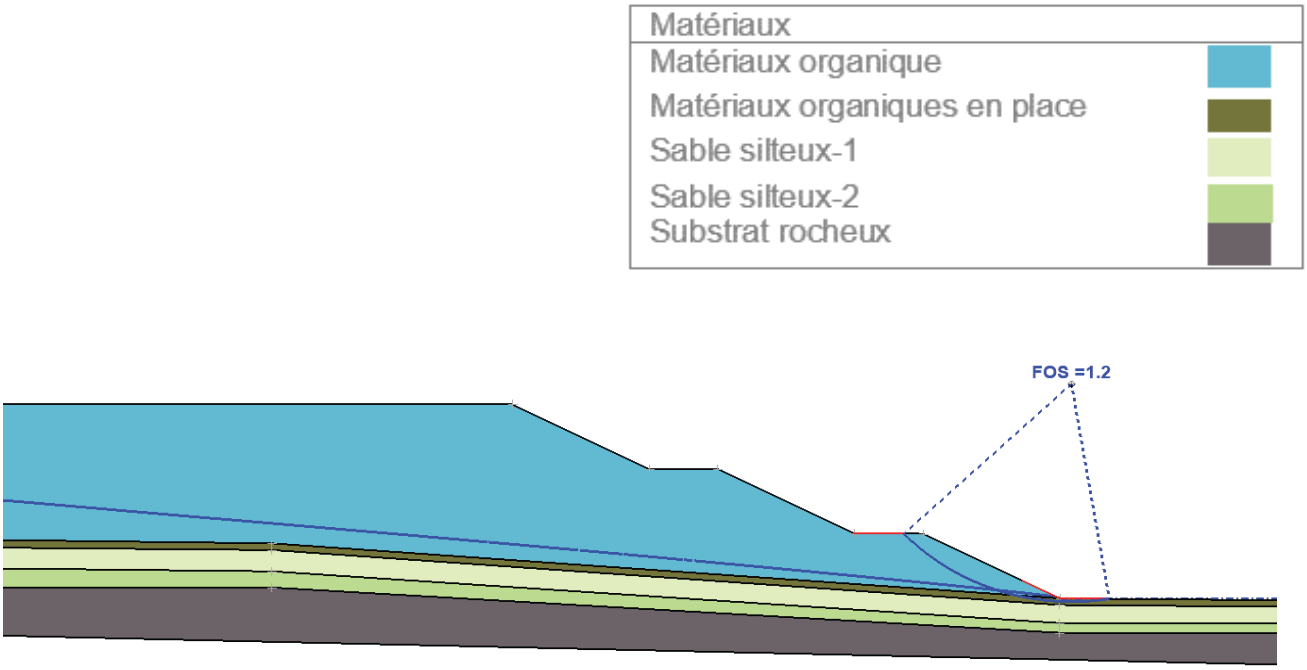


Figure A15 : Stabilité statique (local, long-terme) de la halde à matériaux organiques

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Piciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

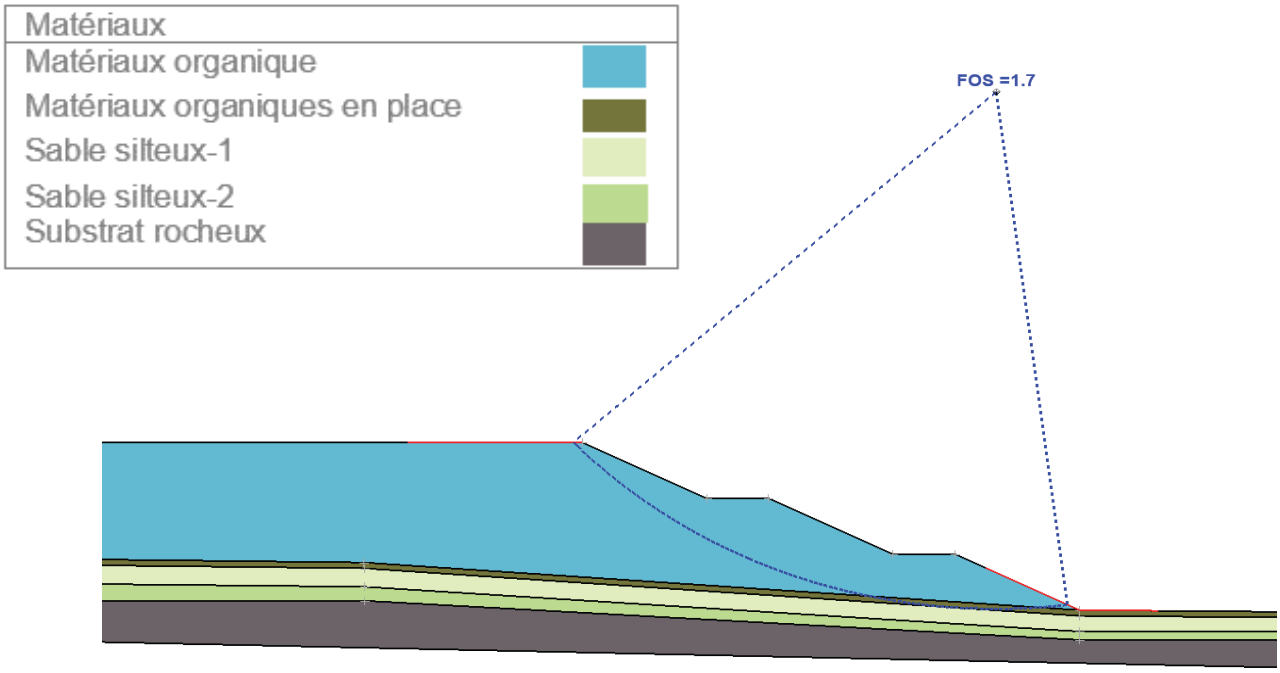


Figure A16 : Stabilité statique (globale, court-terme) de la halde à matériaux organiques

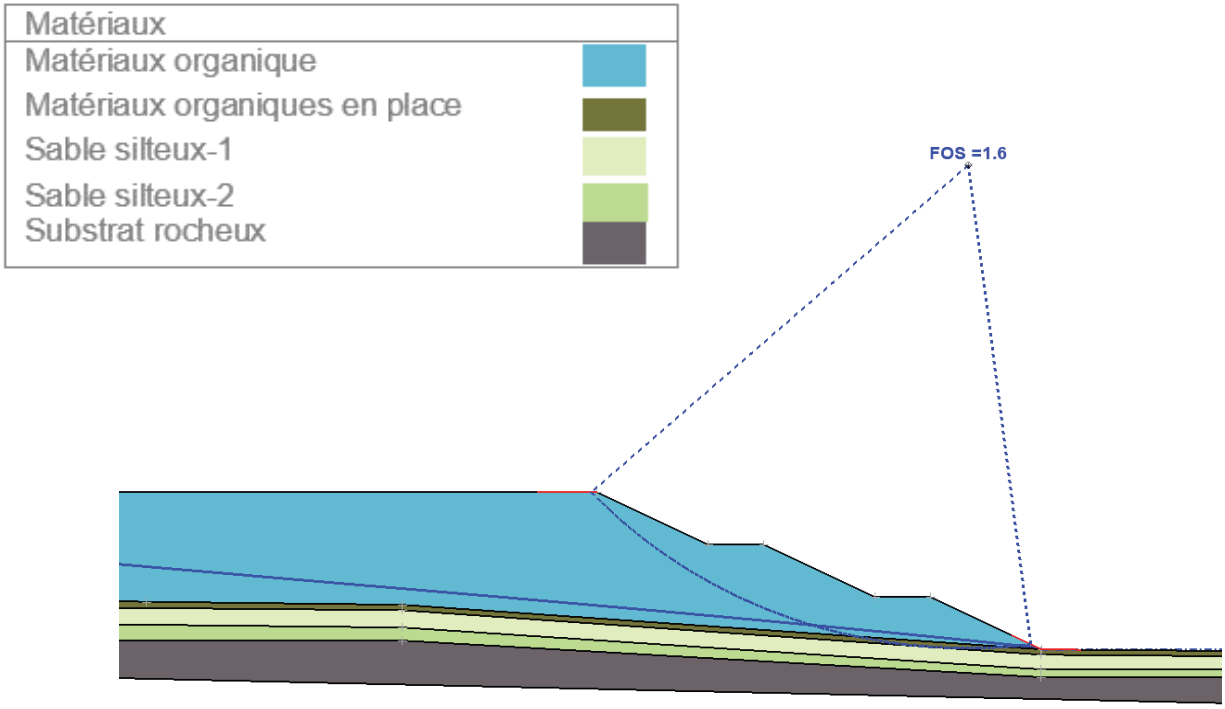


Figure A17 : Stabilité statique (globale, long-terme) de la halde à matériaux organiques

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Picciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

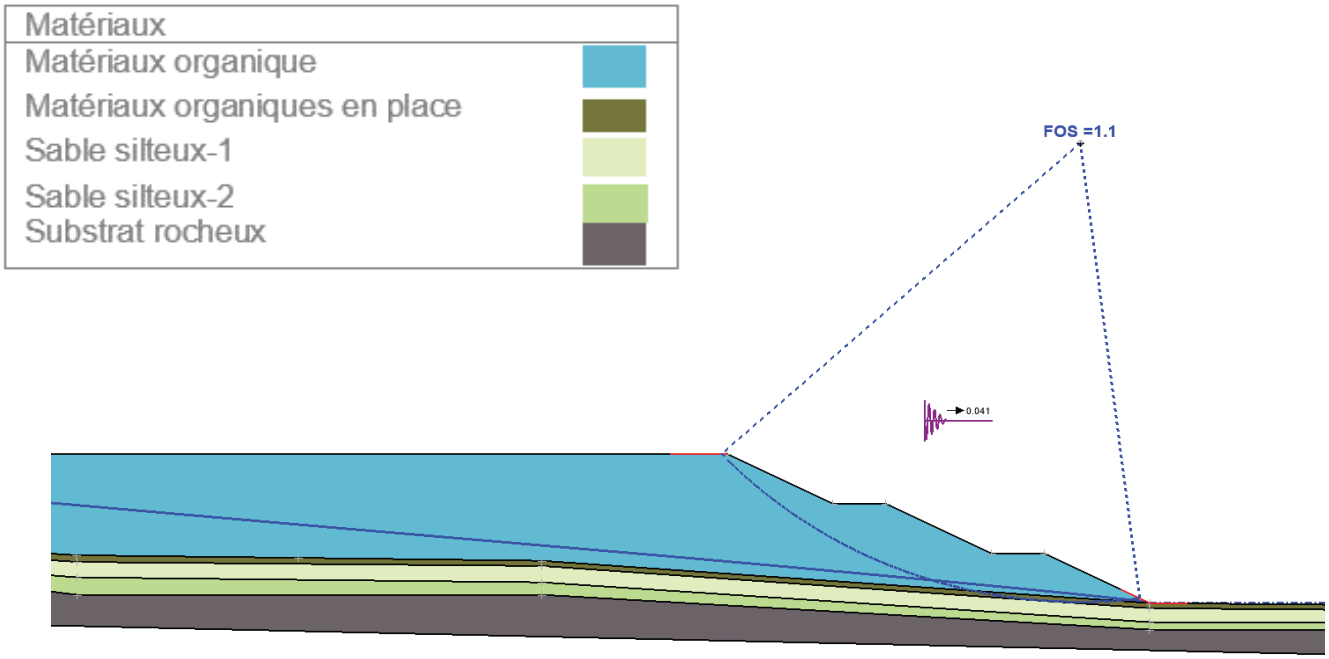


Figure A18 : Stabilité pseudo-statique (globale, long-terme) de la halde à matériaux organiques

BBA	**Projet:**	**Mise à jour de la gestion des eaux et des bilans d'eau du projet Authier**
	Titre :	**Reconfiguration et analyse de la stabilité géotechnique de co-disposition, à mort-terrain et à matière organique**
SAYONA QUÉBEC	**Préparé par:**	**Vahid Marefat, ing., Ph.D.**
		OIQ no 5088729
	Vérifié par:	**Luciano Piciacchia, ing., Ph.D.**
	Date:	**OIQ no 35912**

All rights reserved. © BBA

Annexe B : Études de la stabilité géotechnique et critères de conception réalisés par SNC-Lavalin

Titre du document : **ÉTUDE DE LA STABILITÉ GÉOTECHNIQUE DE LA HALDE DE CO-DISPOSITION**

Client : **SAYONA QUÉBEC INC.**

Projet : **Authier Lithium**

Préparé par : Marjan Oboudi, P.Eng., Ph.D.

Révisé par : Henri Sangam, P.Eng., Ph.D.

Approuvé par : Martine Paradis, ing., M.Sc.A., PMP

LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

Révision				Pages Révisées	Remarques
#	Prép.	App.	Date		
PA	M.O.	HS	2018-11-21	Toutes	Émis pour révision interne
PB	M.O.	HS	2018-12-07	Toutes	Émis pour commentaires clients
00	PYG	NL/MP	2018-12-13	Toutes	Révision finale

AVIS AUX LECTEURS

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de SNC-Lavalin inc. (« SNC-Lavalin ») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention en date du 28 mars 2018 (la « Convention ») intervenue entre SNC-Lavalin et Sayona Québec Inc. (le « Client »), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de SNC-Lavalin ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, SNC-Lavalin a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, SNC-Lavalin n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquelles est fondée son opinion. SNC-Lavalin n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 Introduction 1
1.1 Objectifs de l'étude 1

2.0 Description et géologie du site 1
2.1 Emplacement du site 1
2.2 Description du site 1
2.3 Géologie régionale et conditions de terrain 2
2.3.1 Dépôts meubles 3
2.3.2 Socle rocheux 3
2.3.3 Eaux souterraines 3

3.0 Stratigraphie 3
3.1 Sol organique 6
3.2 Sable à sable silteux 6
3.3 Argile silteuse 6
3.4 Sable et gravier 6
3.5 Till sableux et silt 6
3.6 Socle rocheux 6

4.0 Critères de Stabilité 8
4.1.1 Classement du niveau de conséquence de l'ouvrage 8
4.1.2 Facteurs d'amplification 10
4.1.3 Calcul des accélérations maximales lors du séisme 11

5.0 Approche et méthodologie de l'analyse de stabilité 11
5.1 Analyse de stabilité 11
5.2 Stabilité sismique 11
5.3 Conditions de l'eau souterraine 12
5.4 Potentiel de liquéfaction des sols de fondation 12
5.5 Description de la halde de co-disposition 12
5.6 Matériaux et paramètres 15
5.6.1 Description des matériaux 15
5.6.2 Propriétés géotechniques des sols 16

6.0 Résultats de l'analyse de stabilité 16
6.1 Hypothèses 16
6.2 Résultats de stabilité 17
6.2.1 Stabilité globale 17
6.2.2 Stabilité locale 17

7.0 Conclusions et recommandations 18
7.1 Conclusions 18
7.2 Recommandations 18

8.0 Références 19

Liste des figures

Figure 2-1 : Plan du site 2
Figure 3-1 : Localisation des forages (Richelieu Hydrogéologie Inc., 2018) 7
Figure 5-1 : Coupes types de la halde 14
Figure 5-2 : Vue en coupe typique de la halde 15

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Caractéristiques des forages (adapté de Richelieu Hydrogéologie, 2018) 5
Tableau 4-1 : Facteurs de sécurité minimums pour l'analyse de stabilité 8
Tableau 4-2 : Classement des barrages selon le niveau de conséquence (ACB, 2014) 9
Tableau 4-3 : Classement de la halde de co-disposition 9
Tableau 4-4 : Paramètre sismique CNBC 2015 – Facteur d'amplification 10
Tableau 4-5 : Facteurs de modification à prendre en compte pour les effets topographiques (Faccioli, 1991) 10
Tableau 5-1 : Couches potentiellement liquéfiables (analyse basée sur des essais SPT, Idriss et Boulanger 2008) 12
Tableau 5-2 : Propriétés géotechniques des sols estimées 16
Tableau 6-1 : Résultats de l'analyse de stabilité globale de la halde 17
Tableau 6-2 : Résultats des analyses de stabilité locale de la halde 18

Liste des annexes

Annexe A : Rapports de forages
Annexe B : Résultats d'analyse

1.0 INTRODUCTION

Le projet Authier est situé dans la ville de La Motte dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (Québec) à environ 45 km au nord-ouest de la ville de Val-d'Or. La minéralisation de lithium se trouve dans les intrusions pegmatitiques contenant du spodumène.

Le projet est basé sur une exploitation minière à ciel ouvert. La vie de la mine est estimée à dix-huit (18) ans incluant un an de construction et de pré-production. La production journalière est projetée à 1 900 tonnes. La récupération du lithium se réalise par le procédé de flottation. Les résidus miniers seront filtrés et apportés par camion à l'aire d'accumulation, puis disposés avec les stériles miniers dans une halde de co-disposition.

Le projet Authier a mandaté SNC-Lavalin inc. (SNC-Lavalin) afin de réaliser une étude de faisabilité pour la conception de la halde de co-disposition des résidus et stériles miniers.

1.1 Objectifs de l'étude

Cette étude porte principalement sur la stabilité géotechnique de la halde de co-disposition. Les principaux objectifs de cette note technique sont :

- Effectuer la revue des informations géotechniques disponibles pour le site ;
- Élaborer des critères de conception pour l'analyse de la stabilité géotechnique de la halde de co-disposition ;
- Effectuer une analyse de la stabilité de la halde de co-disposition.

2.0 DESCRIPTION ET GÉOLOGIE DU SITE

2.1 Emplacement du site

La halde de co-disposition proposée est située au nord et nord-ouest de la fosse. Le site est délimité au nord et au nord-est par le chemin Preissac. L'emplacement de la halde de co-disposition sur le site est illustré sur la figure 2-1.

2.2 Description du site

De façon générale, le site de la halde de co-disposition et ses environs sont caractérisés par une topographie relativement plate avec la présence d'affleurements rocheux de collines légèrement vallonnées (à l'est de la halde). Le site est principalement recouvert de végétation. Il y a présence de milieux humides au centre et au nord-est de l'empreinte de la halde.

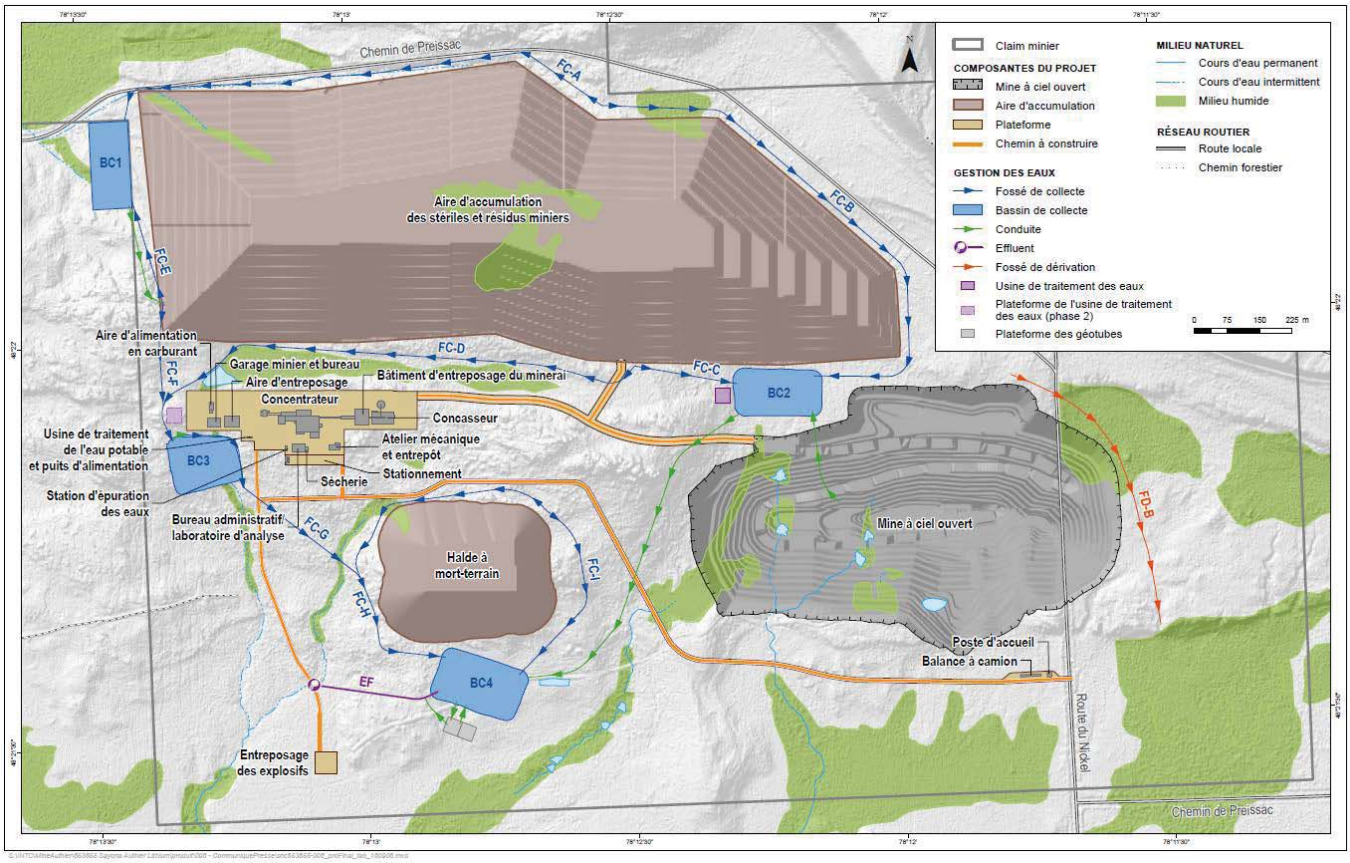


Figure 2-1 : Plan du site

2.3 Géologie régionale et conditions de terrain

Les documents suivants ont été utilisés afin d'identifier la géologie régionale du site et les conditions de terrain in situ du projet Authier Lithium :

- Régions physiographiques du Canada, Carte 1254A, 2e édition, Bostock (2014) ;
- Géologie des formations superficielles du Canada, Carte géoscientifique canadienne No. 195 du Centre canadien d'information géoscientifique, Kerr (2014) ;
- Atlas du Canada, Carte géologique du substratum rocheux, 3e édition (1957) ;
- Rapport sur les eaux souterraines de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018) ;
- Rapport d'étude de préfaisabilité, Sayona Mining Limited (2017) ;
- Rapport No. L-17-2035 rev A de Journaux Assoc. (2017).

Plus de 27 000 mètres de forages (199 trous) ont été effectués sur l'ensemble de la propriété. Les résultats de la revue de ces données sont présentés dans les sections 2.3.1 à 2.3.3.

2.3.1 Dépôts meubles

La zone d'étude est située dans l'enceinte de la région physiographique identifiée comme étant la région des hautes terres de l'Abitibi dans la région de la Baie-James, telle que définie par Régions physiographiques du Canada, carte 1254A (2e édition). Les hautes terres de l'Abitibi sont majoritairement composées de dépôts quaternaires. Les dépôts quaternaires sont principalement observés sous forme de plaines de till, de moraines, de drumlins, de plaines de sable, silt et argile, de dépôts d'anciennes rives et de plages. La plaine de Cobalt dans le bassin supérieur de la rivière des Outaouais fait partie la région des hautes terres de l'Abitibi. Cette plaine est caractérisée par un terrain bosselé interrompu par plusieurs crêtes.

La Carte No. 195 de la Géologie des formations superficielles du Canada indique que les sols du site à l'étude sont principalement constitués de sédiments d'origine glaciaire (till), de sédiments glacio-lacustres et lacustres et d'un socle rocheux indifférencié. Les sédiments de tills glaciaires sont composés, en grande partie, de sols silteux, sableux et argileux formés par l'action directe du glacier. Les sédiments glacio-lacustres et lacustres sont en grande partie des sols silteux et argileux avec des couches d'épaisseurs variables et quelques pierres. La zone de socle rocheux comprend des affleurements rocheux de milieux alpins et non alpins et peut inclure des dépôts colluviaux, du till et d'autres sédiments de surface. Les affleurements rocheux présents dans la zone à l'étude ont été identifiés dans le rapport No. L-17-2035 rev A (Journaux Assoc., 2017).

2.3.2 Socle rocheux

La Carte géologique du substratum rocheux de la troisième édition de l'Atlas du Canada indique que le socle rocheux de la région est composé de roche intrusive comprenant de la granodiorite, du granite, de la diorite quartzique et du gneiss granitique.

Selon les informations provenant des rapports de forages de Richelieu Hydrogéologie Inc, la profondeur du roc dans la zone à l'étude varie de 1,0 à 20,0 m.

2.3.3 Eaux souterraines

Selon le rapport sur l'eau souterraine préparé par la firme Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018), le niveau de la nappe phréatique dans le secteur du projet se situe au niveau du sol ainsi que jusqu'à 2,5 m sous la surface du sol. Dans le secteur nord-est du site, deux forages ont été réalisés dans la partie sud de l'esker Saint-Mathieu-Berry où des niveaux d'eaux souterraines variant entre 6,0 et 12,0 m de profondeur y ont été mesurés.

3.0 STRATIGRAPHIE

L'information présentée dans cette section provient majoritairement du rapport de Richelieu Hydrogéologie (2018). Le tableau 3-1 présente les informations stratigraphiques des forages réalisés par Richelieu Hydrogéologie en 2017 et en 2018. SNC-Lavalin a divisé les forages en quatre (4) zones (1 à 4), telles qu'identifiées à la figure 3-1.

La séquence stratigraphique suivante a été établie à partir des différentes zones préalablement identifiées :

Zone 1

- Sols organiques ;
- Sable lâche ;
- Sable compact à dense (selon le forage PZ-07R) ;
- Socle rocheux.

Zone 2

- Sols organiques ;
- Sable lâche silteux avec trace d'argile ;
- Argile silteuse ;
- Sable et gravier dense, présence occasionnelle de cailloux et de blocs ;
- Socle rocheux selon les forages PZ-08R et PZ-09R.

Zone 3

- Sols organiques ;
- Sable lâche à sable et gravier ; trace à un peu de silt ;
- Sable et gravier dense, présence occasionnelle de galets et blocs ;
- Till sableux et silteux très dense, un peu de gravier et d'argile ;
- Socle rocheux.

Zone 4

- Sable lâche ;
- Socle rocheux.

Les sections 3.1 à 3.6 résument les conditions observées dans les forages.

Le tableau de la page suivante présente les caractéristiques de forages.

Tableau 3-1 : Caractéristiques des forages (adapté de Richelieu Hydrogéologie, 2018)

Zone	ID Forages	Emplacement approximatif des trous de forage par rapport à la halde	Élévation de la surface du sol (m)	Profondeur du forage (m)	Profondeur du socle rocheux (m)	Profondeur statique de l'eau souterraine (m)
1	PZ-01R (2018)	Est (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	358	18,5	13,0	6,3
	PZ-01MT (2018)	Est (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	358	12,4	1	6,3
	PZ-02MT (2017)	Est	356	19,0	N/A [1]	11,5
	PZ-02R (2017)	Est	355	23,0	20,0	11,7
	PZ-03MT (2017)	Est	363	27,0	N/A	10,0
	PZ-07R (2018)	Nord-est (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	357	8,7	N/A	-
	PZ-07MT (2018)	Nord-est (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	357	18,6	10,5	-
2	PZ-08MT (2017)	Sud	311	6,2	N/A	Au niveau du sol
	PZ-08R (2017)	Sud	304	10,5	6,0	0,8
	PZ-09MT (2017)	Sud	317	7,5	N/A	Au niveau du sol
	PZ-09R (2017)	Sud	309	13,3	8,0	Au niveau du sol
3	PZ-10MT (2017)	Sud	335	15,0	N/A	1,3
	PZ-10R (2017)	Sud	335	19,0	14,0	1,3
	PZ-11MT (2017)	Sud-est	333	5,2	N/A	0,9
	PZ-11R (2017)	Sud-est	335	14,5	9,0	1,2
	PZ-12MT (2017)	Sud-est	335	3,8	N/A	0,5
	PZ-12R (2017)	Sud-est	323	13,0	8,0	Au niveau du sol
	PZ-13MT (2017)	Sud	447	6,0	N/A	1,1
	PZ-13R (2017)	Sud	386	10,8	5,0	2,3
	PZ-14R (2017)	Sud	358	7,0	1,0	0,3
	PZ-16R (2018)	Sud	340	15,0	0,2	-
4	PZ-04R (2018)	Ouest (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	366	9,3	1,0	-
	PZ-05 (2018)	Ouest (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	360	8,3	0,9	-
	PZ-06 (2018)	Centre (à l'intérieur de l'emprise de la halde)	362	8,5	0,6	-

Note :
[1] Le socle rocheux n'a pas été rencontré.

3.1 Sol organique

Une couche de sol organique est présente dans tous les forages sauf PZ-04R, PZ-05R et PZ-06R. Le sol organique a une épaisseur variant de 100 mm à 800 mm.

3.2 Sable à sable silteux

Une couche de sable a été observée sous les sols organiques dans les forages de la Zone 1. Selon les données de forage disponible, cette couche de sable a une épaisseur variant entre 10 et 26 m. Les valeurs de l'indice de pénétration (indice N) obtenues lors des essais SPT (Essai de Pénétration Standard) (forages PZ-01R et PZ-07R) variaient de 2 à 43. En se basant sur ces valeurs étalées, la compacité moyenne du sable n'a pu être établie. Le sable est considéré comme étant lâche à dense. Aucun essai SPT n'a été réalisé dans les autres forages de la Zone 1. Toutefois, selon les rapports de forage, la compacité du sable a été interprétée comme étant lâche.

Une couche de sable silteux a été observée sous les sols organiques dans les forages de la Zone 2. Cette couche était d'une épaisseur approximative de 0,5 m. La valeur de l'indice N obtenue des essais SPT est de 9. La compacité du sable silteux a donc été interprétée comme étant lâche.

Une couche de sable a été observée sous les sols organiques dans les forages de la Zone 3, excepté pour le forage PZ-16R. Cette couche avait une épaisseur variant entre 1 et 14 m dans les forages PZ-10R et PZ-14R. La valeur de l'indice N obtenue lors des essais SPT variait de 3 à 34. La compacité moyenne du sable n'a pu être établie puisqu'elle varie de lâche à dense dépendamment des forages.

3.3 Argile silteuse

Une couche d'argile silteuse a été observée sous le sable silteux des forages de la Zone 2 (PZ-08M et PZ08-R). Cette couche a une épaisseur d'environ 2,5 m. La valeur de l'indice N obtenue lors des essais SPT est de 6. Cette valeur a permis de déterminer que l'argile silteuse est de consistance raide.

3.4 Sable et gravier

Une couche de sable et gravier avec présence sporadique de blocs a été observée sous les sols de sables, sables silteux et argile silteuse dans les forages des Zones 2 et 3. Cette couche avait une épaisseur variant de 1 m à 4,8 m. Les valeurs de l'indice N obtenues lors des essais SPT variaient de 19 à 23. En se basant sur ces valeurs, la compacité du sable et gravier a été interprétée comme étant dense.

3.5 Till sableux et silt

Une couche de till sableux et silteux a été observée sous le sable et gravier dans les forages de la Zone 3. Cette couche avait une épaisseur variant de 1,5 à 6 m. Les valeurs de l'indice N obtenues lors des essais SPT variaient de 49 à 100. La compacité du till sableux et silteux a été interprétée comme étant très dense.

3.6 Socle rocheux

Le socle rocheux a été rencontré dans tous les forages avec des profondeurs variant de 1 à 20 m.

La qualité de la roche selon les valeurs de RQD (« Rock Quality Designation ») mesurées sur les carottes de forages est :

> Dans la Zone 1, la qualité du roc varie de très faible à excellente. Trois (3) valeurs de RQD, sur les neuf (9) mesurées dans la Zone 1, étaient inférieures à 50 % (classé comme étant très faible à faible) ;

- Dans la Zone 2, la qualité du roc varie de faible à bonne. Deux (2) valeurs de RQD, sur les quatre (4) mesurées dans la Zone 2, étaient inférieures à 50 % (classé comme étant très faible à faible) ;
- Dans la Zone 3, la qualité du roc varie de très faible à bonne. Sept (7) valeurs de RQD, sur les 18 mesurées dans la Zone 3, étaient inférieures à 50 % (classé comme étant très faible à faible) ;
- En se basant sur les valeurs de RQD, la qualité de la masse rocheuse de la Zone 4 varie de satisfaisante à excellente.

Ces valeurs de RQD ont été principalement mesurées dans les 6 à 7 premiers mètres, là où des zones fracturées ont été notées dans les rapports de forages.

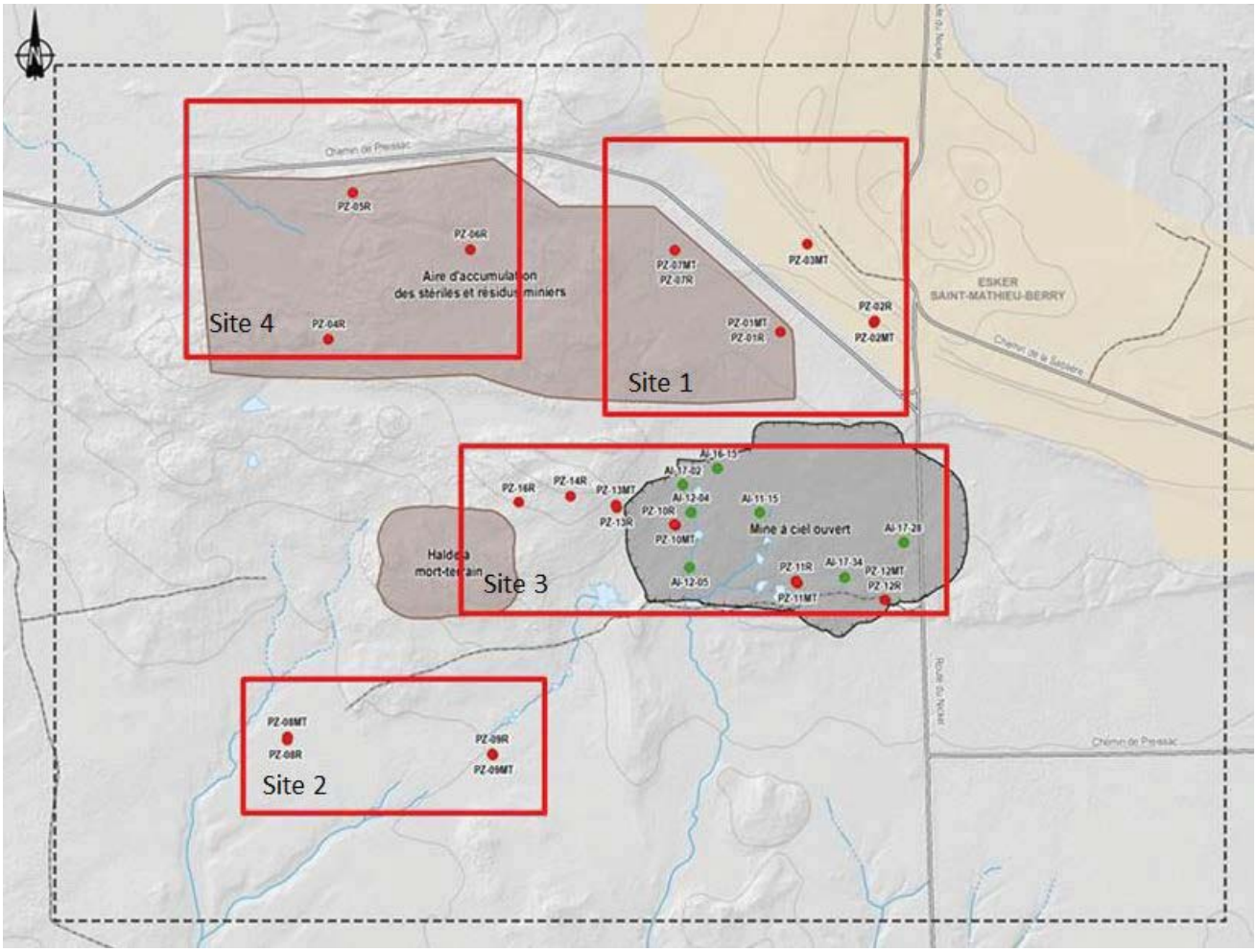


Figure 3-1 : Localisation des forages (Richelieu Hydrogéologie Inc., 2018)

4.0 CRITÈRES DE STABILITÉ

Les facteurs de sécurité minimums recommandés pour vérifier la stabilité de la halde de co-disposition sont présentés au tableau 4-1 conformément à la Directive 019 (MDDEP, 2012), l'ACB (2014) et le MERN (2016). À noter que la Directive 019 sur l'industrie minière et les recommandations de l'ACB (2014) s'appliquent davantage aux structures avec rétention d'eau (parcs à résidus ou barrages hydroélectriques), alors que le guide du MERN présente spécifiquement des facteurs de sécurité pour les haldes de stériles miniers. Par conséquent, les valeurs minimales du guide ont été sélectionnées pour l'analyse de stabilité de ce projet.

Les paramètres sélectionnés sont présentés aux sections 4.1.1 à 4.1.3.

Tableau 4-1 : Facteurs de sécurité minimums pour l'analyse de stabilité

Condition de chargement	FS minimum			
	Directive 019[1]	ACB[2]	MERN[3]	FS retenu
Stabilité locale				
Condition statique : court terme	-	-	1,0 à 1,1	1,0
Condition statique : long terme	-	-	1,2	1,2
Stabilité globale				
Condition statique : court terme	1,3 à 1,5	> 1,3	1,5	1,5
Condition statique : long terme	1,5	1,5	1,5	1,5
Condition pseudo-statique	1,1	1,0	1,0	1,0
Condition post-séisme	1,3	1,2	1,2 to 1,3	1,3

Notes :

(1) Directive 019 sur l'industrie minière, MDDEP (2012).
(2) Association canadienne des barrages, ACB (2014).
(3) Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec, MERN (2016).

4.1.1 Classement du niveau de conséquence de l'ouvrage

Bien que la halde de co-disposition soit un ouvrage sans retenue d'eau, la classification du niveau de conséquence a été réalisée afin de déterminer un séisme de conception approprié basé sur les recommandations de l'Association canadienne des barrages (ACB, 2014).

Le tableau 4-2 présente les différents niveaux de conséquence permettant le classement de l'ouvrage. Un niveau de conséquence « important » a été identifié. L'analyse du classement est présentée au tableau 4-3.

Le séisme de conception correspondant à un niveau de conséquence « important » pour les phases de construction et d'exploitation de l'ouvrage est :

> Un événement sismique qui correspond à une probabilité annuelle de dépassement entre 1/100 ans et 1/1 000 ans.

Toutefois, en phase de fermeture, pour le même niveau de conséquence, la probabilité annuelle de dépassement passe à 1/2 475 ans. Ce niveau a été choisi par l'ACB, car il correspond aux niveaux de mouvement sismique du Code national du bâtiment du Canada.

Ainsi, le séisme de conception utilisé pour la halde est d'une période de retour de 1/2 475 ans.

Tableau 4-2 : Classement des barrages selon le niveau de conséquence (ACB, 2014)

Niveau de conséquence	Population à risque	Pertes incrémentales		
		Pertes de vies	Environnement et culture	Infrastructure et pertes économiques
Risque faible	Aucune	0	Pertes minimales à court terme. Aucune perte à long terme.	Faibles pertes économiques; zone ne comptant qu'un nombre limité d'infrastructures ou de services.
Risque important	Temporaire seulement	Nombre non spécifié	Aucune perte significative ou détérioration de l'habitat piscicole ou faunique. Perte d'habitat marginal seulement. Restauration ou indemnisation en nature très possible.	Pertes d'installations de loisirs, de lieux de travail saisonnier et de voies de transport peu utilisées.
Risque élevé	Permanente	10 ou moins	Perte ou détérioration d'une partie *importante* de l'habitat piscicole ou faunique. Restauration ou indemnisation en nature très possible.	Pertes économiques élevées touchant les infrastructures, par exemple le transport public et les installations commerciales.
Risque très élevé	Permanente	100 ou moins	Perte ou détérioration importante de l'habitat piscicole ou faunique *essentiel.* Restauration ou indemnisation en nature possible, mais non pratique.	Pertes économiques très élevées touchant des infrastructures ou des services importants (ex. : autoroutes, installations industrielles et installations d'entreposage de produits dangereux).

Tableau 4-3 : Classement de la halde de co-disposition

Type de conséquences	Classification	Commentaires
Population à risque et pertes de vie	Faible	Aucune population avoisinante. Aucune perte de vie probable.
Infrastructure et pertes économiques	Important	Présence de la ligne hydro-électrique. Présence de la Route du Nord.
Sommaire population + économie	**Niveau de conséquence : IMPORTANT**	
Environnement : Ampleur de l'impact	Important	Quelques milieux humides, les lacs et cours d'eau peuvent être affectés.
Environnement : Durée de l'impact	Important	Eau contaminée relâchée dans un cours d'eau est sans impact à long terme sur la vie aquatique.
Environnement : Sensibilité du milieu récepteur	Important	Colmatage des frayères par les matières en suspension.
Sommaire environnement	**Niveau de conséquence : IMPORTANT**	
Classification sommaire pour la halde de co-disposition : IMPORTANT		

> Paramètres sismiques

Les paramètres sismiques ont été établis grâce aux propriétés moyennes du sol au site, et cela en comparant avec les critères sismiques utilisés pour le Code national du bâtiment (CNB, 2015).

En l'absence de mesures de vitesses de propagation des ondes de cisaillement, le classement du site a été établi à partir de la résistance de pénétration standard moyenne corrigée en fonction de l'énergie, $\overline{N}_{60}$, en utilisant les données des essais SPTs disponibles lors de la rédaction de la note technique et résumées à la section 3.0.

Conformément au tableau 4.8.1.4A du CNB (2015) et en se basant sur les données des essais SPTs mesurées sur le site lors de l'étude de Richelieu Hydrogéologique Inc. (2018) dans le forage PZ-01R, le site peut être classifié comme étant de classe E pour les calculs de charge sismique soumis aux exigences du code.

Le tableau 4.1.8.4A du CNB (2015) indique que la classe F doit être affectée aux sites en présence de sols liquéfiables, peu importe leur épaisseur. Le classement de site de catégorie F stipule qu'une analyse de la réponse sismique spécifique au site doit être effectuée. Une analyse de la réponse sismique spécifique à un site vise à évaluer la (dé)amplification des ondes sismiques lorsqu'elles se propagent au travers le contact roc/sol d'un site donné.

4.1.2 Facteurs d'amplification

Le facteur d'amplification (F_a ($Ampl_{Niveau-sol}$) spécifique au site, à court terme, pour le site de classe E selon le séisme de conception (période de retour annuelle de 2 475 ans – probabilité de dépassement de 2 % dans les 50 prochaines années) est présenté dans le tableau 4-4 suivant (CNBC, 2015).

Tableau 4-4 : Paramètre sismique CNBC 2015 – Facteur d'amplification

Niveau du séisme	Classe du site	F_a – Niveau du sol
Période de retour 1:2 475-an	E	1,64

Le facteur indiqué dans le tableau 4-4 est applicable pour les conditions au niveau du sol. Pour les surfaces convexes, l'accélération maximale du sol à la crête peut être établie comme étant le produit de l'accélération du sol ferme ($PGA_{Sol-Ferme}$), l'amplification au niveau du sol($Ampl_{Niveau-sol}$), et un facteur de modification ($Ampl_{apex}$) pour tenir compte de l'angle d'ouverture au sommet de la halde de co-disposition (c.-à-d. l'angle des pentes de la halde).

$$PGA_{crête} = PGA_{Sol-Ferme} \times Ampl_{Niveau-sol} \times Ampl_{apex}$$

Les définitions de l'angle d'ouverture au sommet et des facteurs d'amplification $Ampl_{apex}$ sont présentées au tableau 4-5 (Faccioli, 1991). Les facteurs d'amplification topographique établis par d'autres publications sont également acceptables.

Tableau 4-5 : Facteurs de modification à prendre en compte pour les effets topographiques (Faccioli, 1991)

Apex Angle	Facteur de modification $Ampl_{apex}$	$Ampl_{apex}$ choisi
180°	1,0	(pour un angle d'ouverture au sommet d'environ 140° correspondant à des pentes latérales 2.5H : 1V pour la halde)
165°	11,1	
150°	1,2	
140°	1,2	

Il est important de noter que la valeur de l'accélération maximale du sol PGA à utiliser pour la conception doit être la plus grande des valeurs estimées à partir des analyses de propagation d'onde spécifiques au site (si applicable) ou 50 % de la valeur PGA dérivée des facteurs d'amplification donnés dans le tableau 4-4 pour une période de retour annuelle de 2 475 ans.

4.1.3 Calcul des accélérations maximales lors du séisme

Basé sur les recommandations de l'ACB et tel que mentionné à la section 4.1.1, le séisme de conception de la phase de fermeture a été considéré comme étant le tremblement de terre maximum crédible (MCE en anglais) pour la durée de vie de la halde de co-disposition. À titre indicatif, le séisme de conception pour les phases de construction et d'opération est le séisme de base (OBE en anglais).

Pour le site en question, les accélérations spectrales (S_a) et maximal du sol PGA ont été obtenus à l'aide du calculateur de risque sismique de Ressources naturelles Canada (RNC, 2015).

Les accélérations maximales du sol PGA sont les suivantes :

- Période de retour annuelle entre 100 et 1 000 ans = 0.045 g (OBE)
- Période de retour annuelle de 2 475 ans = 0.07 g (MCE)

La magnitude de séisme de conception considérée pour le MCE est M_w= 7,0.

5.0 APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DE STABILITÉ

Une analyse de stabilité de deux (2) sections critiques de la halde de co-disposition a été réalisée pour étudier la stabilité sous des conditions de chargement statiques et sismiques (pseudo-statiques). Une brève discussion de l'approche et méthodologie utilisées est présentée ci-dessous.

5.1 Analyse de stabilité

L'analyse de stabilité de la halde de co-disposition comprenait l'évaluation des cas suivants :

- Condition statique à la fin de la construction ;
- Condition statique post-déposition (condition à long terme) ;
- Chargement sismique d'après le séisme de conception (période de retour de 1/ 2 475 ans).

L'analyse de stabilité a été effectuée avec le programme d'équilibre limite SLOPE/W (Geostudio, 2016). Ce programme utilise une recherche systématique pour obtenir les facteurs de sécurité minimaux associés aux surfaces de glissement critiques. La méthode Morgenstern-Price a été utilisée pour calculer les facteurs de sécurité (FS).

5.2 Stabilité sismique

Les conditions de chargement sismique ont été modélisées en effectuant une analyse pseudo-statique pour le séisme de conception. Une analyse pseudo-statique applique une force horizontale (coefficient sismique) au modèle pour simuler un chargement sismique. Les coefficients horizontaux sismiques utilisés dans l'analyse de stabilité sismique ont été estimés avec une formule développée par Melo et Sharma (2004),$K_h = 0.5 \times PGA$ comme suit :

- Séisme de conception : 1/2 475 ans (K_h= 0.0375 g pour PGA = 1,64 x 1,3 x 50 % x 0,07 g = 0,075 g inclut les effets topographiques)

Le FS minimal requis pour l'analyse pseudo-statique est de 1,3 (tableau 4-1). Le respect de cette exigence sous-entend que les événements sismiques de conception entraîneraient des déformations acceptables et n'affecteraient pas l'intégrité de la halde.

5.3 Conditions de l'eau souterraine

Les conditions de l'eau souterraine suivantes ont été considérées lors d'analyse de stabilité de la halde de co-disposition à long et court terme :

- Stabilité à court terme : saturation complète des sols de fondation. Étant donné le manque d'informations concernant les conditions de l'eau souterraine dans la zone couverte par la halde de co-disposition, cette hypothèse conservatrice de saturation totale a été adoptée. La présence de milieux humides dans la zone à l'étude confirme l'hypothèse du niveau élevé des eaux souterraines. Ceci fournit la condition la plus défavorable en termes de stabilité à court terme de la halde de co-disposition.
- Stabilité à long terme : saturation totale des deux (2) premières couches de déposition de la halde de co-disposition ; cette hypothèse conservatrice est basée sur l'expérience acquise dans des projets similaires (SNC-Lavalin, 2017) à l'ingénierie détaillée de halde de co-dispostion.

5.4 Potentiel de liquéfaction des sols de fondation

Afin d'identifier les couches de sol qui sont potentiellement liquéfiables, à partir des résultats des essais SPT « essais de pénétration standard » une analyse préliminaire a été réalisée en utilisant la méthode d'analyse simplifiée d'Idriss et Boulanger (2008). Les valeurs de N obtenues du forage PZ-01R ont été utilisées pour l'analyse. Un sol de sable lâche d'environ 13 m d'épaisseur avec des valeurs de N allant de 2,0 à 14,0 a été identifié à l'endroit du forage PZ-01R.

Les couches de sable potentiellement liquéfiables et leurs résistances au cisaillement résiduelles/liquéfiables estimées sont présentées dans le tableau 5-1.

Tableau 5-1 : Couches potentiellement liquéfiables (analyse basée sur des essais SPT, Idriss and Boulanger 2008)

Sondage	Emplacement du forage par rapport à la halde	Couche de sol potentiellement liquéfiable	Él. base du dépôt (m)	Él. surface du dépôt (m)	S_r/σ'_v	$S_r\ (kPa)$
PZ-01R	Extrémité est	Sable	351	353	0,07	4,5
		Sable	347	348,5	0,08	8,5
Note : Pas de données quantitatives disponibles sur le pourcentage de particule fine du sol de sable lâche. L'analyse suppose un contenu en particule fine de FC = 10 %, en considérant que le sol de sable a été caractérisé comme du sable fin à grossier (généralement de moyen à grossier) avec du gravier.						

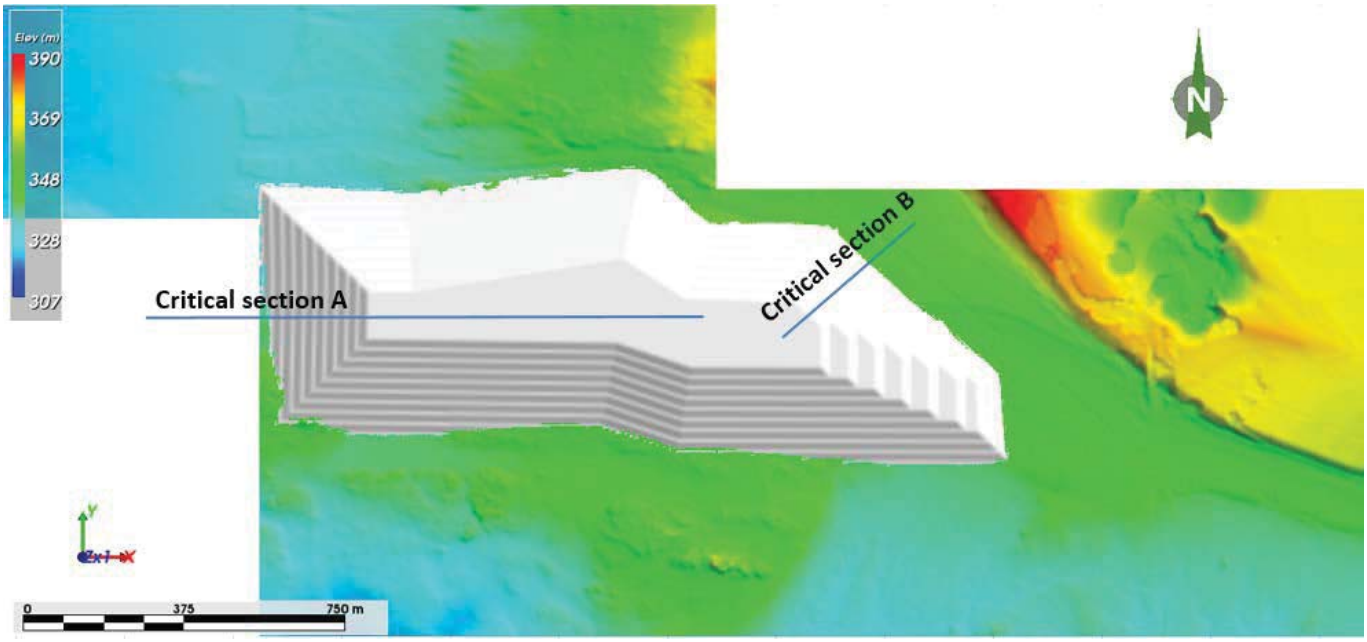
5.5 Description de la halde de co-disposition

Les critères de conception suivants ont été établis en se basant sur l'expérience antérieure de SNC-Lavalin avec les haldes de co-disposition, sur l'ingénierie de faisabilité et sur les informations fournies dans l'étude de préfaisabilité de 2017 de Sayona (Sayona Mining, 2017) :

- Pentes latérales de la halde de 2,5H : 1V ;
- Angle de la pente du banc de 1,5H : 1V ;

- Hauteur maximale de la pile : 90 m ;
- Hauteur des bancs : 10 m ;
- Largeur de la rampe : 22 m ;
- Pente de la rampe d'accès : 10 % ;
- Résidus miniers et stériles non générateurs d'acide et non lixiviables.

Les coupes types de la halde sont présentées sur la figure 5-1.



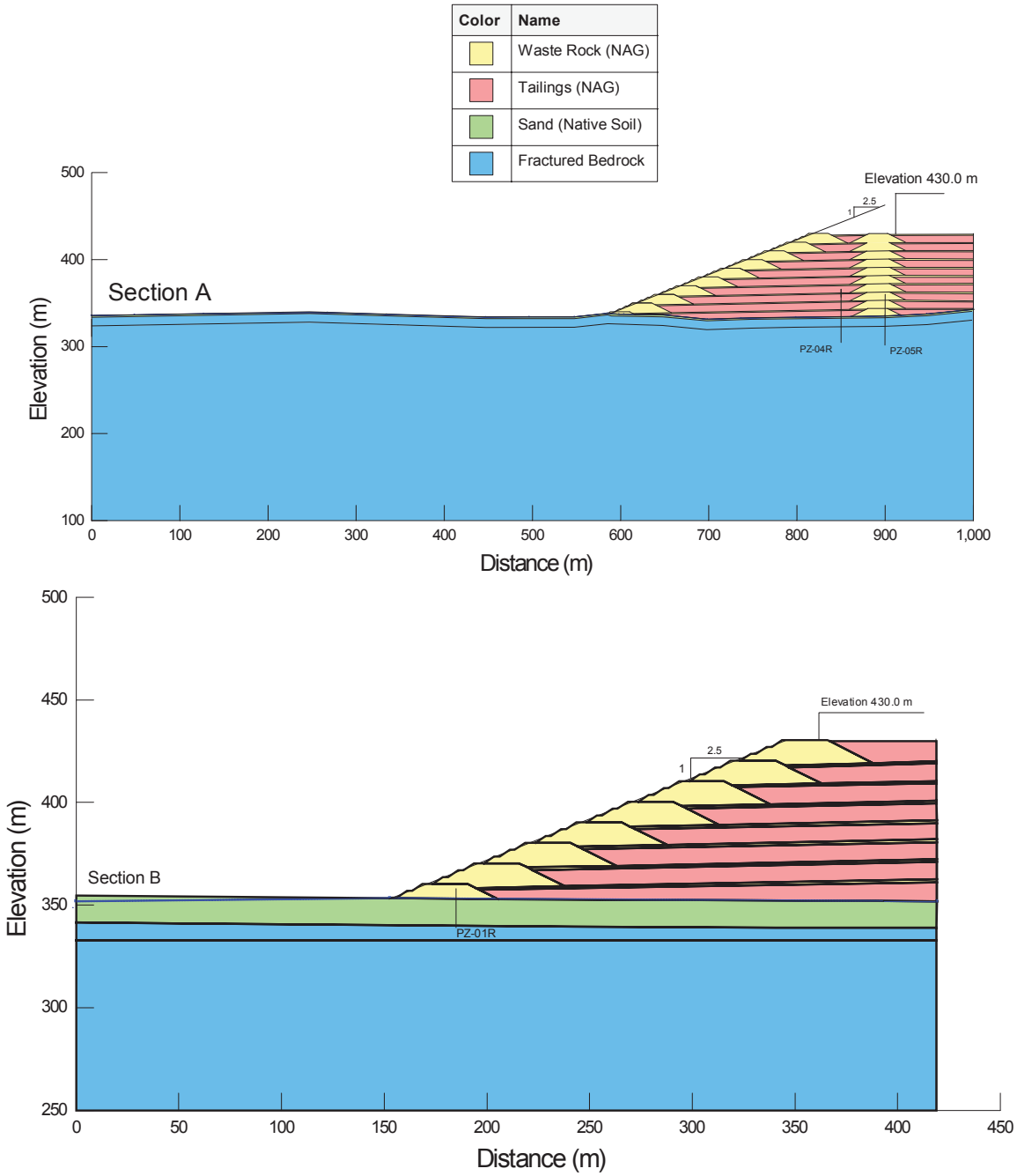


Figure 5-1 : Coupes types de la halde

La coupe illustrée à la figure 5-2 a été utilisée pour l'élaboration du modèle analysé pour la stabilité de la halde. Cette dernière sera construite en 9 bancs d'une hauteur maximale de 10 m chacun. Les premiers bancs de la halde, sur lesquels une route périphérique de 22 m de large sera construite, auront des hauteurs variables et inférieures à 10 m en raison de la topographie variable du site.

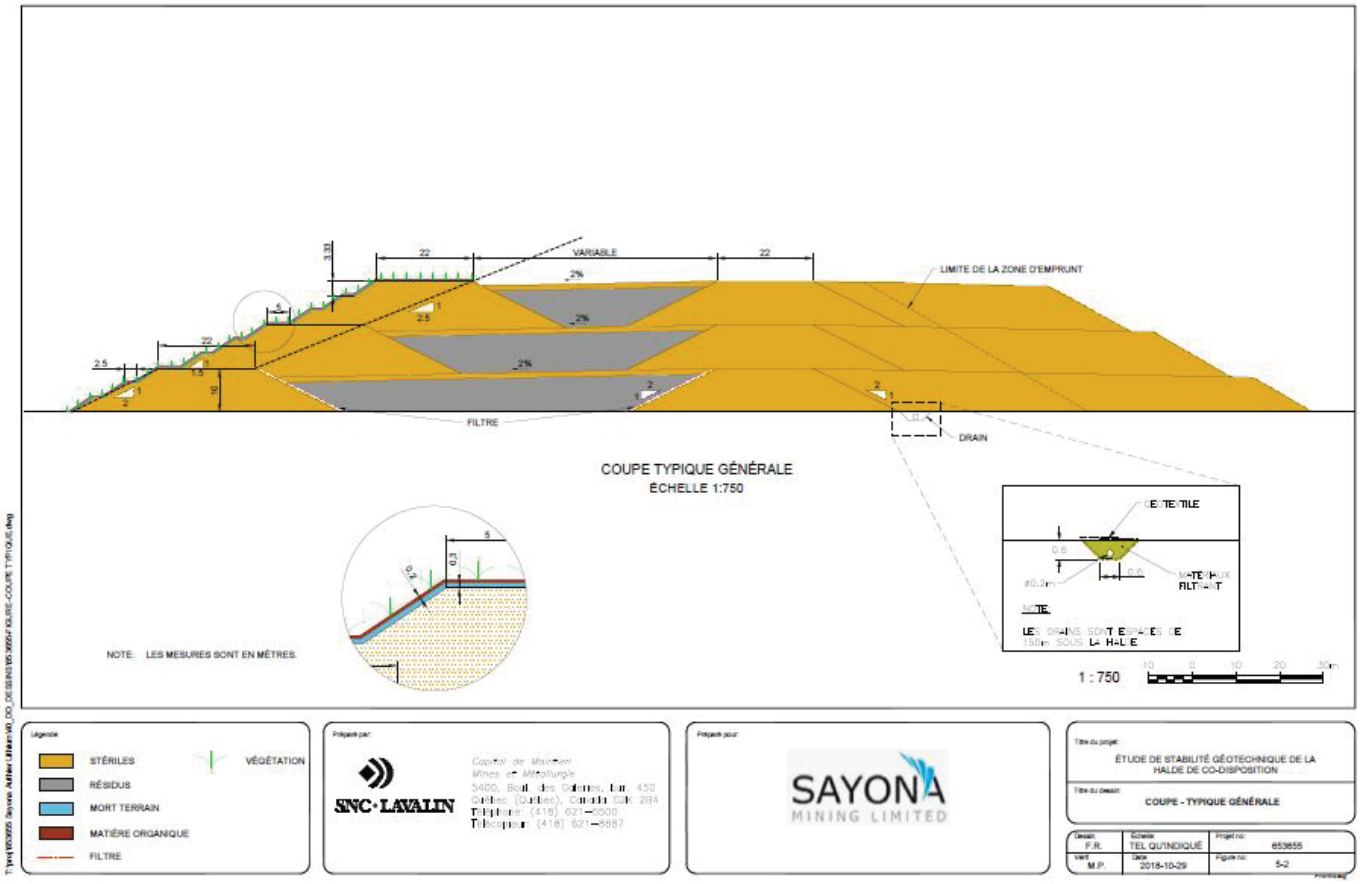


Figure 5-2 : Vue en coupe typique de la halde

5.6 Matériaux et paramètres

5.6.1 Description des matériaux

5.6.1.1 Résidus miniers

Les résidus miniers filtrés sont transportés vers la halde par camionnage. La masse volumique des résidus filtrés est estimé à 2,29 t/m^3 avec une teneur en eau de 10 %. Un degré de saturation de 85 % a été considéré pour les résidus filtrés aux fins des analyses de stabilité.

5.6.1.2 Stériles

Les stériles seront déposés dans la halde de co-disposition avec les résidus miniers filtrés. Le facteur de foisonnement pour ces roches a été établi à 1,3 et la masse volumique des stériles dans la halde est 2,90 t/m^3. Une granulométrie de 0–750 mm est estimée pour les roches stériles.

5.6.1.3 Sols de fondation

Les caractéristiques des sols de fondation ont été évaluées à partir des informations géologiques et géotechniques présentées dans le rapport de Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018).

Les sols le long de la section A sont formés d'environ 1,0 m de mort-terrain (principalement des sols sableux) reposant sur un socle rocheux fracturé (sur une épaisseur d'environ 7,0 m). L'épaisseur de mort-terrain augmente généralement d'ouest en est le long de la section A.

Les sols le long de la section B sont formés d'environ 13,0 m de mort-terrain (principalement des sols sableux) reposant sur un socle rocheux fracturé (sur une épaisseur d'environ 8,0 m).

5.6.2 Propriétés géotechniques des sols

Les propriétés géotechniques utilisées dans l'analyse de stabilité sont montrées au tableau 5-2.

Tableau 5-2 : Propriétés géotechniques des sols estimées

Matériaux	Poids volumique total $\gamma\ (kN/m^3)$	Poids volumique du sol sec $\gamma_d\ (kN/m^3)$	Teneur en eau (%)	Angle de frottement angle [3] φ °	Cohésion $c\ (MPa)$
Résidus miniers[1]	16,7	14,7 [1]	10	30	-
Stériles miniers[2]	21,9 [2]	-	-	39	-
Fondations (sable lâche)	19,0	17,0	-	28	-
Socle rocheux fracturé[4]	25,0	-	-	40	0,01

Notes:

(1) Masse volumique sèche de 1,5 t/m^3 pour les résidus compactés.

(2) Masse volumique in situ de 2,9 t/m^3 et facteur de foisonnement de 30% estimés pour les stériles.

(3) L'angle de frottement des résidus est représentatif d'un matériau compacté par des camions lourds qui circulent de 2 à 3 fois sur les résidus. Un angle de frottement élevé est utilisé pour les fondations après la déposition, i.e. analyse à long terme ($\varphi = 32°$). La masse volumique moyenne des particules d'enrochement et la contrainte de confinement normale d'approximativement $\sigma'_n = 2MPa$ sont estimées afin de déterminer l'angle de frottement des stériles (Leps, 1970)

(4) Les propriétés du socle rocheux fracturé et sont estimées en se basant sur l'expérience acquise par SNC-Lavalin pour des projets similaires.

6.0 RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE STABILITÉ

L'analyse de stabilité pour la halde de co-disposition était fondée sur deux (2) sections critiques, la section A qui traverse l'axe longitudinal de la halde de co-disposition et la section B à l'extrémité est de la halde de co-disposition, où des couches de sol potentiellement liquéfiables ont été identifiées. La halde de co-disposition finale a une élévation en crête de 430 m et la hauteur maximale des sections critiques est d'environ 90 m pour la section A et 80 m pour la section B.

6.1 Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été prises en considération lors de l'analyse de stabilité de la halde de co-disposition :

> Les conditions des sols des fondations ont été établies en utilisant les résultats obtenus des rapports de forage PZ-04R, PZ-05R et PZ-06R projetés le long de la section A et le rapport de forage PZ-01R projeté

le long de la section B de la halde de co-disposition. L'étendue des différentes unités a été interprétée en se basant sur des données disponibles.

- Les sols organiques et les milieux humides seront excavés avant la construction.
- Aucune analyse d'écoulement de l'eau dans la halde n'a été effectuée lors de l'analyse de la stabilité. Cet aspect sera considéré lors de l'ingénierie détaillée et viendra confirmer le système de drainage interne (drains sous la halde, etc.).
- La configuration des fossés périphériques par rapport aux pentes de la halde de co-disposition (profondeur et distance des fossés périphériques) n'a pas été étudiée dans le cadre de cette étude.

6.2 Résultats de stabilité

6.2.1 Stabilité globale

Le facteur de sécurité calculé pour la section A de la halde de co-disposition excède la valeur minimale requise pour une stabilité à long terme et à court terme de la halde de co-disposition dans des conditions de chargement statiques et sismiques.

Le facteur de sécurité pour chaque condition de chargement des sections A et B de la halde de co-disposition est présenté dans le tableau 6-1. La surface de glissement critique et les facteurs de sécurité sont illustrés sur les figures 1 à 8 de l'Annexe B.

Tableau 6-1 : Résultats de l'analyse de stabilité globale de la halde

Conditions de chargement	FS minimum requis	FS minimum estimé	
		Section A	Section B
Stabilité globale			
Condition statique: Court terme	1,5	1,72	1.59
Condition statique : Long terme	1,5	1,58	1.51
Condition pseudo-statique	1,0	1,42	1.36

6.2.2 Stabilité locale

La stabilité locale d'un premier banc de la halde a été évaluée dans des conditions de chargement statique à long terme seulement puisque cette condition est considérée la plus restrictive (FS = 1,0 à 1,2 pour le court terme vs FS = 1,2 pour le long terme, tableau 4-6).

Les premiers bancs de la halde prennent généralement la forme irrégulière de la topographie sur laquelle ils sont déposés. De plus, les sols des fondations sont variables autour de la halde et dans la zone couverte par la halde.

L'analyse de stabilité locale prend en considération les hypothèses suivantes :

- Hauteur maximale de 10 m pour le premier banc ;
- Sols des fondations : sable compact à dense d'environ 10 m d'épaisseur reposant sur un socle rocheux fracturé (interprétation tirée du forage PZ-07R) ;
- Conditions des eaux souterraines similaires pour l'analyse de la stabilité à court et à long terme (qui considère la saturation totale des sols de fondation).

Les résultats des analyses de stabilité locale sont présentés au tableau 6-2.

Tableau 6-2 : Résultats des analyses de stabilité locale de la halde

Conditions de chargement	FS requis minimum	FS minimum estimé
Stabilité locale		
Condition statique	1,2	1,57

Il faut noter que pour les pentes construites avec des matériaux de type enrochement (tel que des stériles), le facteur de sécurité minimum utilisé lors des calculs de rupture de surfaces circulaires ne représente pas nécessairement le facteur de sécurité le plus critique. Dans ce type de matériel, les surfaces de rupture les plus critiques sont plutôt planaires et superficielles. Le FS minimum peut être calculé en rapportant l'angle de frottement (φ') du matériau à l'angle de la pente (β):

$$FS = tan\varphi'/tan\beta$$

La pente globale des bancs est 2H : 1V. Les pentes sont construites en trois bancs où la pente de chaque banc est de 1.5H : 1V. En utilisant l'angle de frottement des stériles présenté dans le tableau 4-1, le facteur de sécurité obtenu est de 1,21 lorsque la pente est de 1.5H : 1V et de 1,62 pour une pente de 2H : 1V.

7.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

7.1 Conclusions

Les résultats de l'analyse de stabilité géotechnique mènent aux conclusions suivantes :

- Les dépôts meubles observés à partir des forages à proximité et dans l'empreinte de la halde de co-disposition proposée sont principalement des sables lâches à denses reposant sur un socle rocheux fracturé. L'épaisseur des dépôts sableux augmente généralement en allant de l'ouest vers l'est dans l'empreinte de la halde de co-disposition. Les zones où pourraient se retrouver des sols potentiellement liquéfiables sont situées à l'est de la halde de co-disposition.
- La géométrie proposée assure une stabilité globale de la halde de co-disposition à long et court termes sous des conditions de chargement statique et sismique. Aux endroits où le dépôt sableux des fondations serait potentiellement liquéfiable, des analyses approfondies doivent être réalisées pour en confirmer l'impact sur la stabilité de la halde.
- La géométrie proposée assure une stabilité locale à court et long terme des premiers bancs de la halde de co-disposition.

7.2 Recommandations

Les recommandations suivantes devront être considérées en phase d'ingénierie détaillée pour la validation de la stabilité géotechnique de la halde de co-disposition :

- Les rapports de forages des investigations de Richelieu Hydrogéologie Inc.'s 2017 & 2018 indiquent qu'il y a présence de sols de sables lâches à proximité et dans la zone couverte par la halde de co-disposition. Des sols sableux potentiellement liquéfiables ont été identifiés dans le forage PZ-01R. La liquéfaction de sols de sables lâches pourrait avoir un impact important sur la stabilité globale des pentes est de la halde

de co-disposition. Il est donc important de mener des investigations plus poussées afin de caractériser adéquatement les zones susceptibles de se liquéfier. Les investigations comprendront des forages géotechniques supplémentaires et des essais au piézocône ainsi que des essais en laboratoire.

- Si des zones liquéfiables sont confirmées et délimitées suite aux investigations géotechniques, des analyses post-sismiques détaillées devraient être entreprises en tenant compte des potentiels de liquéfaction des sols de fondation afin de valider la stabilité de la halde de co-disposition dans ces zones, et si requis, développer des mesures de mitigation adéquates.
- Les propriétés géotechniques des matériaux, particulièrement celles des résidus et stériles miniers affecteraient de manière significative la stabilité globale de la halde de co-disposition. Les paramètres de résistance au cisaillement à la densité cible des résidus et des stériles seront nécessaires. Il est recommandé de réaliser des essais de cisaillement direct et/ou des essais triaxiaux sur des échantillons de résidus et de stériles. La stabilité géotechnique de la halde de co-disposition devrait être révisée après la mise à jour des propriétés des matériaux.
- Des modifications au plan de déposition entraîneraient des modifications importantes à la géométrie de la halde de co-disposition, en particulier pour la configuration des cellules de résidus. La stabilité géotechnique de la halde de co-disposition devrait être vérifiée si des changements à la géométrie des cellules contenant les résidus miniers devaient être apportés.
- La fosse à ciel ouvert (Authier) située au sud-est de la halde de co-disposition devrait être prise en compte lors de l'analyse de stabilité géotechnique de la halde de co-disposition. Des investigations supplémentaires (y compris des forages additionnels) seront nécessaires afin de confirmer la stratigraphie présente dans les zones situées entre la halde de co-disposition et la fosse à ciel ouvert.

8.0 RÉFÉRENCES

Authier Lithium Project, Prefeasibility Study Report, Sayona Mining Limited (November 2017)

Authier Lithium Project, Feasibility Study Report Sayona Mining Limited, Journeaux Assoc Report No. L-17-2035 rev A, (December 8th 2017)

ACB (2014), Association canadienne des barrages, Bulletin technique : Application des Recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers, 2014.

Leps, T.M. (1970), Soil Mechanics and Foundation Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Review of Shearing Strength of Rockfill, Juillet 1970.

MDDEP (2012), Directive 019, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, mars 2012.

MERN (2016), Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, novembre 2016.

National Building Code of Canada (NBCC 2015)

Idriss and Boulanger (2008), "soil liquefaction during earthquakes", earthquake engineering research institute.

SNC-Lavalin (2017), Écoulement dans la halde de co-disposition – Projet Whabouchi, note technique, 646523-1000-4WER-0001-PB, septembre 2017

Annexe A

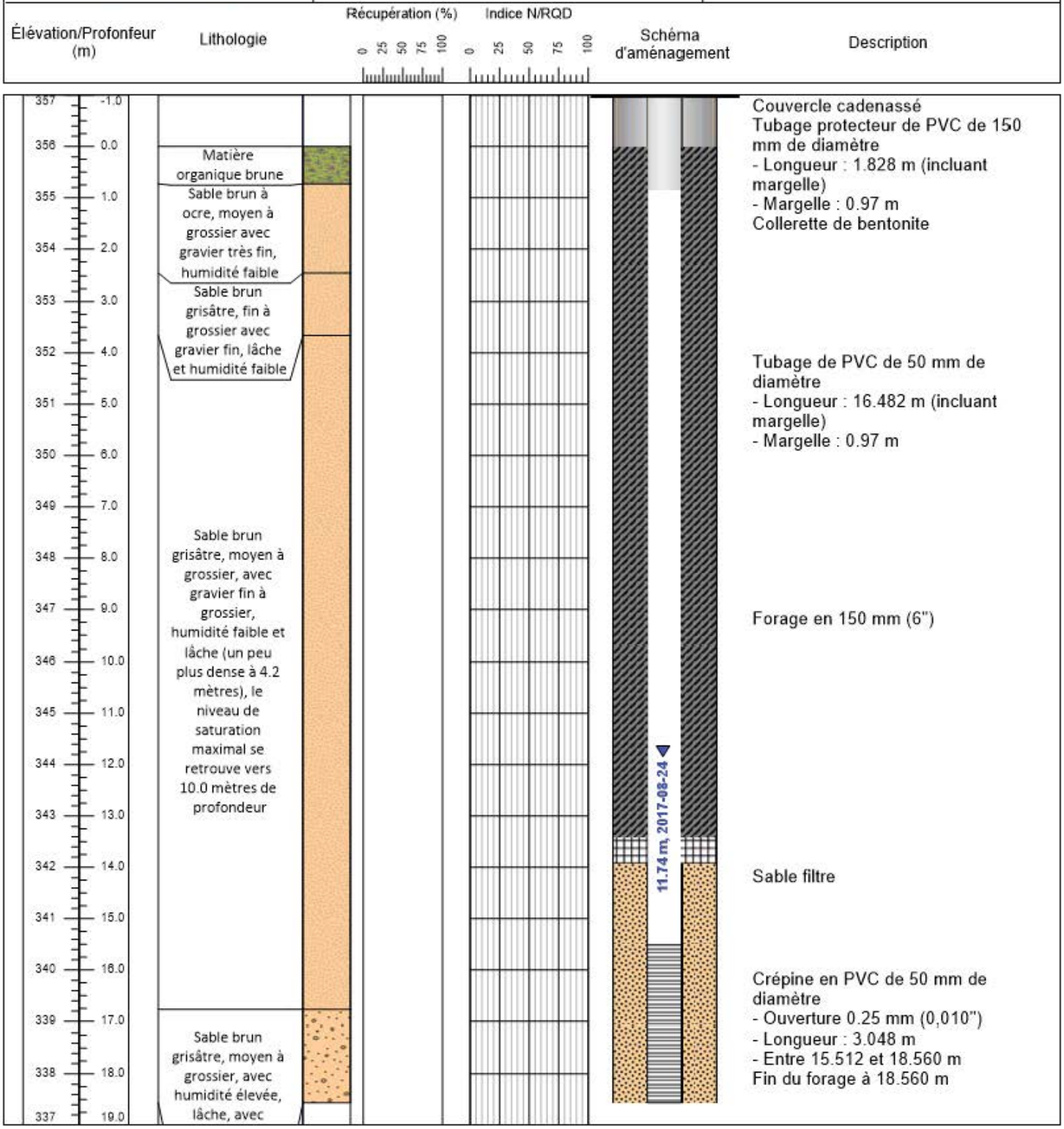
Rapports de forages

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-02MT
Localisation: La motte
Date du forage: 21 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707620
Y: 5360981
Z: 356
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

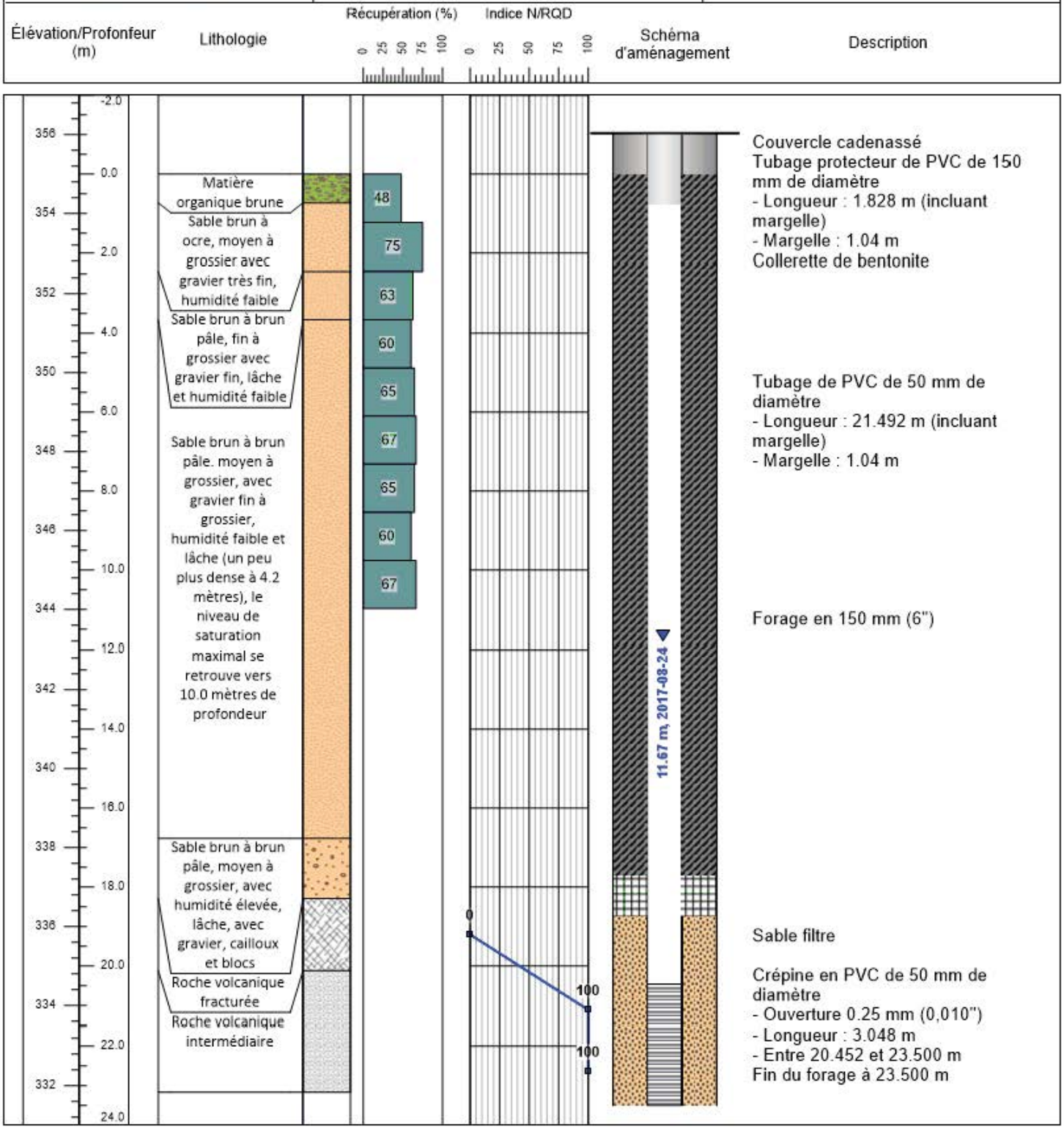
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-02R
Localisation: La motte
Date du forage: 20 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707623
Y: 5360986
Z: 355
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

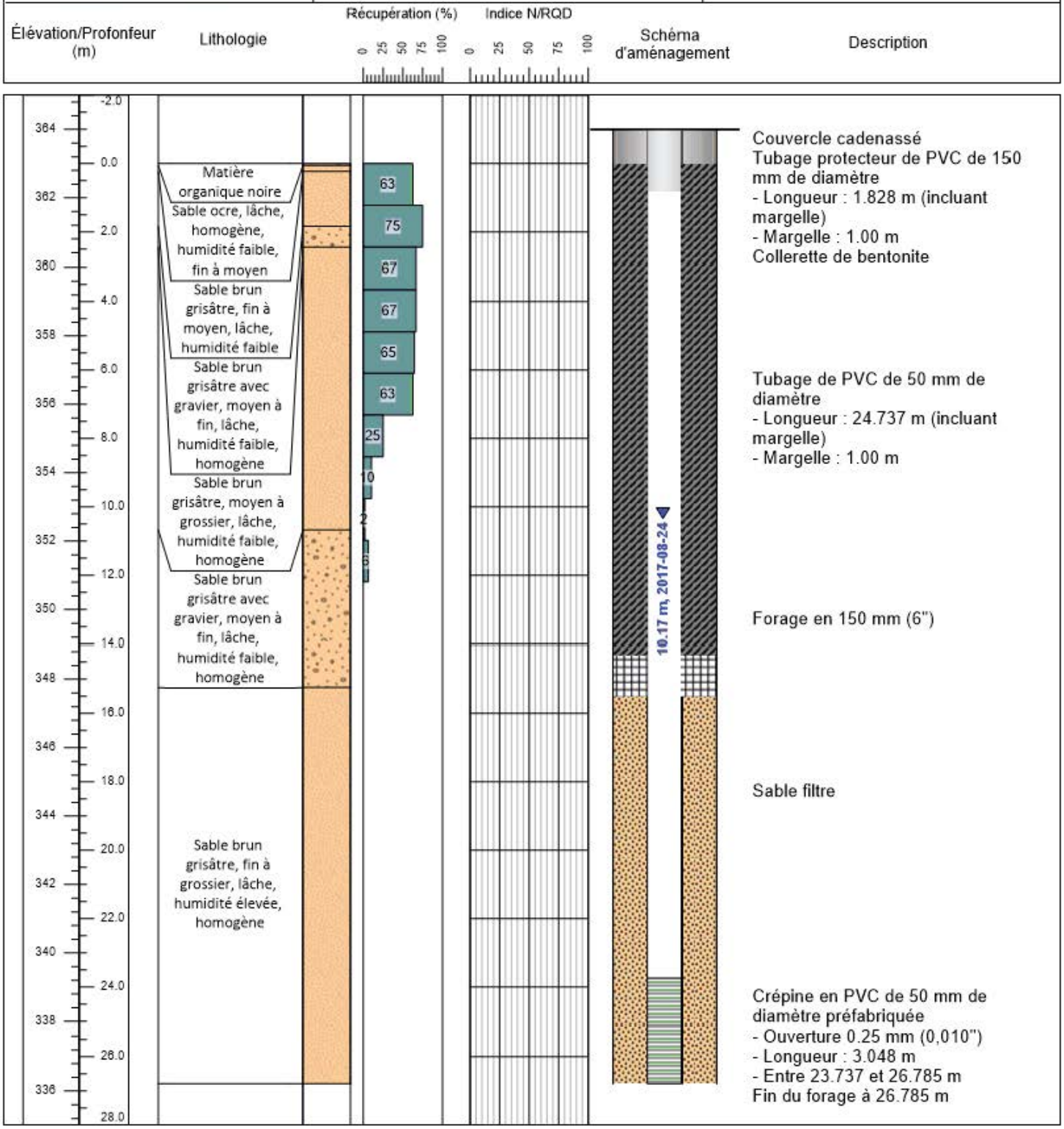
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-03MT
Localisation: La motte
Date du forage: 24 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707423
Y: 5361205
Z: 363
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

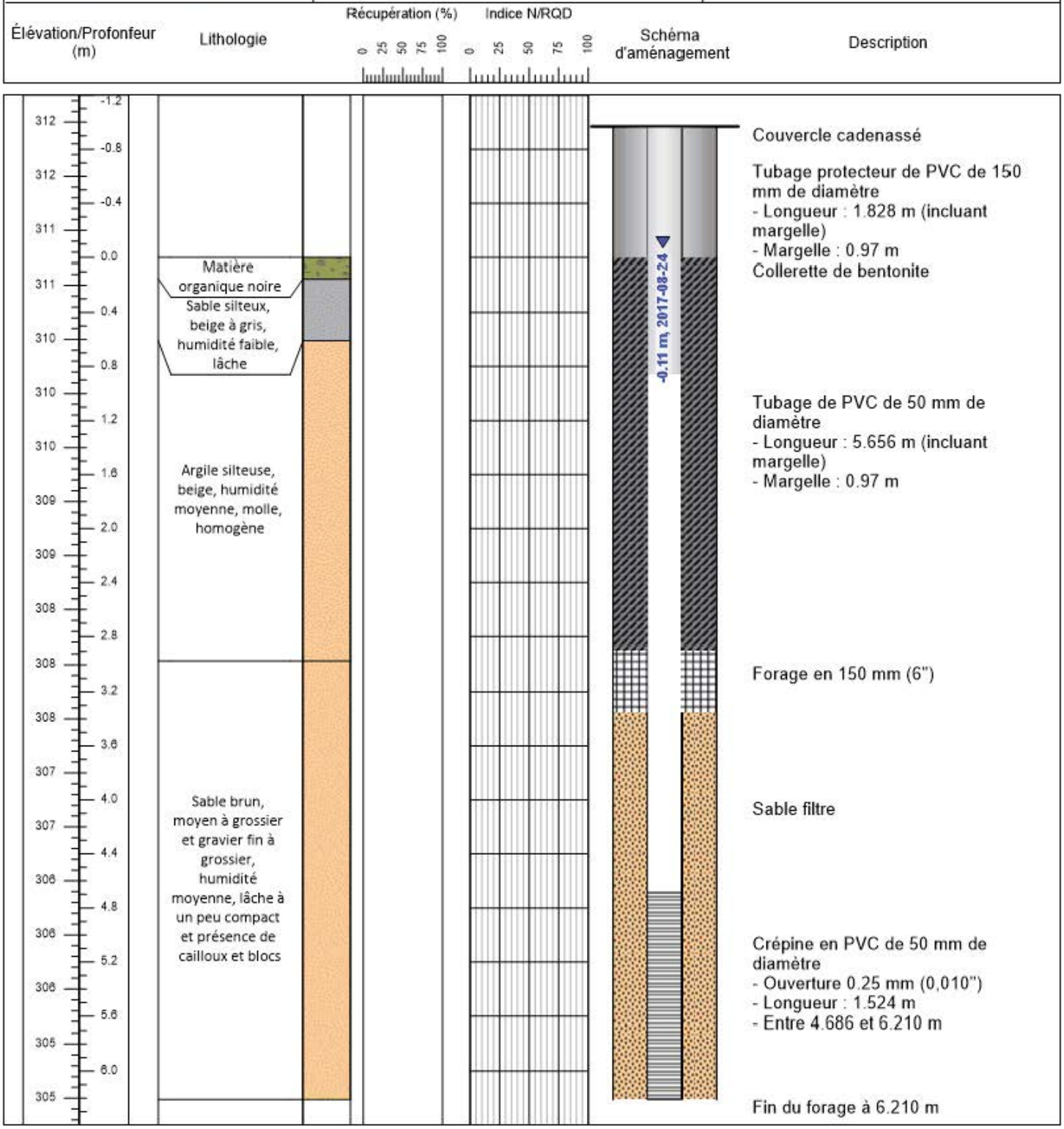
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-08MT
Localisation: La motte
Date du forage: 16 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 705942
Y: 5359746
Z: 311
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

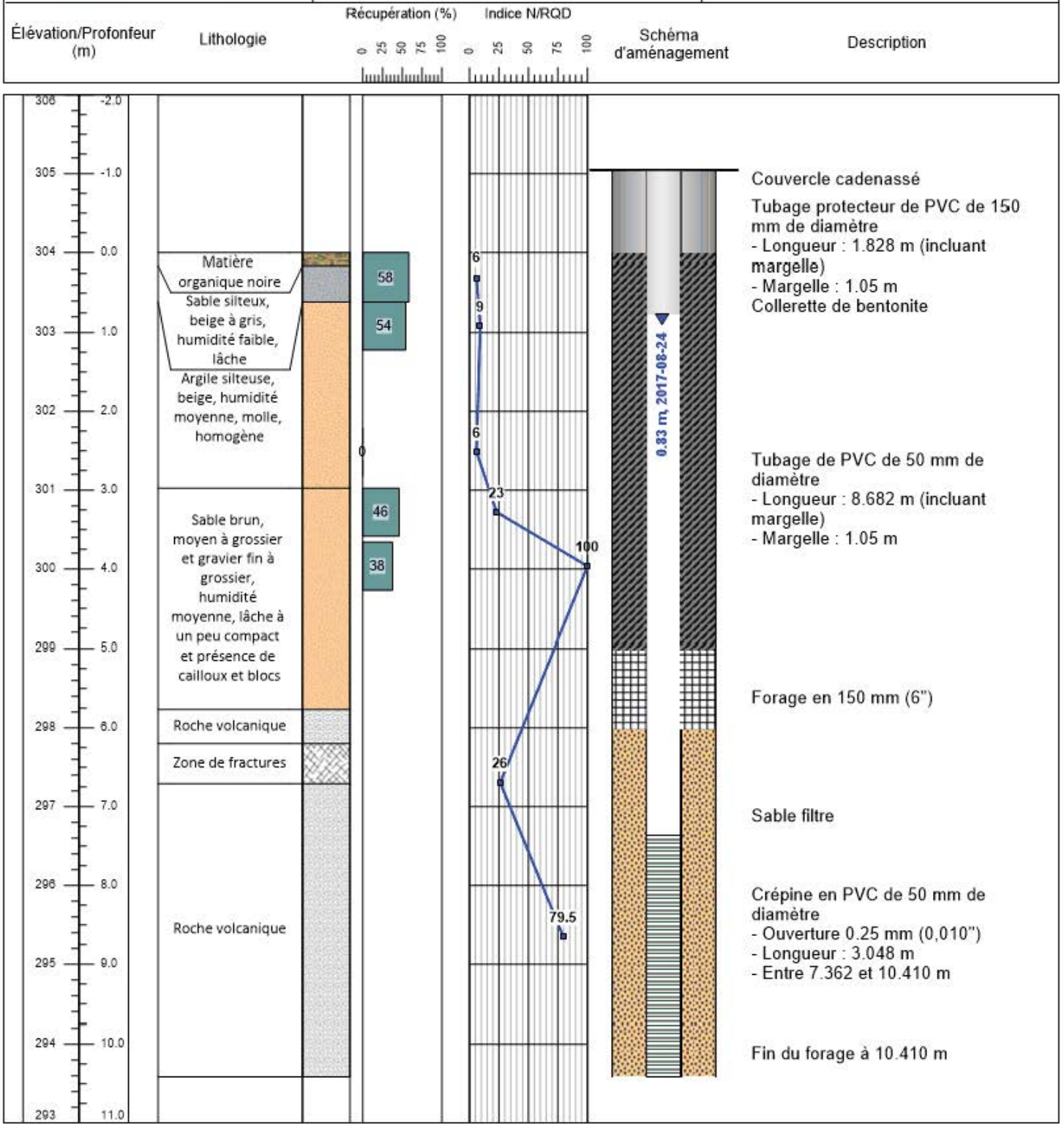
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-08R
Localisation: La motte
Date du forage: 15 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 705941
Y: 5359737
Z: 304
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

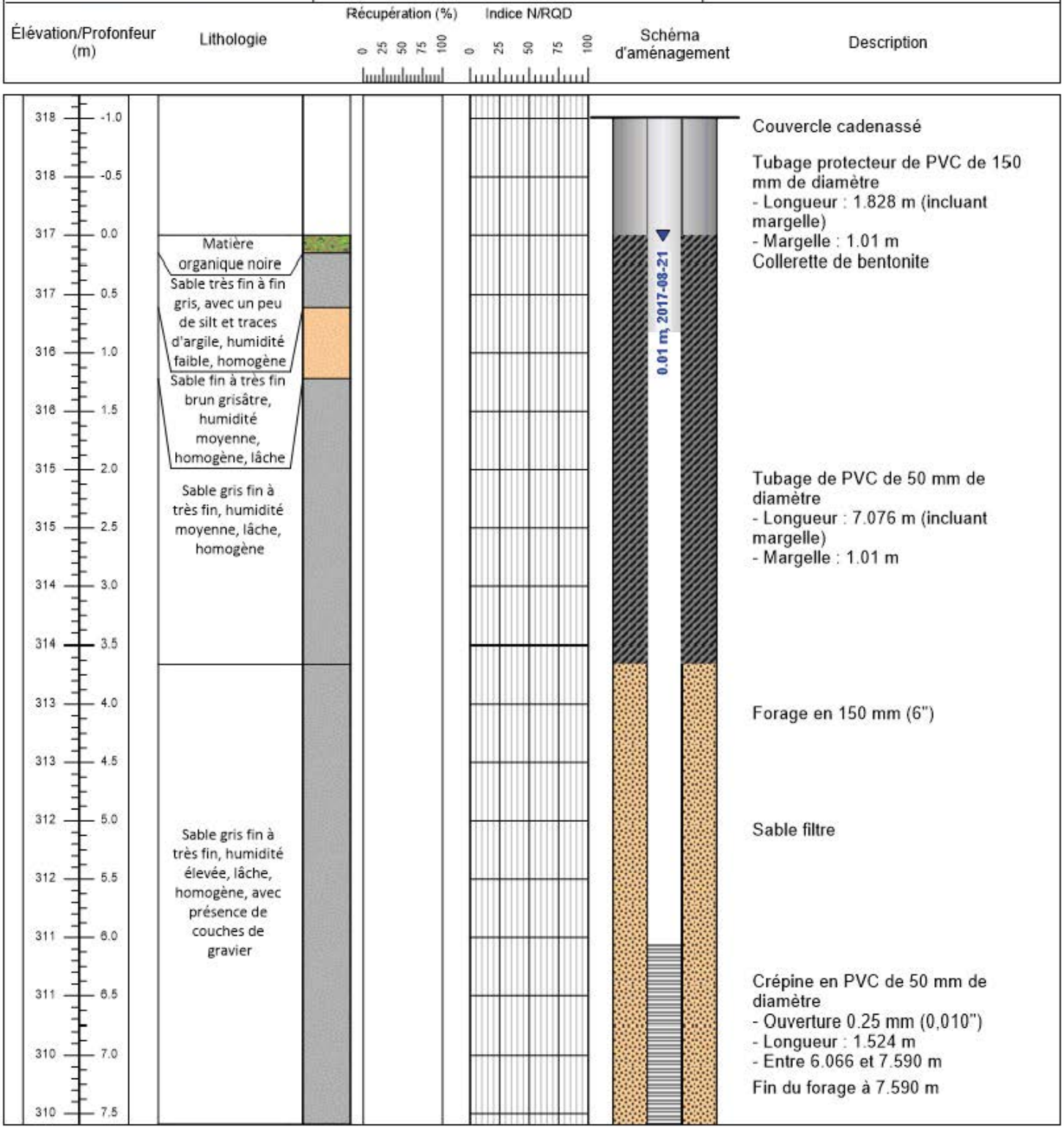
Matériaux
Couvercle · Tubage · Tout venant · Aquaguard · Peltonite · Bentonite · Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-09MT
Localisation: La motte
Date du forage: 9 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 706539
Y: 5359705
Z: 317
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

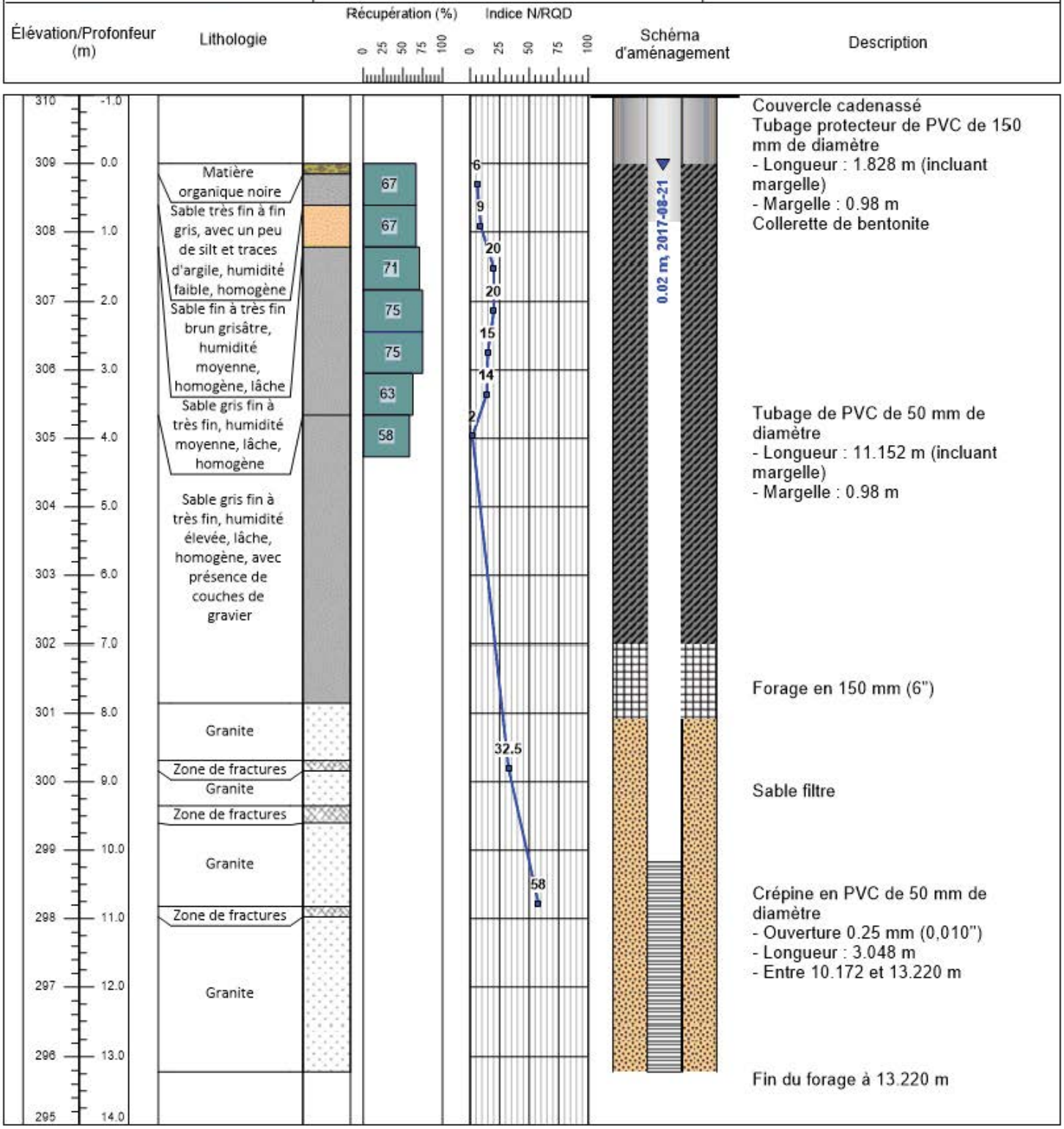
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-09R
Localisation: La motte
Date du forage: 7 août 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 706537
Y: 5359709
Z: 309
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

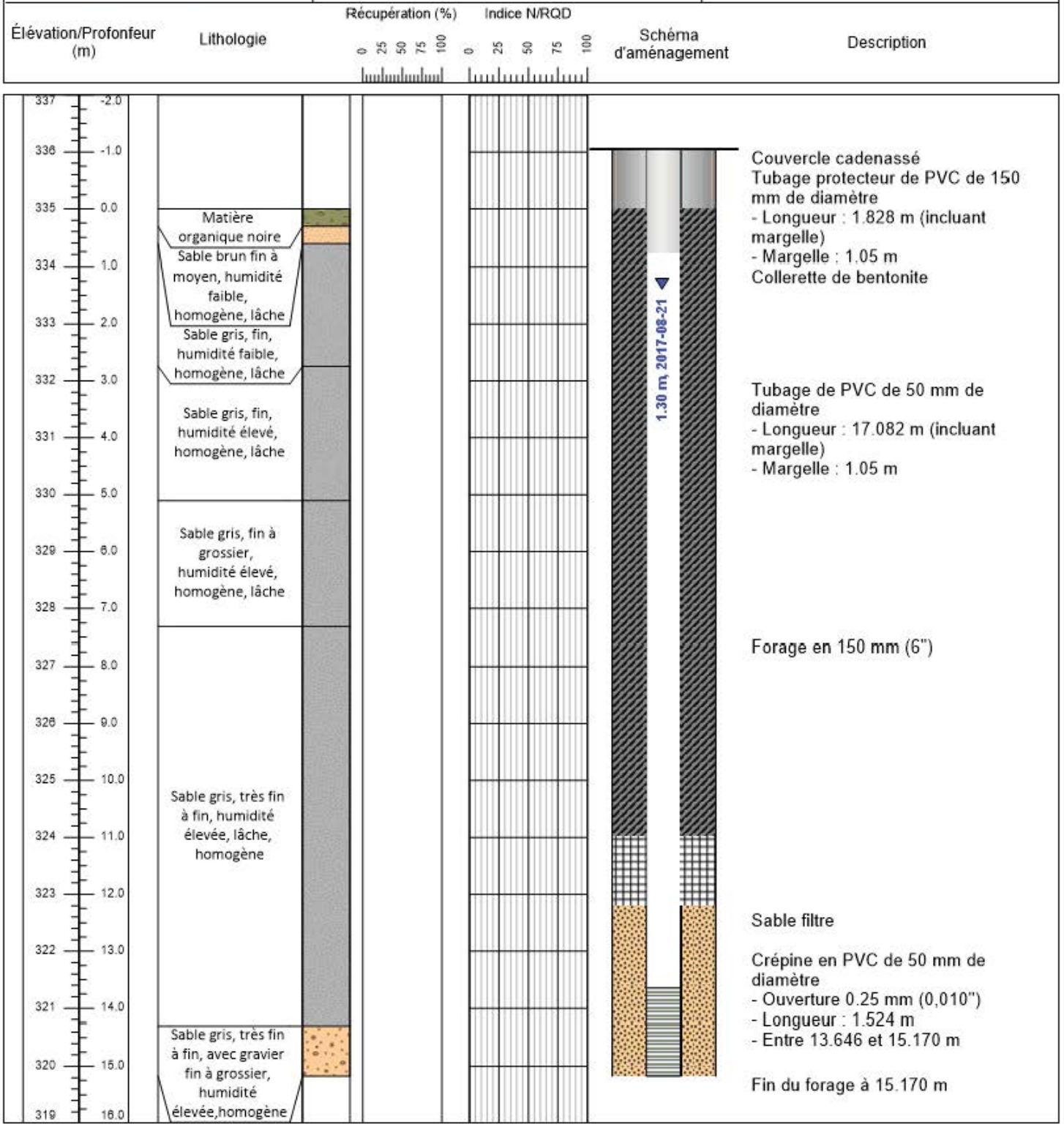
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-10MT
Localisation: La motte
Date du forage: 11 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707056
Y: 5360382
Z: 335
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

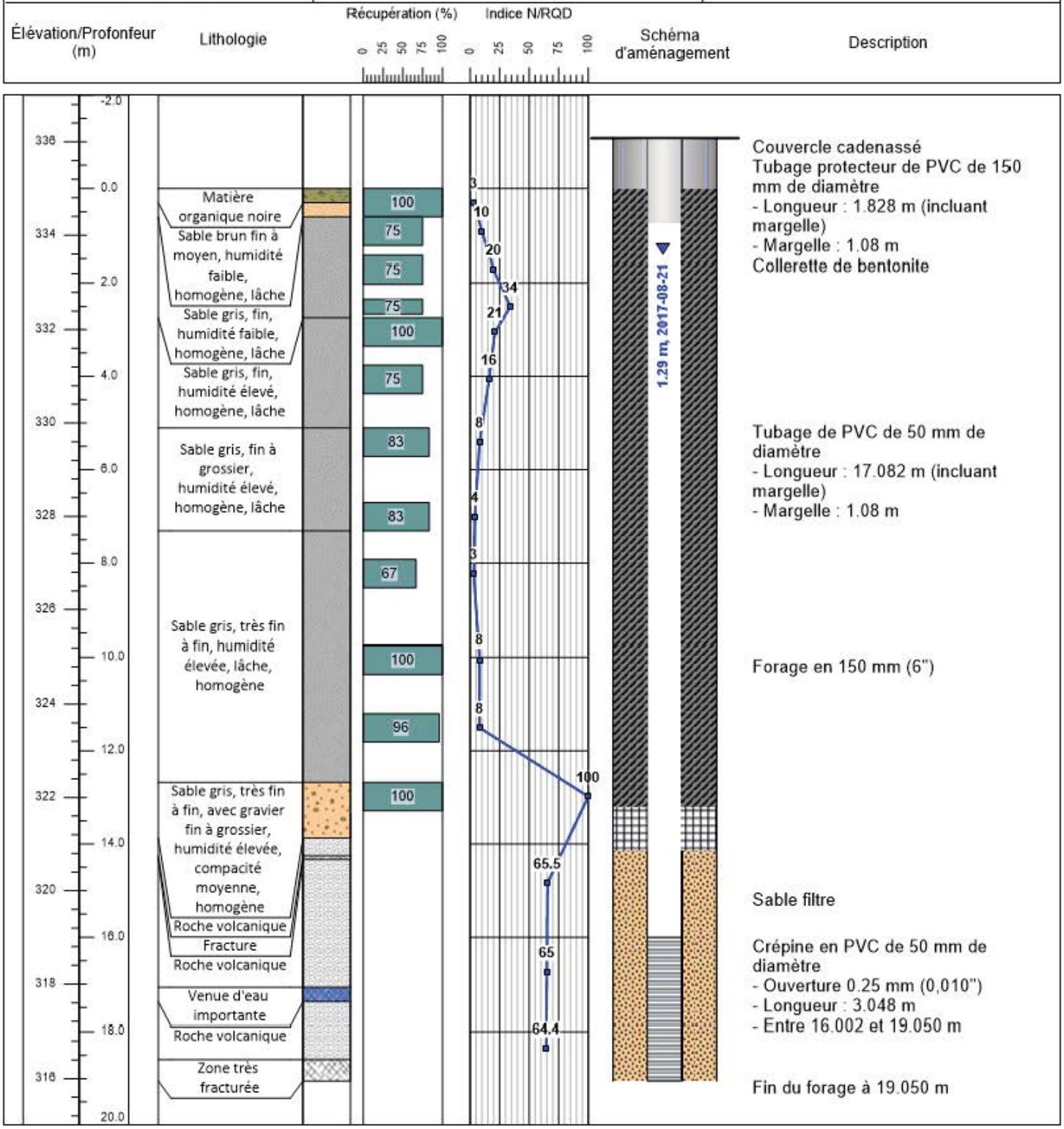
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-10R
Localisation: La motte
Date du forage: 7 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707053
Y: 5360385
Z: 335
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

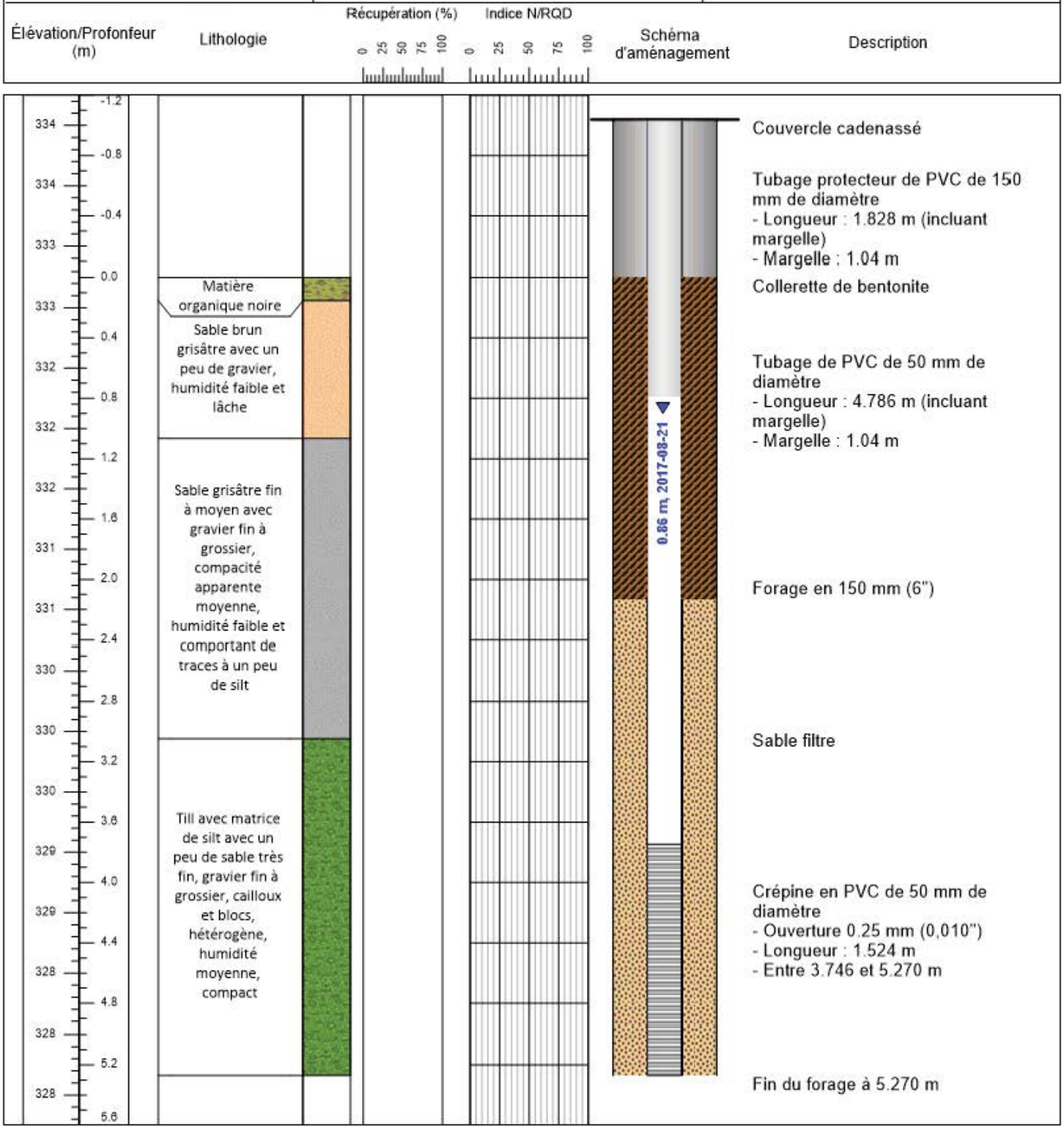
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-11MT
Localisation: La motte
Date du forage: 6 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707413
Y: 5360221
Z: 333
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

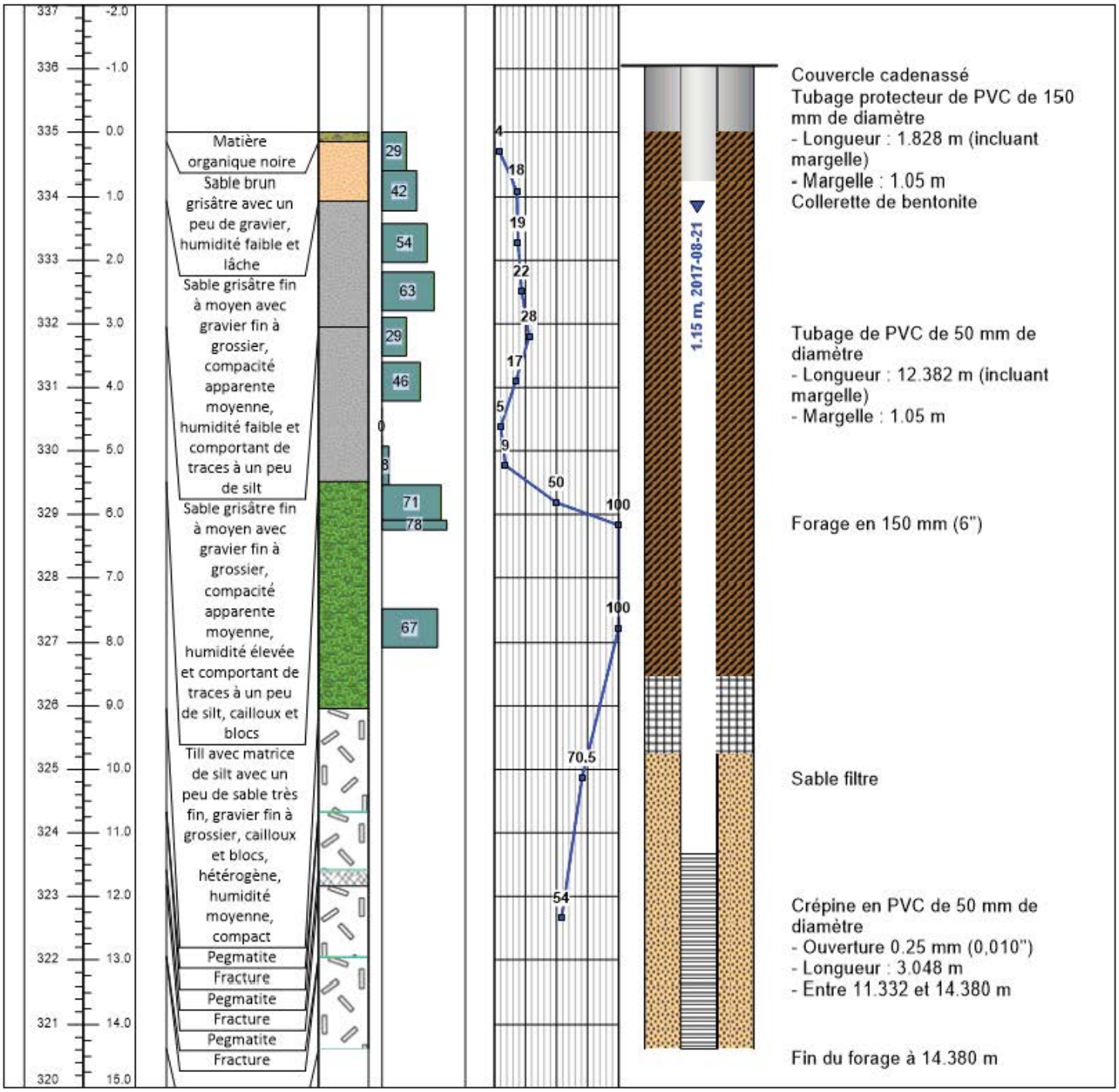
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-11R
Localisation: La motte
Date du forage: 5 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707409
Y: 5360227
Z: 335
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

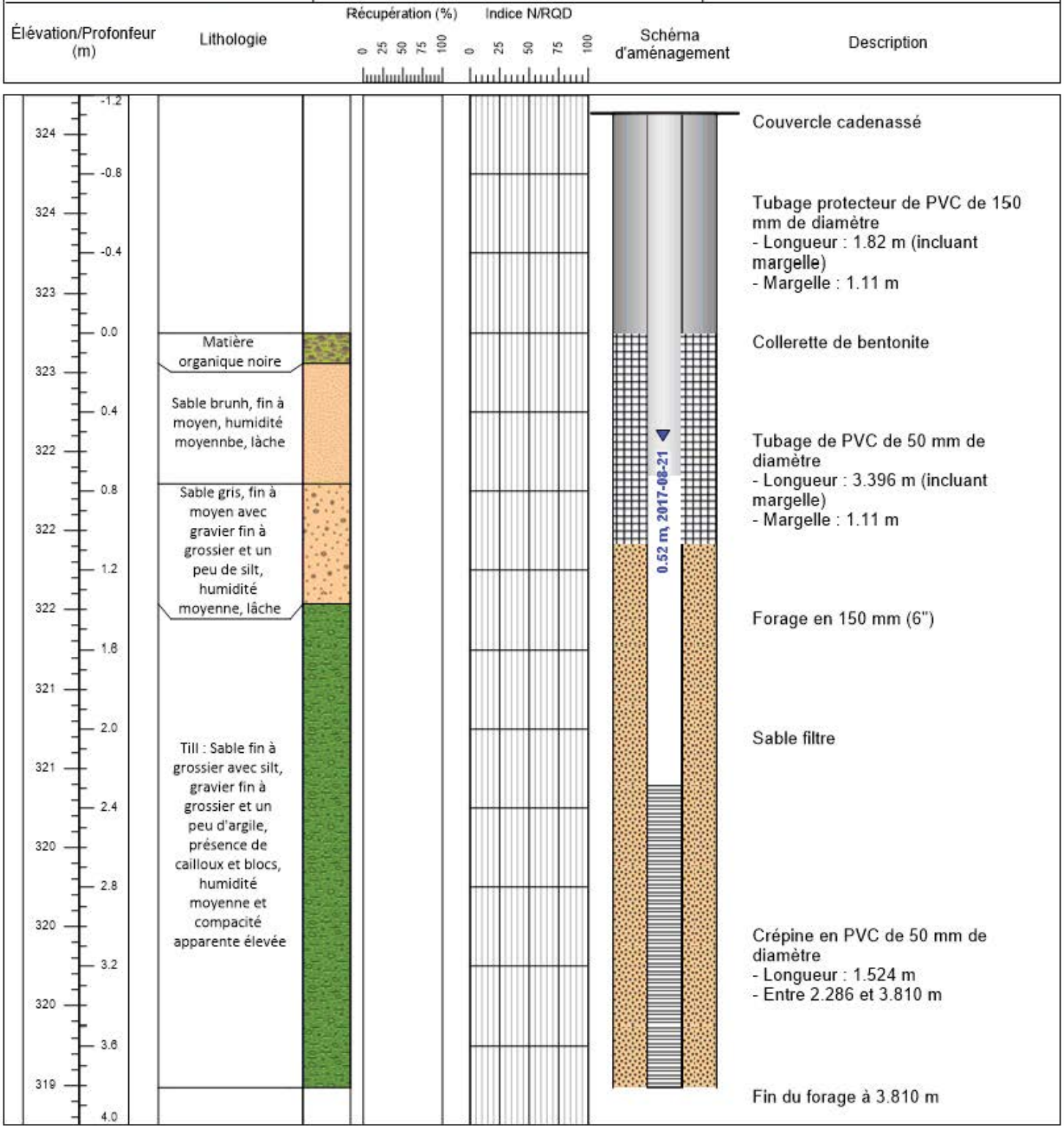
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-12MT
Localisation: La motte
Date du forage: 4 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707668
Y: 5360177
Z: 323
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

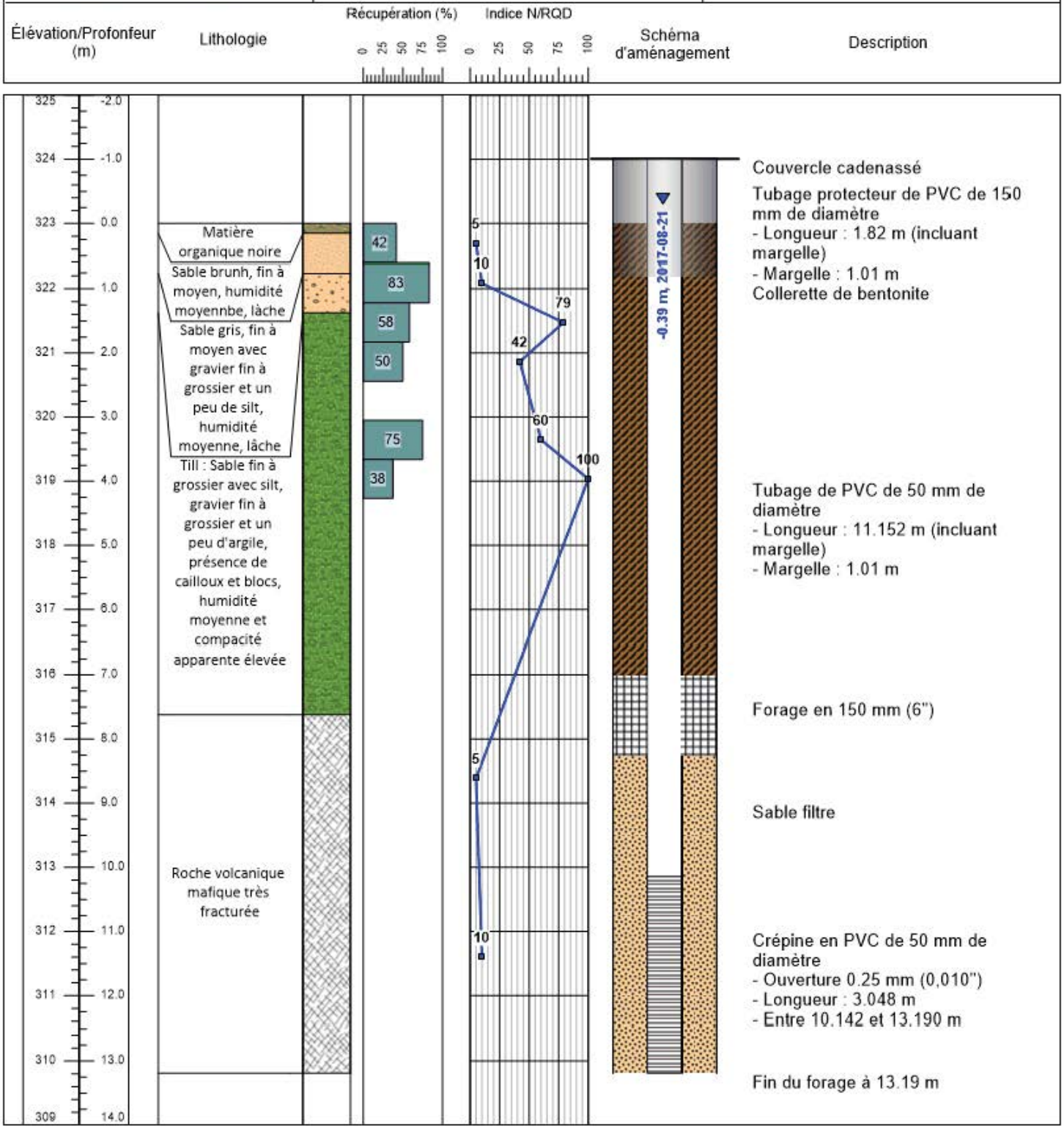
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-12R
Localisation: La motte
Date du forage: 3 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 707668
Y: 5360177
Z: 323
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

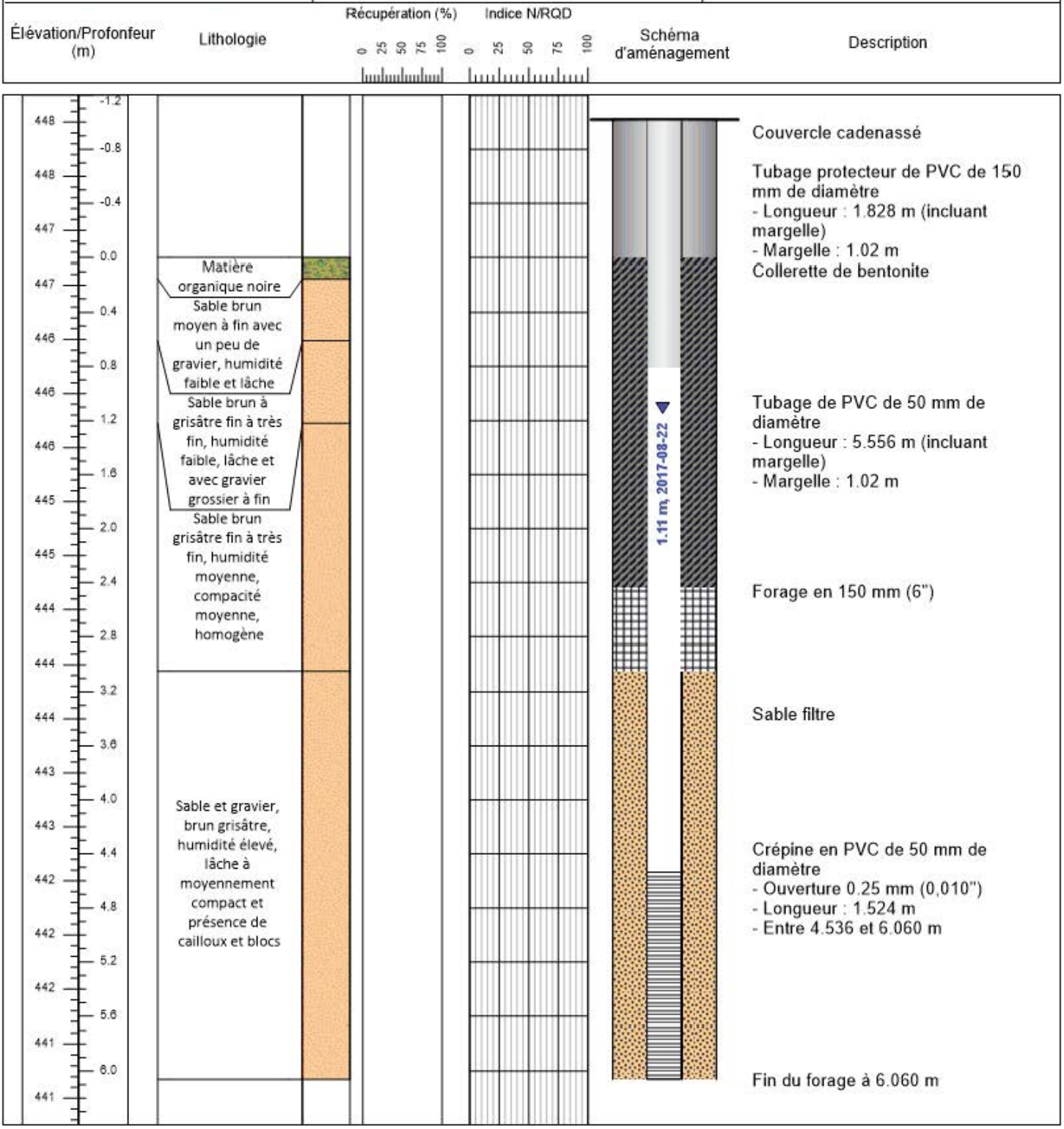
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-13MT
Localisation: La motte
Date du forage: 19 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 706882
Y: 5360437
Z: 447
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

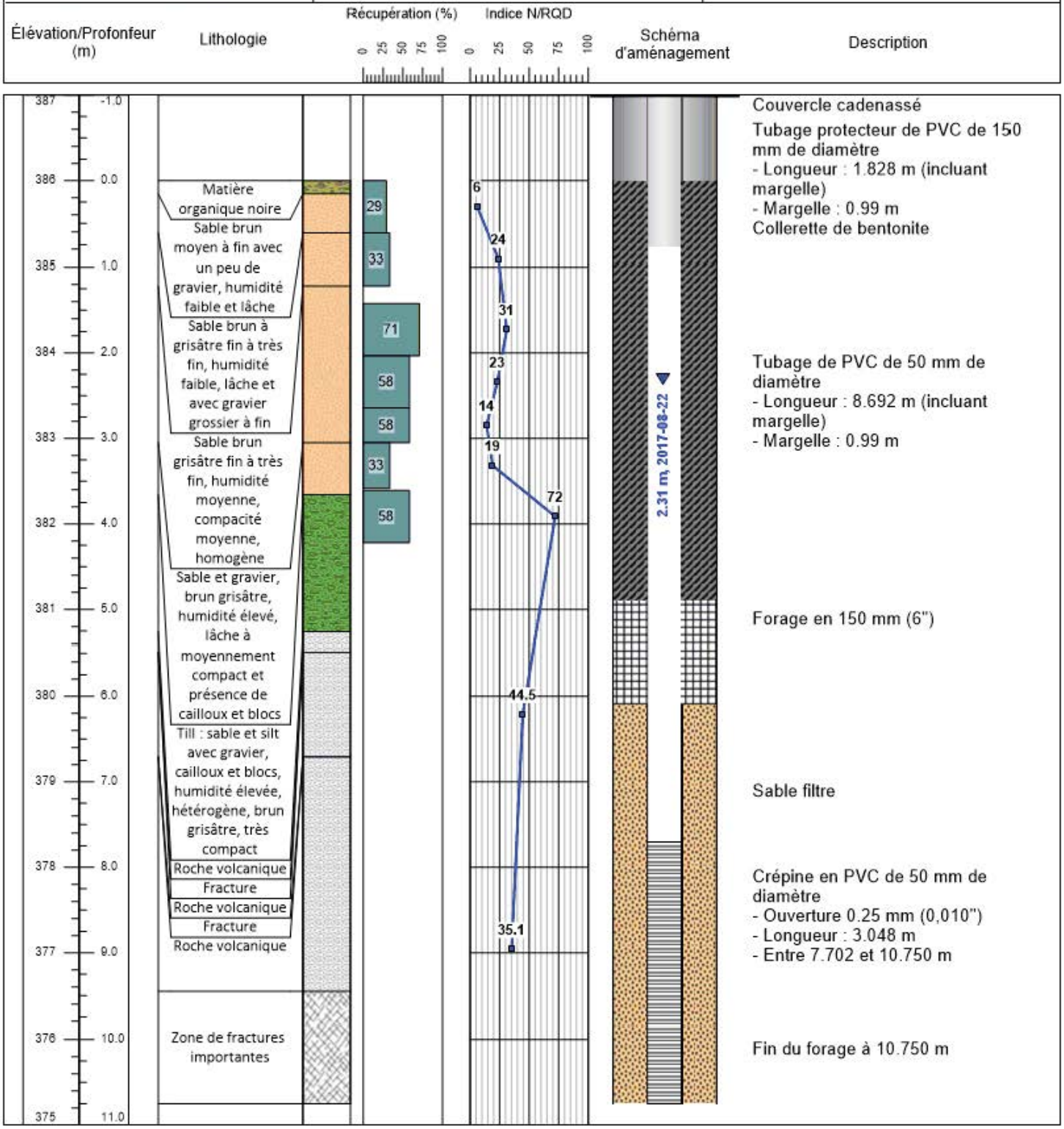
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-13R
Localisation: La motte
Date du forage: 18 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 706885
Y: 5360430
Z: 386
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

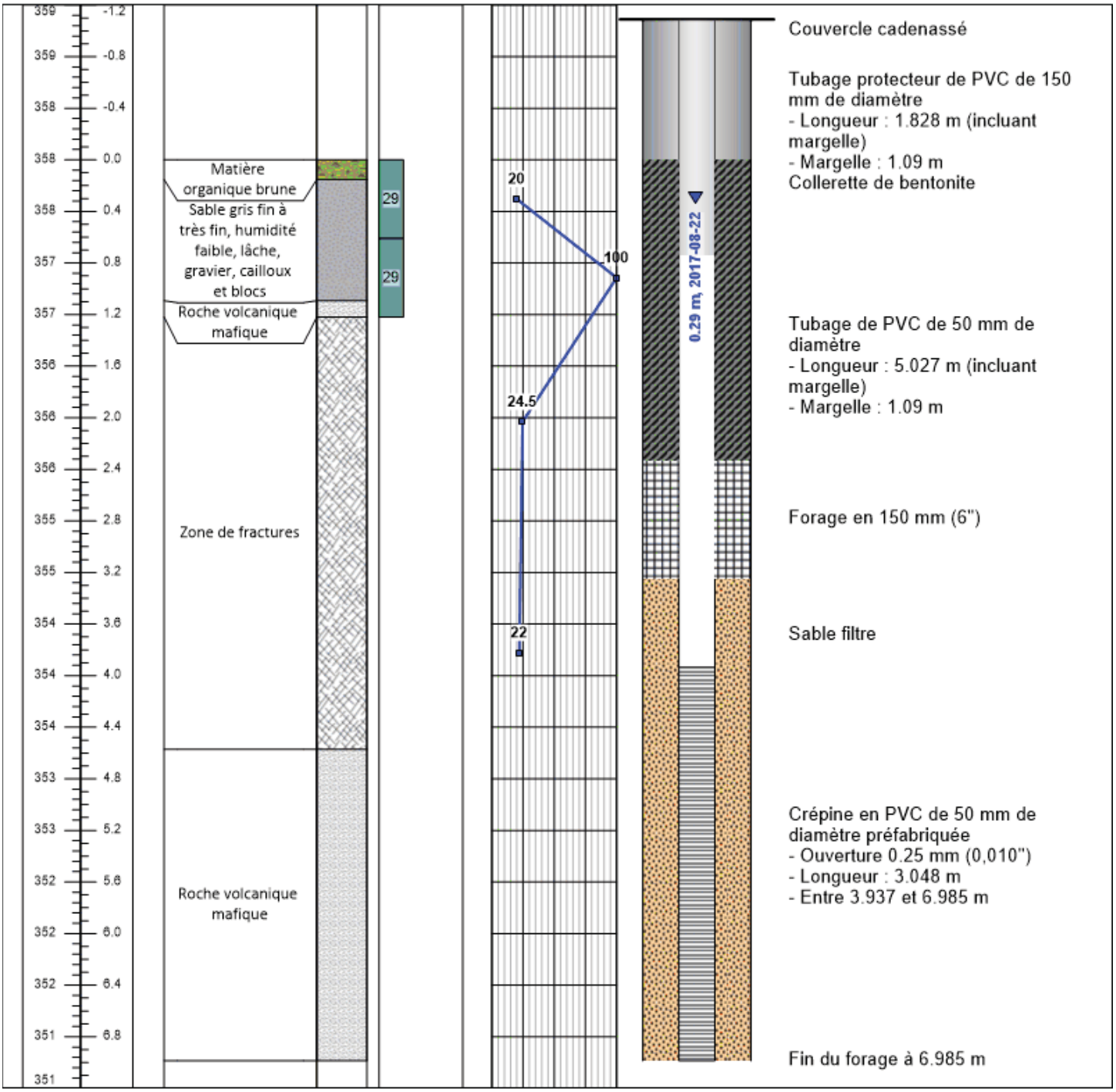
Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Coupe géologique et technique

Richelieu Hydrogéologie inc.

Identification: PZ-14R
Localisation: La motte
Date du forage: 17 juillet 2017
Client: Sayona
Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées
X: 706750
Y: 5360460
Z: 358
Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17



Entrepreneur: Technofor
Méthode de forage: Foreuse Géoprobe

Description: Richard Dufour
Vérification: Yves Leblanc

Matériaux
Couvercle
Tubage
Tout venant
Aquaguard
Peltonite
Bentonite
Sable de silice

Annexe B

Résultats d'analyse

Figure B-1 : Condition statique court terme

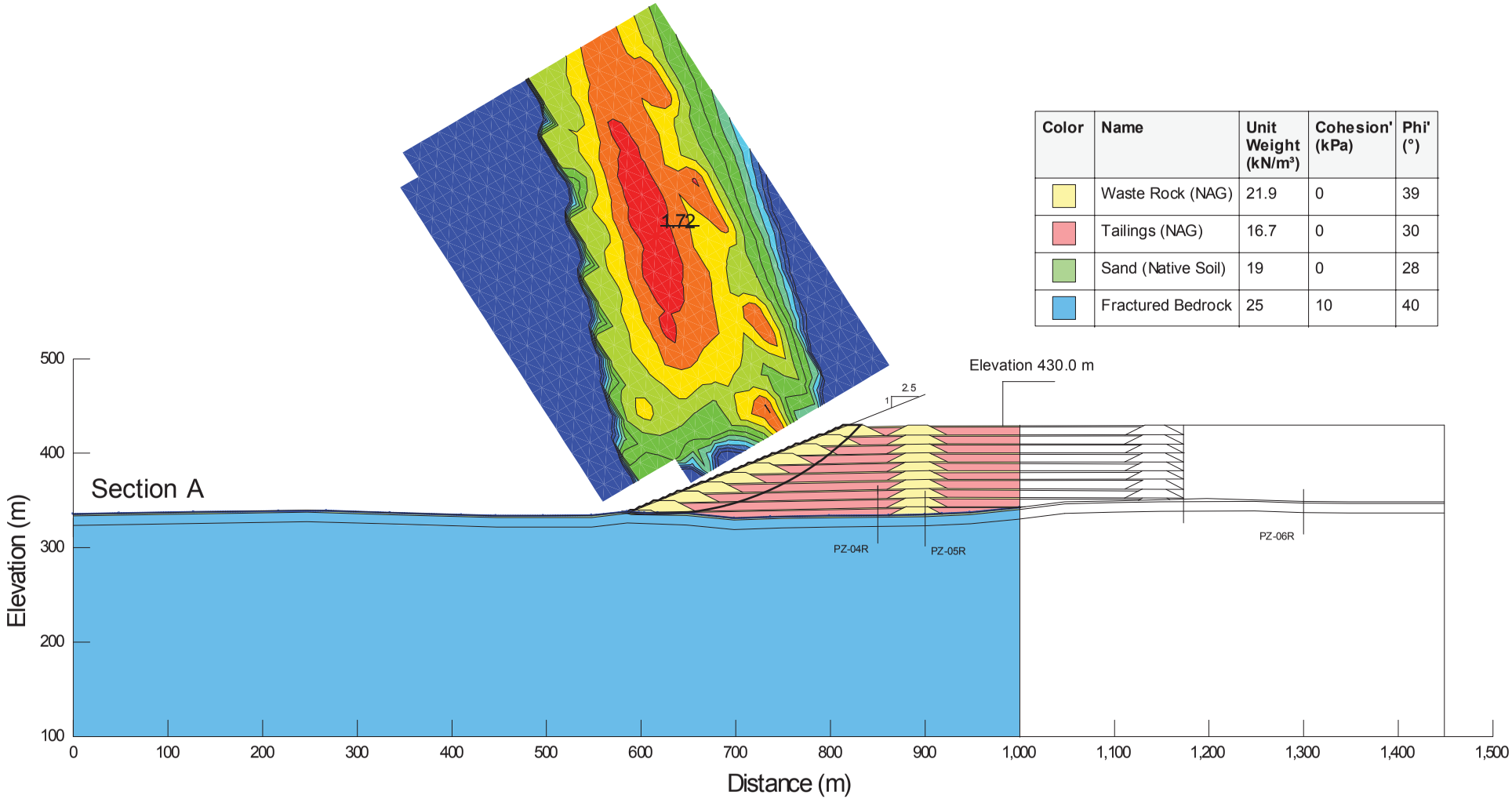


Figure B-2 : Condition statique long terme

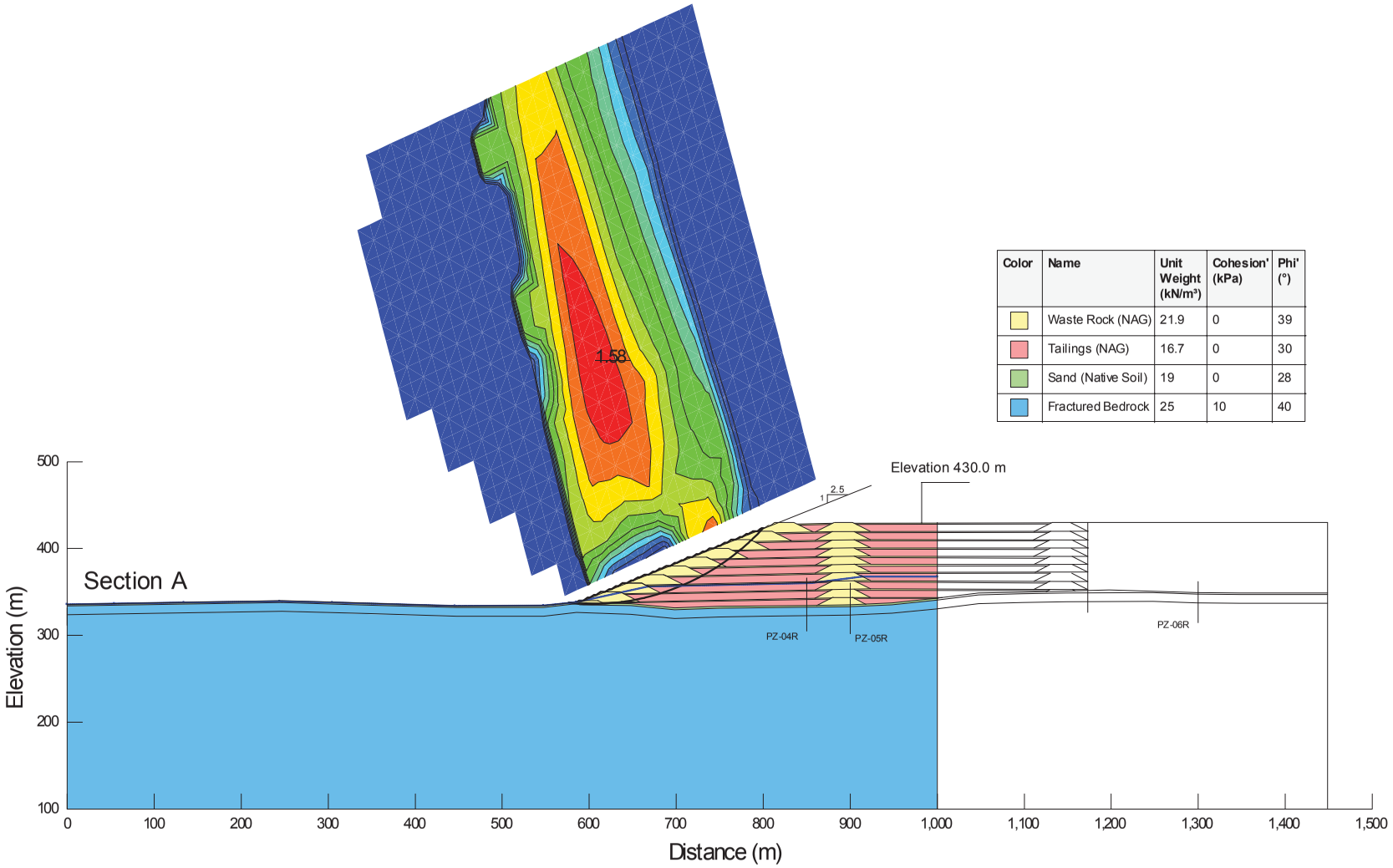


Figure B-3 : Condition pseudo-statique long terme

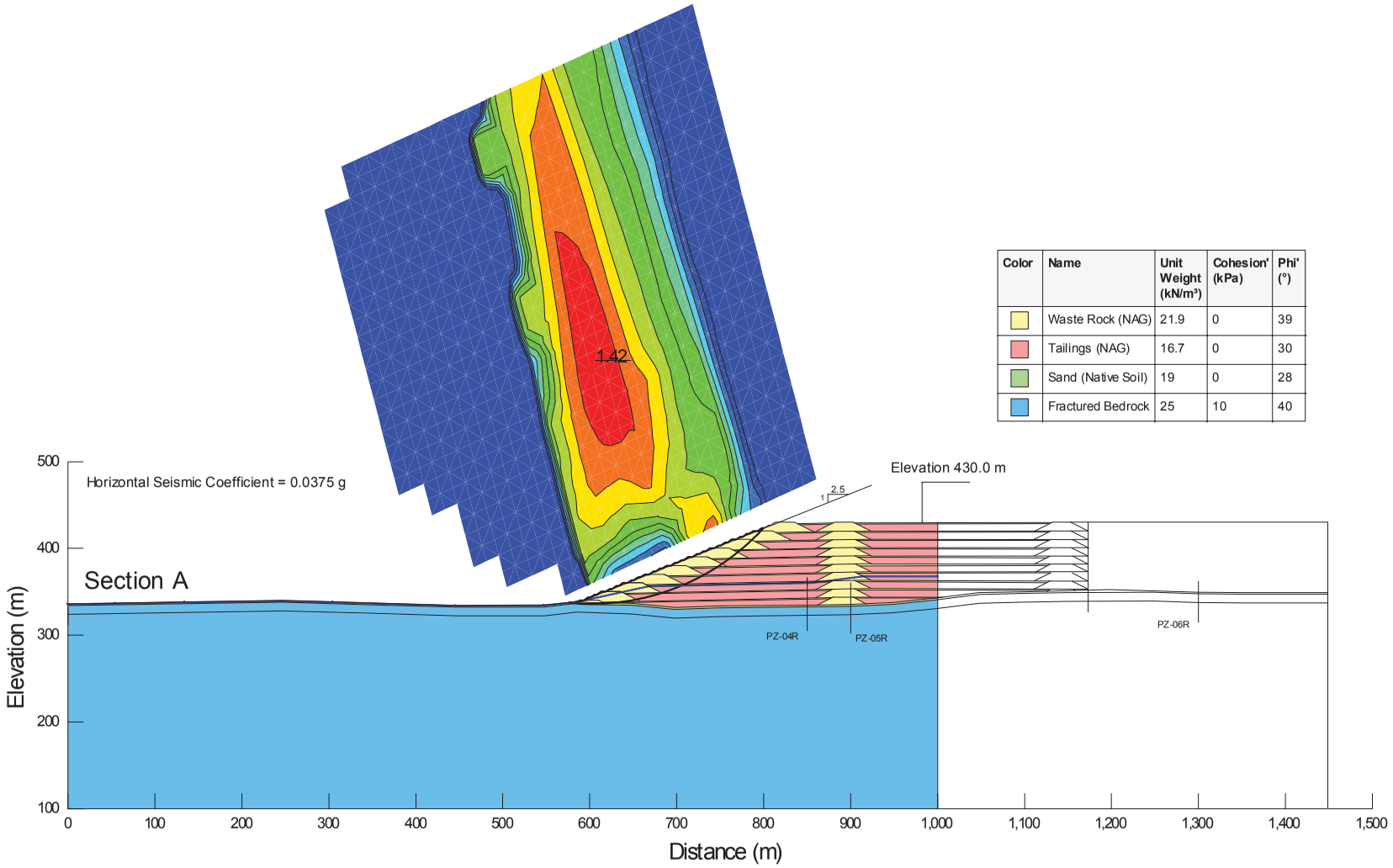
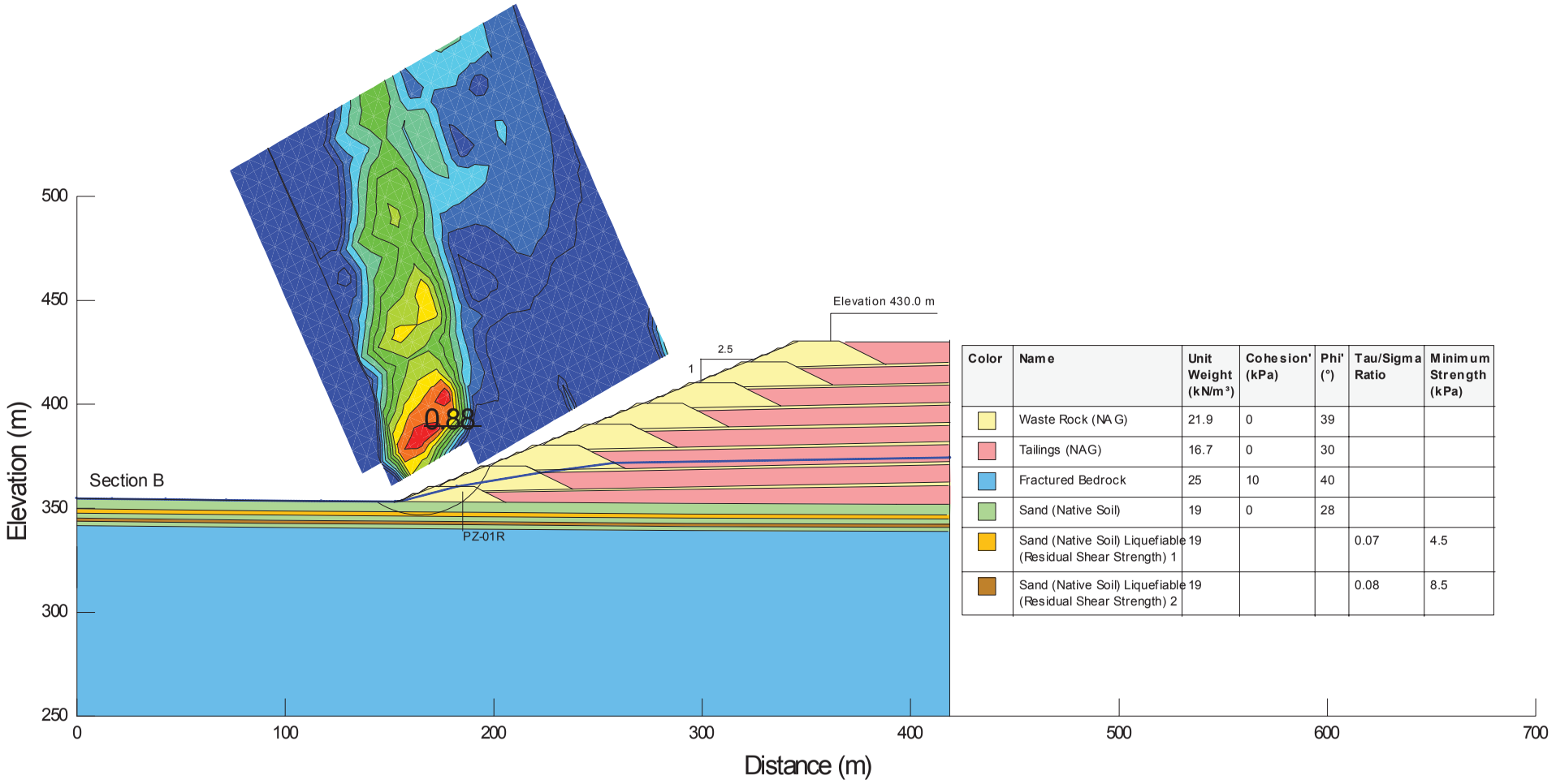


Figure B-4 : Condition post-séisme



Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Tau/Sigma Ratio	Minimum Strength (kPa)
	Waste Rock (NAG)	21.9	0	39		
	Tailings (NAG)	16.7	0	30		
	Fractured Bedrock	25	10	40		
	Sand (Native Soil)	19	0	28		
	Sand (Native Soil) Liquefiable (Residual Shear Strength) 1	19			0.07	4.5
	Sand (Native Soil) Liquefiable (Residual Shear Strength) 2	19			0.08	8.5

Figure B-5 : Stabilité locale d'un premier banc de la halde

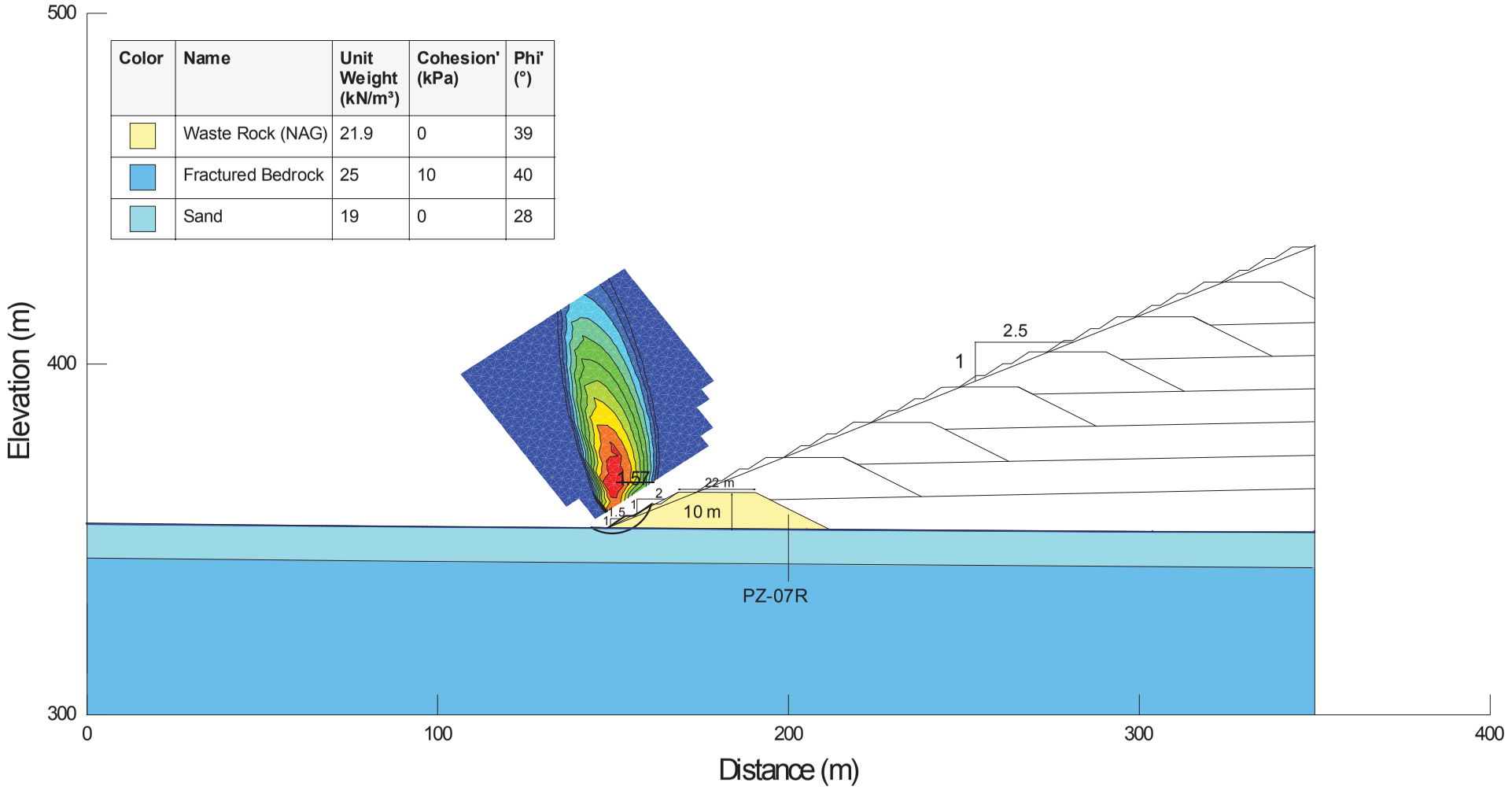
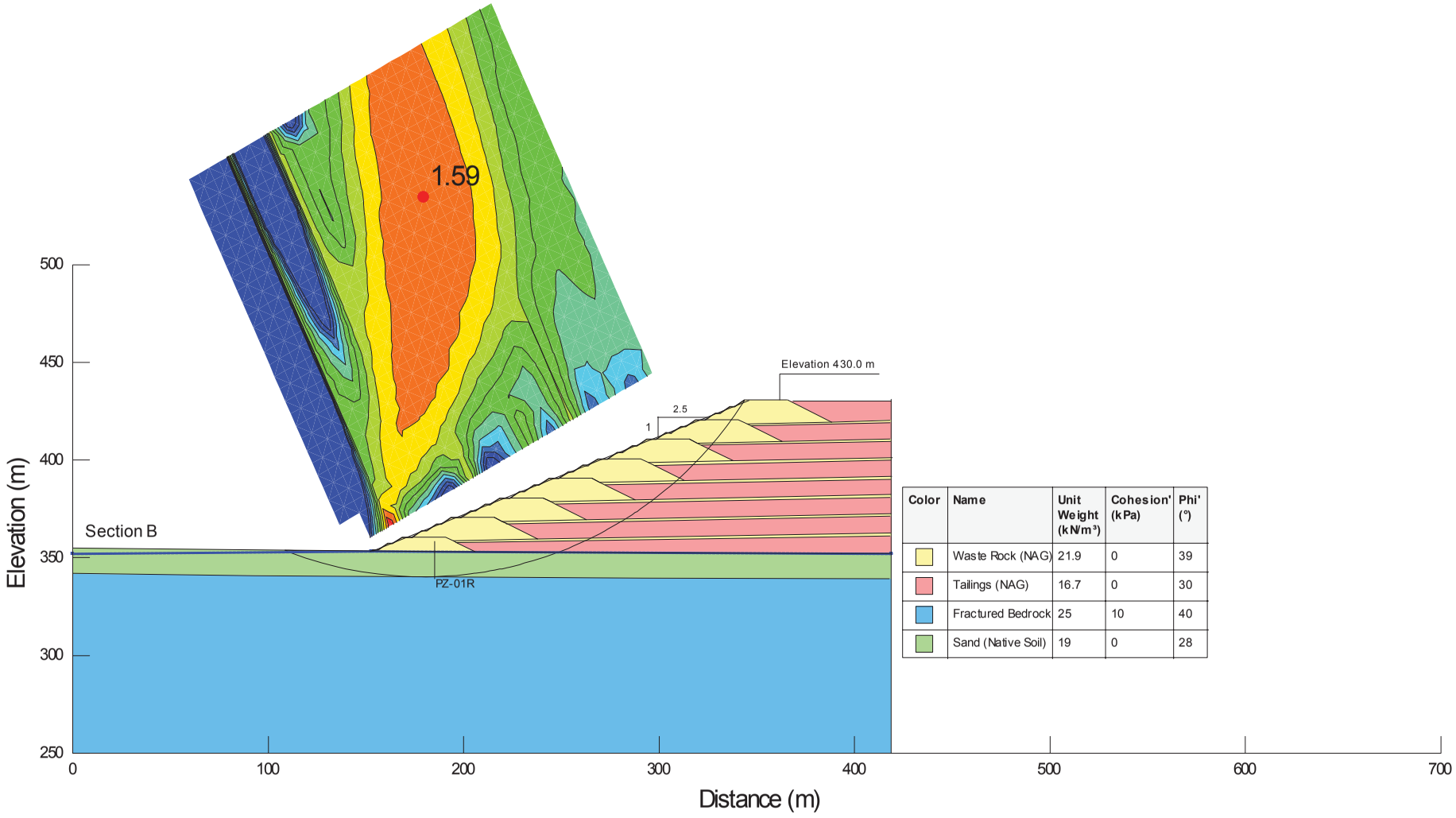
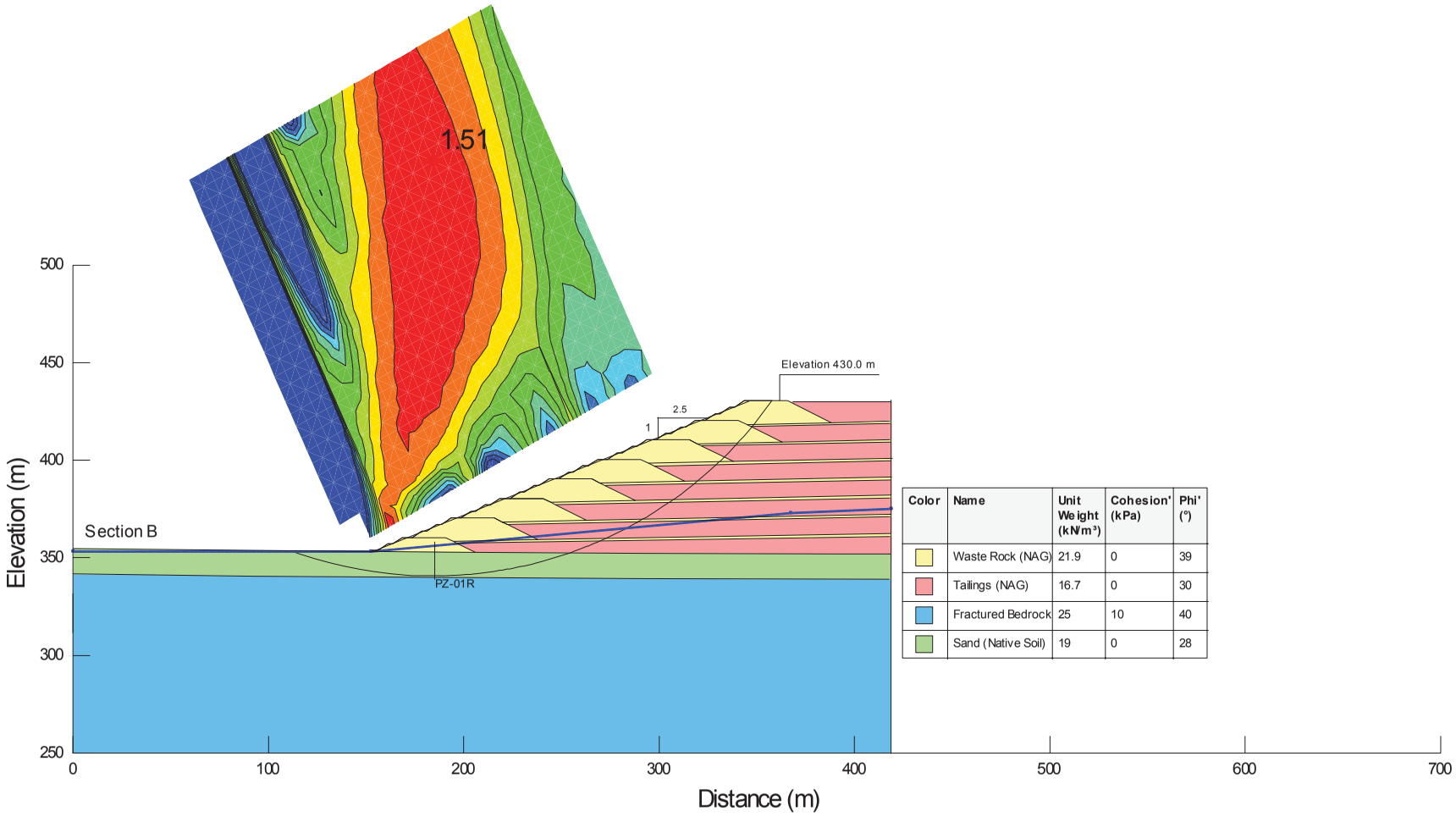


Figure B-6 : Section B - Condition statique - court terme



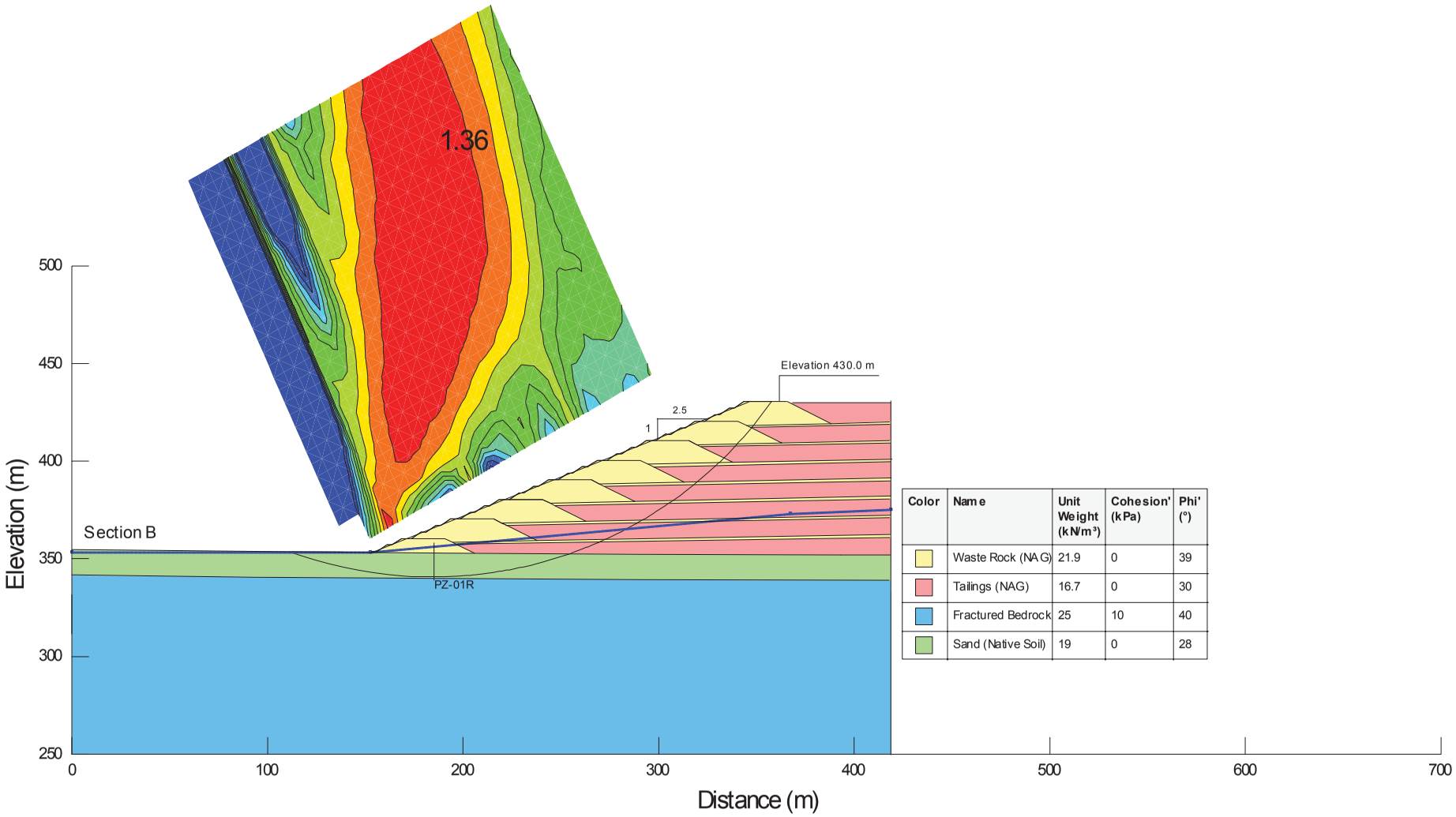
Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Waste Rock (NAG)	21.9	0	39
	Tailings (NAG)	16.7	0	30
	Fractured Bedrock	25	10	40
	Sand (Native Soil)	19	0	28

Figure B-7 : Section B - Condition statique - long terme



Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Waste Rock (NAG)	21.9	0	39
	Tailings (NAG)	16.7	0	30
	Fractured Bedrock	25	10	40
	Sand (Native Soil)	19	0	28

Figure B-8 : Section B - Condition pseudo-statique – long terme



Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Waste Rock (NAG)	21.9	0	39
	Tailings (NAG)	16.7	0	30
	Fractured Bedrock	25	10	40
	Sand (Native Soil)	19	0	28

Document Title : **DESIGN CRITERIA**

Client: **SAYONA MINING (MINE AUTHIER)**

Project: **Authier Mine Feasibility Study**

Prepared by: Marie-Hélène Picard, ing.

Prepared by: Dan Chen, ing., PMP

Prepared by: Patrick Scholz, ing., M.Eng.

Approved by: Martine Paradis, ing., M.Sc., PMP

REVISION INDEX

Revision				Pages revised	Remarks
#	Prep.	App.	Date		
PA	MHP, DC, PS	MP	mai 2018	Toutes	Émis pour commentaires internes
PB			24 mai 2018		Émis pour commentaires clients
00					Version finale

NOTICE TO READER

This document contains the expression of the professional opinion of SNC-Lavalin Inc. ("SNC-Lavalin") as to the matters set out herein, using its professional judgment and reasonable care. It is to be read in the context of the agreement dated [date] (the "Agreement") between SNC-Lavalin and Sayona Mining (the "Client") and the methodology, procedures and techniques used, SNC-Lavalin's assumptions, and the circumstances and constraints under which its mandate was performed. This document is written solely for the purpose stated in the Agreement, and for the sole and exclusive benefit of the Client, whose remedies are limited to those set out in the Agreement. This document is meant to be read as a whole, and sections or parts thereof should thus not be read or relied upon out of context.

SNC-Lavalin has, in preparing estimates, as the case may be, followed accepted methodology and procedures, and exercised due care consistent with the intended level of accuracy, using its professional judgment and reasonable care, and is thus of the opinion that there is a high probability that actual values will be consistent with the estimate(s). Unless expressly stated otherwise, assumptions, data and information supplied by, or gathered from other sources (including the Client, other consultants, testing laboratories and equipment suppliers, etc.) upon which SNC-Lavalin's opinion as set out herein are based have not been verified by SNC-Lavalin; SNC-Lavalin makes no representation as to its accuracy and disclaims all liability with respect thereto.

To the extent permitted by law, SNC-Lavalin disclaims any liability to the Client and to third parties in respect of the publication, reference, quoting, or distribution of this report or any of its contents to and reliance thereon by any third party

TABLE OF CONTENT

1.0Introduction 4

2.0Co-disposal Storage Capacity 4
2.1 Stability criteria 5
2.2 Seismic parameters 6
2.2.1 Classification of the consequence level 6
2.2.2 Seismic parameters : standards and regulations 8
2.2.3 Return period retained 8
2.2.4 Seismic coefficient retained 9

3.0Water Management Infrastructures 9
3.1 Drainage Network 10
3.1.1 Peak Discharge 10
3.1.2 Ditches Design 11
3.1.3 Riprap 12
3.2 Collection and Sedimentation Basins 13
3.3 Water management infrastructures 14

4.0Water Treatment Facility 15
4.1 Contact water sources 15
4.2 Treatment concept 16
4.3 Design criteria 16
4.3.1 Flowrate 16
4.3.2 Quality of the final treated effluent 17

5.0References 19

List of Tables

Table 3-1 : Waste rock and tailings quantity 5
Table 3-2 : Stability criteria selection 5
Table 3-3 : Dam classification according to the level of consequence 6
Table 3-4 : Co-disposal storage facility classification 7
Table 3-5 : Criterion of the earthquake according to the level of consequence 8
Table 3-6 : Seismic coefficient retained 9
Table 4-1 : Design criteria summary – Water management infrastructure 14
Table 5-1 : Projected criteria for the final effluent quality 18

List of Figures

Figure 4-1: Bransby Williams Equations (MTQ, 2014) 11
Figure 4-2: Stable Riprap Dimension Function of Flow Velocity (MTQ, 2014) 12
Figure 5-1 : Contact water sources and collection network 15

1.0 Introduction

The Authier Lithium Project is located approximately 23 km south from the town of Amos and 42 km north-west from the town of Val d'Or, in Quebec. The ore-bearing lithium mineralization is hosted in spodumene-bearing pegmatitic intrusions located within the Canadian Shield geological province.

The project is based on hard rock mining, open pit mine operations with a plan life of mine of 17 years, including a one year construction and pre-production phase, with a daily production of 1,900 tonnes. The mineral winning will be through the flotation process.

Authier Project (Sayona Mine) is planning the exploitation of this mine site and has mandated SNC-Lavalin to perform a feasibility study to design the co-disposal storage facility, water management infrastructures, and the water treatment facility. Adopted design criteria are documented in the present document

The purpose of this technical note is to present the main design criteria that will be used as part of this study. If during the development of the engineering it is necessary to introduce or adopt a change to those criteria, a revision of this document will be issued.

Therefore, this technical note presents the design criteria that will be used for the engineering of the co-disposal pile at the Authier Lithium mine site. The main objective is to ensure the long-term stability of the structure, while optimizing the quantities of residues and waste to be stored.

2.0 Co-disposal Storage Capacity

Authier Project will have to store 80 Mt of waste rock and 10 Mt of tailings (Sayona, 2018), which will be stored in a co-disposal storage facility. Geotechnical criteria

The geotechnical design criteria considered for the co-disposal storage facility were established based on lessons learned from other projects and the overall experience of SNC-Lavalin Inc. All of these criteria will be reviewed and validated based on stability analysis results.

- Final overall slope angle : 2.5H : 1V;
- Bench slope angle : 1.5H : 1V;
- Maximum stockpile height : 60m;
- Bench height : 10m;
- Ramp width : 22m;
- Access ramp slope : 10%;
- Waste rock and tailings are considered non-potentially acid generative and non-leachable.

Table 3-1 shows the amount of waste rock and tailings that will be produced during the life of mine. These criteria serve as a basis for sizing the co-disposal storage facility.

Table 2-1 : Waste rock and tailings quantity

	Unit	Value	Source
Waste rock			
Grain size distribution	Mm	0-750	Assumption
In situ waste rock tonnage	Mt	80	LOM (Sayona, 2018)
In situ waste rock density	t/m³	2.90	PFS (Sayona, 2017)
In-situ waste volume	Mm³	27.6	Calculation
Swell factor	%	30	PFS
Swelled wasted Volume	Mm³	35.9	LOM (Sayona, 2018)
Tailings			
Water content	%	10	PFS (Sayona, 2017)
Dry tailings tonnage	Mt	10	LOM (Sayona, 2018)
Dry tailings Density	t/m³	2.29	PFS (Sayona, 2017)
Dry tailings Volume	Mm³	4.38	Calculation
Co-disposal Facility			
Total Volume	Mm³	40.28	Calculation

2.1 Stability criteria

Stability analysis must be carried out to ensure that the future co-disposal storage facility meets the long-term stability criteria, considering the cases of static and seismic loading (pseudo-static loading condition). The minimum stability factors required and retained for the different conditions are presented in Table 3-2. These criteria come from the Directive 019 (MDDEP, 2012), the Canadian Dam Association (CDA, 2014) and the Guide and procedures for preparing the plan and general requirements for the restoration of mining sites in Quebec (MERN, 1997).

Table 2-2 : Stability criteria selection

Loading condition	Minimum security factor			
	Dir. 019(1)	CDA(2)	MERN(3)	S.F. retained
Local stability (for each bench)				
Short term (static)	-		1,0 à 1,1	1,0
Long term (static)	-		1,2	1,2
Global stability (breaks in depth in the foundations)				
Short term (static)	1,3 à 1,5	> 1,3	1,3 à 1,5	1,3
Long term (static)	1,5	1,5	1,5	1,5
Pseudo-static	1,1	1,0	1,1 to 1,3	1,1
Post-seismic	1,3	1,2	1,3	1,3

Note :

(1) Directive 019 for the mining industry (MDDEP, 2012).
(2) Canadian Dam Association (CDA, 2014) ;
(3) Guidelines for preparing mine closure plans in Québec (MERN, 2017). Appendix 1, Table 1: Recommended minimum factors of safety for the stability of waste rock piles.

It is important to mention that the minimum safety factors derived from Directive 019 are applicable for water retention structures. For non-holding water accumulation areas, such as the future co-disposal stack, it was concluded that these parameters should be used for comparison purposes in the design, in a manner consistent with the best practice. In the same vein, the stability criteria derived from the CDA are also applicable for water retention structures and therefore also used for comparison. The stability criteria from the MERN guide have been assigned to the waste rock piles. They were therefore selected for stability analysis.

The minimum safety factor required for stability analysis under static conditions is 1.5, meeting both the criteria of Directive 019, the CDA and the MERN guide. The analysis under pseudo-static conditions will have to respect a safety factor of 1.3, while respecting the most severe criterion coming from the MERN guide, in order to remain conservative.

2.2 Seismic parameters

2.2.1 Classification of the consequence level

In order to determine the seismic design criteria, the level of consequence of the rupture of the co-disposal piles was established following the methodology defined by the CDA. Table 3-3 and 3-4 presents the different levels of consequence allowing the classification of the studied work. The classification analysis is presented in Table 3-3. Comments were inserted in the latter to explain in more detail the reasoning behind the choice of the established ranking.

Table 2-3 : Dam classification according to the level of consequence

Dam class	Population at risk	Incremental Losses		
		Loss of life	Environmental and cultural values	Infrastructure and economics
Low	None	0	Minimal short-term No long term loss	Low economic losses; area contains limited infrastructure or services
Significant	Temporary only	Unspecified	No significant loss or deterioration of fish or wildlife habitat Loss of marginal habitat only Restoration or compensation in kind highly possible	Losses to recreational facilities, seasonal workplaces, and infrequently used transportation routes
High	Permanent	10 or fewer	Significant loss or deterioration of important fish or wildlife habitat Restoration or compensation in kind is highly possible	High economic losses affecting infrastructure, public transportation, and commercial facilities

Dam class	Population at risk	Incremental Losses		
		Loss of life	Environmental and cultural values	Infrastructure and economics
Very high	Permanent	100 or fewer	Significant loss or deterioration of critical fish or wildlife habitat Restoration or compensation in kind possible but impractical	Very high economic losses affecting important infrastructure or services (e.g., highway, industrial facility, storage facilities, for dangerous substances)
Extreme	Permanent	More than 100	Major loss of critical fish or wildlife habitat Retoration or compensation in kind impossible	Extreme losses affecting critical infrastructure or services (e.g., hospital, major industrial complex, major storage facilities for dangerous substances)

Table 2-4 : Co-disposal storage facility classification

Type of consequences	Classification	Comments
Population at risk and loss of life	Low	No population nearby. No loss of life probable.
Infrastructure and economics	Signicant	Presence of infrequently used transportation routes.
Summary population + economics	**Level of consequence : SIGNIFICANT**	
Environment : magnitude of the impact	Signicant	Few wetlands, lake and river can be affected.
Environment : duration of the impact	Significant	Contaminated water released into a stream is without long-term impact on aquatic life.
Environment : sensitivity of the receiving environment	Significant	Clogging of spawning grounds by suspended matter.
Summary environmental	**Level of consequence : SIGNIFICANT**	
Summary classification for the co-disposal dump : SIGNIFICANT		

Losses of environmental and cultural values due to rift failure are considered potentially important locally, but not significant at the regional or watershed level. In addition, no loss of life is anticipated and economic losses are

considered significant due to the presence of a few regional routes in the influence of the future co-disposal dump. Therefore, the level of consequence established in this study is "significant".

2.2.2 Seismic parameters : standards and regulations

Directive 019:

Directive 019 states that for accumulation areas without water retention, the seismic aspect must be evaluated. In addition, the minimum service life must be attributed to 100 years for any retention structure, with or without water retention. The assessment of earthquake resistance must be justified and adapted to the location of the structure and the elements affected (population, infrastructure, services and environmental impact) in case of rupture of the structure. Thus, the CDA consequence level classification method is applied, as previously presented.

MERN guide:

The MERN guide recommends that the seismic coefficient be selected on the basis of an earthquake with an annual return period of 476 years when the waste rock is not potentially acid generating, with a minimum life of 50 years or less, and 1,000 years when waste rock is potentially acid generating, with a minimum service life of 100 years.

Since waste rock and tailings were considered as non-generative and non-leachable, an earthquake with a return period of 476 years is recommended by the MERN for co-disposal piles with a minimum service life of 50 years or less.

CDA directive:

According to the Canadian Dam Association Technical Bulletin (ACB, 2014), design earthquake criteria have been established based on the level of consequence of failure of a dike (or dump). These criteria are shown in the following Table 3-5.

Table 2-5 : Criterion of the earthquake according to the level of consequence

Level of consequence	Criteria
Low	1/1 00
Significant	1/1 000
High	1/2 475
Very high	1/10 000
Extreme	1/10 000
Source : Association canadienne des barrages (ACB, 2014)	

2.2.3 Return period retained

Following the analysis of the rupture consequence level of the co-disposition pile presented above, the seismic criterion used is 1000 years, the most critical probability, suggested by the analysis of the level of consequence of CDA (2014) for the construction and operational phases of the project. Note that CDA (2014) guidelines recommend that the design to withstand 2475 year return period seismic event during the passive care phase (i.e. post-closure).

In addition, the minimum service life of the structure must be 100 years, as stipulated in Directive 019, the most stringent standard at this level.

2.2.4 Seismic coefficient retained

The seismic coefficient used for the stability analysis was evaluated taking into account a level of consequence significant and an annual return period of 1,000 and 2,475 years. The seismic maps from the National Building Code calculations (NBC, 2015) have determined the seismic hazard of the area, which is the most violent ground movement likely to occur at a given probability. This movement of ground is characterized by its maximum horizontal acceleration "a_{max}" according to return periods of 1,000 and 2.475 years, equivalent to a probability of exceeding 10% and 4% over 100 years, respectively. According to the NBC (2015), the a_{max} would be 0.045 g (1000 years return period) and 0.07 g (2475 years return period) in the sector (51.6831 ° N, 75.8302 ° W). This value is associated with a Class C (firm ground) soil with a mean velocity of shear wave propagation of 450 m/s. A factor of 0.5 was used to calculate the corresponding horizontal seismic coefficient "k_h" (Hynes-Griffin and Franklin, 1984)as presented on Table 3-6.

Table 3-6 summarizes the seismic parameters used for pseudo-static stability analysis.

Table 2-6 : Seismic coefficient retained

	Period of return	Probability of exceeding on a 100 years	a_{max} (2) CNB 2015 Firm ground (3)	k_h (4)
CDA (1)	125	80 %	0.011 g	0.006 g
	500	20 %	0.030 g	0.015 g
	1000	10 %	0.045 g	0.023 g
	2500	4 %	0.070 g	0.035 g

Note :

(1) Canadian Dam Association (CDA, 2014).

(2) Maximum ground acceleration in g unit (9.81 m²/s).

(3) Class C site, with a mean propagation velocity of shear waves of 450 m/s, CNBC (2015).

(4) Estimated horizontal seismic coefficient, Hynes-Griffin and Franklin (1984).

3.0 Water Management Infrastructures

Water management infrastructures will include the following main elements:

- Three collection basins located around the tailings storage facility;
- One sedimentation basin;
- A network of diversion and collection ditches.

Diversion ditches will be used to divert clean runoff water that was not in contact with ore or tailings towards existing natural streams (i.e. non-contact water). Collection ditches will be used to collect runoff water from the

tailings storage facility that was in contact with ore or tailings (i.e. contact water). This water will be pumped towards the sedimentation basin for preliminary treatment. Then, water from the sedimentation basin will be pumped to a water treatment facility before being released to the environment.

Baseline hydrology data applicable to the Authier mine site was developed and is described in details in SNC-Lavalin (2018).

3.1 Drainage Network

The drainage network is composed of two types of ditches;

- Diversion ditches: used to divert clean runoff water that was not in contact with ore or tailings towards existing natural streams.
- Collection ditches: used to collect runoff water that was in contact with ore or tailings from the tailings storage facility and convey it towards collection basins.

The following design criteria are adopted for both types of ditches:

- Design flood return period: 100-yr (summer-fall flood);
- Minimum base width: 1.0 m;
- Lateral slopes : 2H : 1V ;
- Minimum longitudinal slope: 0.5 % ;
- Minimum freeboard: 0.3 m.

Riprap will be used to protect ditches sides and bottom against erosion if they are not excavated in rock.

3.1.1 Peak Discharge

Ditches peak discharge will be computed based on the rational method, as recommended in MTQ (2014) for watersheds of 25 km^2 or less. This method consists in determining the rainfall depth corresponding to the desired return period and duration and transforms it into rainfall intensity. The peak discharge is obtained with the following equation:

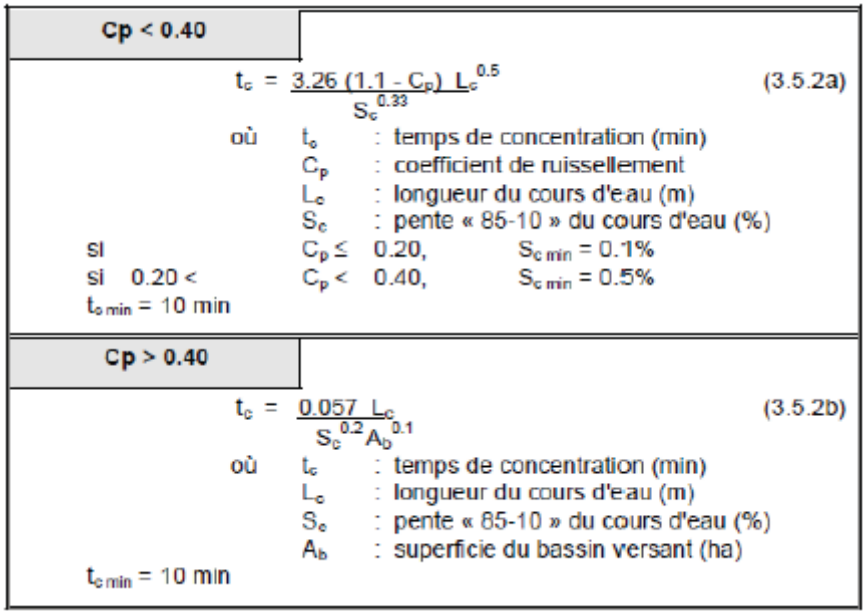
$$Q = \frac{CIA}{360}$$

With:

Q: discharge [m^3/s];
C: peak runoff coefficient [-];
I: average rainfall intensity [mm/h] estimated based on the watershed time of concentration (Figure 4-1);
A: watershed drainage area [ha].

A peak runoff coefficient of 1.0 is adapted for return periods of 100-yr and over due to the high rainfall intensity that cannot be absorbed by the ground. The watershed time of concentration is estimated using the Bransby Williams equations:

Figure 3-1: Bransby Williams Equations (MTQ, 2014)



Following MTQ (2014) recommendations, a safety factor of 1.2 is applied to 100-yr peak discharges to take into account possible climate changes.

3.1.2 Ditches Design

Ditches are designed to respect the desired minimal freeboard during the design flood peak discharge, based on Manning equation:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

With:

V: average flow velocity [m/s];
n: Manning coefficient [$s/m^{1/3}$];
R_h: hydraulic radius [m].

$$R_h = A/P$$

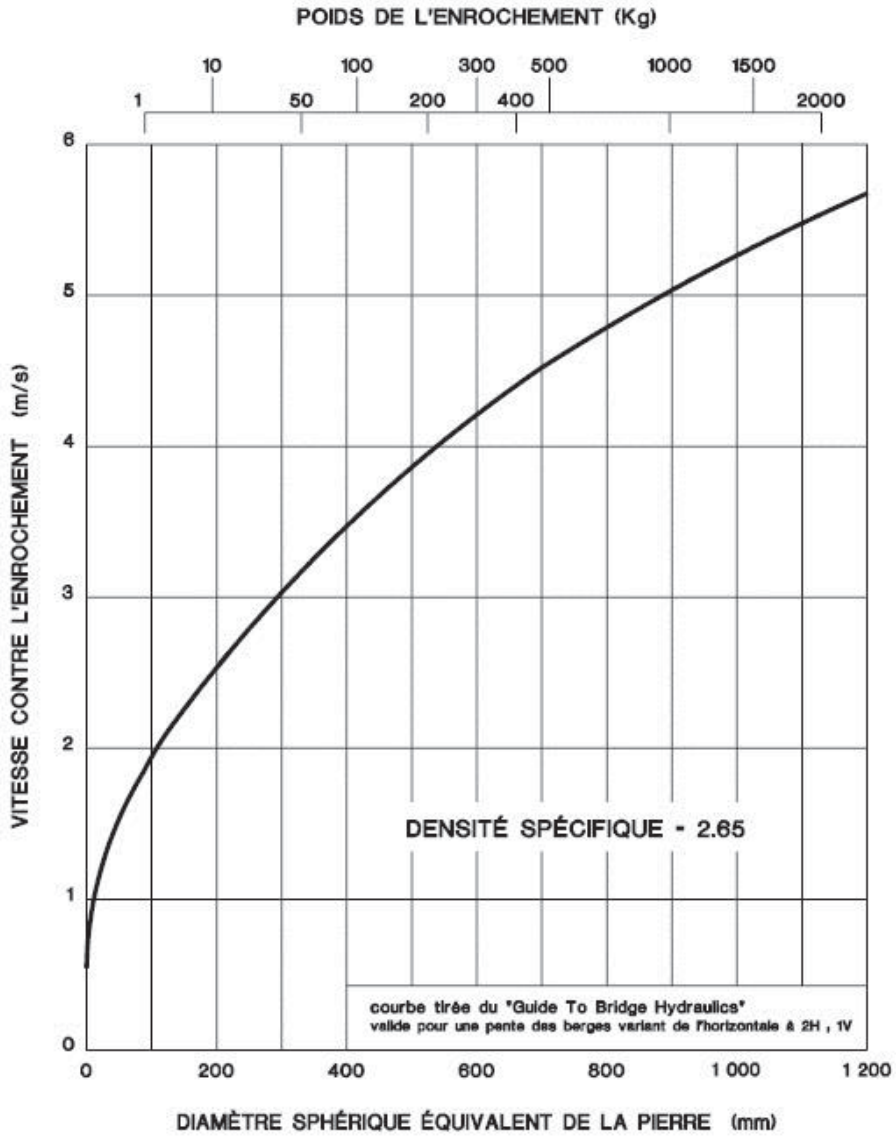
A: flow section area [m^2];
P: wet perimeter [m];
S: slope [-].

The Manning coefficient is estimated based on the riprap diameter or the type of material in which the ditches are built.

3.1.3 Riprap

When a ditch is protected against erosion with riprap, the riprap mean diameter (D_{50}) is obtained function of flow velocity. The following relationship is recommended (MTQ, 2014) to select the riprap mean diameter function of flow velocity:

Figure 3-2: Stable Riprap Dimension Function of Flow Velocity (MTQ, 2014)



3.2 Collection and Sedimentation Basins

Collection and sedimentation basins will be built to allow the collection and treatment of contact water from the Authier mine site, based on the largest drainage areas during the life of mine:

- Intermediate collection basins will be used to collect runoff water from the co-disposal storage facility and/or the pit dewatering and/or industrial zone runoff water. These intermediate basins will be used as a preliminary treatment facility. If required, a treatment unit can be installed to treat water from individual basins;
- A sedimentation basin will be used to collect all contact water from the site. Sedimentation of suspended solids will take place. A water treatment plant will be installed close to this basin;
- A polishing basin will be used to adjust the final quality of treated water before sending to the environment in order to comply with the regulations.

Both types of basins will need to be built to satisfy the requirements of Directive 019 (MDDEP, 2012). According to this directive, the environmental design flood volume needs to be entirely stored and/or treated without any spill towards the environment. The environmental design flood, for non-acid generator tailings, is made of a combination of the melting during 30 days of a 100-yr return period snow cover with a 24 h duration 1000-yr return period rainfall. Also, a minimum freeboard of 1.0 m is required during the environmental design flood. If the basins are built with the construction of dikes, emergency spillways are required to protect the dikes against a structural design flood equal to the probable maximum flood (PMF).

For this reason, it is recommended to base the water management infrastructure design on Directive 019 environmental design flood.

The following assumptions are also adopted:

- Collection basins are assumed empty at the start of the spring freshet.
- The sedimentation basin needs to store a volume of makeup water for the processes during the winter months. A makeup water discharge of 152 m^3/day (6m^3/h) is adopted, which translates into a volume of water of 18 400 m^3 required from the sedimentation basin during the winter period (December to March).
- A 1.5 m thick ice cover is considered at the end of winter in the sedimentation basin.
- The bottom 1.0 m of all basins is considered dead storage where sediments can accumulate. A ramp will be built to allow for the dredging of the basins when the dead storage completely fills with sediments.
- Infiltrations from groundwater into the pit: 1323 m^3/day (55m^3/h).
- If a dike is used to build a basin, it will need to be protected against the PMF with an emergency spillway (trapezoidal weir). The minimum required freeboard during the PMF will be estimated based on wind and wave computations, following CDA (2013 and 2014) methodology.

3.3 Water management infrastructures

Table 4-1 summarizes design criteria applicable to the water management infrastructures.

Table 3-1 : Design criteria summary – Water management infrastructure

Item	Design Criteria	Notes
Ditches		
Design flood	Flood resulting from a 100-yr summer-fall rainfall.	Directive 019 (MDDEP, 2012)
Security factor	1.2	Applied to peak discharges to take into account climate changes (MTQ, 2014).
Minimum base width	1.0 m	
Lateral slopes	2H: 1V	
Minimum grade	0.5%	
Minimum freeboard	0.3 m	
Erosion protection	Riprap	
Basins		
Drainage area	Maximum during life of mine.	
Ice cover depth	1.5 m	
Dead storage at the bottom of the basin	1.0 m	A ramp will be built to allow for sediment dredging.
Environmental design flood (minimum basin volume and minimum water treatment capacity)	Combination of a 100-yr snow cover melting during 30 days, with a 1 000-yr 24h spring rainfall.	Directive 019 (MDDEP, 2012) : for non-acid generating tailings, to protect the Environment against untreated water spills.
Minimum freeboard during environmental flood	1.0 m between the maximum water level reached during the flood and the lowest point of the basin top elevation or the dike crest.	Directive 019 (MDDEP, 2012).
Structural design flood (to protect the dikes if any)	Probable maximum flood (PMF).	Directive 019 (MDDEP, 2012)
Emergency spillway	Trapezoidal weir	
Minimum freeboard during structural flood	Computed based on basin shape and design wind speed (100 km/h).	Canadian Dam Association (CDA 2013 and 2014)

4.0 Water Treatment Facility

4.1 Contact water sources

Collecting basins and ditches are designed to receive and homogenize mining influenced contact water from the following sources:

- Water from pit dewatering including runoff and infiltration from underground water;
- Runoff water from ore stockpile, waste rock / residue co-disposal and industrial zones; and
- Although a high ratio of process water recirculation will be implemented, there might be a small portion of treated process water or process water spills that may enter the collecting basins system.

Figure 5-1 shows a high-level schematic of the contact water management system.

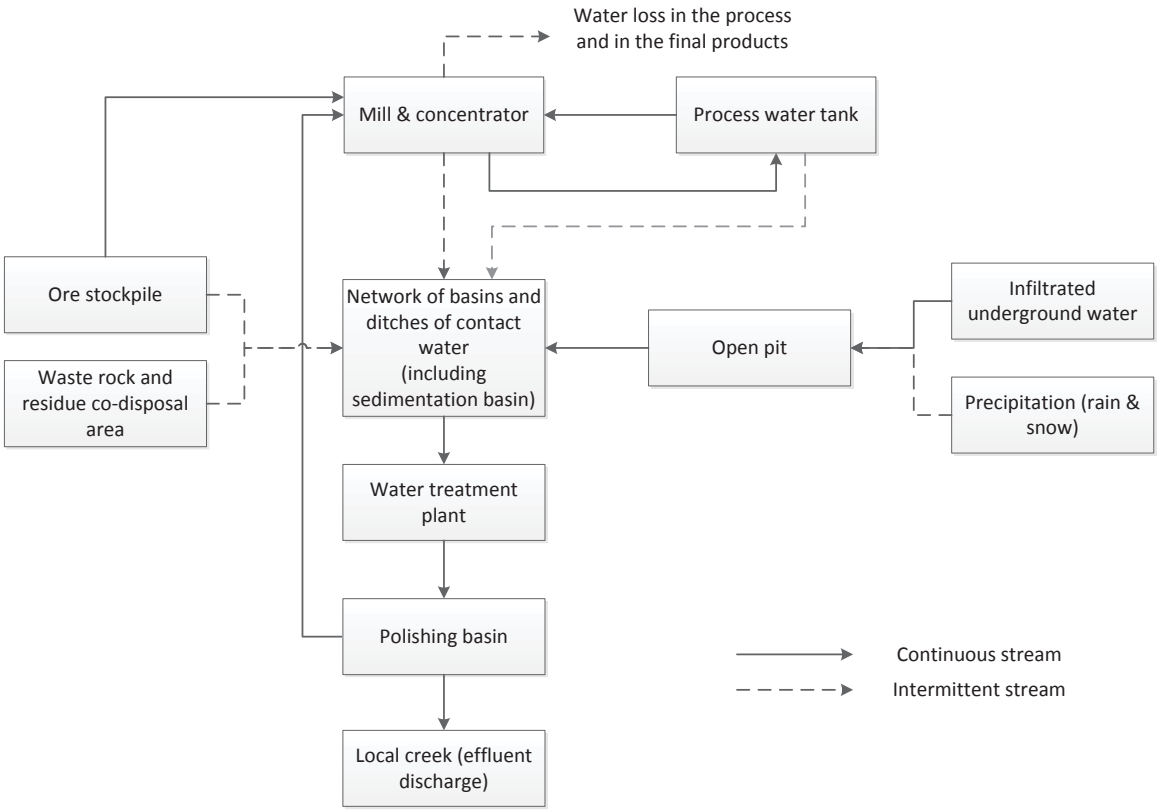


Figure 4-1 : Contact water sources and collection network

It is to be noted that runoff water that is not affected by mining activities will be diverted and directly discharged into the environment (i.e. non-contact water).

Sayona will adopt best practices in the following domains:

- Separate mining influenced contact water from non-contact water;
- Manage explosive handling and use in the blasting procedures inside the open pit;
- Maximize the recirculation of the process water in order to minimize the fresh water consumption;
- Maximize the water residence time with the aim of maximizing the ammonia natural degradation.

At the time of writing this report, very few data are available to predict the raw water quality. However, major potential contaminants that can be found in the collecting basins were identified:

- Suspended solid, especially fine particles either from natural runoff or from industrial area where crushed or ground material may be temporarily stored;
- Very low risk of heavy metals leaching due to the non-acid generating nature of the deposit;
- Bio-degradable organic reagents that are used in the concentrator will be recirculated in the process water;
- Ammonia and nitrate related to the use of explosives.

4.2 Treatment concept

Contact water will be collected by intermediate basins where coarse particles can also settle and finally be directed to the sedimentation basin where the remaining suspended solid particles will settle or treated by the Water Treatment Plant. As water from pit dewatering may contain contaminants such as ammonia due to the use of explosives, sufficient residence time will be provided to ensure the natural degradation and this will be taken into consideration in the basin design. If ammonia and/or nitrate concentration exceeds regulation levels, a polishing step will be added in the WTP.

The treatment will be based on a physico-chemical process where chemical products such as coagulant, flocculant and/or organosulfide product can be added. This process will precipitate heavy metals (such as copper and nickel, if present) into fine hydroxides particles and then turn these fine particles into larger flocs. Water loaded with the flocs is readily to be sent to a clarifier and/or a filter. The treated clear effluent from the clarifier and/or the filter will be pumped to a polishing basin before being discharged to the environment via an existing creek.

Depending on the water quality in the intermediate basins, the mine will have the flexibility to move the mobile Water Treatment Plant to these intermediate basins or extra new treatment units can be added to treat water from individual intermediate basins.

Analyses will be performed on the treated effluent on a regular basis in order to make sure that the quality complies with the current discharge standards.

4.3 Design criteria

4.3.1 Flowrate

Contact water from different sources will be collected in the sedimentation basin before being pumped out to the water treatment plant (WTP). According to the preliminary hydrological studies, yearly average precipitation was estimated at 2 Mm3/yr and the average flowrate is estimated to be approximately 300 m3/h including snowmelt. The maximum flowrate, on the other hand, will be determined based on the following criteria:

- Size of the sedimentation basin: As described in Section 3.2, the design of the sedimentation basin will respect Directive 019 in terms of flood control. In fact, the WTP flowrate is one important stream that exits the sedimentation basin and is part of the storage and flood routing calculation. A higher flowrate implies a higher cost for the WTP but a smaller footprint and then a smaller construction cost for the sedimentation basin because of the smaller size required. A trade-off study will be performed to optimize the WTP treatment capacity versus the sedimentation basin size.
- Receiving capacity of the downstream creek: The final effluent will be discharged into a local creek and the effluent will change the natural flow. The environmental studies will be conducted to help design a discharge channel that minimizes erosion and the impact on the environment.

4.3.2 Quality of the final treated effluent

The quality of the final treated effluent from the WTP will have to meet the existing federal and provincial laws and regulations. These criteria also include the criteria that will be established based on the characteristics of the receiving water body under the provincial framework of EDO (Effluent Discharge Objectives) by the Ministère de Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre le Changement Climatique (MDDELCC).

The following regulations, criteria and reference documents will bewere consulted to establish a preliminary treatment target detailed in Table 5-1.

- MMER (Metal Mine Effluent Regulations) (Ref. http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2002-222/);
- Directive 019 on the Mining Industry (March 2012) by Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC) (Ref. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/directive019.pdf);
- Proposed Regulations Amending the Metal Mining Effluent Regulations, May 2017 (Ref. Vol. 151, n° 19 – May 13, 2017 http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2017/2017-05-13/html/reg2-eng.html);
- Effluent without dilution should be absence of acute toxicity (MMER and Directive 019);
- Effluent, after dilution in the receiving water body, should evolve to an absence of chronic toxicity (EDO, MDDELCC);
- The EDOs defined by MDDELCC will be considered but not directly interpreted as discharge criteria. As the receiving water body is a small creek and can provide little dilution factor, especially in summer timedry season when the flow can be quasi null. In this case, surface water criteria are used as reference to guide the establishment of treatment target. The average hardness of 15 mg/L CaCO3 (five samples from the background environment) was used to evaluate the threshold of acute and chronical effect for the protection of aquatic life in the surface water: columns entitled as Surface Water Quality (reference for the protection of aquatic life).

These values will be used with the recommended best available technology economically achievable (BATEA) to define the best water treatment process that can meet the treatment objectives.

Table 4-1 : Projected criteria for the final effluent quality

Parameter	Target	MMER		Directive 019 (2012)	Surface Water Quality (reference)	
		Current value	Proposed modification (note 1)		Protection of aquatic life (Acute)	Protection of aquatic life (Chronical)
pH	6 ~ 9	6 ~ 9.5	6 ~ 9.5	6 ~ 9.5	6.5 ~ 9	6.5 ~ 9
Arsenic (mg/L)						
conc. Average monthly	0.1	0.5	0.1	0.2	0.34	0.15
conc. Maximum, composite	0.15	0.75	0.15			
conc. Maximum, grab	0.2	1	0.2	0.4		
Copper (mg/L)						
conc. Average monthly	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0023 (note 2)	0.0018 (note 2)
conc. Maximum, composite	0.15	0.45	0.15			
conc. Maximum, grab	0.2	0.6	0.2	0.6		
Iron (mg/L)						
conc. Average monthly	3			3	-------	1.3
conc. Maximum, composite						
conc. Maximum, grab	6			6		
Nickel (mg/L)						
conc. Average monthly	0.25	0.5	0.25	0.5	0.094 (note 2)	0.010 (note 2)
conc. Maximum, composite	0.375	0.75	0.375			
conc. Maximum, grab	0.5	1	0.5	1		
Lead (mg/L)						
conc. Average monthly	0.08	0.2	0.08	0.2	0.007 (note 2)	0.0003 (note 2)
conc. Maximum, composite	0.12	0.3	0.12			
conc. Maximum, grab	0.16	0.4	0.16	0.4		
Zinc (mg/L)						
conc. Average monthly	0.2	0.5	0.4	0.5	0.024 (note 2)	0.024 (note 2)
conc. Maximum, composite	0.3	0.75	0.6			
conc. Maximum, grab	0.4	1	0.8	1		
Hydrocarbon C_{10}–C_{50} (mg/L)						
conc. Average monthly						
conc. Maximum, composite						
conc. Maximum, grab	2			2		
Suspended solids (mg/L)						
conc. Average monthly	15	15	15	15		
conc. Maximum, composite	22.5	22.5	22.5			
conc. Maximum, grab	30	30	30	30		
Radium 226 (Bq/L)						
conc. Average monthly	0.37	0.37	0.37			
conc. Maximum, composite	0.74	0.74	0.74			
conc. Maximum, grab	1.11	1.11	1.11			
Ammonia total-N (mg/L)	12				12 (note 3)	1.2 (note 3)
Ammonium non-ionized (in mg/L N)						
conc. Average monthly	0.5		0.5			
conc. Maximum, composite	-------		-------			
conc. Maximum, grab	1		1			
Acute toxicity (% v/v)						
Daphnia LC50 at 48h	>100		>100	>100		
Rainbow trout LC50 at 96h	>100	>100	>100	>100		

Note 1: Reference http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2017/2017-05-13/html/reg2-eng.php

Note 2: Concentration calculated based on hardness of 15 mg/L CaCO3

Note 3: Conservative assumptions: temperature of 20 C and pH=7.5

5.0 References

CDA (2013): Canadian Dam Association, Dam Safety Guidelines 2007 (revised in 2013), 2013.

CDA (2014): Canadian Dam Association, Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to mining Dams, 2014.

Amec, 2008. Rosement Copper Compagny – Filtered Tailings Dry Stacks – Current State of Practice. November 2008.

Code national du bâtiment – Canada 2015 (CNB, 2015).

MERN (2017) : Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles. Guidelines for preparing mine closure plans in Québec.

MDDEP (2012): Directive 019, Ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs, mars 2012.

MTQ (2014): Ministère des transports du Québec, Manuel de conception des Ponceaux, Guides et manuels techniques, novembre 2014.

Sayona (2017): Authier Lithium Project, Pre-Feasibility Study, November 2017.

Sayona (2018): email from Jonathan Gagné – SYA – Prelim LoM DFS, May 4th, 2018.

SNC-Lavalin (2004): Estimation des conditions hydrométéorologiques conduisant aux crues maximales probables (CMP) au Québec, pour le Centre d'expertise hydrique du Québec, janvier 2004.

SNC-Lavalin (2018): Technical Note, Baseline hydrology, Synergie Sayona Authier, Sayona mine, 652587-0000-4HER-0001, February 2018.

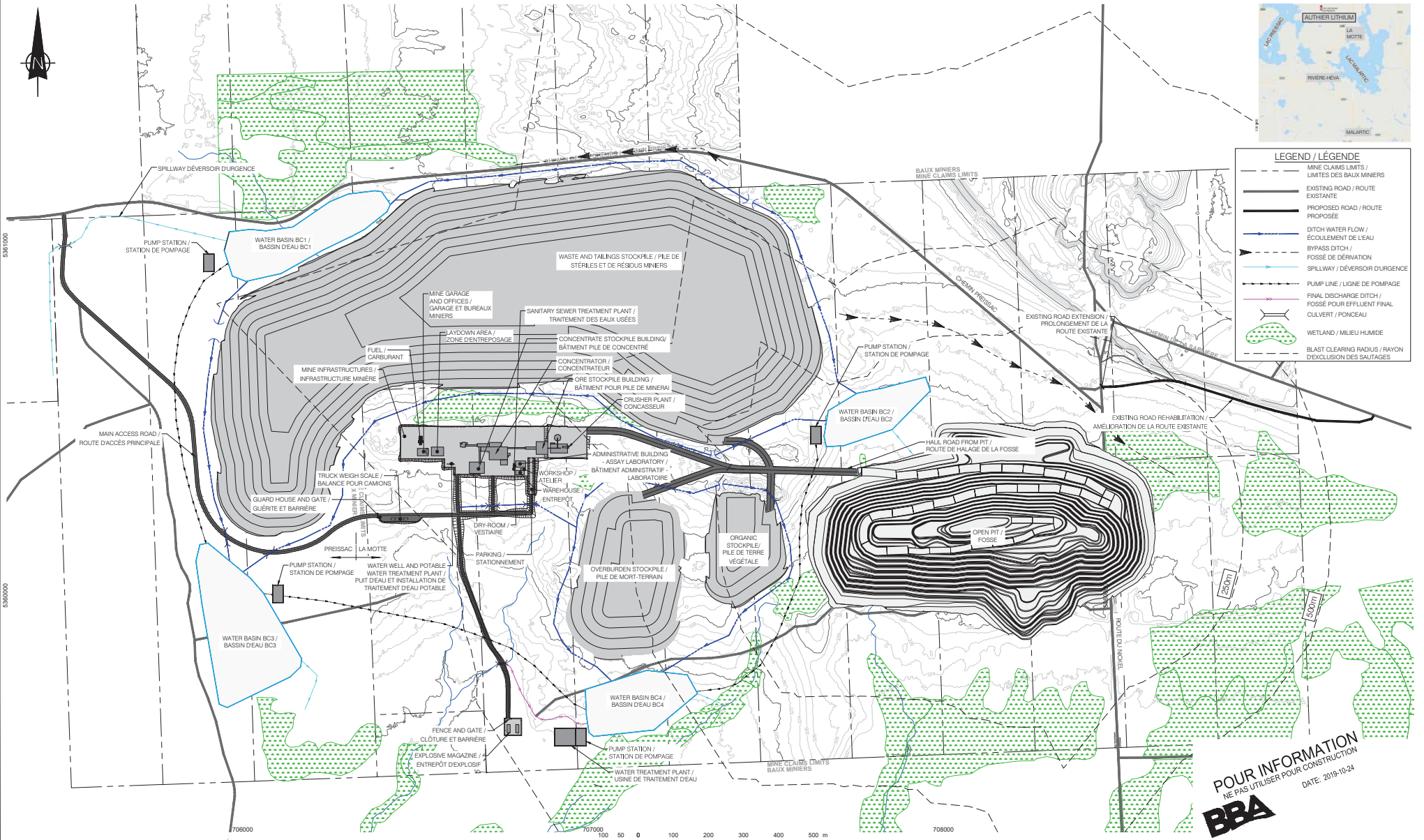
Annexe E : Grille de validation du contenu du plan de restauration

Grille de validation du contenu du Plan de restauration

	☐	S.O.	**Renseignements disponibles**
Renseignements généraux			
Résumé du plan de restauration	√		Section 2.1
Identification du requérant	√		Section 2.2
Résolution du conseil d'administration	√		Annexe A
Emplacement du terrain avec plans annexés	√		Annexe F
Géologie et minéralogie, notamment : • Tests pour la teneur en métaux, le DMA et le DNC, tableaux des résultats annexés et interprétation des résultats	√		Sections 2.4 et 2.5
Historique du site visé par le plan de restauration	√		Section 2.6
Autorisations diverses	√		Section 2.7
Description des activités minières			
Description et nature des activités d'exploitation actuelles et à venir, notamment : • Taux moyens d'extraction et de traitement de minerai • Durée de vie estimée • Taux de production des résidus • Superficie des aires d'accumulation	√		Section 3.1
Description des bâtiments et des infrastructures de surface et plans annexés, notamment : • Bâtiments et infrastructures d'extraction • Description de l'usine de traitement de minerai	√		Sections 3.2 et 3.3
Description des infrastructures électriques, de transport et de soutien	√		Section 3.3.2
Aires d'accumulation			
• Description des haldes de stériles et des haldes de minerais et de mort-terrain	√		Section 3.4
• Description des parcs à résidus	√		Section 3.4
Description de la gestion de l'eau sur le site, notamment : • Système hydrologique et bassin versant • Bilan hydrique des aires d'accumulation et de l'usine • Schéma de gestion des eaux et emplacement de l'effluent final • Qualité des eaux souterraines	√		Section 3.5
Description du site de traitement des eaux usées, notamment : • Procédés de traitement des eaux usées • Description des bassins de sédimentation • Station d'échantillonnage à l'effluent	√		Section 3.5.6
Lieux d'entreposage et d'élimination			
• Produits chimiques, pétroliers et explosifs	√		Section 3.6.1
• Matières résiduelles non dangereuses	√		Section 3.6.2
• Matières résiduelles dangereuses	√		Section 3.6.3

Mesures de protection, de réaménagement et de restauration			
Sécurité des aires de travail, des ouvertures au jour et des piliers de surface	√		Section 4.1
Démantèlement des bâtiments et des infrastructures de surface, notamment: • Bâtiments et infrastructures d'extraction • Description de l'usine de traitement de minerai	√		Section 4.2
Démantèlement des infrastructures électriques, de transport et de soutien	√		Sections 4.4 et 4.5
Démantèlement des autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, cafétéria, etc.)	√		Section 4.2
Disposition des équipements et de la machinerie lourde	√		Section 4.3
Restauration des aires d'accumulation, notamment : • Analyse comparative des scénarios de restauration • Scénario de restauration choisi	√		Section 4.6
Infrastructures de gestion des eaux	√		Section 4.7
Réhabilitation du terrain (terrains contaminés)	√		Section 4.10
Gestion et élimination des produits pétroliers, des produits chimiques et des matières résiduelles dangereuses et non dangereuses	√		Section 4.11
Changements climatiques	√		Section 4.8
Programme de suivi et d'entretien postrestauration			
Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages	√		Section 6 .1
Suivi environnemental	√		Section 6.2
Suivi et entretien agronomique	√		Section 6.3
Considérations économiques et temporelles			
Évaluation détaillée des coûts des travaux de restauration	√		Section 8.1
Calendrier de réalisation des travaux de restauration	√		Section 8.2
Plan d'urgence et mesures applicables en cas de cessation temporaire des activités d'exploitation	√		Section 5.0

Annexe F : Plan d'aménagement général



AE	POUR INFORMATION/ FOR INFORMATION	M.-F. PROULX	M. MULLARKEY	2019-10-24
AD	POUR INFORMATION/ FOR INFORMATION	M.-F. PROULX	M. MULLARKEY	2019-10-10
AC	POUR INFORMATION/ FOR INFORMATION	M.-F. PROULX	M. MULLARKEY	2019-10-04
AB	POUR INFORMATION/ FOR INFORMATION	M.-F. PROULX	M. MULLARKEY	2019-09-03
AA	PRELIMINARY	M.-F. PROULX	S. GIRGIN	2019-08-21
REV	DESCRIPTION	VERIFIED BY	APPROVED BY	DATE

REVISIONS

DRAWING No.	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

SEAL:

BBA

CLIENT: SAYONA QUÉBEC

PROJECT: AUTHIER LITHIUM PROJECT / MINE DE LITHIUM AUTHIER

TITLE: GENERAL SITE PLAN / PLAN GÉNÉRAL DE SITE

DESIGNED BY: M.-F. PROULX, ing., OIQ No 115664	DRAFTED BY: S. BERUBE
VERIFIED BY:	APPROVED BY:
SCALE: 1 : 5000	DATE: 2018-04-20

DRAWING No.:	SHEET:	SIZE:	REV.:
6015009-000000-41-D20-0001	01	A1	AE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm

G:\6015\009\40_ING_ENG\41_CIVIL\DESS_DWGS\PROJET_PROJECT\EN_COURS\6015009-000000-41-D20-0001.DWG

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

H G F E D C B A

IN REPLY REFER TO: SYLVAN
PROJECT: 6015-009-445-02


BBA