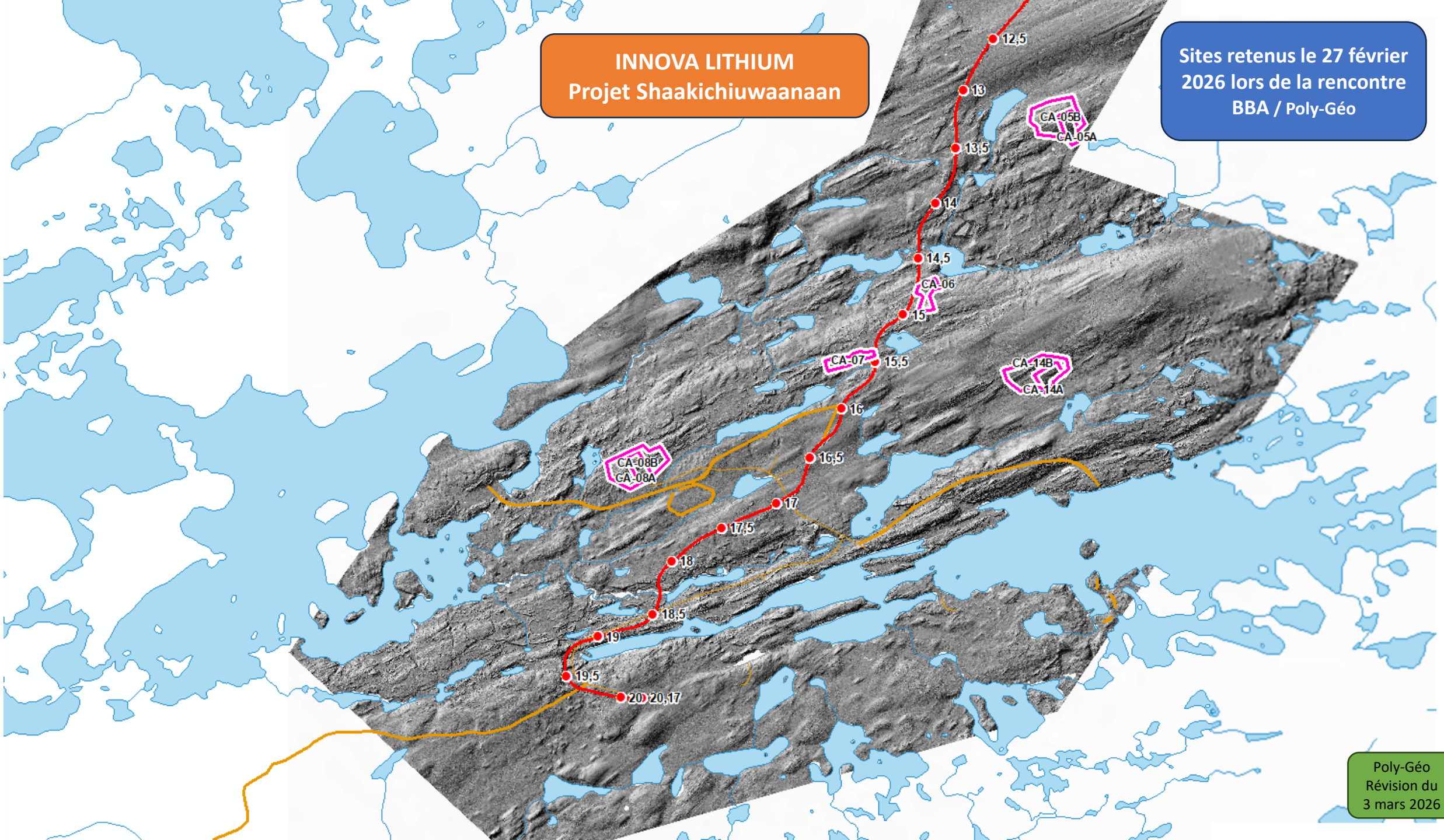
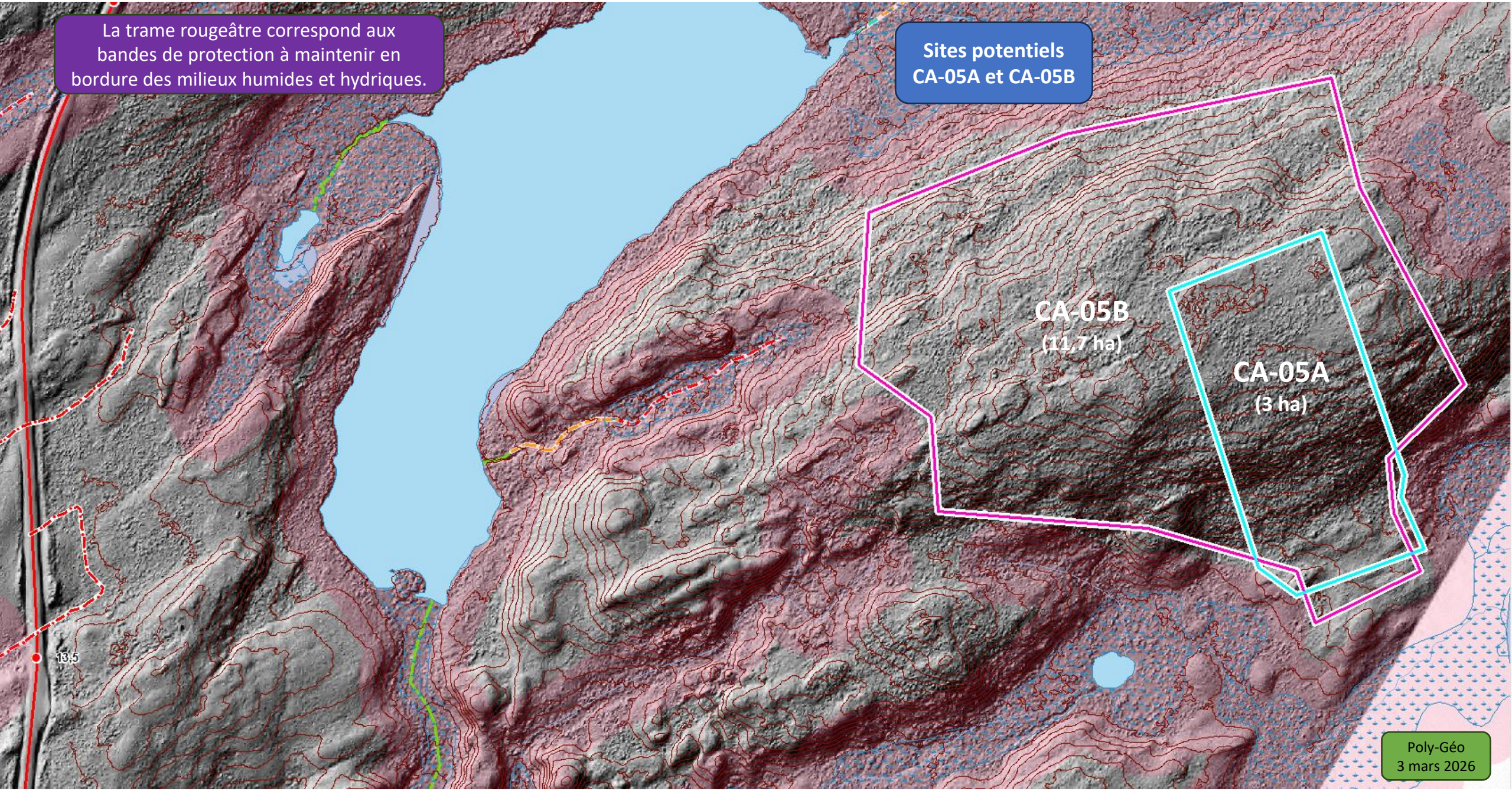
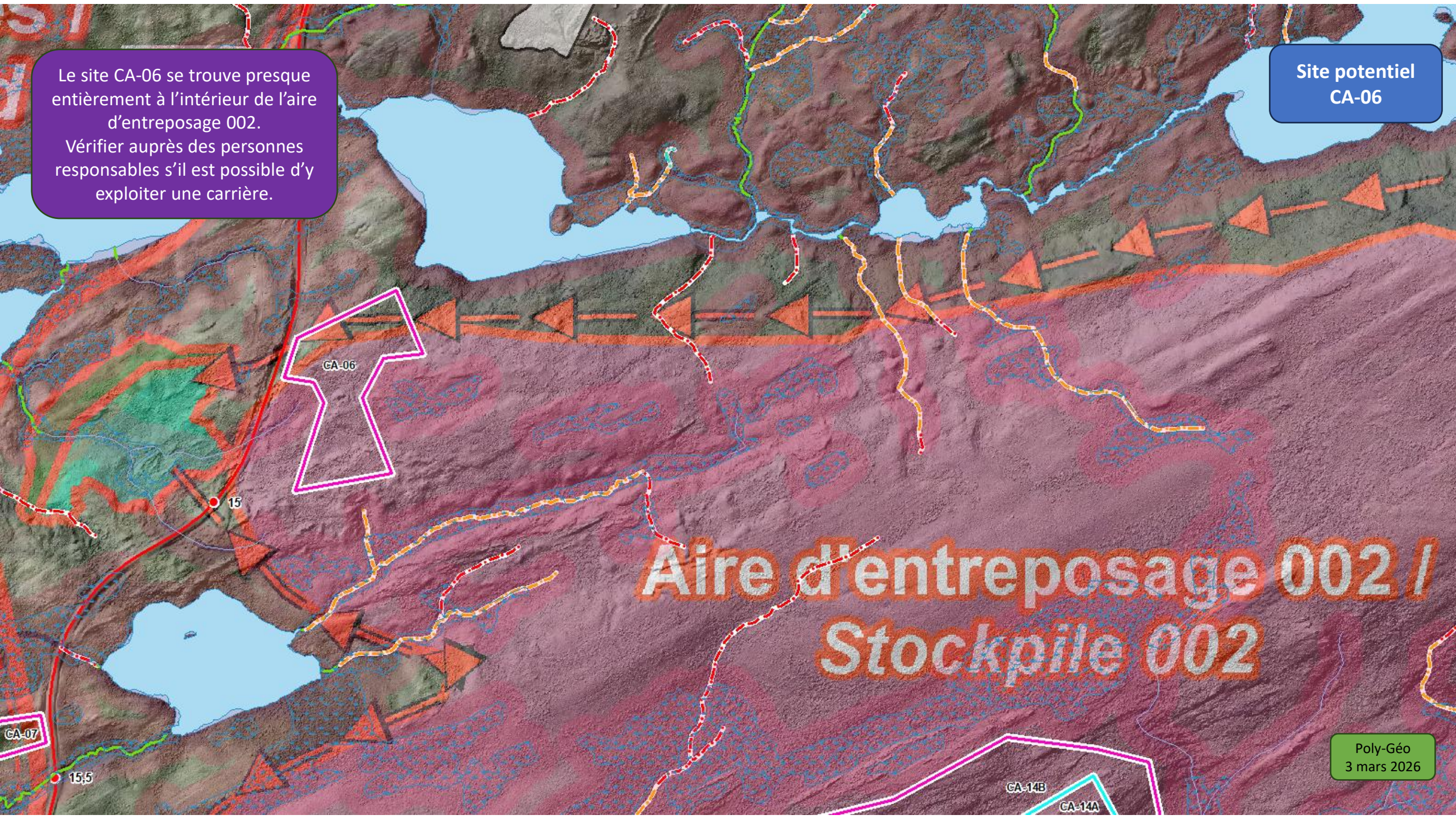
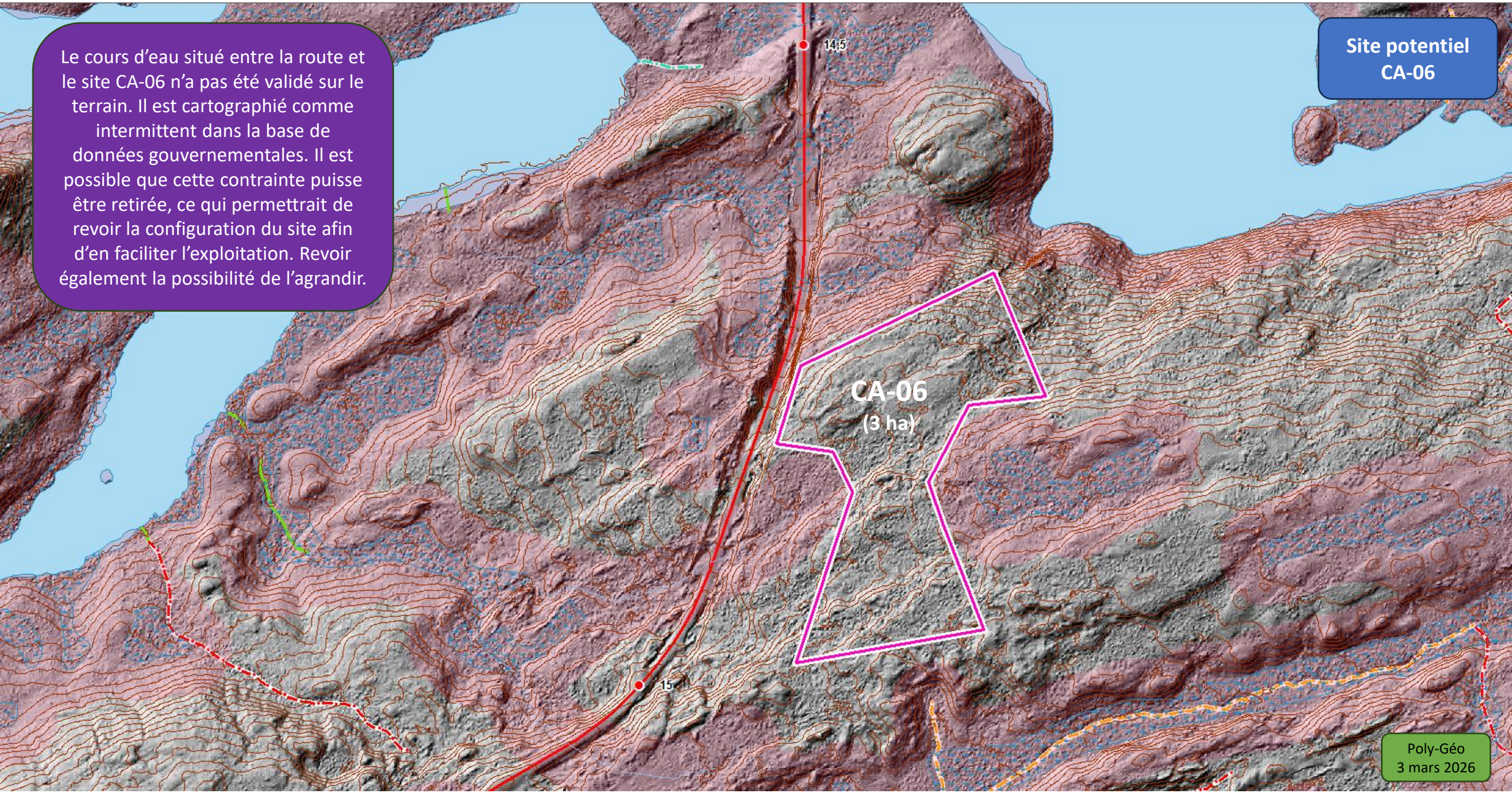
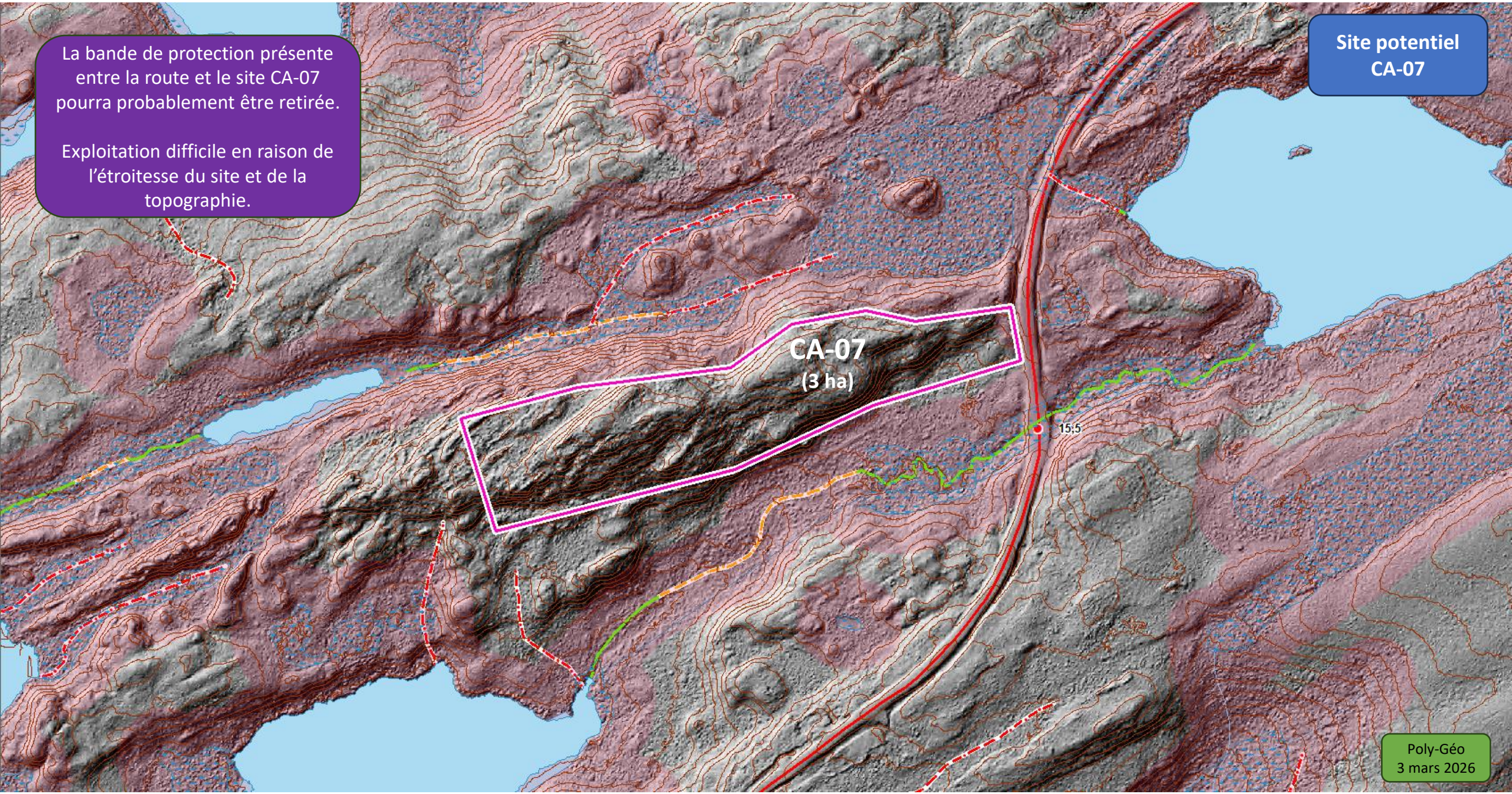
Annexe C : Carrières présélectionnées (Poly-géo/BBA)

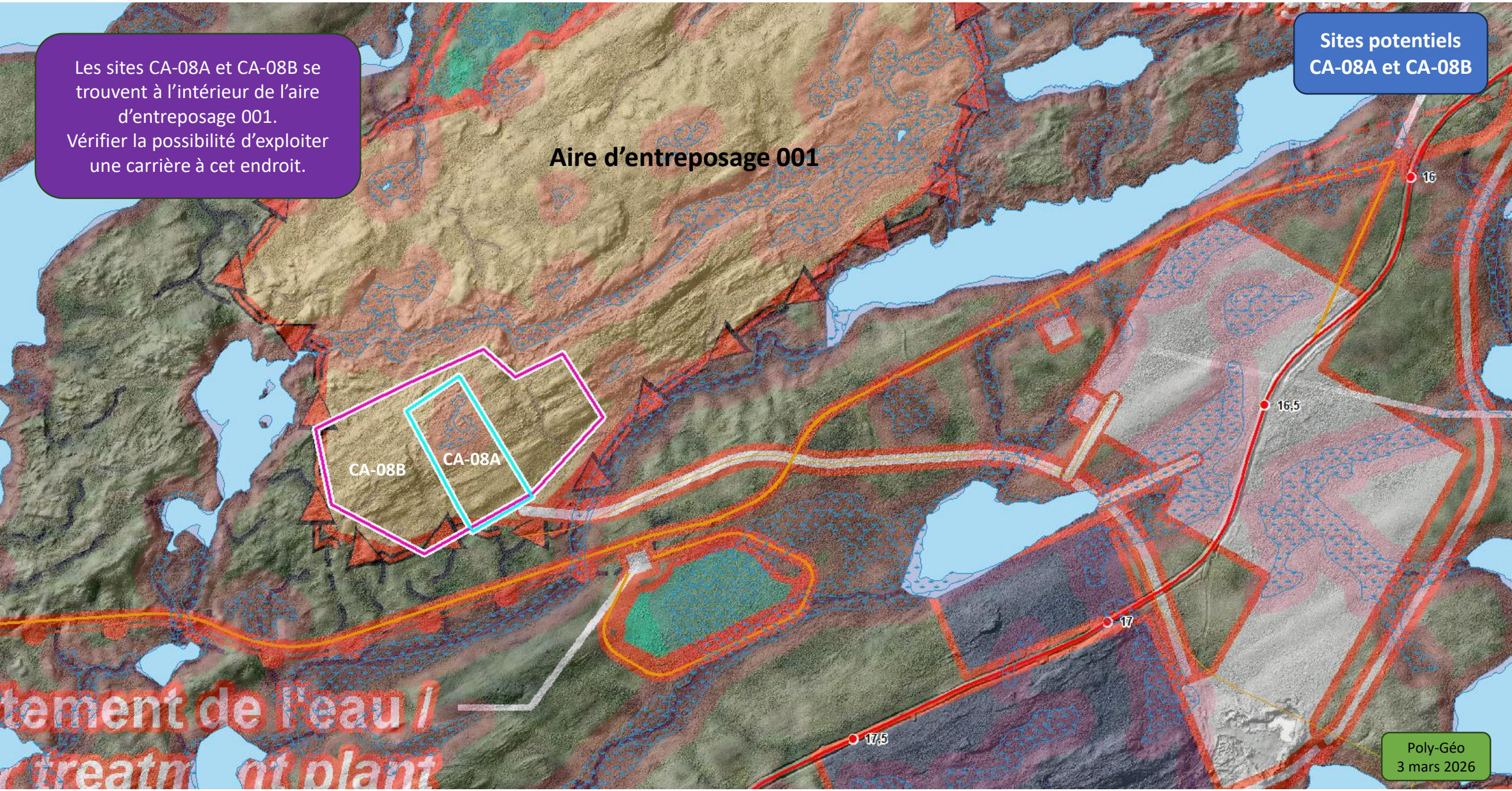

INNOVA LITHIUM
Projet Shaakichiuwaanaan
Sites retenus le 27 février 2026 lors de la rencontre BBA / Poly-Géo
12,5
13
13,5
14
14,5
15
15,5
16
16,5
17
17,5
18
18,5
19
19,5
20
20,17
CA-05B
CA-05A
CA-06
CA-07
CA-14B
CA-14A
CA-08B
CA-08A
Poly-Géo
Révision du
3 mars 2026

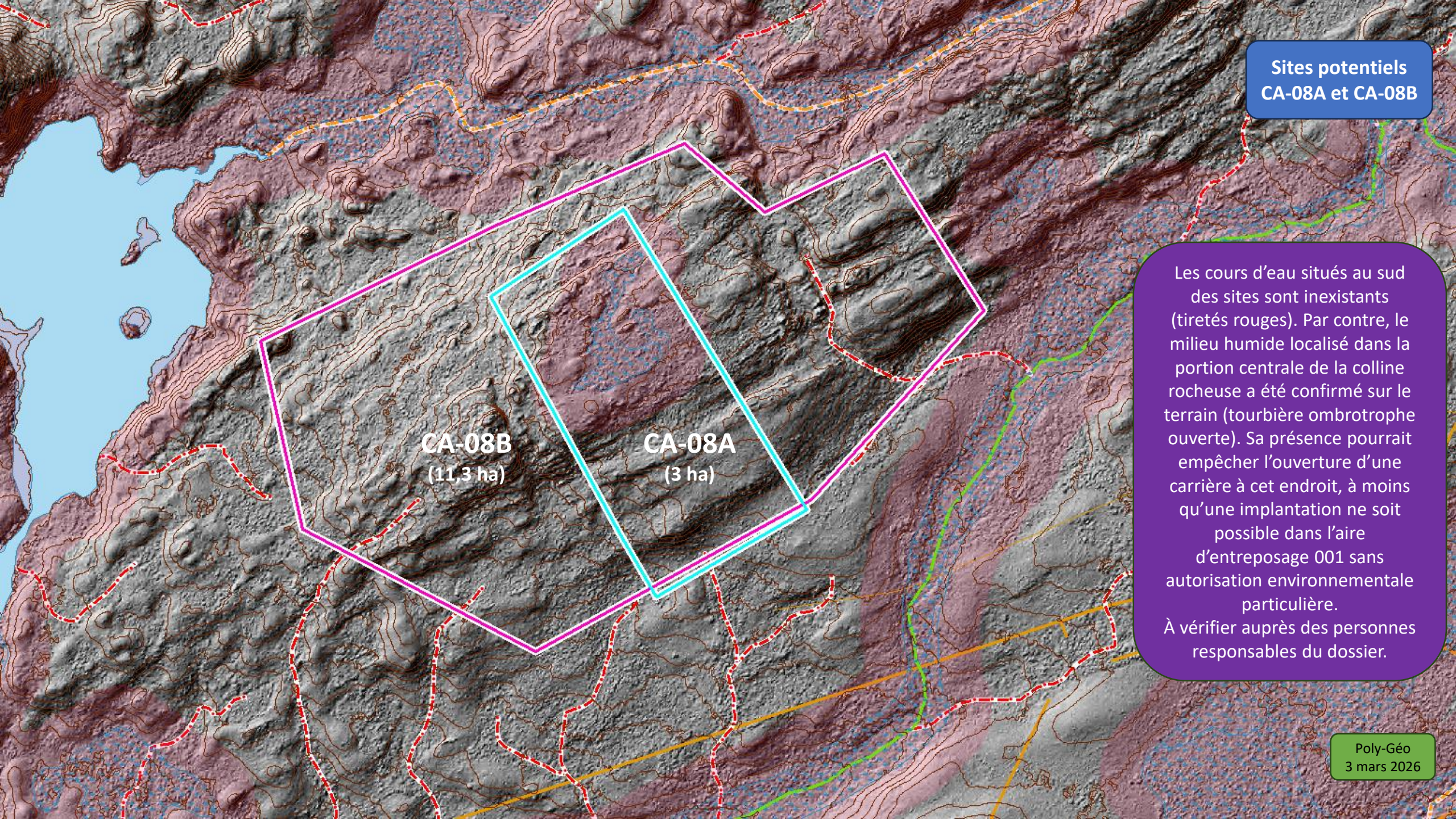

La trame rougeâtre correspond aux bandes de protection à maintenir en bordure des milieux humides et hydriques.
Sites potentiels CA-05A et CA-05B
CA-05B
(11,7 ha)
CA-05A
(3 ha)
13,5
Poly-Géo
3 mars 2026


Le site CA-06 se trouve presque entièrement à l'intérieur de l'aire d'entreposage 002.
Vérifier auprès des personnes responsables s'il est possible d'y exploiter une carrière.
Site potentiel CA-06
CA-06
15
Aire d'entreposage 002 / Stockpile 002
CA-07
15,5
CA-14B
CA-14A
Poly-Géo
3 mars 2026


Le cours d'eau situé entre la route et le site CA-06 n'a pas été validé sur le terrain. Il est cartographié comme intermittent dans la base de données gouvernementales. Il est possible que cette contrainte puisse être retirée, ce qui permettrait de revoir la configuration du site afin d'en faciliter l'exploitation. Revoir également la possibilité de l'agrandir.
Site potentiel CA-06
14,5
CA-06
(3 ha)
15
Poly-Géo
3 mars 2026


La bande de protection présente entre la route et le site CA-07 pourra probablement être retirée.
Exploitation difficile en raison de l'étroitesse du site et de la topographie.
Site potentiel CA-07
CA-07
(3 ha)
15.5
Poly-Géo
3 mars 2026

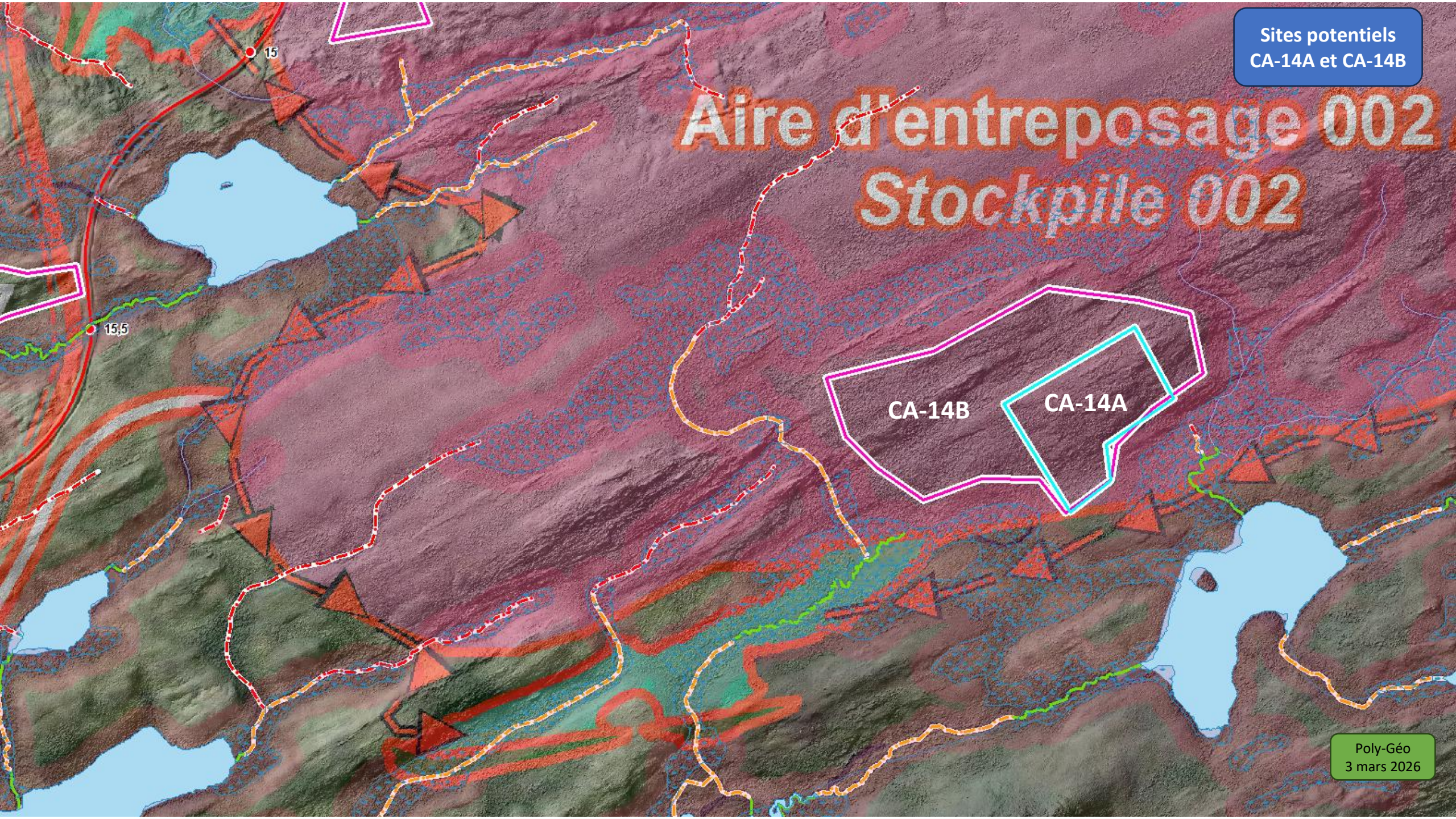

Les sites CA-08A et CA-08B se trouvent à l'intérieur de l'aire d'entreposage 001.
Vérifier la possibilité d'exploiter une carrière à cet endroit.
Sites potentiels CA-08A et CA-08B
Aire d'entreposage 001
CA-08B
CA-08A
16
16,5
17
17,5
Poly-Géo
3 mars 2026

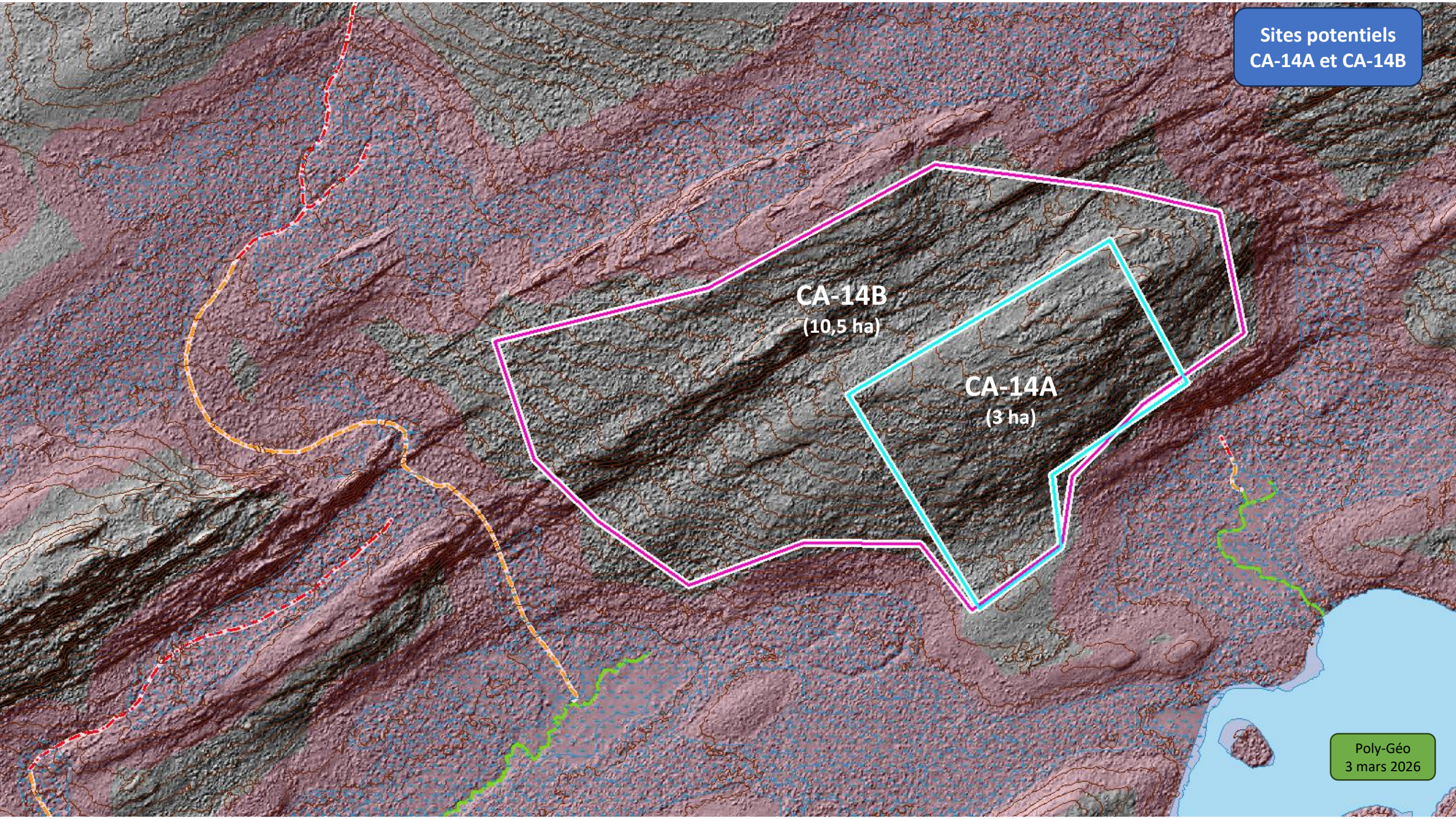


Sites potentiels CA-08A et CA-08B

Les cours d'eau situés au sud des sites sont inexistants (tiretés rouges). Par contre, le milieu humide localisé dans la portion centrale de la colline rocheuse a été confirmé sur le terrain (tourbière ombrotrophe ouverte). Sa présence pourrait empêcher l'ouverture d'une carrière à cet endroit, à moins qu'une implantation ne soit possible dans l'aire d'entreposage 001 sans autorisation environnementale particulière.
À vérifier auprès des personnes responsables du dossier.

Poly-Géo
3 mars 2026


Sites potentiels
CA-14A et CA-14B
Aire d'entreposage 002
Stockpile 002
CA-14B
CA-14A
15
15,5
Poly-Géo
3 mars 2026


Sites potentiels
CA-14A et CA-14B
CA-14B
(10,5 ha)
CA-14A
(3 ha)
Poly-Géo
3 mars 2026

INNOVA LITHIUM / IDENTIFICATION DE SITES POTENTIELS DE CARRIÈRES

Tableau 2 : Sites potentiels de carrières situés à proximité de la route d'accès et des principales infrastructures projetées *DOCUMENT PRÉLIMINAIRE RÉVISÉ* **POLY-GÉO, 3 mars 2026**

Numéro du site	Coordonnées au centre du dépôt UTM 18, Nad 83 X (m)	Coordonnées au centre du dépôt UTM 18, Nad 83 Y (m)	Localisation et distance par rapport à la route d'accès au site minier Chaînage (km)	Superficie du site (ha)	Type de roc selon SIGÉOM	Épaisseur exploitable estimée (m)	Altitude estimée du plancher d'exploitation (m)	Volume potentiel * (m^3)	Remarques
CA-01	574 096	5 943 109	Km 2,8 20 m au nord de la route	0,4	à venir	5 à 8		10 000	Site déjà exploité pour y extraire du till. Le roc a été atteint. Il reste cependant une mince couche de till (1 à 2 m) à la surface du roc sur le sommet de la colline.
CA-02	574 325	5 942 974	Km 3,1 10 m au SO de la route	0,7	à venir	5 à 8		25 000	Mince couche (1 à 2 m) de till à la surface du roc. Le site empiète légèrement sur une bande de protection associée à un milieu humide en bordure de la route. Ce milieu humide n'existe probablement plus en raison de la présence de la route. Contrainte à vérifier.
CA-03	574 481	5 942 749	Km 3,4	0,6	à venir	6 à 10		30 000	Mince couche (1 à 2 m) de till à la surface du roc.
CA-04	575 728	5 940 624	Km 5,8 250 m à l'est de la route	3,0	à venir	10 à 12		100 000	Importantes contraintes environnementales à valider. Photo-interprétation faite par WSP. Ne semble pas y avoir eu de vérifications sur le terrain. S'il y a effectivement contraintes, il y aurait peut-être lieu de proposer des mesures de mitigation ou de compensation au gouvernement.
CA-05A	572 737	5 934 776	Km 13,5 950 m à l'est de la route	3,0	Amphibolite dérivée de basalte	9 à 15	412	200 000	Aucune contrainte environnementale, mais chemin d'accès de près de 1 km à construire qui recoupera des milieux humides. Mince couche de till discontinue en surface.
CA-05B (agrandissement du site CA-5A)	572 638	5 934 831	Km 13,5 950 m à l'est de la route	11,7	Amphibolite dérivée de basalte	9 à 15	412	800 000 à 1 000 000	Aucune contrainte environnementale, mais chemin d'accès de près de 1 km à construire qui recoupera des milieux humides.L'agrandissment du site pourrait permettre de récupérer de 600 000 à 800 000 m³ de roc supplémentaire. Mince couche de till discontinue en surface.
CA-06	571 561	5 933 370	Km 14,8 20 m à l'est de la route	3,0	Amphibolite dérivée de basalte	5 à 10	390	200 000	La majeure partie du site se trouve à l'intérieur de l'aire d'entreposage 002, mais on évite les contraintes environnementales. Revoir la forme du site en fonction des données environnementales qui pourraient être recueillies sur le terrain cette année.
CA-07	570 900	5 932 821	Km 15,4 20 m à l'ouest de la route	3,0	Amphibolite dérivée de basalte	6 à 9	398	125 000	Le site potentiel de carrière se trouve entièrement en dehors des aires de protection environnementales. Il est cependant bordé par celles-ci. Sa forme étroite compliquera l'exploitation.
CA-08A	569 176	5 931 928	Km 17,5 750 m au NO de la route	3,0	Amphibolite dérivée de basalte	7 à 10	383	150 000	Présence d'un milieu humide (validé au terrain par WSP) sur le sommet de la colline rocheuse. Sa présence pourrait empêcher l'ouverture d'une carrière à cet endroit, à moins qu'une implantation ne soit possible dans l'aire d'entreposage 001 sans autorisation environnementale particulière. il y aurait donc lieu de vérifier auprès de la minière pour savoir si c'est possible d'y ouvrir une carrière.
CA-08B (agrandissement du site CA-8A)	569 154	5 931 938	Km 17,5 750 m au NO de la route	11,3	Amphibolite dérivée de basalte	7 à 10	383	450 000	Présence d'un milieu humide (validé au terrain par WSP) sur le sommet de la colline rocheuse. Sa présence pourrait empêcher l'ouverture d'une carrière à cet endroit, à moins qu'une implantation ne soit possible dans l'aire d'entreposage 001 sans autorisation environnementale particulière. il y aurait donc lieu de vérifier auprès de la minière pour savoir si c'est possible d'y ouvrir une carrière.L'agrandissement du site pourrait permettre de récupérer environ 300 000 m³ supplémentaire de roc.
CA-09	569 186	5 930 247	Km 20 20 m au nord de la route	**12,9**	à venir	15 à 25		900 000 à > 1,5M	Ce site est localisé à l'intérieur de la future fosse à ciel ouvert. Aucune contrainte environnementale susceptible de réduire l'aire d'extraction du site potentiel de carrière n'a donc été identifiée. Compte tenu de son emplacement dans l'emprise de la fosse, il n'a pas été jugé nécessaire de limiter sa superficie à 3 ha. Les volumes exploitables dépendront de la stratégie d'exploitation retenue par la minière et pourraient varier de façon significative, possiblement du simple au double, selon le scénario retenu.

INNOVA LITHIUM / IDENTIFICATION DE SITES POTENTIELS DE CARRIÈRES

Tableau 2 : Sites potentiels de carrières situés à proximité de la route d'accès et des principales infrastructures projetées ***DOCUMENT PRÉLIMINAIRE RÉVISÉ*** **POLY-GÉO, 3 mars 2026**

Numéro du site	Coordonnées au centre du dépôt UTM 18, Nad 83 X (m)	Coordonnées au centre du dépôt UTM 18, Nad 83 Y (m)	Localisation et distance par rapport à la route d'accès au site minier Chaînage (km)	Superficie du site (ha)	Type de roc selon SIGÉOM	Épaisseur exploitable estimée (m)	Altitude estimée du plancher d'exploitation (m)	Volume potentiel * (m^3)	Remarques
CA-10	570 282	5 930 599	Km 20,2 1 km à l'ENE de la fin de la route	7,3	à venir	3 à 8		125 000 à 175 000	Ce site est également localisé à l'intérieur de la future fosse à ciel ouvert. Aucune contrainte environnementale susceptible de réduire l'aire d'extraction du site potentiel de carrière n'a donc été identifiée. Compte tenu de son emplacement dans l'emprise de la fosse, il n'a pas été jugé nécessaire de limiter sa superficie à 3 ha. Les volumes exploitables dépendront de la stratégie d'exploitation retenue par la minière et pourraient varier de façon significative, possiblement du simple au double, selon le scénario retenu.
CA-11	569 752	5 930 788	Km 18,5 350 m à l'est de la route	2,0	à venir	8 à 10		50 000	En bordure, mais à l'extérieur de la fosse à ciel ouvert, côté nord. Il y a des contraintes environnementales potentielles dans la moitié est du site. Vérifier leur validité au terrain.
CA-12	570 277	5 930 894	Km 18,5 650 m à l'est de la route	7,4	à venir	8 à 10		100 000 à 200 000	Ce site est localisé à l'intérieur de la future fosse à ciel ouvert, mais à sa limite nord. Son exploitation pourrait s'avérer difficile, voire impossible pour cette raison. Vérifier la possibilité de drainer le lac pour faciliter l'exploitation. Compte tenu de son emplacement dans l'emprise de la fosse, il n'a pas été jugé nécessaire de limiter sa superficie à 3 ha. REVOIR LA STRATÉGIE D'EXPLOITATION DU SITE AVEC LE PROMOTEUR.
CA-13	571 552	5 934 500	Km 16,9 1 km au SE de la route	3,0	à venir	5 à 8		100 000	Le site est ceinturé de bandes de protection associées à la présence de milieux humides. Canal de dérivation à franchir, mais une route secondaire est prévue dans le secteur (environ 100 m au nord).
CA-14A	572 564	5 932 687	Km 14,5 1,3 km à l'est du chemin	3,0	Amphibolite dérivée de basalte	9 à 13	397	175 000	Pas de contrainte environnementale d'après les données disponibles. Par contre, le site se trouve entièrement dans l'aire d'entreposage 002 et relativement loin de la route.
CA-14B (agrandissement du site CA-14A)	572 462	5 932 713	Km 14,5 1,3 km à l'est du chemin	10,5	Amphibolite dérivée de basalte	9 à 15	397	750 000	Pas de contrainte environnementale d'après les données disponibles. Par contre, le site se trouve entièrement dans l'aire d'entreposage 002 et relativement loin de la route. L'agrandissement du site pourrait permettre de récupérer environ 575 000 m³ de plus.

**** Les volumes potentiels ont été estimés par photo-interprétation et à l'aide d'un modèle numérique de terrain, sans validation terrain. Ils pourraient donc être sensiblement sous-estimés ou surestimés selon la qualité réelle des matériaux, la profondeur de la nappe d'eau et la position réelle des milieux humides environnants.***

ANNEXE

5-10 ÉTUDE DE FAISABILITÉ POUR LA GESTION DES RÉSIDUS, DES STÉRILES ET DES EAUX

AtkinsRéalis	NOTE TECHNIQUE Rapport d'étude de faisabilité		
	Numéro de document :	**Rév.**	**Date :**
	Numéro du document : CASN-A-370-GT-REP-0001 *AtkinsRéalis : 702381-0000-40ER-0001*	C	10 février 2026

Titre du document : **ÉTUDE DE FAISABILITÉ POUR LA GESTION DES RÉSIDUS, DES STÉRILES ET DES EAUX**

Client : **PATRIOT BATTERY METALS INC.**

Projet **PROJET LITHIUM SHAAKICHIUWAANAAN**

Préparé par : Sandra Pouliot, M.Sc.A., ing. #OIQ : 121003

B. Morrissette pour Sandra Pouliot

Antoine Cogulet, ing. Ph.D. #OIQ : 6028243

ing. PhD. #6028243.

Et : Holman Tellez, ing. #OIQ : 6083507

Geneviève Marchand, ing. #OIQ : 127590

Révisé par : Philip Addis, ing. #OIQ : 6076892

Philip Charles Addis -- P.Eng. - PEO

Digitally signed by Philip Charles Addis -- P.Eng. - PEO
DN: C=CA, O=CentrlO Pro, OU=Professional Engineers Ontario, uid=1001933342 + CN=Philip Charles Addis -- P.Eng. - PEO
Reason: I am the author of this document
Location:
Date: 2026.02.18 15:07:28-05'00'
Foxit PDF Editor Version: 2025.2.0

Approuvé par : Bruno Morrissette, ing. #OIQ : 125157

(F-40ER-0012-MMG-F)

Note au lecteur

Le présent rapport est une traduction de la version anglophone du rapport portant le même numéro. En cas de disparité entre ces 2 rapports, la version anglophone prime.

Le présent rapport a été préparé et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par AtkinsRéalis Canada Inc. (AtkinsRéalis), à l'usage exclusif de Patriot Battery Metals Inc., qui a été partie à l'élaboration de l'étendue des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les constations, les conclusions et les recommandations contenues dans le présent rapport sont basées sur la portée des travaux et sont soumises aux considérations de temps et de budget décrites dans la proposition et/ou le contrat en vertu desquels le présent rapport a été publié. L'utilisation du présent par un tiers, la confiance qu'il accorde ou la décision qu'il prend en se fondant sur celui-ci sont la responsabilité exclusive dudit tiers. AtkinsRéalis n'assume aucune responsabilité à l'égard des dommages qui pourraient être subis ou engagés par un tiers en raison de l'utilisation de ce rapport, de la confiance accordée à celui-ci ou de toute décision prise en fonction de celui-ci.

Les constatations, conclusions et recommandations contenues dans le présent rapport (i) ont été élaborées d'une manière conforme au niveau de compétence normalement exercé par des professionnels exerçant actuellement dans des conditions similaires dans le domaine, et (ii) reflètent le meilleur jugement d'AtkinsRéalis basé sur les informations disponibles au moment de la préparation du présent rapport. Aucune autre garantie, expresse ou implicite, n'est donnée concernant les services professionnels fournis à Patriot Battery Metals Inc. ou des constatations, conclusions et recommandations contenues dans le présent rapport. Les constatations et les conclusions contenues dans le présent rapport ne sont valables qu'à la date du présent rapport et peuvent être fondées, en partie, sur des renseignements fournis par d'autres personnes. Si l'une ou l'autre des informations est inexacte, de nouvelles informations sont découvertes ou si les paramètres du projet changent, des modifications au présent rapport pourraient être nécessaires.

Ce rapport doit être lu dans son ensemble, car des sections prises hors contexte peuvent être trompeuses. Si des divergences surviennent entre la version préliminaire (ébauche) et la version finale de ce rapport, c'est la version finale qui prévaut. Rien dans le présent rapport ne vise à constituer ou à fournir une opinion juridique.

Le contenu du présent rapport est confidentiel et exclusif. Sauf par Patriot Battery Metals Inc., il n'est pas permis de reproduire ou de distribuer le présent rapport ou d'utiliser l'information contenue dans les présentes, en totalité ou en partie, ou de s'y fier, sans la permission expresse écrite de Patriot Battery Metals Inc. et d'AtkinsRéalis.

Liste des révisions

#	Prép.	Rév.	App.	Date	Pages	Remarques
PA	AC/GM/HT/SP	PA	BM	2025-11-03	Tous	Commentaire – Interne
PB	AC/GM/HT/SP	PB	BM	2025-11-12	Tous	Commentaire – Client
C	AC/GM/HT/SP	C	BM	2026-02-10	Tous	Émis pour étude de faisabilité

Table des matières

1. Introduction 1

2. Informations sur le site et le projet 2

3. Études complémentaires 3

3.1 Études et rapports antérieurs 3

3.2 Météorologie 4

3.3 Géologie 5

3.4 Géotechnique 5

3.5 Géochimie 7

3.6 Hydrogéologie 7

4. Critères de conception 9

4.1 Gestion des résidus et des stériles 9

4.1.1 Données d'exploitation 9

4.1.2 Classement des risques 9

4.1.3 Sismicité 10

4.1.4 Stabilité des haldes 10

4.1.5 Stabilité des digues 11

4.2 Gestion de l'eau sur site 11

4.2.1 Gestion de l'eau pour les haldes 11

4.2.2 Gestion de l'eau pour la zone industrielle 12

4.2.3 Digues et canal de dérivation du lac 001 13

4.3 Traitement de l'eau 13

4.3.1 Traitement de l'eau de contact 13

4.3.2 Production d'eau potable 16

4.3.3 Traitement des eaux usées 18

4.4 Fermeture 19

4.4.1 Objectifs de fermeture 19

4.4.2 Facteurs de sécurité minimaux pour les analyses de stabilité dans des conditions de fermeture 19

4.4.3 Charge hydrotechnique 20

4.4.4 Propriétés géotechniques des matériaux 20

4.4.5 Système de couverture 21

4.4.6 Couverture végétale 21

4.4.7 Critères liés aux changements climatiques 22

5. Gestion de l'eau 23

5.1 Approche globale de gestion de l'eau 23
5.2 Bilan hydrologique du site 24
5.2.1 Description 24
5.2.2 Méthodologie 24
5.2.3 Données d'entrée 25
5.2.4 Résultats 27
5.3 Haldes 001 et 002 31
5.3.1 Description 31
5.3.2 Fossés de collecte des eaux de contact périphériques 32
5.3.3 Bassins de collecte des eaux de contact 34
5.3.4 Déversoirs d'urgence 36
5.3.5 Fossés temporaires de dérivation d'eau sans contact 38
5.4 Haldes de morts-terrains 04 et 05 et empilements organiques 39
5.4.1 Description 39
5.4.2 Approche conceptuelle 39
5.4.3 Résultats 39
5.5 Zone industrielle 40
5.5.1 Description 40
5.5.2 Conception des bassins 40
5.5.3 Déversoirs 43

6. Dérivation du lac 01 vers la mine à ciel ouvert 45

6.1 Description 45
6.2 Fossé de dérivation et digues 45
6.2.1 Crue de conception 46
6.2.2 Conception hydraulique du fossé de dérivation et des digues 46
6.2.3 Considérations relatives à la conception des habitats et des passes à poissons 47
6.3 Stratégie de gestion des sédiments et de l'eau du lac 001 47
6.4 Analyse de stabilité des digues du lac 01 49
6.4.1 Évaluation de la stabilité 49
6.4.2 Analyse des infiltrations 53

7. Traitement de l'eau de contact 55

7.1 Général 55
7.2 Conception de l'usine de traitement des eaux 55
7.2.1 Métaux traces 55
7.2.2 Élimination des MES 56

7.3 Stations de pompage 57

8. Production d'eau potable et traitement des eaux usées 59

8.1 Production d'eau potable 59

8.1.1 Pompes et conduite 59

8.1.2 Traitement 59

8.2 Traitement des eaux usées 60

8.2.1 Traitement 60

8.2.2 Rejet 60

9. Point de rejet final 61

9.1 Généralités 61

9.2 Diffusion de rejet 62

9.3 Diffusion dans la rivière 62

9.3.1 Méthodologie 62

9.3.2 Résultats 63

10. Évaluation hydrogéologique (Halde 002) 64

10.1 Modèle numérique 3D 64

11. Installation de disposition des résidus 65

11.1 Considérations générales relatives à la conception 65

11.2 Production et caractéristiques des résidus 66

11.3 Description du site de disposition des résidus 68

11.4 Description de la disposition des résidus et des infrastructures connexes 68

11.5 Analyse de la stabilité pour le stockage des résidus 69

11.5.1 Géométrie du modèle 69

12. Stockage des stériles et des morts-terrains 75

12.1 Considérations générales relatives à la conception 75

12.2 Production et caractéristiques des stériles et des morts-terrains 76

12.3 Description du site de stockage des stériles et des morts-terrains 79

12.4 Halde de stériles, piles de morts-terrains et infrastructures connexes 79

12.5 Analyses de stabilité des haldes de stériles 80

12.5.1 Évaluation de la stabilité de la halde 001 81

12.5.2 Halde 002 de stériles Stabilité des pentes 86

13. Fermeture 89

13.1 Séquence de fermeture 89

13.2 Fermeture de la zone industrielle et des infrastructures linéaires 90

13.3 Infrastructure minière : fosse, stériles, résidus et installations de stockage des morts-terrains 90
13.3.1 Halde 001 90
13.3.2 Halde 002 91
13.3.3 Dépôt de matières organiques et de morts-terrains 92
13.3.4 Mine à ciel ouvert 92
13.3.5 Voies d'accès 93
13.3.6 Restauration du système de gestion de l'eau 93
13.4 Programmes de surveillance et d'entretien 93
13.4.1 Après l'exploitation 93
13.4.2 Surveillance après la restauration 94
13.4.3 Suivi agronomique 94
13.5 Planification de la réhabilitation et de la fermeture 95
13.6 Station de transbordement 95
14. Surveillance du rendement 96
14.1 Programmes d'inspection 96
14.2 Instrumentation 96
14.3 Surveillance des eaux souterraines et des eaux de surface 97
15. Estimation des coûts 98
16. Conclusions et recommandations 99
16.1 Gestion de l'eau 99
16.2 Hydrogéologie 101
16.3 Gestion des déchets 102
16.4 Fermeture 103
17. Références 105

Liste des tableaux

Tableau 4-1 Facteurs de sécurité minimaux pour les haldes 10
Tableau 4-2 Exigences minimales en matière de facteur de sécurité pour les digues de dérivation 11
Tableau 4-3 Débits de conception et contaminants prévus utilisés pour le dimensionnement des usines de traitement de l'eau 14
Tableau 4-4 Critères finaux de qualité des effluents 15
Tableau 4-5 Critères de conception pour l'usine de production de l'eau potable 16
Tableau 4-6 Qualité des eaux de surface dans les plans d'eau voisins 17
Tableau 4-7 Critères de conception pour le traitement des eaux usées domestiques 18
Tableau 4-8 Qualité de l'eau des eaux usées domestiques 18

Tableau 4-9 Facteurs de sécurité minimaux visés pour les analyses de stabilité dans des conditions de fermeture 20
Tableau 5-1 Température, précipitations et évaporation mensuelles (AtkinsRéalis, 2025) 25
Tableau 5-2 Coefficients de ruissellement utilisés dans le modèle 26
Tableau 5-3 Débit de pompage et zone de captage des différentes infrastructures 26
Tableau 5-4 Taux de drainage de la mine à ciel ouvert et de la mine souterraine (Mailloux, 2024) 27
Tableau 5-5 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine dans des conditions moyennes 29
Tableau 5-6 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine en conditions sèches 30
Tableau 5-7 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine en conditions humides 31
Tableau 5-8 Configuration des fossés de collecte d'eau de contact dans la halde 01 34
Tableau 5-9 Configuration des fossés de collecte d'eau dans la halde 02 34
Tableau 5-10 Paramètres de conception des bassins de collecte d'eau de contact 35
Tableau 5-11 Configuration de la section de contrôle des déversoirs d'urgence 37
Tableau 5-12 Configuration des chutes des déversoirs d'urgence 38
Tableau 5-13 Bassins de la zone industrielle 42
Tableau 5-14 Scénarios pris en compte pour le calcul du débit pour chaque condition hydrologique 43
Tableau 5-15 Débit source vers le bassin de sédimentation et le bassin de polissage dans les conditions hydrologiques prévues 43
Tableau 5-16 Caractéristiques des déversoirs et des débits associés dans les bassins de sédimentation et le bassin de polissage 44
Tableau 6-1 Configuration hydrotechnique du fossé de dérivation et des digues 47
Tableau 6-2 Configuration de la conception des bermes de contrôle des sédiments 48
Tableau 6-3 Propriétés mécaniques pour les analyses de stabilité des pentes 51
Tableau 6-4 Résultats de l'analyse de la stabilité des pentes, barrages de dérivation 53
Tableau 6-5 Propriétés hydrauliques et mécaniques pour les analyses de percolation 53
Tableau 6-6 Résultats de l'analyse des infiltrations 54
Tableau 7-1 Liste des stations de pompage d'eau de contact 58
Tableau 8-1 Spécifications de la pompe à eau potable et du système de conduite 59
Tableau 8-2 Station de pompage utilisée dans le projet pour évacuer les eaux usées domestiques traitées 60
Tableau 9-1 Concentration en contaminants dans l'effluent final ainsi que dans le milieu naturel 61
Tableau 9-2 Conditions limites pour le débit et la qualité de l'eau 62
Tableau 11-1 Production de résidus – disposés et remblayés 67
Tableau 11-2 Facteurs de sécurité minimaux pour les haldes de résidus (MRNF, 2024 ; BCMWRPRC, 1991a et Hawley et Cunning, 2017) 71
Tableau 11-3 Paramètres géotechniques des matériaux des haldes à stériles 72
Tableau 11-4 Coefficients de sécurité pour la stabilité des pentes des haldes 74
Tableau 12-1 Zones de production et de stockage des stériles et des morts-terrains 78
Tableau 12-2 Facteurs de sécurité minimaux pour la halde 001 et la halde 002 (MRNF, 2024 ; BCMWRPRC, 1991a et Hawley et Cunning, 2017) 82
Tableau 12-3 Paramètres géotechniques des matériaux – Haldes 001 et 002 83
Tableau 12-4 Coefficient de sécurité de l'analyse de la stabilité des pentes de la halde 001 85

Tableau 12-5 Facteur de sécurité de l'analyse de la stabilité des pentes du PGA dans la halde 002 87
Tableau 13-1 Nombre minimum de parcelles d'échantillonnage (PE) à inventorier en fonction de la superficie considérée pour le suivi agronomique 95

Liste des figures

Figure 11-1 Stockage typique sur fond muni de revêtement 002 68
Figure 13-1 Configuration de fermeture de la halde 001 91
Figure 13-2 Configuration de fermeture de la halde 002 92

Annexes

Annexe A : Critères de conception
Annexe B : Dessins
Annexe C : Chiffres relatifs au traitement de l'eau
Annexe D : Rapport d'analyse de stabilité
Annexe E : Quantités de matériaux

1. Introduction

AtkinsRéalis a été mandatée par Innova, une filiale québécoise entièrement détenue par Patriot Battery Metals Inc., pour réaliser une étude de faisabilité sur la gestion des déchets et de l'eau pour le projet minier Shaakichiuwaanaan. Le site est situé dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James, dans la province de Québec, au Canada, aux coordonnées 53°32'00" N, 73°55'00" O. Il se trouve à environ 220 km à l'est de Radisson et à environ 240 km au nord-nord-est de Nemaska. La propriété comprend 463 claims miniers, couvrant environ 23 710 hectares répartis en deux groupes principaux. Le plus grand de ces groupes s'étend de manière presque continue sur environ 51 km dans une direction est-ouest.

Le projet permettra d'extraire du spodumène d'un gisement de pegmatite à l'aide d'une méthode hybride combinant l'exploitation à ciel ouvert et l'exploitation souterraine. Au cours de la phase initiale (2029-2034), le taux de production annuel estimé sera de 400 ktpa avec une teneur de 5,5 % en concentré d'oxyde de lithium (Li_2O). Ce taux passera à 800 ktpa pendant la phase d'expansion (2031-2051). La durée d'exploitation du projet est actuellement estimée à 23 ans.

2. Informations sur le site et le projet

Le projet devrait générer environ 155,7 millions de tonnes (Mt) de stériles, 14,0 Mt de morts-terrains et 71,1 Mt de résidus à disposer. Deux types de stériles seront produits : des stériles lixiviables ou potentiellement générateurs d'acide (estimés à 81,0 Mt) et des stériles non lixiviables « à faible risque » (73,1 Mt).

Le développement de la mine à ciel ouvert est prévu en deux phases. La fosse ouest sera exploitée de 2029 à 2034, tandis que l'expansion vers l'est, appelée fosse Est, est prévue de 2034 à 2045. Les opérations minières souterraines se dérouleront de 2031 à 2051. Avant le début de l'exploitation de la fosse ouest, une digue (phase 1) sera construite dans le lac 001, ainsi qu'un fossé de dérivation. Cela permettra l'exploitation de la fosse dans la partie ouest du lac 001 et le maintien du déversement du lac 001 vers le lac 007, autour de la mine à ciel ouvert. Une seconde digue et un second fossé, situés à l'est, seront nécessaires pour l'aménagement de la fosse est. La digue et le fossé de dérivation maintiendront le niveau d'eau du lac 001 à son élévation actuelle d'environ 373 mètres au-dessus du niveau de la mer (m.a.s.l.) et détourneront l'eau autour du périmètre nord de la fosse.

La figure 2 présente un plan général du site. Les composantes et activités du projet sur le site comprendront la construction, l'exploitation, puis éventuellement le déclassement et la fermeture des éléments clés suivants :

- Les fosses à ciel ouvert ouest et est ;
- La mine souterraine ;
- Les infrastructures de traitement des minéraux et les bâtiments du site ;
- La halde 001, contenant des stériles à faible risque, ainsi que les fossés et le bassin de stockage associés ;
- La halde 002, contenant des stériles à faible risque, des résidus filtrés et des stériles potentiellement générateurs d'acide, ainsi que les fossés et bassins associés ;
- Les haldes 004 et 005 contenant des morts-terrains ;
- Deux haldes de disposition de matières organiques et de terre végétale ;
- Des haldes de disposition de minerai à faible teneur ;
- Un bassin de polissage ;
- Deux bassins de sédimentation ;
- Une station de traitement d'eau ;
- Des routes d'accès ;
- Lignes électriques/de transport d'électricité ;
- Un camp minier ; et
- D'autres infrastructures et équipements auxiliaires.

AtkinsRéalis - Sensitive / Sensible [FR]

3. Études complémentaires

3.1 Études et rapports antérieurs

Les études et rapports antérieurs relatifs à la gestion des résidus et de l'eau sont répertoriés ci-dessous :

- Patriot Battery Metals : *Site selection study for waste disposal* (terminée mais non examinée par AtkinsRéalis) ;
- Études géotechniques et rapports :
  - BBA, 2024. *Technical Report Geotechnical Campaign for Phase 1 Diversion Dams*, 7535009-000000-4G-ERA-0001-RAA;
  - BBA, 2024. *Technical Report Geotechnical Campaign for Phase 2* (factual), 7535009-020001-4G-ERA-0003-RAA, and;
  - BBA, 2024. *Technical Report Factual Report of 2024 Geotechnical Diamond Drill Investigation*, CV5 Site, 75350179-000000-4M-ERA-0003-R00.

Les études géotechniques et le rapport factuel comprennent 22 forages dans les emplacements proposés pour les haldes 001 et 002, ainsi que 6 forages dans la zone de l'usine de traitement. On compte également, 11 forages dans le lac 001 et à l'emplacement proposé prévu du fossé de dérivation, ainsi qu'un forage à l'emplacement des aires temporaires de stockage du mort-terrain.. Des essais en laboratoire ont aussi été réalisés (analyse granulométrique, teneur en eau, limites d'Atterberg, densité relative, résistance à la compression simple de la roche en place).

Des études géochimiques, de gestion de l'eau et d'hydrogéologie ont également été réalisées et examinées dans le cadre de l'étude de faisabilité. Les principales références sont les suivantes :

- *Analysis and* Interpretation of the CV5 Static and Kinetic Geochemistry Characterization Results – Technical Report submitted by BBA on May 23, 2024. Reference 7535001-000500-4E-ERA-0001 R00;
- Geochemical Modelling of Arsenic Leaching Risk for CV5 Waste Rock Stockpiles – Technical Report submitted by BBA on July 3rd, 2024. Reference 7535001-003200-4E-ERA-0001-R00;
- Geochemical Characterization of Mine Waste Materials & Modelling of Waste Rock Stockpiles for the Shaakichiuwaanaan Project (CV5 Pegmatite): Feasibility Study Update. Preliminary report submitted by Vision Geochemistry, 27 September 2025. Ref. 2405007-TR1;
- Water Management Plan and Water Diversion – Technical Report submitted by BBA on September 11, 2024. Reference 7535006-014000-41-ERA-0002-R00;
- Hydrogeological Baseline Study – Future Open Pit CV5, Corvette Lithium property – Technical report submitted by BBA on September 23, 2024, reference 7535001-001900-41-ERA-0002-R00;
- Hydrogeological Characterisation – CV5 mining site Shaakichiuwaanaan Lithium Property submitted by BBA on July 4, 2025. Reference 753019-000000-41-ERA-0002-R00;
- Packer Testing Factual Report – Technical report submitted by BBA on July 9, 2025. Reference 7535019-000000-41-ERA-0001-R00;
- Hydrogeological characterisation – Water supply well, Shaakichiuwaanaan Lithium Property submitted by BBA on July 9, Reference 20257535019-000000-41-ERA-0003-R00.

AtkinsRéalis - Sensitive / Sensible [FR]

En outre, d'autres informations ont été fournies et examinées :

- Le levé aérien du site avec une précision de +/- 0,5 m ;
- Le plan général de l'infrastructure du site fourni par G-Mining (révision du 5 mai 2025) ;
- L'enveloppe de la fosse à ciel ouvert et la mine souterraine ont été fournies par G Mining le 5 mai 2025 ;
- Les données LiDAR, la bathymétrie et le modèle numérique d'élévation (MNE) du Canada (RNCan, 2011) La bathymétrie des lacs 001 et le lac 027 ;
- Les cartes de géologie de surface fournies par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/carte-des-depots-de-surface-du-nord-quebecois) ;
- Le modèle géologique fourni par PB Metals le 6 novembre 2024 ;
- La géologie structurale (failles, joints et autres structures) a été fournie dans le modèle géologique de PB Metals en date du 25 janvier 2025. La nature hydrogéologique des failles et des joints a été déterminée à l'aide du RDQ et de la description géologique ;
- Les données sismiques provenant du Code national du bâtiment du Canada (CNBC) ;
- La prise d'eau douce située au lac 317, au nord-est de l'usine de traitement ;
- Les critères de conception du procédé (Primero, 2024) ;
- Les données de base disponibles, telles que les contraintes environnementales, les écosystèmes sensibles et uniques, les plans d'eau de surface, les limites de propriété, les ressources minérales et les claims miniers. Toutes ces informations ont été intégrées dans un système d'information géographique, et
- Le rapport PEA: Highlights Shaakichiuwaanaan Project as a Potential North American Lithium Raw Materials Supply Base. Patriots Battery Metals Inc. August 2024.

3.2 Météorologie

Dans la région de Shaakichiuwaanaan, la température annuelle moyenne est d'environ -3,1 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 772 mm, dont 518 mm de pluie et 254 cm de neige. L'évaporation annuelle moyenne du lac est de 421 mm, et l'évapotranspiration maximale dans des conditions moyennes est de 390 mm. Des informations plus détaillées sont disponibles dans le rapport d'hydrologie de base (AtkinsRéalis, 2025c).

Les données climatiques, incluant les précipitations, les chutes de neige, les pluies et les températures, ont été obtenues à partir des données disponibles pour quatre stations météorologiques d'Environnement Canada (EC) :

- Station La Grande IV (ID de la station : 7093GJ5) ;
- Station La Grande IV A (ID de la station : 7093GJ3) ;
- Station La Grande 4 A (ID de la station : 7093714) et
- Station Nitchequon (ID de station: 7095480).

Ces informations ont été recueillies et traitées afin d'établir l'hydrologie de base du projet (AtkinsRéalis, 2025c).

3.3 Géologie

La propriété Shaakichiuwaanaan, située dans la province archéenne du Supérieur constituant le Bouclier canadien, se trouve dans la sous-province de La Grande, près de la sous-province d'Opinaca, et est réputée pour son fort potentiel d'exploration de matières premières, notamment les métaux de base, les métaux précieux et le lithium (PEA, 2024). La sous-province de La Grande, véritable merveille géologique présente une structure volcanique plutonique alignée avec le corridor Wemindji-Caniapiscau. Elle comprend deux domaines principaux, la ceinture de la rivière Eastmain et la ceinture de la rivière La Grande, chacun présentant des caractéristiques géologiques uniques (PEA, 2024).

La propriété est située dans la ceinture de la rivière La Grande, caractérisée par des roches volcaniques et sédimentaires, dont deux anciennes séquences volcaniques et des métasédiments interstratifiés (PEA, 2024). La sous-province de La Grande est limitée au nord par la sous-province plutonique de Bienville et au sud par la sous-province métasédimentaire et plutonique d'Opinaca (Lucas & St-Onge, 1998 ; Houle, 2004 ; Percival, 2007). Les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca contiennent de nombreux gisements connus de pegmatite à spodumène au Québec (PEA, 2024).

Le métamorphisme dans la région varie du faciès schiste vert dans le centre au faciès amphibolite aux marges (Card, 1986 ; Houle, 2004). Les tendances structurelles passent d'est-ouest dans le sud-ouest à nord-est-sud-ouest dans le nord, principalement formées entre 2700 et 2680 Ma (Percival et al., 2012). La région n'offre pas seulement un potentiel de minéralisation, elle a déjà donné lieu à des découvertes importantes. Elle contient d'importants gisements de nickel-cuivre associés à des coulées komatiitiques, des intrusions ultramafiques et des gisements notables de pegmatite à spodumène (PEA, 2024). *Regional Bedrock Geology*.

3.4 Géotechnique

Une étude géotechnique du site et un rapport factuel ont été réalisés en 2023 et 2024 (BBA, 2025). L'étude a porté sur les deux sites des haldes à stériles, la zone industrielle et le lac 001. Des forages de condamnation ont été réalisés dans les superficies des haldes 001 et 002. L'étude pour la halde 001 comprenait 19 forages, des échantillonnages et des analyses en laboratoire. Le profil du sol pour la halde 001 est résumé ci-dessous :

- Des matières organiques sont présentes sur l'ensemble de l'emprise, avec une épaisseur allant de 0,1 à 0,9 m (0,4 m en moyenne), la plus grande profondeur se trouvant au centre de l'emprise. Les matières organiques reposent directement sur le roc à l'extrémité est de l'emprise.
- Le ML (horizon de sol composé de limon/limon sableux/limon avec gravier) n'est présent qu'à l'extrémité ouest de la superficie, à des profondeurs allant de 0,8 à 1,4 m sous le niveau du sol, recouvrant le GM et les galets/gravier ;
- Le SM (horizon de sol composé de sable limoneux/sable limoneux avec gravier est présent uniquement dans les parties nord et sud de l'emprise (absent au centre), reposant sur des galets/graviers ou le roc. Cet horizon se rencontre à des profondeurs variant de 0,9 à 3,1 m sous la surface, la plus grande profondeur se situant dans le coin nord-est de l'emprise ;
- Le GM se trouve dans certaines zones à l'extrémité ouest et au centre de l'emprise (généralement sur une épaisseur de 1 m). Il est surmonté par ML à l'ouest et par des organiques au centre, et repose sur des galets/graviers ;

- Les galets/graviers sont généralement présents sur l'ensemble de l'emprise, à l'exception de la limite est, où ils reposent directement sur le roc;
- La profondeur du roc varie entre 0,6 et 5,7 m sous la surface ; l'élévation du roc varie entre 360 et 392 m au-dessus du niveau de la mer. Il présente une pente générale vers le nord-ouest ; la plus grande profondeur se trouve à l'ouest et la plus faible à l'est ;
- Les niveaux d'eau souterraine varient de 0,13 à 0,51 m sous la surface. En fonction des variations topographiques, les élévations de la nappe varient de 365 à 389 m (NGV).

L'étude réalisée pour la halde 002 comprenait 12 forages, des prélèvements d'échantillons et des essais en laboratoire. Les conditions du sol rencontrées dans l'emprise de la halde 002 sont variables et se décrivent comme suit :

- Des matières organiques sont présentes sur l'ensemble de l'emprise, avec une épaisseur variant entre 0,1 et 1,5 m (moyenne de 0,4 m). La profondeur varie avec une dépression localisée dans le coin sud-ouest, à l'emplacement du bassin de collecte 04 ;
- Le ML (horizon de sol composé de limon/limon sableux/limon avec gravier) a été rencontré uniquement dans la partie nord-est de l'emprise, jusqu'à une profondeur de 1,8 m sous la surface, recouvrant du SM, du GM et des galets/gravier ;
- Le SM (horizon de sol composé de sable limoneux/sable limoneux avec gravier) a été rencontré sur l'ensemble de l'emprise, reposant sur GM, et/ou des galets/graviers, et le roc. Cet horizon se rencontre à des profondeurs variant de 0,5 à 13,4 m sous la surface, en fonction de la topographie du socle, la plus grande profondeur se situant au centre de l'emprise de la halde ;
- Le GM (horizon de sol composé de gravier limoneux avec du sable/gravier avec du limon et du sable) a été rencontré dans certaines zones près du centre de l'emprise et à sa bordure est. Il est surmonté par SM et repose sur des galets/graviers et le roc. La profondeur et l'épaisseur de cet horizon varient selon l'emprise ; Des galets/gravilers ont été rencontrés dans certaines zones près du centre et à son extrémité est.
- La profondeur du roc dans la halde varie entre 0,3 et 18,8 m sous la surface du sol; l'élévation de la surface du roc varie entre 374 et 440 m au-dessus du niveau de la mer. Le roc atteint son altitude maximale au centre de la partie est de l'emprise et son altitude minimale au centre de la partie ouest.
- Les niveaux d'eau souterraine varient de 2,08 à 3,07 m sous la surface. En fonction des variations topographiques, les élévations e la nappe varient de 393 à 418 m (NGV)

La zone industrielle comprend l'usine de traitement, l'usine de pâte à remblai, le camp permanent, le poste électrique et l'usine de traitement des eaux. L'étude réalisée pour cette zone a inclus 9 forages, des prélèvements d'échantillons et des essais en laboratoire. Les profils de sol sous-jacents aux emprises prévues pour l'usine de traitement et les infrastructures associées indiquent que l'unité de sol principale influençant les considérations de fondation est un sable non cohésif graveleux, compact à dense (symbole USCS : SM), rencontré à faible profondeur. Le roc se trouve généralement à faible profondeur, mais présente une dépression à la limite sud-est de l'emprise de l'usine de traitement.

Il n'existe aucune information sur le profil du sol ou sur les caractéristiques géotechniques à l'emplacement de l'usine de traitement des eaux proposée. Selon les données des forages géotechniques situés à proximité (moins de 250 m), il est prévu que l'unité de sol principale influençant les considérations de fondation soit la même que dans le reste de la zone industrielle. Le roc pourrait être rencontré à environ 5 m sous la surface. Pour les phases ultérieures de la conception, il est recommandé de réaliser des forages géotechniques dans l'emprise couvrant l'usine de traitement des eaux.

3.5 Géochimie

Une étude géochimique a été menée (Vision, 2025) sur les matériaux générés par les activités minières, principalement les résidus provenant du traitement du minerai ainsi que les stériles. Les essais ont été conçus pour évaluer les échantillons conformément aux directives du MELCCFP, notamment le *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* (MELCC, 2020), désormais sous la responsabilité du MELCCFP (*Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs).*

Selon les résultats, les contaminants anticipés ainsi que leurs concentrations dans les effluents provenant des différents amas de minerai, des résidus et des stériles ont été rapportés (Vision, 2025). Ces concentrations sont présentées dans les sections portant sur le traitement des eaux. De plus, le communiqué conforme au NI 43-101 (PMET, 2025a) fournit une classification des résidus et des stériles.

Les résidus ont été classés comme non potentiellement générateurs d'acide (Non-PGA), mais susceptibles de présenter un risque de lixiviation des métaux (LM) conformément aux lignes directrices du MELCCFP.

Au total, 26,7 % des échantillons de stériles ont été classés comme potentiellement générateurs d'acide (PGA). En conséquence, un protocole de ségrégation a été recommandé afin d'atténuer les risques associés aux matériaux PAG. Deux catégories de stériles ont été identifiées : l'une classée comme PGA et LM, et l'autre comme Non-PGA et Non-LM.

La halde 001 et le dépôt dans la fosse contiendront des stériles non potentiellement générateurs d'acide et non lixiviables (NON-PGA et NON-LM). La halde 002 stockera les stériles potentiellement générateurs d'acide/lixiviables (PGA et LM) et les résidus non PGA et LM.

3.6 Hydrogéologie

L'hydrogéologie de base a été élaborée à partir d'informations accessibles au public et d'études de terrain réalisées en 2023 et 2024. L'ensemble des données a été compilé afin de déterminer les différentes unités hydrostratigraphiques, d'évaluer leurs propriétés hydrauliques globales, ainsi que le régime d'écoulement et la qualité des eaux souterraines.

Le site est entouré de plans d'eau tels que des lacs et des zones marécageuses, et la topographie est généralement plane, avec de petites collines telles que des drumlins et des affleurements rocheux.

Deux unités hydrogéologiques sont présentes sur le site : l'unité des morts-terrains et l'unité du roc. L'unité de morts-terrains est discontinue dans la zone d'étude et son épaisseur varie de 0 m à 58 m, mais elle se situe généralement autour de 8 m lorsqu'elle est présente. Elle est constituée d'une mince couche de matière organique surmontant un till non différencié ou des drumlins. Le till est principalement composé de sable silto-argileux, de limon ou de sable, avec parfois du gravier et des traces d'argile, devenant plus graveleux en profondeur. Les morts-terrains sont aquifères, mais en raison de leur caractère discontinu, ils ne sont pas considérés comme un aquifère à grande échelle. L'unité de roc est généralement constituée d'amphibolite grise et verte en alternance, de wacke et d'intrusions pegmatitiques. Le RQD indique que la roche est généralement de bonne qualité et faiblement fracturée. Le roc affleure à plusieurs endroits dans la zone d'étude.

En 2024, le niveau des eaux souterraines dans les morts-terrains se situait généralement entre 0,1 et 2,7 m sous la surface du sol (bgs). Les niveaux des eaux souterraines dans le roc varient entre 0,1 et 3,1 m sous le niveau du sol, avec deux endroits atteignant plus de 7 m sous le niveau du sol. L'écoulement des eaux souterraines dans les morts-terrains et le roc peu profond suit la topographie, les eaux souterraines s'écoulant généralement des points élevés, qui agissent comme des zones de recharge, vers les lacs et les zones humides. En général, les eaux souterraines s'écoulent vers les lacs 001 et 027. Le gradient hydraulique vertical entre les deux unités est descendant dans les points élevés de la topographie, où se trouvent les eaux souterraines, et ascendant dans les autres zones et sous le lac 001. Une variation saisonnière préliminaire a été évaluée dans trois forages, montrant que le niveau le plus élevé des eaux souterraines était généralement atteint en mai et juin, pendant la crue printanière.

La conductivité hydraulique des morts-terrains a été évaluée à l'aide de diverses méthodes d'essai hydraulique, telles que l'essai d'infiltration dans la zone vadose et les essais de charge croissante et décroissante dans la zone saturée. La conductivité hydraulique de la zone vadose varie entre 1,6 x 10^{-6} et 4,1 x 10^{-5} m/s, tandis que celle dans les morts-terrains saturés variait entre 2,9 x 10^{-8} 3,9 x 10^{-6} m/s, avec une moyenne géométrique de 1,1 x 10^{6} m/s

La conductivité hydraulique du roc a été évaluée à l'aide d'essais de Lugeon, où des intervalles spécifiques ont été testés, ainsi que d'essais de charge et de décharge et d'essais de pompage. La conductivité hydraulique géométrique du roc est de 5,8 x 10^{-8} m/s, avec un maximum de 2,0 x 10^{-6} m/s et un minimum de 8,6 x 10^{-10} m/s. Aucune corrélation n'a pu être établie entre l'indice RQD et la conductivité hydraulique, ce qui suggère que l'écoulement dans le roc est dominé par des caractéristiques discrètes qui ne sont pas captées par les mesures du l'indice RQD. Les résultats des essais Slug et Packer suggèrent que la conductivité hydraulique dans le roc diminue avec la profondeur.

Deux campagnes d'échantillonnage des eaux souterraines ont été menées dans six puits d'observation dans la fosse CV5 proposée et dans 15 puits d'observation dans l'emprise des haldes proposées. Les eaux souterraines sont de type bicarbonate de magnésium et dépassent les critères de potabilité pour les métaux suivants : arsenic (eaux souterraines du roc uniquement), manganèse, molybdène et antimoine, ainsi que les critères de ruissellement dans les eaux de surface pour le cuivre. Plusieurs dépassements des critères applicables à l'eau potable ont été également constatés pour l'azote ammoniacal et les sulfures.

4. Critères de conception

Les critères de conception pour la gestion de l'eau et des résidus sont présentés en détail dans le rapport d'AtkinsRéalis (AtkinsRéalis, 2025c) (voir **Annexe A**). Les critères le plus pertinents sont présentés dans les sections suivantes.

4.1 Gestion des résidus et des stériles

4.1.1 Données d'exploitation

Les données d'exploitation sont nécessaires pour dimensionner les installations de résidus et de stériles et modéliser les flux (bilan hydrique). Les données clés fournies par Patriot Battery Metals et les essais en laboratoire effectués sont présentées ci-dessous :

- Durée d'exploitation de la mine est de 22 ans ;
- Capacité de l'usine : augmentation de 2,5 Mtpa pour la phase1 (usine DMS) à 5,0 Mtpa pour la phase 2 (usine DMS à double circuit);
- Tonnage total des résidus produits est de 71,1 millions de tonnes (Mt) ;
- Lieu de disposition des résidus : de la 1re année à la 22e année dans la halde 002, et de la 3e année à la 22e année en remblai en pâte pour la mine souterraine;
- Tonnage total des résidus vers la halde 002 est de 54 Mt ;
- Densité spécifique des résidus est de 2,68 ;
- Granulométrie des résidus: P_{80} est de 7,68 mm, non plastiques ;
- Teneur en solides des résidus est de 88 % (Ws/Wt) ;
- Tonnage total des stériles : 155,2 Mt, dont 7 4,2 Mt à faible risque et 81,0 potentiellement générateurs d'acide/lixiviables ;
- Tonnage total des morts-terrains : 14 Mt;
- Lieu de disposition des stériles : stériles à faible risque vers la halde 001 de l'année 1 à 9, puis dans la fosse ; et stériles potentiellement générateurs d'acide vers la halde 002 de l'année 1 à 22.

4.1.2 Classement des risques

La halde 001 est utilisée exclusivement pour la disposition des stériles. La halde 002 est utilisée à la fois pour la disposition des stériles et des résidus filtrés. Les résidus et les stériles seront placés dans la halde 002. Les haldes de disposition seront des structures qui ne retiennent pas l'eau et sont conçues pour évacuer les eaux de surface vers les fossés périphériques au pied de la halde.

La directive 19 sur l'industrie minière (MELCCFP, 2025) considère un empilement à sec comme une zone de retenue sans rétention d'eau. Elle définit les critères de conception du système de drainage et de résistance aux séismes. La directive 019 réfère au guide du Québec (MRNF, 2024) pour les facteurs de sécurité minimaux applicables aux haldes à stériles et de morts-terrains, lesquels constituent les critères de conception retenus pour cette étude.

Selon la norme industrielle mondiale sur la gestion des stériles (GISTM, 2020), les nouvelles installations de disposition des résidus (y compris les haldes à stériles) doivent répondre aux critères de conception correspondant à la classification « Conséquence extrême » pour les conditions post-fermeture. Cette classification a été utilisée pour déterminer l'intervalle de récurrence de l'événement sismique pris en compte dans l'analyse de stabilité. Le bulletin technique de l'Association canadienne des barrages (ACB, 2019) précise qu'une installation de résidus sans eau libre/stagnante, comme un empilement (parc) à sec, peut être conçue selon les lignes directrices applicables aux haldes et aux morts-terrains, à condition que les matériaux ne soient ni liquéfiables ni susceptibles de se liquéfier.

Les haldes 001 et 002, ainsi que les haldes de morts-terrains 004 et 005, ont été classées selon le système de classification de Hawley et Cunning (2017) pour les haldes. Les haldes 001 et 002 sont classées comme présentant un risque modéré (WHC III). Les haldes de morts-terrains 004 et 005 sont classées comme présentant un faible risque (WHC II).

Les bassins de rétention des haldes de disposition ont été classés comme « significatifs » selon les lignes directrices de l'ACB (ACB, 2013).

Les digues situées dans le lac 001 pour la dérivation doivent être classées conformément à la Loi sur la sécurité des barrages du Québec, car elles seront construites dans un cours d'eau existant. Ces digues sont classées «classe B».

4.1.3 Sismicité

Les valeurs d'accélération maximale du sol (PGA) ont été obtenues et extrapolées à partir du NBCC (2020) comme suit :

- 0,0642 g pour un événement survenant une fois tous les 2 475 ans, et
- 0,2 g pour un événement survenant une fois tous les 10 000 ans.

4.1.4 Stabilité des haldes

Les facteurs de sécurité minimaux pour les haldes sont basés sur BCMWRPRC (1991a) et Hawley et Cunning (2017) et sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-1 Facteurs de sécurité minimaux pour les haldes

Condition de chargement	Facteur de sécurité minimal
Halde/surface du sol (court terme)	1,0
Halde/surface du sol (long terme)	1,2
Stabilité globale à court terme (statique), après construction	1,3 à 1,5
Stabilité globale à long terme (statique)	1,5
Analyse pseudo-statique ou dynamique pour le chargement sismique	1,1 à 1,3

4.1.5 Stabilité des digues

Les facteurs de sécurité minimaux pour les barrages du lac 001 sont basés sur le MDDEP (2012) et sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-2 Exigences minimales en matière de facteur de sécurité pour les digues de dérivation

Zone	Condition de chargement	Facteur de sécurité minimal (MDDEP, 2012 ; MRNF, 2024)
Amont et aval	Stabilité des pentes à la fin de chaque phase de construction (court terme)	1,3 à 1,5
Amont et aval	Stabilité des pentes en situation d'inondation prévue dans le cadre du projet (court terme)	1,3
Amont et aval	Stabilité des pentes dans des conditions stationnaires (long terme)	1,5
Amont	Drainage rapide	1,3
Amont et aval	Analyse pseudo-statique ou dynamique pour les chargements sismiques, avec bassin rempli et à propriétés réduites en cas de possibilité de liquéfaction	1,1
Amont et aval	Valeur post-sismique	1,3

4.2 Gestion de l'eau sur site

4.2.1 Gestion de l'eau pour les haldes

Le système de gestion de l'eau pour les haldes 001 et 002 est conçu pour contrôler et traiter efficacement les eaux de contact générées par le ruissellement de surface. Des fossés de collecte des eaux de contact sont disposés stratégiquement afin d'intercepter le ruissellement et de l'acheminer vers des bassins de collecte dédiés, qui fonctionnent comme des ouvrages de retenue temporaire. L'eau collectée est stockée temporairement avant d'être pompée vers la zone industrielle pour un traitement complémentaire. Les principaux critères de conception hydrotechnique sont résumés ci-dessous :

Fossés de collecte des eaux de contact :

- La pluie de projet utilisée pour le dimensionnement des fossés correspond à un événement de 1 fois en 100 ans, d'une durée de 24 heures en été;
- Une revanche minimale de 0,6 m est maintenue pour les fossés;
- Les fossés sont de forme trapézoïdale et comprennent un enrochement pour protéger contre l'érosion;
- Les fossés autour de la halde 001 ne sont pas revêtus, tandis que ceux autour de la halde 002 sont munis de revêtement.

Bassins de collecte des eaux de contact :

- Tous les bassins sont classés comme des digues à risque « significatif » ;
- Les bassins associés à la halde 001 ne sont pas revêtus, tandis que ceux associés à la halde 002 sont revêtus d'une géomembrane;
- La crue de conception environnementale (CCE) pour les bassins de la halde 001 correspond à une fonte nivale centennale (1 fois en 100 ans) sur 13 jours, suivie d'un événement pluvieux printanier centennal. Cette CCE a été retenue puisque la halde 001 contient des matériaux non générateurs potentiels d'acide (NGA) et non lixiviables en métaux;
- La CCE pour les bassins de la halde 002 correspond à une fonte nivale centennale sur 13 jours, suivie d'un événement pluvieux millénaire (1 fois en 2 000 ans). Cette CCE plus conservatrice reflète la présence de matériaux potentiellement générateurs d'acide (PAG) et lixiviables en métaux (LM), conformément aux exigences de la Directive 019 (MELCCFP, 2025) ;
- En conditions CCE, les bassins associés à la halde 001 sont conçus avec une revanche minimale de 1,0 m, tandis que ceux associés à la halde 002 maintiennent une revanche minimale de 1,5 m;
- La crue de conception pour les déversoirs d'urgence (CCA) est la crue maximale probable (PMF), utilisée pour le dimensionnement des déversoirs d'urgence de tous les bassins ;
- Une revanche minimale de 0,6 m est maintenue pour tous les bassins dans des conditions CCA.

4.2.2 Gestion de l'eau pour la zone industrielle

La zone industrielle, située au nord-est de la fosse proposée, accueillera toutes les infrastructures liées au traitement de l'eau et aux opérations de procédé. Les infrastructures de gestion de l'eau dans le cadre de ce projet comprennent deux bassins d'eau de contact, deux bassins de sédimentation, un bassin de polissage, une usine de traitement des eaux pour les matières en suspension (MES) (prévue à titre de contingence) et une station de traitement pour les eaux contaminées par des métaux. Les principaux critères de conception hydrotechnique pour la conception des bassins de sédimentation, du bassin de polissage et des bassins d'eau de contact sont résumés ci-dessous :

Bassins de sédimentation et de polissage

- La classification des conséquences en cas de rupture de digue est « importante » ;
- La caractérisation de l'eau est considérée comme présentant un faible risque, et les deux bassins sont munis d'une étanchéité afin de prévenir les infiltrations.
- La CCE pour tous les bassins correspond à un événement pluvieux millénaire (1 fois en 1 000 ans);
- La CCA correspond à la crue maximale probable (CMP), utilisée pour dimensionner les déversoirs d'urgence, et
- une revanche minimale de 1,0 et 0,6 m est maintenue au-dessus des niveaux d'eau maximaux de la CCE et de l'CCA, respectivement.

Bassins de collecte des eaux de contact :

- Les bassins sont entièrement excavés et ne comportent pas de digue en remblai ;
- La caractérisation de l'eau est considérée à faible risque, et les deux bassins sont revêtus pour prévenir les infiltrations;
- L'événement de crue de conception environnementale (CCE) pour les deux bassins correspond à une fonte des neiges d'occurrence 1 fois en 100 ans sur une période de 13 jours, suivie d'un événement pluvieux d'occurrence 1 fois en 1 000 ans.
- Une revanche minimale de 1,0 m doit être maintenue au-dessus du niveau d'eau maximal associé à la CCE.

Les critères de conception pour les usines de traitement d'eau ont été présentés à la **Section 4.3**.

4.2.3 Digues et canal de dérivation du lac 001

Il est proposé de construire une série de digues étanches ainsi qu'un système de fossés de dérivation afin de détourner en toute sécurité les écoulements provenant du lac 001 autour de la fosse. Ce système est conçu pour isoler la fosse des apports du lac en amont, tout en maintenant la continuité du drainage naturel pendant toute la durée de vie de la mine.

Les principaux critères de conception hydrotechnique sont les suivants :

- La classification des risques des digues de retenue est « Conséquence extrême ».
- Le débit de conception des apports (CCA) correspond à la Crue Maximale Probable (CMP).
- Une revanche minimale de 1,5 m est maintenue pour les digues d'étanchéité dans des conditions correspondant à la CCA.
- Le fossé de dérivation est de forme trapézoïdale et comporte une protection contre l'érosion par enrochement lorsque cela est nécessaire, en particulier dans les sections de recouvrement, et
- Une revanche minimale de 0,6 m est maintenue pour le fossé de dérivation.

4.3 Traitement de l'eau

4.3.1 Traitement de l'eau de contact

4.3.1.1 Débit de conception et qualité de l'eau brute

Le **Tableau 4-3** présente les débits potentiels ainsi que les contaminants d'intérêt pour chaque source d'eau de contact à gérer sur le site. Vision Geochemistry a caractérisé la qualité de l'eau pour chaque source au moyen d'essais statiques et dynamiques afin d'identifier les contaminants d'intérêt (Vision, 2025).

Les débits sont déterminés en fonction des hypothèses suivantes :

- Le débit normal est basé sur 40 % de la capacité maximale de pompage;
- Le débit minimal correspond à une condition sèche, où seul le débit de dénoyage doit être géré ;
- La CCE définit le débit maximal.
- La stratégie de gestion des crues consiste à emmagasiner le ruissellement tout en pompant activement la fonte des neiges durant la crue printanière. Le débit maximal correspond donc au débit de pompage de pointe requis pour gérer l'eau dans le bassin de collecte.

Tableau 4-3 Débits de conception et contaminants prévus utilisés pour le dimensionnement des usines de traitement de l'eau

Point d'eau	Unité	Min	Condition normale	Max	Contaminants d'interet	Référence
Halde 001	m^3 /h	0	236	592	MES	Valeurs calculées à partir du bilan hydrique du site par AtkinsRéalis Référence du document 2405007-TR1 (Vision, 2025)
Halde 001a (drainage dans le bassin 01a)		0	144	3	MES	
Halde 002 (drainage vers le bassin 02)		0	346	86	MES et As, Al, Cd, Cu, Ni, U, Sb et Li pH de 4,2	
Halde 002 (drainage vers le bassin 03)		0	735	1 837	MES et As, Al, Cd, Cu, Ni, U, Sb et Li pH de 4,2	
Zone industrielle		0	880	2 200	MES	
Ruissellement provenant de la mine à ciel ouvert		0	347	867	MES	Chiffre fourni par G-Mining (courriel daté du 9 juin 2025)
Dénoyage du bassin versant externe de la fosse		0	810	810	MES	Sur la base de la capacité de pompage fournie par G-Mining (courriel daté du 6 juin 2025) Pas de VFD sur ces pompes. Conditions normales = conditions maximales)
Dénoyage de la fosse		133	133	133	MES	Débits estimés fournis par Mailloux Hydrogeologie (courriel daté du 7 mai 2025)
Dénoyage souterrain		204	204	204	MES	
Eau générée par les activités souterraines		22	22	22	MES	Débits préliminaires fournis par G-Mining (courriel daté du 7 février 2025)
Eau domestique traitée		-	5,8	8,7	MES	Calculé sur la base de 550 chambres (AtkinsRéalis, 2025c)
Eau purgée de l'usine de traitement		13	266	26	MES, As	Débit fourni par Primero (courriel daté du 8 mai 2025) Référence du document 2405007-TR1 (Vision, 2025)

4.3.1.2 Critères de rejet des effluents finaux

Le **Tableau 4-4** résume les critères de rejet pour chaque réglementation. Les chiffres en gras indiquent les valeurs les plus restrictives utilisées dans la conception de l'usine de traitement des eaux (UTE).

L'UTE a été conçue de manière à ce que l'effluent final réponde aux critères de rejet énoncés dans la directive 019 du *Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs* (MDDEFP). De plus, le système a été conçu pour produire un effluent traité qui tend à respecter les normes de qualité des eaux de surface nécessaires à la protection de la vie aquatique, conformément aux meilleures technologies disponibles économiquement réalisables (MTDER). Il convient de noter qu'aucun critère de rejet spécifique au projet n'avait été établi au moment de la rédaction du rapport.

Tableau 4-4 Critères finaux de qualité des effluents

Paramètres	Critères de qualité pour le point de rejet des effluents finaux			
	Unités	Conformément à la directive 019 (D019)(1)	Conformément au règlement sur les effluents des mines de métaux et de diamants (REMMD)(2)	Critères de qualité des eaux de surface (protection de la vie aquatique)(3)
pH	pH	**6-9,5**	6-9,5	6-9,5
Matières en suspension (SS)	mg/L	**15**	15	25
Fluorure (F)	mg/L	-	-	0,2
Aluminium (Al)	mg/L	-	**1**	0,018 – 0,32
Arsenic (As)	mg/L	**0,1**	0,1	0,15
Cuivre (Cu)	mg/L	**0,1**	0,1	0,0013(4)
Fer (Fe)	mg/L	**3**	-	1,3
Nickel (Ni)	mg/L	**0,25**	0,25	0,007(4)
Plomb (Pb)	mg/L	**0,08**	0,08	0,00017(4)
Zinc (Zn)	mg/L	**0,4**	0,4	0,017(4)
Ammoniac non ionisé	mg/L	-	**0,50**	0,30
Lithium (Li)	mg/L	-	-	0,44
Manganèse (Mn)	mg/L	-	-	0,26
Mercure (Hg)	mg/L	-	-	0,0091
Uranium (U)	mg/L	-	-	0,014

(1) Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2025).
(2) Règlement sur les effluents provenant des mines de métaux et des mines de diamants, DORS/2002-222.
(3) Critères de qualité des eaux de surface.
(4) Critères de qualité des eaux pour les métaux dont la toxicité varie en fonction de la dureté, fournis à l'annexe 12 des Critères de qualité des eaux de surface.

4.3.1.3 Lixiviation du lithium provenant de la halde 002

Du lithium a été détecté dans les eaux de lixiviation lors de la caractérisation géochimique, avec des concentrations dépassant les critères de qualité des rejets dans les eaux de surface, principalement dans les eaux de ruissellement provenant des résidus. Cependant, comme le lithium n'est actuellement réglementé ni par le REMMD ni par la directive 019, et qu'aucun objectif spécifique de rejet n'a été fixé pour ce projet à ce jour, aucun traitement spécifique n'a été conçu pour ce contaminant.

Le lithium n'est généralement pas associé à une toxicité élevée. De plus, sa présence dans les résidus suggère des possibilités d'améliorer les taux de récupération du lithium à partir du spodumène pendant le processus de concentration. Des études supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre la relation entre la caractérisation géochimique, la concentration de lithium dans le traitement du Li_2O et les futurs objectifs de rejet. Ces études permettront de déterminer s'il convient de mettre au point un processus de traitement spécifique pour le lithium.

4.3.2 Production d'eau potable

4.3.2.1 Débit de conception

Le débit de conception pour l'usine de production d'eau potable (UPEP) est déterminé à l'aide du Guide de conception du MDDEFP (MDDEFP, 2023), en tenant compte d'un camp de 550 chambres. Bien que la capacité du camp devrait augmenter légèrement au cours des premières années, une usine de production d'eau potable à pleine capacité sera opérationnelle dès la première année.

La consommation d'eau dans les camps éloignés fluctue souvent de manière significative. L'expérience acquise dans le cadre de projets similaires a montré que la consommation peut dépasser le débit de conception calculé selon le guide du MDDEFP pendant les rotations des équipes. Pour faire face à ces variations, un réservoir de stockage d'eau potable garantit un approvisionnement en eau suffisant pendant les périodes de pointe. Le tableau ci-dessous résume les débits pris en compte pour ce projet.

Tableau 4-5 Critères de conception pour l'usine de production de l'eau potable

Description	Unité	Base de conception
Capacité du camp	Pièce	550
Volume par chambre	L/chambre/jour	340
Eau consommée à l'usine	%	15
Eau utilisée pour contre-lavagedes filtres de l'usine	%	10
Débit moyen	m^3 /j	158
Débit maximal	m^3 /j	237 (facteur de pointe de 1,5)
Débit nominal PWPP	m^3 /j	240
Réservoir d'eau potable	m^3	7

4.3.2.2 Source d'eau potable

Les résultats de l'étude hydrogéologique de base montrent que la capacité des eaux souterraines est insuffisante pour répondre aux besoins en eau potable du camp. Par conséquent, il est prévu d'utiliser l'eau de surface d'un lac voisin comme principale source d'eau pour l'UPEP. Le lac 308, situé à proximité de la halde 002, a été confirmé comme une source viable d'eau douce pour la production d'eau potable. Le dessin CASN-A-001-GE-DWG-0001-B montre l'emplacement de la prise d'eau douce.

4.3.2.3 Qualité de l'eau

Le lac 308 n'a pas fait l'objet d'échantillonnage lors des études de terrain précédentes. Afin d'estimer la qualité de l'eau, les données disponibles sur les lacs environnants ont été interpolées pour fournir un aperçu général de la qualité des eaux de surface dans la région. Cette approche de caractérisation ne répond pas aux exigences réglementaires pour définir correctement une nouvelle source d'approvisionnement en eau, comme l'exige le Guide (MDDEFP, 2019). Étant donné que la qualité des eaux de surface peut fluctuer selon les saisons et d'une année à l'autre, une approche prudente a été adoptée en se basant sur les hypothèses suivantes.

- La concentration du contaminant trouvé au 90^{e} centile est utilisée pour concevoir l'usine de traitement.
- L'eau est considérée comme une eau de surface de bonne qualité, telle que décrite dans le Guide (MDDEFP, 2019). Par conséquent, les objectifs de désinfection sont les suivants :
  - Virus: 4 logs.
  - Giardia: 3 logs, et
  - Cryptosporidium: 3 logs.

Le tableau ci-dessous résume les principaux contaminants préoccupants identifiés dans la compilation des données sur la qualité des eaux de surface prélevées autour du site, sur la base des critères du RQEP (MDDEFP, 2024). Les principaux contaminants identifiés sont le NO_2 /NO_3 et la turbidité.

Tableau 4-6 Qualité des eaux de surface dans les plans d'eau voisins

Paramètre	Unité	Min	Max	Moyenne	90^{e} centile	Critères
Arsenic	µg/L	0,4	1,0	0,6	1,0	10
MES	mg/L	<2	2	<2	<2	-
NO_2 /NO_3		0,1	24,0	14,0	22,8	1
COT		6,4	8,8	7,0	8,0	-
Turbidité	NTU	0,4	0,8	0,5	0,7	0,3
pH	-	7,0	7,9	7,3	7,7	6,5 – 8,5

4.3.3 Traitement des eaux usées

4.3.3.1 Débit de conception

Le débit de conception est déterminé à l'aide du guide du MDDEFP (MDDEFP, 2023) et de la demande estimée en eau potable pour ce projet. On suppose que le réseau d'égouts utilisera un système de canalisations séparées.

Tableau 4-7 Critères de conception pour le traitement des eaux usées domestiques

Description	Unité	Base de conception	Référence
Capacité du camp	Chambre	550	Nombre fourni par G-Mining (AtkinsRéalis, 2025c)
Débit moyen	m^3 /j	13	Calculé par AtkinsRéalis
Débit maximal	m^3 /j	209 (facteur de pointe de 1,5)	Calculé par AtkinsRéalis Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique (MDDEFP, 2023)

4.3.3.2 Qualité de l'eau

Les eaux usées du réseau d'égouts sont exclusivement domestiques. Les concentrations types en demande biologique en oxygène (DBO_5), azote total Kjeldahl (ATK) et phosphore sont appliquées dans un rapport de 100:20:5 (MDDEFP, 2023). Le tableau suivant présente les critères de rejet pour ce projet, conformément à la réglementation québécoise (MDDEFP, 2020). Aucun traitement spécifique de l'ammoniac n'est prévu pour ce projet.

Tableau 4-8 Qualité de l'eau des eaux usées domestiques

Paramètre	Unité	Concentration Débit entrant	Critères de rejet
DBO	mg/L	400	≤ 15
MES		400	≤ 15
ATK		80	≤ 1
Pt		20	≤ 200

4.4 Fermeture

4.4.1 Objectifs de fermeture

Les activités de fermeture visent à remettre le site dans un état satisfaisant, tel que défini à la **Section 4-1** du Guide du MRNF (MERN, 2024). Les principaux objectifs des activités de fermeture et de remise en état seront les suivants :

- Éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité publique.
- Limiter la production et la propagation de contaminants susceptibles d'affecter l'environnement récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de surveillance.
- Assurer la stabilité géotechnique et géochimique à long terme.
- Permettre une restauration progressive.
- Assurer l'acceptabilité sociale.
- Ramener le site à un état qui soit, dans la mesure du possible, conforme à l'écosystème initial ou environnant et visuellement acceptable.
- Ramener les zones d'infrastructure à un état compatible avec leur utilisation future.

4.4.2 Facteurs de sécurité minimaux pour les analyses de stabilité dans des conditions de fermeture

Les cas de chargement à analyser et les critères de stabilité sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les facteurs de sécurité (FS) recommandés pour évaluer la stabilité des installations de disposition des stériles sont ceux spécifiés par la directive D019 sur l'industrie minière (MELCCFP, 2025), par l'Association canadienne des barrages (ACB, 2019) et par le Guide de préparation des plans de réhabilitation et de restauration des sites miniers au Québec (MRNF, 2024). Les valeurs minimales des FS adoptées pour évaluer la stabilité des installations de stockage des stériles dans des conditions de fermeture y sont également présentées.

Tableau 4-9 Facteurs de sécurité minimaux visés pour les analyses de stabilité dans des conditions de fermeture

Condition de chargement		Facteurs de sécurité minimaux (FS)			
		D019 (MELCCFP, 2025)	**ACB (2019)**	**MRNF (2024)**	**F S minimal proposé pour ce projet (fermeture)**
Statique	Fin de la construction (court terme)	1,3 à 1,5	> 1,3	1,3 à 1,5	1,5
	Long terme	1,5	1,5	1,5	1,5
	Crue de conception	1,3	-	1,3 à 1,5	1,3
Pseudo-statique		1,1	1,0	1,1	1.1
Post-sismique		1,3	1.2	1.3	1.3
Glissement horizontal (statique)		1,5	-	1,5	1,5
Glissement horizontal (post-liquéfaction)		1,3	-	1,3	1,3
***Remarque** : cette condition sera incluse dans l'analyse de stabilité (surfaces de glissement composites).*					

4.4.3 Charge hydrotechnique

Le document du MELCCFP (2025) recommande une crue de conception à une période de retour minimale de 100 ans pour les systèmes de drainage avec des structures sans accumulation d'eau, sur les sites miniers et autour de ceux-ci. Par conséquent, les critères de conception suivants ont été adoptés dans la présente étude :

- Le débit de crue de conception des fossés ou des ponceaux est généré par des précipitations estivales et automnales avec une période de retour de 100 ans. Cette période de retour doit également être utilisée dans le programme d'entretien du site.
- La transformation des précipitations en ruissellement est basée sur un coefficient de ruissellement conservateur de 1,0 (comme recommandé par la méthodologie du MTQ).
-

4.4.4 Propriétés géotechniques des matériaux

En ce qui concerne le choix des matériaux de restauration, les critères sont les suivants :

- Le concept de fermeture doit donner la priorité aux matériaux disponibles sur le site ou à proximité, y compris ceux provenant de carrières ou de matériaux miniers réutilisables;
- Les matériaux utilisés, ou tout mélange de ceux-ci doivent être non acidifiants et non lixiviables.

4.4.5 Système de couverture

Le système de couverture sera sélectionné en fonction de la classification géochimique des stériles et de la disponibilité des matériaux.

Les critères de fermeture pour la couverture de la zone d'accumulation des stériles et des résidus sont basés sur les objectifs de restauration énumérés à la **Section 4.4.1** :

- Nécessite un entretien minimal;
- Ne libère pas de contaminants au-delà des limites acceptables définies par la directive D019;
- Est physiquement stable (c'est-à-dire que la couverture répond aux critères géotechniques décrits à la **Section 4.4.2**) ;
- S'intègre au paysage environnant;
- Limite l'infiltration d'eau dans les stériles et les résidus ;
- Permet de détourner l'eau de pluie vers les infrastructures de gestion de l'eau afin de réduire l'érosion ;
- Est résilient au changement climatique.

4.4.6 Couverture végétale

Toutes les haldes à stériles doivent être revégétalisées afin de contrôler l'érosion et de restaurer un aspect naturel en harmonie avec l'environnement avoisinant (MRNF, 2024).

Les critères agronomiques suivants doivent être pris en compte et intégrés dans la couverture de restauration choisie :

- La végétation doit atteindre un état satisfaisant, ce qui signifie qu'une fois en place, les plantes doivent être robustes, viables à long terme et ne nécessiter aucune modification ni entretien pour garantir de la durabilité.
- Le type de végétation sélectionné ne doit pas compromettre les performances du concept de fermeture.
- L'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes (EEE) doivent être limitées, notamment en s'assurant que les sols utilisés ne contiennent aucune graine d'EEE.
- La croissance de la végétation ne doit pas entraîner le blocage des fossés du site.

Les zones revégétalisées doivent faire l'objet d'un suivi agronomique par un spécialiste de la revégétalisation des sites miniers ou par un agronome membre de l'Ordre professionnel des agronomes du Québec. Ce professionnel confirmera que les conditions en place sont adéquates pour assurer la durabilité à long terme de la végétation.

4.4.7 Critères liés aux changements climatiques

Les critères de fermeture des haldes à stériles doivent tenir compte des effets des changements climatiques dans leur conception. Les changements climatiques devraient se manifester principalement par une augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations extrêmes dans toutes les régions minières du Québec, ainsi que par une augmentation des précipitations annuelles moyennes (URSTM, 2017 ; GIEC, 2018).

Les effets prévus du changement climatique pour les régions minières du Québec (URSTM, 2017) pourraient inclure :

- Une augmentation de la fréquence et de la gravité des phénomènes météorologiques extrêmes.
- Des changements dans les régimes de précipitations, avec une forte tendance à des précipitations plus abondantes et une tendance plus faible à des périodes de sécheresse plus longues.
- Risque accru d'instabilité dans les infrastructures de gestion de l'eau et des stériles/résidus.

La fermeture des haldes à stériles doit intégrer une approche d'adaptation pour faire face à ces impacts. Les éléments clés d'une approche d'adaptation au changement climatique applicable au secteur minier comprennent :

- Définir les impacts des conditions climatiques actuelles et évaluer les impacts climatiques futurs, en tenant compte de divers scénarios climatiques en relation avec le concept de fermeture.
- Comprendre la vulnérabilité des infrastructures minières au changement climatique et identifier les risques associés.
- Identifier les solutions d'adaptation appropriées et les appliquer lors de la conception des structures.

Afin de garantir l'efficacité du système de couverture et la capacité du système de drainage à évacuer efficacement l'eau, des mesures seront intégrées dans la conception finale des structures. Ces mesures permettront de mieux préparer le site aux impacts à moyen et long terme du changement climatique, notamment en tenant compte de l'augmentation des précipitations annuelles moyennes et de la fréquence et de l'intensité accrues des événements extrêmes dans les calculs hydrologiques utilisés pour concevoir les infrastructures de rétention des résidus et des stériles.

5. Gestion de l'eau

5.1 Approche globale de gestion de l'eau

Le plan de gestion de l'eau visait à séparer efficacement les eaux de contact des eaux sans contact, conformément aux exigences de la directive 019 sur l'industrie minière (MELCCFP, 2025). Les eaux de contact seront collectées par des systèmes de collecte composés de fossés et de bassins de rétention. Les eaux de contact provenant de diverses infrastructures du site, notamment les haldes 001 et 002, les installations industrielles et le drainage des mines (à ciel ouvert et souterraines), seront acheminées vers des infrastructures de traitement des eaux (c'est-à-dire des bassins de sédimentation et de polissage) via des stations de pompage. À partir de là, les eaux seront traitées de manière appropriée avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisées dans l'usine de traitement.

Le dessin CAN-A-001-GE-DWG-0001 illustre l'infrastructure de gestion de l'eau sur le site minier, qui comprend cinq éléments principaux :

- Fossés de dérivation des eaux sans contact : il s'agit de structures temporaires conçues pour détourner les eaux sans contact de l'empreinte de la halde 002 pendant les quatre premières années de l'exploitation minière;
- Fossés d'eau de contact : ces fossés sont conçus pour collecter les eaux de ruissellement provenant des haldes 01 et 02 et les acheminer vers les bassins de collecte d'eau de contact désignés ;
- Bassins de collecte des eaux de contact : ces bassins servent d'installations de stockage pour recueillir les eaux de ruissellement provenant des haldes 001 et 002 et de la zone industrielle. Une fois les eaux de contact collectées dans ces bassins, elles sont transférées, par des systèmes de pompage, vers les infrastructures de traitement pour y être traitées ;
- Stations de pompage : stratégiquement réparties sur le site, ces stations servent à transférer l'eau de contact entre le système de collecte et les installations de traitement. Un système de pompage a également été conçu pour fournir un soutien opérationnel à l'approvisionnement en eau pour diverses activités minières.
- Infrastructure de traitement de la zone industrielle : ce système constitue la dernière étape du processus de gestion de l'eau. Il comprend une station de traitement de l'eau, des bassins de sédimentation et un bassin de polissage qui sert d'étape finale de traitement avant le rejet dans l'environnement ou la réutilisation dans l'usine de traitement.

Le surplus d'eau traitée sera rejeté dans la rivière CE15 (fossé naturel entre le lac 001 et le lac 027) à partir du bassin de polissage, garantissant ainsi le respect des normes réglementaires et le maintien d'un point de rejet unique et contrôlé. De plus, des déversoirs d'urgence sont intégrés à la conception des digues de tous les bassins afin de faire face en toute sécurité aux événements extrêmes.

5.2 Bilan hydrologique du site

5.2.1 Description

Un modèle de bilan hydrique à l'échelle du site est un élément essentiel dans l'élaboration et la conception d'un plan de gestion de l'eau pour la mine. Ce modèle a été développé pour soutenir les différentes phases du cycle de vie de la mine, y compris la mise en service et l'exploitation. Il fournit un cadre quantitatif pour estimer les volumes d'eau, leurs mouvements et leurs stockages dans les infrastructures du site, conformément au principe de conservation de la masse. Le modèle tient compte de tous les apports, retraits et transferts internes d'eau, et facilite la prise de décision en matière d'utilisation opérationnelle de l'eau, de rejets dans l'environnement et de dimensionnement des infrastructures.

Le modèle englobe tous les principaux composants du site, y compris la mine à ciel ouvert, la mine souterraine, les haldes, l'usine de traitement, l'usine de pâte, les installations domestiques et les infrastructures de gestion de l'eau, telles que les bassins de sédimentation et le bassin de polissage.

Les principaux objectifs du modèle de bilan hydrique étaient les suivants :

- S'assurer que les niveaux d'eau dans les bassins de la mine se situaient dans des fourchettes opérationnelles acceptables ;
- Évaluer la disponibilité de l'eau pour les besoins opérationnels dans des conditions climatiques variables ; et
- Estimer les volumes de rejets environnementaux provenant du bassin de polissage pendant la durée de vie de la mine.

La figure 702381-5100-4H-Sketch dans l'**Annexe C** présente un schéma de la logique de gestion des flux d'eau du site. Cette figure a été incluse dans la note sur le bilan hydrique CASN-A-320-WM-MEM-0001.

5.2.2 Méthodologie

Le bilan hydrique à l'échelle du site a été élaboré à l'aide de GoldSim™, un logiciel de simulation dynamique développé par GoldSim Technology Group. La structure du modèle comprend des composants modulaires pour chaque bassin versant et chaque élément d'infrastructure, les voies d'écoulement étant représentées sous forme d'écoulements gravitaires, de transferts par pompage et de conduites de refoulement. Le modèle a été exécuté de manière déterministe sur toute la durée de vie de la mine, simulant les débits d'eau quotidiens et les volumes de stockage dans quatre conditions climatiques, à savoir des scénarios moyens, secs, humides et extrêmes.

Le scénario extrême consiste en une année au cours de laquelle un événement hydrologique extrême se produit. Plus précisément, le scénario comprend la fonte d'un manteau neigeux associée à une période de 1 à 100 ans sur 13 jours, suivie d'un événement pluvieux printanier de 24 heures, avec une période de retour de 1 sur 2 000 ans. Cette combinaison a été choisie sur la base de la crue de conception environnementale (CCE) la plus critique utilisée dans la conception des infrastructures pour les composants sensibles au comportement potentiellement générateur d'acide (PGA), y compris la halde 002 (Vision, 2025) . Cet événement a été sélectionné à des fins de simulation afin d'évaluer les performances du système dans des conditions très conservatrices et ne reflète pas la base de conception de toutes les infrastructures.

Tous les scénarios climatiques ont été définis sur la base de l'étude hydrologique de référence (AtkinsRéalis, 2025d), comme résumé dans la section suivante.

5.2.3 Données d'entrée

5.2.3.1 Données climatiques

Les données climatiques ont été obtenues à partir de quatre stations d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), comme indiqué dans le rapport hydrologique de base (AtkinsRéalis, 2025d). Les précipitations mensuelles estimées pour des conditions climatiques moyennes, sèches (1 fois en 100 ans) et humides (1 fois en 100 ans) sont présentées dans le **Tableau 5-1**. Afin de représenter ces scénarios dans le modèle de bilan hydrique, des données climatiques historiques quotidiennes ont été sélectionnées à partir d'années dont les régimes de précipitations correspondaient étroitement aux valeurs mensuelles cibles. Ces années représentatives ont été utilisées pour simuler une variabilité quotidienne réaliste dans chaque scénario, en veillant à la cohérence avec les conditions climatiques à long terme définies dans l'étude hydrologique de base (AtkinsRéalis, 2025d).

De plus, les taux d'évaporation ont été estimés à l'aide de la méthode Thornthwaite, sur la base des données mensuelles de température (**Tableau 5-1**). Les considérations relatives au changement climatique ont été intégrées à l'étude, comme indiqué dans le rapport hydrologique de base (AtkinsRéalis, 2025d), en appliquant :

- Une augmentation de 8 % des précipitations annuelles,
- Une augmentation de 18 % des précipitations extrêmes ; et
- Une augmentation de 5 % de la couverture neigeuse sur 100 ans.

Tableau 5-1 Température, précipitations et évaporation mensuelles (AtkinsRéalis, 2025)

Mois	Température	Précipitations totales (sécheresse centenaire)	Précipitations totales (moyenne)	Précipitations totales (100 ans humides)	Évaporation
	[°C]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Janvier	-24,8	37,5	35,7	36,1	0,0
Février	-21,4	10,8	35,8	39,7	0
Mars	-15,6	12,9	28,1	102,7	0
Avril	-5,6	11,0	37,8	68,7	0
Mai	4,0	10,0	56,4	44,9	38,2
Juin	13,8	18,6	59,9	204,5	97,1
Juillet	16,1	22,7	137,5	106,8	120,5
Août	13,2	107,2	121,8	147,7	98,3
Septembre	8,4	86,0	83,2	156,9	55,2
Octobre	1,5	57,8	82,7	74,1	13,0
Novembre	-7,0	20,0	93,5	54,1	0
Décembre	-20,7	15,1	58,1	62,4	0
Année	-3,2	409,7	830,6	1098,7	422,2

5.2.3.2 Génération des précipitations et du ruissellement

Le ruissellement provenant de divers bassins versants a été estimé à l'aide de la méthode rationnelle, avec des coefficients de ruissellement ajustés selon les saisons en fonction des types de la nature de sols (**Tableau 5-2**). La délimitation des bassins versants a été effectuée sur la base de la topographie et de la disposition des infrastructures.

Tableau 5-2 Coefficients de ruissellement utilisés dans le modèle

Description	Coefficient de ruissellement hivernal	Coefficient de ruissellement estival
Surface de l'eau	1,00	1,00
Forêt	1,00	0,19
À ciel ouvert	1,00	0,80
Sédiments	1,00	1,00
Haldes 001	1,00	0,50
Haldes 002	1,00	0,75
Bassin versant externe	1,00	0,55

5.2.3.3 Zones de drainage et débits de pompage

Les zones de drainage contribuant aux bassins d'eau en contact avec la mine ont été identifiées et résumées dans le **Tableau 5-3**, ainsi que les systèmes de pompage associés. On suppose qu'avant 2032, la mine à ciel ouvert sera partiellement développée et que seule une partie de la superficie des haldes contribuera au système d'équilibre hydrique de l'ensemble du site. Après 2032, la mine à ciel ouvert est considérée comme entièrement développée et l'ensemble de la superficie des haldes est supposé contribuer au ruissellement et à la production d'eau de contact dans le modèle.

Tableau 5-3 Débit de pompage et zone de captage des différentes infrastructures

Zone de drainage/bassin	Bassin versant [m^2]	Débit de pompage [m^3/h]	Volume maximal du bassin [m^3]
Zone industrielle/Bassin de contact n° 1	435 193	1 550	10 000
Zone industrielle/Bassin d'eau de contact n° 2	229 987	800	6 000
Halde 01/Bassin 001	539 763	590	86 000
Halde 01/Bassin 001a	329 252 (0)[1]	360	52 000
Halde 02/Bassin 002	895 856 (0)[1]	870	137 000
Halde 02/Bassin 003	1 699 221 (1 274 416)[1]	2 750	293 000
Empreinte de la mine à ciel ouvert/-	1 329 600 (617 000)[1]	1 000	-
Mine à ciel ouvert (externe)/-	770 000 (352 000)[1]	-	-
-/Bassin de sédimentation 1	15 500	-	42 000
-/Bassin de sédimentation 2	15 500	-	42 000
-/Bassin de polissage	32 000	-	140 000

Remarques :
1 Le chiffre entre parenthèses indique la superficie contributive avant l'année 2032.

5.2.3.4 Apports d'eau souterraine

Les apports d'eau souterraine vers la mine à ciel ouvert et les travaux souterrains sont dirigés vers le bassin de sédimentation. Les taux moyens de drainage sur la durée de vie de la mine sont présentés dans le **Tableau 5-4**.

Tableau 5-4 Taux de drainage de la mine à ciel ouvert et de la mine souterraine (Mailloux, 2024)

Description	Mine à ciel ouvert (m^3 /j)	Mine souterraine (m^3 /j)
2028-2032	1 200	2 600
2032-2036	1 800	3 200
2036-2040	2 600	4 300
2040-2044	2 900	4 600
2044-2049	3 200	4 900

5.2.3.5 Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques traitées provenant du camp permanent et de l'usine de traitement sont rejetées dans le bassin de polissage à un débit de 8,7 m^3 /h. Le débit maximal a été utilisé dans le modèle.

5.2.3.6 Données de traitement

Les entrées et sorties d'eau de traitement ont été fournies par Primero (Primero, 2025) et sont illustrées à la figure W2. Avant 2032, une seule chaîne de traitement sera en service. Après 2032, deux chaînes seront pleinement opérationnelles.

5.2.4 Résultats

Les principales conclusions de l'analyse du bilan hydrique à l'échelle du site sont résumées ci-dessous :

- L'approvisionnement mensuel en eau douce nécessaire à la production d'eau potable varie entre 4 424 m^3/mois et 4 898 m^3/ mois, selon le mois. Une station de pompage dédiée située au lac 308 assure cet approvisionnement.
- Dans des conditions sèches, le bilan hydrique mensuel net du bassin de polissage, défini comme la différence entre les entrées et les sorties, est positif pendant la majeure partie de l'année, à différents stades du développement de la mine. Toutefois, en juin, le bilan devrait devenir temporairement négatif, avec un déficit compris entre environ 1 000 et 5 000 m^3 selon le stade d'exploitation de la mine. Ce bilan négatif peut être compensé par l'approvisionnement à partir du volume de réserve du bassin de polissage, ce qui garantit la fiabilité opérationnelle continue.
- Ce bilan globalement positif est principalement dû aux taux de drainage élevés des travaux à ciel ouvert et souterrains.
- Dans des conditions normales, lorsque la mine est pleinement exploitée, le volume d'eau excédentaire rejeté dans l'environnement varie de 286 000 m^3/mois en hiver à 989 000 m^3/mois au printemps, principalement en raison de la fonte des neiges et des précipitations . Ces volumes ont été estimés comme étant toujours égaux ou inférieurs à 30 % du débit dans le cours d'eau récepteur (CE 15 river).

- Sur une base annuelle, les volumes de rejet estimés dans l'environnement sont les suivants :
  - Année sèche: 4 950 000 m³.
  - Année moyenne: 7 030 000 m³.
  - Année humide: 8 410 000 m³.
- Les bassins de collecte des eaux de ruissellement situés en aval des haldes ont été évalués dans le cadre du scénario extrême et jugés suffisamment dimensionnés pour gérer les volumes de ruissellement sans débordement. Ces bassins ont été conçus pour capter les eaux de contact et les acheminer vers des bassins de sédimentation ou le bassin de polissage pour traitement.
- Les stations de pompage ont été conçues pour gérer l'événement de fonte des neiges prévu par la directive 019 (c'est-à-dire la fonte de la couverture neigeuse centenaire en 13 jours), garantissant ainsi un transfert efficace vers les infrastructures de traitement de l'eau. La simulation du bilan hydrique dans le scénario climatique extrême indique que la capacité du système de pompage est suffisante pendant la crue printanière extrême.
- Dans des conditions de fonctionnement normales, les systèmes de pompage n'utilisent que 40 % de leur capacité installée, ce qui offre une redondance suffisante pour les pics de débit.
- Dans des conditions normales, tous les bassins fonctionnent entre leur niveau d'eau de fonctionnement bas (NEFB) et leur niveau d'eau de fonctionnement maximal (NEFM). Aucun dépassement du NEFB n'a été observé dans des conditions moyennes ou sèches. Dans des conditions humides, des niveaux d'eau temporairement élevés ont été observés, mais ils sont restés dans les limites prévues . Ce phénomène peut être atténué par un pompage optimisé pendant le fonctionnement.
- Le temps de rétention hydraulique (TRH) dans les bassins de sédimentation et de polissage reste constamment supérieur à 24 heures en fonctionnement normal et proche de 18 heures lors d'épisodes de précipitations extrêmes, ce qui est considéré comme suffisant pour une décantation efficace des particules et une amélioration préliminaire de la qualité de l'eau.

Le **Tableau 5-5**, le **Tableau 5-6** et le **Tableau 5-7** présentent les résultats mensuels du bilan hydrique pour les années moyennes, sèches et humides lorsque la mine est pleinement opérationnelle.

Tableau 5-5 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine dans des conditions moyennes

Mois	Bassin 001 vers bassin de polissage	Bassin 001a vers bassin de polissage	Bassin 002 vers bassin 003	Bassin 003 vers UTE	Dénoyage de la fosse vers sédimentation	Dénoyage de la mine souterraine vers séd.	Zone industrielle vers sédimenttion	Effluent final	Prise d'eau douce (lac 308)
	Débit (m^3/mois)								
Octobre	45 894	16 346	61 689	223 514	220 350	168 268	45 284	483 679	4 898
Novembre	41 384	25 583	66 640	236 996	237 139	162 840	45 515	754 321	4 740
Décembre	6 730	4 106	10 567	55 531	121 985	168 268	7 242	325 000	4 898
Janvier	6 559	4 105	10 566	55 529	121 985	168 268	7 243	320 000	4 898
Février	6 272	3 709	9 841	51 718	110 180	151 984	6 541	286 000	4 424
Mars	6 382	4 106	10 264	53 945	121 985	168 268	7 243	322 000	4 898
Avril	8 036	4 999	12 430	60 828	122 376	163 104	8 550	317 000	4 740
Mai	49 968	36 614	119 007	415 939	339 000	168 000	86 708	989 000	4 898
Juin	23 391	17 680	57 113	211 000	210 000	163 000	43 921	704 000	4 740
Juillet	42 106	26 535	101 636	359 000	297 000	168 000	74 842	951 000	4 898
Août	39 479	25 064	94 323	334 000	286 000	168 000	71 275	978 000	4 898
Septembre	20 072	13 153	49 415	185 000	194 000	163 000	37 833	600 000	4 740
TOTAL	**296 273**	**182 000**	**603 491**	**2 243 000**	**2 382 000**	**1 981 000**	**442 197**	**7 030 000**	**57 670**

Tableau 5-6 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine en conditions sèches

Mois	Bassin 001 vers bassin de polissage	Bassin 001a vers bassin de polissage	Bassin 002 vers bassin 003	Bassin 003 vers UTE	Dénoyage de la fosse vers sédimentation	Dénoyage de la mine souterraine vers séd.	Zone industrielle vers sédimenttion	Effluent final	Prise d'eau douce (lac 308)
	Débit (m^3/mois)								
Octobre	16 757	10 819	38 299	142 902	179 283	168 268	30 625	387 880	4 898
Novembre	9 636	6 008	14 496	67 735	128 548	162 840	10 905	355 790	4 740
Décembre	6 741	4 106	10 148	53 012	121 985	168 268	7 243	338 330	4 898
Janvier	6 742	4 106	10 148	53 013	121 985	168 268	7 242	307 000	4 898
Février	6 089	3 708	9 166	47 867	110 180	151 984	6 542	274 000	4 424
Mars	6 741	4 106	10 148	53 024	121 985	168 268	7 242	321 000	4 898
Avril	6 535	4 168	9 822	51 295	118 050	163 104	7 044	312 000	4 740
Mai	13 656	13 220	30 678	119 130	162 984	168 000	23 584	491 000	4 898
Juin	5 713	5 807	12 946	61 977	123 000	163 000	12 156	348 000	4 740
Juillet	6 091	3 896	13 936	62 370	129 000	168 000	14 182	340 000	4 898
Août	24 135	15 484	55 168	198 770	214 000	168 000	45 142	718 000	4 898
Septembre	28 385	18 212	64 882	227 905	232 000	163 000	51 539	759 000	4 740
TOTAL	**137 221**	**93 640**	**279 837**	**1 139 000**	**1 763 000**	**1 981 000**	**223 446**	**4 952 000**	**57 670**

Tableau 5-7 Bilan hydrique mensuel pour les principales infrastructures de la mine en conditions humides

Mois	Bassin 001 vers bassin de polissage	Bassin 001a vers bassin de polissage	Bassin 002 vers bassin 003	Bassin 003 vers UTE	Dénoyage de la fosse vers sédimentation	Dénoyage de la mine souterraine vers séd.	Zone industrielle vers sédimenttion	Effluent final	Prise d'eau douce (lac 308)
	Débit (m^3/mois)								
Octobre	21 804	14 001	49 605	180 796	202 930	168 268	38 978	464 044	4 898
Novembre	10 844	6 744	16 313	71 395	132 623	162 840	12 345	399 870	4 740
Décembre	6 741	4 106	10 148	53 013	121 985	168 268	7 242	318 086	4 898
Janvier	6 742	4 106	10 148	53 012	121 985	168 268	7 243	315 000	4 898
Février	6 089	3 708	9 166	47 881	110 180	151 984	6 541	281 000	4 424
Mars	6 741	4 106	10 148	53 013	121 985	168 268	7 243	315 000	4 898
Avril	6 649	4 249	9 995	52 148	118 439	163 104	7 167	303 000	4 740
Mai	49 676	36 055	112 833	377 937	334 873	168 000	85 581	975 000	4 898
Juin	120 033	77 911	268 467	873 805	658 000	163 000	204 956	2 147 000	4 740
Juillet	32 686	20 963	74 685	259 000	255 000	168 000	59 924	884 000	4 898
Août	46 195	29 622	105 523	357 000	320 000	168 000	82 899	1 041 000	4 898
Septembre	45 123	28 922	103 034	345 000	311 000	163 000	80 351	967 000	4 740
TOTAL	**359 323**	**234 493**	**780 065**	**2 724 000**	**2 809 000**	**1 981 000**	**600 470**	**8 410 000**	**57 670**

5.3 Haldes 001 et 002

5.3.1 Description

La halde 001 est exclusivement destinée au stockage des stériles à faible risque, tandis que la halde 02 est destinée au stockage des stériles et des résidus potentiellement générateurs d'acide (PGA) et lixiviables en métaux (LM). Des systèmes de gestion de l'eau dédiés ont été mis en place pour les deux stocks afin de séparer et de gérer efficacement les eaux de contact, conformément à la directive 019 (MELCCFP, 2025). Ces systèmes comprennent principalement des fossés de collecte périphériques, des bassins de rétention des eaux de contact avec des déversoirs d'urgence intégrés et des infrastructures de pompage pour assurer le transport et la collecte efficaces des eaux de contact.

Les principaux éléments des systèmes de gestion de l'eau sont les suivants :

- Fossés de collecte des eaux de contact périphériques : chaque zone de stockage est entièrement entourée de quatre fossés périphériques conçus pour intercepter les eaux de ruissellement générées par les précipitations et l'écoulement de surface. Ces fossés acheminent les eaux de contact vers les bassins de rétention désignés ;
- Bassins de collecte des eaux de contact : il est proposé que les eaux de ruissellement collectées dans les fossés soient acheminées vers deux bassins de rétention adjacents, également proposés pour chaque halde. Ces bassins servent de structures de confinement primaires, assurant la décantation initiale des solides en suspension et le stockage temporaire lors d'événements de débit élevé. Chaque bassin est équipé d'un déversoir d'urgence afin de gérer en toute sécurité les débordements lors d'événements de précipitations extrêmes et d'empêcher le débordement.
- Systèmes de pompage : l'excès d'eau des bassins de rétention est activement pompé vers un bassin de sédimentation situé dans la zone industrielle. Cela facilite le respect des normes environnementales en matière de rejet et favorise la réutilisation de l'eau traitée dans l'usine de traitement.

De plus, il est proposé d'installer des fossés de dérivation d'eau sans contact dans la halde 002 afin de détourner les eaux de ruissellement de la superficie du site pendant les quatre premières années d'exploitation de la mine.

L'ensemble des infrastructures de gestion de l'eau associées aux haldes 001 et 002 est respectivement illustré dans les dessins CASN-A-370-GT-DWG-0001 et CASN-A-370-GT-DWG-0002. Les spécifications détaillées de conception de chaque composant sont fournies dans les sections suivantes.

5.3.2 Fossés de collecte des eaux de contact périphériques

5.3.2.1 Approche de conception

Un ensemble de fossés de collecte a été conçu pour recueillir les eaux de ruissellement produites dans chaque zone de stockage. Pour la halde 01, les fossés 01-01, 01-02, 01A-01 et 01A-02 recueillent les eaux de ruissellement de surface et les acheminent vers les bassins 01 et 01A. De même, pour la halde 02, les fossés 02-01, 02-02, 03-01 et 03-02 dirigent les eaux de ruissellement vers les bassins 02 et 03. En raison de la présence de stériles générateurs d'acide et de résidus dans la halde 02, les fossés seront revêtus d'une géomembrane en polyéthylène linéaire à basse densité (LLDPE) de 1,5 mm. Tous les fossés sont conçus pour supporter un débit de pointe produit par des précipitations estivales centennales, avec une hauteur libre minimale de 0,6 m. Le débit de conception a été estimé à l'aide de la méthode rationnelle :

$$Q_p = 0.28 \times C \times i \times A \quad (1)$$

Où :

- Q_P: estimation du débit de pointe (m^3 /s) ;
- A: La superficie du bassin versant contributeur (km^2) ;
- i: l'intensité d'averse type (mm/h), égale à 91,2 mm/h en 15 min (AtkinsRéalis, 2025c), et
- C: le coefficient de ruissellement. Une valeur de 0,25 a été choisie pour refléter les conditions de haute perméabilité des stériles miniers de NAG.

De plus, la profondeur des fossés fournis par les remblais est conçue pour empêcher le débordement lors d'événements extrêmes pouvant atteindre le débit maximal probable (DMP). Cette approche conservatrice garantit l'intégrité des remblais et minimise le risque de déversement incontrôlé lors de conditions météorologiques très extrêmes.

Les caractéristiques hydrauliques correspondant au débit de conception ont été obtenues à l'aide de la formule de Manning :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * A * R^{\frac{2}{3}} * S_0^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Où :

- Q: le débit (m^3 /s);
- n: le coefficient de rugosité de Manning (une valeur de 0,035 a été prise en compte);
- A: la section d'écoulement (m^2);
- R: le rayon hydraulique (m), et
- S_0: la pente du canal (%).

Afin de protéger contre l'érosion causée par les écoulements à grande vitesse, un géotextile de séparation et un revêtement en enrochement ont été incorporés le long des fossés. La taille et l'épaisseur minimales requises pour l'enrochement ont été déterminées en fonction des vitesses d'écoulement, conformément aux directives fournies dans le MTQ (2024).

5.3.2.2 Résultats

Les spécifications détaillées des fossés de collecte périphériques conçus autour des haldes 01 et 02 sont présentées respectivement dans le **Tableau 5-8** et **Tableau 5-9**.

Tableau 5-8 Configuration des fossés de collecte d'eau de contact dans la halde 01

Paramètres	Unité	Fossé 01-01	Fossé 01-02	Fossé 01A-01	Fossé 01A-02
Emplacement de la sortie	[-]	Étang 01	Étang 01	Étang 01A	Étang 01A
Géométrie	[m]	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale
Largeur inférieure	[m]	1,5 à 2,0	1,5	2,0	1,5
Pente latérale	[H:V]	2:1	2:1	2:1	2:1
Longueur approximative du fossé	[m]	1 500	800	1 000	900
Pente longitudinale	[%]	0,5 à 11,9	0,5 à 8,0	0,5 à 4,9	0,9 à 6,1
Profondeur minimale	[m]	1,0 à 1,2	1,0	1,0	1,0
Taille des enrochements (D50)	[mm]	200 à 300	200	200	200
Épaisseur de la couche d'enrochement	[m]	0,3 à 0,45	0,3	0,3	0,3

Tableau 5-9 Configuration des fossés de collecte d'eau dans la halde 02

Paramètres	Unité	Fossé 02-01	Fossé 02-02	Fossé 03-01	Fossé 03-02
Emplacement de la sortie	[-]	Étang 02	Étang 02	Étang 03	Étang 03
Géométrie	[m]	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale
Largeur inférieure	[m]	2,5	1,5 à 3,0	2,0 à 5,0	1,0
Pente latérale	[H:V]	3:1	3:1	3:1	3:1
Longueur approximative du fossé	[m]	1 000	1 600	4 200	400
Pente longitudinale	[%]	0,5 à 9,0	0,7 à 5,9	0,5 à 6,0	0,5 à 5,6
Profondeur minimale	[m]	1,5	1,1 à 1,3	1,2 à 2,2	1,0
Taille des enrochements (D50)	[mm]	200 à 300	200	200 à 300	200
Épaisseur de la couche d'enrochement	[m]	0,3 à 0,45	0,3	0,3 à 0,45	0,3

5.3.3 Bassins de collecte des eaux de contact

5.3.3.1 Approche de conception

Comme décrit dans la **Section 5.1**, les bassins de collecte des eaux de contact font partie intégrante du système de gestion de l'eau du site. Ils sont conçus pour collecter et transférer les eaux de contact vers l'installation de traitement de la zone industrielle afin qu'elles y soient traitées avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisées dans l'usine de traitement.

Les eaux de ruissellement provenant de la halde 001 doivent être collectées par un ensemble de fossés périphériques et acheminées vers les bassins 01 et 01A. Ces bassins sont conçus pour offrir un temps de rétention adéquat et sont équipés de conduites d'aspiration stratégiquement placées afin d'optimiser l'élimination des matières en suspension totales (MES). L'eau traitée est ensuite pompée vers le bassin de polissage situé dans la zone industrielle, où un polissage final des MES est effectué afin d'améliorer encore la qualité de l'eau.

Pour la halde 002, qui contient des déchets rocheux et des stériles potentiellement générateurs d'acide (PGA) et de lixiviation des métaux (LM), les eaux de ruissellement sont également collectées via des fossés périphériques et dirigées vers les bassins 02 et 03. Ces bassins servent de première étape de confinement et de traitement avant que l'eau ne soit transférée vers la zone industrielle pour le traitement des métaux. Après traitement, l'eau peut être rejetée dans l'environnement ou réutilisée dans l'usine de traitement.

La conception de tous les bassins d'eau de contact est conforme à la directive 019 (MELCCFP, 2025), qui exige que les bassins soient capables de gérer les volumes d'eau de contact, y compris le volume d'inondation associé à la crue de conception environnementale (CCE). Les critères de CCE pour chaque composante de l'infrastructure sont les suivants :

- Halde 001 (bassins 01 et 01A) : précipitations sur 24 heures survenant une fois tous les 100 ans, combinées à une fonte des neiges survenant une fois tous les 100 ans sur 13 jours .
- Réserve 002 (bassins 02 et 03) : précipitations sur 24 heures survenant une fois tous les 2 000 ans, combinées à une fonte des neiges survenant une fois tous les 100 ans et s'étalant sur 13 jours.

Pour gérer la CCE, les bassins sont équipés de systèmes de pompage actifs, et un pompage d'urgence équivalent à deux jours de panne de pompe a également été pris en compte. La capacité de pompage a été déterminée pour correspondre au taux moyen de fonte des neiges sur 100 ans.

Les niveaux d'eau opérationnels dans les bassins ont été définis afin de garantir un fonctionnement fiable des pompes. Le niveau d'eau opérationnel bas est fixé de manière à maintenir une immersion suffisante pour le fonctionnement des pompes (par exemple, 0,3 m minimum), et le niveau d'eau opérationnel maximal inclut le ruissellement provenant d'un événement pluvieux estival de 24 heures survenant une fois tous les deux ans.

5.3.3.2 Résultats

Le **Tableau 5-10** résume les principaux paramètres de conception de tous les bassins. De plus, les courbes d'élévation-stockage des bassins sont également illustrées dans les figures W3 à W6 (voir l'**Annexe C**).

Tableau 5-10 Paramètres de conception des bassins de collecte d'eau de contact

Paramètres	Unité	Bassin 01	Bassin 01A	Bassin 02	Bassin 03
Halde associée	[-]	Halde01	Halde01	Halde02	Halde02
Zone de captage	[m2]	621 300	378 400	935 300	1 933 200
Altitude minimale	[m]	368,0	373,8	382,0	381,0
Niveau d'eau de fonctionnement bas (LOWL)	[m]	368,3	374,1	382,5	381,5
Niveau d'eau maximal d'exploitation (MOWL)	[m]	370,0	374,8	388,2	386,1
Niveau d'eau maximal CCE	[m]	371,5	376,5	391,4	389,7
Capacité de stockage en dessous du niveau maximal CCE	[m3]	80 142	52 201	137 300	293 200
Capacité de pompage maximale requise	[m3/h]	592	361	866	1 837

5.3.4 Déversoirs d'urgence

5.3.4.1 Approche conceptuelle

Afin d'assurer un fonctionnement sûr lors d'événements extrêmes, des déversoirs d'urgence sont intégrés à la conception de tous les bassins, y compris les bassins 01 et 01A (halde 01) et les bassins 02 et 03 (halde 02). Les déversoirs ont été conçus pour évacuer en toute sécurité les crues supérieures à la CCE, empêchant ainsi tout débordement et tout déversement incontrôlé.

Conformément à la directive 019 (MELCCFP, 2025), tous les déversoirs d'urgence sont conçus sur la base du débit de crue de référence (CCA), qui correspond à la crue maximale probable (PMF). L'hydrogramme CCA a été élaboré à partir de l'hydrogramme d'un événement de précipitations maximales probables (PMP) sur 72 heures et simulé à l'aide d'un modèle hydrologique construit dans le système de modélisation hydrologique (HEC-HMS) version 4.11, développé par le Corps des ingénieurs de l'armée américaine (USACE).

L'élévation du seuil des déversoirs d'urgence a été établie de manière à garantir que chaque bassin puisse contenir entièrement le volume de la CCE sans déclencher le déversoir. De plus, des revanches de 1 m (pour les bassins de la halde 01) et de 1,5 m (pour les bassins de la halde 02) ont été intégrées afin de tenir compte des incertitudes spécifiquement associées à l'estimation du niveau d'eau maximal de la CCE.

La section de contrôle de chaque déversoir d'urgence a été conçue sous forme trapézoïdale intégrant un déversoir à crête large. Les capacités de déversement ont été estimées à l'aide de l'équation standard du déversoir à crête large :

$$Q = C_w \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}} + 2 \cdot (\frac{2}{5} \cdot Z \cdot C_{ws} \cdot H^{\frac{5}{2}}) \quad (3)$$

Où :

- Q: Débit (m³/s) ;
- L: longueur effective du déversoir (m) ;
- H: hauteur d'eau au-dessus de la crête du déversoir (m) ;
- Z: Pente latérale de la section de contrôle du déversoir (H:1V) ;
- C_W: Coefficient de débit pour la section rectangulaire (centrale) du déversoir (égal à 1,7, valeur raisonnable pour les déversoirs à crête large) ;
- C_{WS}: Coefficient de débit pour la section latérale (en pente) du déversoir (égal à 1,7, valeur raisonnable pour les déversoirs à crête large).

Le dimensionnement a été réalisé à l'aide d'un processus itératif basé sur le routage des hydrogrammes CCA dans le réservoir, tout en garantissant le respect des exigences en matière de revanche dans les conditions CCA et CCE. Plus précisément, les sections de contrôle du déversoir ont été conçues pour maintenir une revanche minimale de 0,6 m au-dessus du niveau d'eau maximal CCA.

Compte tenu des contraintes topographiques du site, les chutes du déversoir ont été conçues pour évacuer en toute sécurité le débit de pointe associé à l'CCA. La géométrie des chutes et du déversoir (sections de contrôle) est similaire, de sorte que l'ensemble de la structure du déversoir conservera une section transversale homogène sur toute sa longueur. Les caractéristiques d'écoulement dans les chutes du déversoir ont été estimées à l'aide de l'équation de Manning (équation 2). La revanche minimale requise dans la chute du déversoir a été déterminée comme suit (USBR, 2022) :

$$Freeboard\ in\ chute\ (ft) = 2.0 + 0.025v\sqrt[3]{d} \quad (4)$$

Où :

- v: la vitesse moyenne (ft/s) ;
- d: la profondeur de l'eau dans la chute (ft).

Une protection en enrochement est intégrée à la conception des crêtes et des chutes du déversoir afin d'atténuer l'érosion causée par les écoulements à grande vitesse lors d'événements extrêmes. La taille et l'épaisseur minimales requises pour l'enrochement au niveau des sections de contrôle du déversoir ont été déterminées sur la base des directives fournies par le MTQ (2024). Pour les chutes du déversoir, le dimensionnement de l'enrochement a été effectué à l'aide de la méthodologie recommandée par la FEMA (2014). L'épaisseur minimale requise de la couche d'enrochement dans les chutes a été fixée à deux fois le diamètre médian des pierres (2 × D_{50}) afin d'assurer une stabilité adéquate.

5.3.4.2 Résultats

Les caractéristiques détaillées des sections de contrôle des déversoirs, l'élévation minimale de la crête du remblai et la protection par enrochement sont résumées dans le **Tableau 5-11** De plus, le **Tableau 5-16** résume les caractéristiques d'écoulement et les configurations conçues pour les chutes des déversoirs.

Tableau 5-11 Configuration de la section de contrôle des déversoirs d'urgence

Paramètres	Unité	Déversoir 01	Déversoir 01A	Déversoir 02	Déversoir 03
Halde associée	[-]	Halde 01	Halde 01	Halde 02	Halde 02
Bassin associé	[-]	Bassin 01	Bassin 01A	Bassin 02	Bassin 03
Déversoir Crête Géométrie de la crête	[-]	**Trapézoïdal**	**Trapézoïdal**	**Trapézoïdal**	**Trapézoïdal**
Longueur de la crête du déversoir	[m]	10	8	13	20
Pente latérale de la crête du déversoir	[H:V]	3:1	3:1	3:1	3:1
Hauteur du seuil du déversoir	[m]	371,65	376,65	391,55	389,85
Débit maximal CCA	[m^3 /s]	33,2	21,5	29,7	61,5
Débit maximal CCA	[m^3 /s]	11,7	9,9	18,6	22,8
Niveau d'eau maximal CCA	[m]	372,4	377,4	392,4	390,6
Altitude de la crête du barrage	[m]	373,0	378,0	393,0	391,2
Revanche CCA	[m]	0,6	0,6	0,6	0,6
Taille des enrochements (D50)	[mm]	200	200	200	200
Épaisseur de la couche d'enrochement	[m]	0,3	0,3	0,3	0,3

Tableau 5-12 Configuration des chutes des déversoirs d'urgence

Paramètres	Unité	Déversoir 01	Déversoir 01A	Déversoir 02	Déversoir 03
Halde associée	[-]	Halde 01	Halde 01	Halde 02	Halde 02
Géométrie de la goulotte	[-]	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale	Trapézoïdale
Largeur du fond de la goulotte	[m]	10	8	13	20
Pente latérale de la goulotte	[H:V]	3:1	3:1	3:1	3:1
Pente longitudinale de la goulotte	[%]	~14	~6	~8	~6
Profondeur minimale de la goulotte	[m]	1,1	1,1	1,2	1,1
Profondeur du flux de conception	[m]	0,3	0,4	0,4	0,7
Vitesse de débit nominale	[m/s]	3,3	2,6	3,1	2,7
Taille des enrochements (D50)	[mm]	300	300	300	300
Épaisseur de la couche d'enrochement	[m]	0,6	0,6	0,6	0,6

5.3.5 Fossés temporaires de dérivation d'eau sans contact

5.3.5.1 Approche de conception

Afin de séparer les eaux sans contact et les eaux de contact et de réduire le volume d'eau de contact nécessitant un traitement, des fossés temporaires de dérivation des eaux sans contact seront construits autour de la superficie de la halde 02 pendant les quatre premières années d'exploitation de la mine. Ces fossés ont été conçus pour intercepter les eaux de ruissellement propres et les détourner de la zone perturbée. Les eaux de ruissellement détournées seront acheminées vers le système de drainage naturel, ce qui minimisera la charge hydraulique sur l'infrastructure de gestion des eaux de contact et favorisera le respect des objectifs de protection de l'environnement.

Conformément à la règle empirique en vigueur dans l'industrie, les fossés de dérivation hors contact sont conçus en utilisant comme critère de conception un événement pluvieux survenant une fois tous les 25 ans. Le débit de conception a été estimé à l'aide de la méthode rationnelle (équation 1), en tenant compte des coefficients de ruissellement de 0,6 et 1,0, respectivement, pour les événements estivaux et printaniers. Les caractéristiques hydrauliques correspondant au débit de conception ont été déterminées à l'aide de l'équation de Manning, telle que présentée dans l'équation 2. Une revanche minimale de 0,3 m a été intégrée afin d'assurer un transport sûr et d'éviter tout débordement dans des conditions de tempête de conception. Afin de protéger contre l'érosion et de maintenir l'intégrité structurelle, un revêtement en enrochement est recommandé lorsque cela est nécessaire, la taille et l'emplacement étant déterminés sur la base des directives du MTQ (2024).

5.3.5.2 Résultats

Trois fossés de collecte périphériques temporaires ont été conçus avec une largeur de base de 2 m et des pentes latérales de 2:1 H:V. Chaque fossé est revêtu d'un géotextile de séparation et d'enrochement pour assurer la protection contre l'érosion. Ces fossés seront mis hors service à mesure que l'empreinte du stock s'agrandira.

5.4 Haldes de morts-terrains 04 et 05 et empilements organiques

5.4.1 Description

Les matériaux de recouvrement seront empilés dans quatre zones désignées :

- La halde à morts-terrains 004 situé au sud de la fosse, d'une superficie de 23 ha ;
- La halde à morts-terrains 005 situé au sud-est de la fosse, d'une superficie de 27 ha, et
- Deux haldes pour matériaux organiques situés au sud de la halde 01 et au nord de la zone industrielle, d'une superficie totale d'environ 11 hectares.

La gestion de l'eau de ces haldes repose sur le concept de bassins de rétention, où les eaux de ruissellement sont temporairement stockées pour permettre la décantation des sédiments avant d'être progressivement rejetées dans l'environnement.

5.4.2 Approche conceptuelle

Comme indiqué dans la section précédente, un système de bassins de rétention a été mis en place pour gérer les eaux de ruissellement provenant des halde à mort-terrains. Ce système consiste en des bassins de stockage temporaires formés par des digues construites à partir de remblais rocheux perméables à faible risque, stratégiquement placés autour des haldes afin d'intercepter les eaux de ruissellement chargées de sédiments. Les digues sont conçues pour contenir temporairement les eaux de ruissellement provenant de précipitations dont la période de retour est de 10 ans. Le volume de stockage prévu a été estimé à l'aide de la méthode rationnelle (équation 2), en appliquant un coefficient de ruissellement de 0,75. L'eau stockée se dissipe par la suite par infiltration ou évaporation.

5.4.3 Résultats

Une coupe transversale type des bassins de rétention est présentée dans le dessin CASN-A-370-GT-DWG-0005-B (**Annexe B**). Chaque bassin mesure environ 15 m de long et est entouré d'une digue d'une hauteur de 0,8 m. Ces caractéristiques offrent ensemble une capacité de confinement suffisante et permettent d'atteindre les performances hydrotechniques prévues.

5.5 Zone industrielle

5.5.1 Description

La zone industrielle sera située juste au nord-est de la fosse proposée, comme indiqué sur le dessin CASN-A-001-GE-DWG-0001-B (**Annexe B**). Dans ce secteur, toutes les infrastructures liées aux processus et au traitement seront développées, y compris le campement. Voici un aperçu des infrastructures de gestion de l'eau qui entrent dans le cadre de ce projet :

- Un bassin de polissage;
- Deux bassins de sédimentation;
- Deux bassins de contact, le bassin 1 et le bassin 2 ;
- Une usine de traitement des eaux (UTE décrite à la **Section 7.2**, et
- Une UTE pour les eaux de contact contaminées aux métaux, décrite à la **Section 7.2**.

Il convient de noter que les fossés de dérivation et les systèmes de drainage routier ne font pas partie du champ d'application du présent mandat.

5.5.2 Conception des bassins

5.5.2.1 Approche de conception

Dans le cadre de la stratégie de gestion de l'eau du site, un système de bassins interconnectés a été conçu pour gérer et traiter l'eau provenant de diverses sources. Le système comprend :

- Deux bassins de sédimentation pour le traitement primaire ;
- Deux bassins de collecte (BC1 et BC2) pour la capture des eaux de ruissellement, et
- Un bassin de polissage pour le traitement final et le stockage.

5.5.2.1.1 Critères généraux de conception des bassins de polissage et de sédimentation :

Les bassins de sédimentation et de polissage sont classés comme des ouvrages à conséquences significatives, conçus pour gérer les eaux de contact à faible risque et dotés de fonds étanchéisés afin d'empêcher les infiltrations. Leur dimensionnement permet d'accommoder un événement pluvieux d'une période de retour de 1 fois sur 1 000 ans (CCE) et comprend des déversoirs d'urgence conçus pour la crue maximale probable (PMP/PMF). Afin de garantir un fonctionnement sûr et sécuritaire, une revanche minimale de 1,0 m est maintenue au-dessus du niveau maximal de la CCE et de 0,6 m au-dessus du niveau maximal de la CCA.

5.5.2.1.2 Bassins de sédimentation

Deux bassins de sédimentation sont prévus dans le cadre de ce projet afin d'éliminer les solides en suspension de l'eau collectée dans divers secteurs, qui sera transférée à l'aide de systèmes de pompage. Les bassins de sédimentation se déverseront par gravité dans le bassin de polissage.

Les principaux apports par pompage vers les bassins de sédimentation sont les suivants :

- Assèchement de la mine à ciel ouvert ;
- Assèchement de la mine souterraine, et
- Ruissellement provenant de la zone industrielle (initialement collecté dans les bassins BC1 et BC2).

5.5.2.1.3 Bassins de collecte (BC)

Comme mentionné dans la **Section 4.2.2** , les critères de conception des bassins de collecte sont les suivants :

- Les bassins sont entièrement excavés et ne comportent aucun remblai de barrage ;
- La caractérisation de l'eau est considérée comme présentant un faible risque, et les deux bassins sont revêtus afin d'empêcher les infiltrations ;
- Le débit de référence pour les deux bassins est une fonte des neiges sur 13 jours avec une probabilité de 1 sur 100, suivie d'un événement pluvieux avec une probabilité de 1 sur 1 000 ; et
- une revanche minimale de 1,0 m est maintenue au-dessus du niveau d'eau maximal de la CCE.

Pendant les mois d'hiver, les bassins de collecte (BC1 et BC2) peuvent être vidés dans le bassin de polissage à l'aide d'une pompe diesel. Cette opération permet d'éliminer complètement les sédiments accumulés dans ces installations. Une approche similaire peut être appliquée à l'un des deux bassins de sédimentation. Étant donné l'absence d'apports en provenance des BC1 et BC2 pendant l'hiver, un seul bassin de sédimentation est nécessaire pour traiter les eaux de déshydratation. Ainsi, chaque hiver, l'un des bassins de sédimentation peut être vidé dans le bassin de polissage, ce qui permet d'éliminer les sédiments du fond et d'effectuer l'entretien courant.

5.5.2.1.4 Bassin de polissage

Comme indiqué, le bassin de polissage constitue la dernière étape du processus de traitement et remplit trois fonctions clés :

- Il regroupe tous les apports liés à l'exploitation minière, offrant ainsi un point de rejet unique ;
- Il assure le traitement final de l'eau avant son rejet, et
- Il sert de réserve d'eau douce pour l'usine de traitement et l'usine de pâte.

Les critères de conception pour le dimensionnement des bassins dans le cadre de l'étude de faisabilité étaient basés sur le temps de rétention hydraulique (HRT). Afin d'assurer une gestion adéquate de l'eau pendant l'inondation de conception environnementale (CCE), les bassins doivent fournir un HRT minimum de 16 heures dans les conditions de la CCE. Pour les bassins de sédimentation, le HRT a été augmenté à 18 heures afin d'améliorer les performances pendant la CCE.

5.5.2.2 Résultats

Le **Tableau 5-13** résume les résultats de la conception des bassins de sédimentation et du bassin de polissage.

Tableau 5-13 Bassins de la zone industrielle

Bassin	Apports	Pente des parois latérales	Superficie	Volume	Temps de rétention hydraulique (en fonctionnement normal)	Temps de rétention hydraulique (pendant CCE)
		(H:V)	(m2)	(m3)	(Hr)	(Hr)
Bassin de sédimentation 01	Assèchement de la fosse à ciel ouvert Assèchement de la mine souterraine	4:1	15 500	42 000	>37	>18
Bassin de sédimentation 02	Zone industrielle (BC1) Zone industrielle (BC2)	4:1	15 500	42 000	>44	>18
Bassin de polissage	Tout	1:1	32 000	140 000	>36	>16

Les principales caractéristiques des bassins sont décrites ci-dessous :

Les remblais des bassins seront principalement constitués de stériles, avec une couche de transition en pierre et une couche de sable en amont. Une largeur de crête de 10 m a été prévue avec une pente amont de 3H:1V et une pente aval de 2H:1V. Les pentes des digues amont et le bassin de rétention seront recouverts d'une géomembrane LLDPE texturée de 1,5 mm. La base des bassins est recouverte d'une couche de poids de 0,3 m d'épaisseur sur un géotextile de protection, tandis que les pentes recouvertes seront exposées. L'élévation des remblais des bassins est déterminée en appliquant des critères de revanche qui satisfont à la fois aux conditions CCE et CCA au-dessus des volumes de stockage requis prévus dans le **Tableau 5-13**. Plus précisément, la revanche requise est la plus grande des deux valeurs suivantes : 1,0 m au-dessus du niveau d'eau maximal CCE ou 0,6 m au-dessus du niveau d'eau maximal CCA. Le **Tableau 5-13** les résultats de la conception des bassins de sédimentation et du bassin de polissage.

- Chaque bassin de sédimentation comprend une rampe d'accès pour faciliter l'enlèvement périodique des sédiments accumulés.
- Chaque bassin de sédimentation est équipé d'un déversoir rectangulaire en béton pour acheminer les flux CCE et CCA vers le bassin de polissage afin d'éviter le débordement des bassins de sédimentation.
- Le bassin de polissage a été conçu pour évacuer les débits normaux via trois ponceaux de 36 pouces de diamètre à travers le barrage. Un déversoir de secours est également prévu dans la conception pour évacuer en toute sécurité les débits entrants dépassant la CCE. Le déversoir de secours a une configuration trapézoïdale avec un seuil en béton de 10 m de large dans le barrage. Le canal de décharge du déversoir nécessite une plate-forme pour fournir une pente de 18 %. Le canal de décharge comprend un géotextile de séparation avec un enrochement fourni comme protection contre l'érosion.

5.5.3 Déversoirs

5.5.3.1 Approche de conception

Pour la conception des déversoirs, la procédure décrite dans la **Section 5.5.2** a été prise en considération. La conception des bassins a été réalisée pour trois conditions : une dans des conditions hydrologiques normales ou de fonctionnement normal du système, et deux dans des conditions d'inondation, l'inondation de conception environnementale (CCE) et l'inondation de conception d'entrée (CCA). Pour estimer le débit sortant des bassins de sédimentation et de polissage, les résultats du bilan hydrique ont été utilisés, en supposant que l'effluent représente au maximum 30 % du débit de la source (rivière CE 15).

Comme le montre le **Tableau 5-14**, les structures des bassins de sédimentation et de polissage reçoivent des apports provenant de deux sources : le débit des pompes et les précipitations directes provenant de leurs surfaces de drainage. Dans des conditions hydrologiques normales, on suppose que les pompes fonctionnent à 40 % de leur capacité maximale (comme décrit à la **Section 7.3**). Pour les scénarios CCE et CCA, on a supposé une capacité maximale des pompes (efficacité de 100 %).

Pour les précipitations directes, un événement pluvieux d'une fréquence de 1 fois tous les 2 ans a été utilisé comme critère conservateur pour les conditions normales. Pour le scénario CCE, un événement pluvieux d'une fréquence de 1 fois tous les 1 000 ans a été pris en compte, tandis que, pour le scénario CCA, la précipitation maximale probable (PMP) a été utilisée. Ces bases sont également résumées dans le **Tableau 5-14**.

Tableau 5-14 Scénarios pris en compte pour le calcul du débit pour chaque condition hydrologique

Scénario/Source	Conditions normales	CCE	CCA
Capacité de pompage	40 % de l'efficacité maximale	100 % de l'efficacité maximale	100 % de l'efficacité maximale
Précipitations directes sur les étangs	1 précipitation de période de retour de 2 ans	1 précipitation de période de retour de 1 000 ans	PMP (5 min)

Le déversoir fonctionnera comme une structure unique, à la fois opérationnelle et d'urgence. Il permettra donc le passage de tous les débits de crue vers le PMF. Le **Tableau 5-15** résume le débit sortant pour chaque scénario hydrologique pour les bassins de sédimentation et de polissage.

Tableau 5-15 Débit source vers le bassin de sédimentation et le bassin de polissage dans les conditions hydrologiques prévues

	Conditions normales (m^3 /s)	CCE (m^3 /s)	CCA (m^3 /s)
Bassin de sédimentation 1	0, 6	1,4	5,1
Bassin de sédimentation 2	0,5	1,5	5, 3
Bassin de polissage	1, 9	5,7	20. 9

Pour la conception des déversoirs, une simulation de l'écoulement des crues à travers les structures a été utilisée. Pour cela, le type de déversoir à crête large a été appliqué aux bassins de sédimentation et de polissage. Pour le bassin de sédimentation, la section rectangulaire est conçue, et pour le bassin de polissage, la section trapézoïdale est envisagée. La formule à crête large est présentée et décrite dans la **Section 5.3.4 .**

La conception a intégré des critères de revanche afin d'éviter tout débordement. Plus précisément, une revanche minimale de 1,0 m a été établie pour le scénario CCE, tandis qu'un minimum de 0,6 m a été fixé pour le scénario CCA, mesuré à partir de la crête du déversoir. Ces critères ont été mis en œuvre afin de garantir une conception optimale et robuste.

5.5.3.2 Résultats

Le **Tableau 5-16** résume les résultats de la conception des déversoirs. Il convient de noter que la même conception de déversoir a été appliquée aux deux bassins de sédimentation, car la différence entre les débits sources des deux bassins est négligeable (par exemple, le débit total de l'CCA vers le bassin de sédimentation 1 est de 5,1 m3/s, tandis que la valeur correspondante pour le bassin de sédimentation 2 est de 5,3 m^3/s).

Tableau 5-16 Caractéristiques des déversoirs et des débits associés dans les bassins de sédimentation et le bassin de polissage

		Bassins de sédimentation	Bassin de polissage
	Seuil du déversoir (m)	381,8	381,4
	Hauteur de crête suggérée	383	382,4
	Largeur du fond (m)	5	10
	Pente latérale	0H:1V (rectangulaire)	3H:1V (trapézoïdale)
	Élévation de la crête (m)	383	382,4
CCE	Niveau d'eau maximal (m)	382	Utilisation de 3 ponceaux, passage normal et CCE[1]
	Profondeur maximale de l'eau (m)	0,2	
	Débit de pointe (m^3/s)	0,8	
	Revanche (m)	1	
CCA	Niveau d'eau maximal (m)	382,2	381,8
	Profondeur maximale de l'eau (m)	0,4	0,4
	Débit maximal (m^3/s)	1,8	5,7
	Revanche (m)	0,8	0,6

Remarques :

(1) Trois ponceaux circulaires adjacents avec une élévation de fond en amont de 380,5 et un diamètre de 0,9 m.

6. Dérivation du lac 01 vers la mine à ciel ouvert

6.1 Description

La mine à ciel ouvert proposée sera développée à l'extrémité ouest du lac 01. Un fossé de dérivation et des barrages seront inclus dans la conception afin de détourner en toute sécurité les écoulements du lac pendant le développement et l'exploitation de la mine. Ce système isolera la mine de la partie est du lac et permettra de gérer les sédiments et les eaux de ruissellement pendant les deux phases d'expansion, à savoir les phases ouest et est de la mine. La conception est conforme aux réglementations environnementales et minimise les risques opérationnels.

Le système comprend les éléments clés suivants :

- Un fossé de dérivation, construit en une seule phase (année 2), pour détourner les écoulements du lac 001 autour de la mine à ciel ouvert et maintenir la continuité du drainage naturel pendant toute la durée de vie de la mine ;
- Une série de digues, construite en deux étapes (initialement pour la phase de la fosse ouest, puis étendues pour la phase de la fosse est) afin d'isoler la fosse des apports d'eau en amont du lac, et
- des zones de gestion des sédiments et de l'eau dans le lit asséché du lac, conçues pour contrôler le ruissellement et le transport des sédiments à l'aide de bermes, de systèmes de pompage et de stratégies de confinement localisées.

Ensemble, ces éléments forment une stratégie intégrée de gestion de l'eau qui favorise la sécurité des opérations de la fosse, protège la qualité de l'eau en aval et facilite le développement progressif de l'exploitation minière. La disposition du système de gestion de l'eau du lac 001 est illustrée dans le dessin CASN-A-327-GE-DWG-0001.

Les sections suivantes fournissent des détails supplémentaires sur la conception hydrotechnique de chaque composante de l'infrastructure.

6.2 Fossé de dérivation et digues

Le fossé de dérivation est conçu pour acheminer de manière sécuritaire les débits normaux et de crue, y compris la crue maximale probable (CMP), conformément à la directive 019 (MELCCFP, 2025). Il aura une longueur totale d'environ 870 m, une base d'une largeur de 5 m et une pente moyenne d'environ 0,3 % (dessin CASN-A-327-WM-DWG-0003 à l'**Annexe B**). La majeure partie du fossé sera creusée à l'explosif dans le roc, ce qui explique que les pentes latérales soient à 1:1 H:V. L'alignement du canal a été sélectionné de manière à maintenir un décalage minimum de 45 m par rapport à la fosse, de 60 m par rapport aux lacs 02 et 03, et de 10 m par rapport au lac 04.

Les digues sont construites en deux étapes, d'abord pour la phase de la fosse ouest, puis étendues pour la phase de la fosse est, afin d'isoler progressivement la fosse des apports en amont du lac à mesure que la mine se développe (voir le dessin CASN-A-327-WM-DWG-0001 à l'**Annexe B**). Ces digues sont conçues pour retenir l'eau dans des conditions normales et extrêmes, y compris lors du PMF, en maintenant une revanche minimale de 1,5 m afin d'assurer un confinement sûr lors d'inondations extrêmes sans débordement.

6.2.1 Crue de conception

Comme indiqué dans la **Section 4.2.3**, la crue maximale probable (CMP) est la crue de conception adoptée pour le dimensionnement du fossé de dérivation et des digues. Une modélisation hydrologique conceptuelle a été réalisée pour estimer les apports du CMP au lac 001. Le modèle a été mis en place et développé dans le système de modélisation hydrologique (HEC-HMS) version 4.11, développé par le Corps des ingénieurs de l'armée américaine (USACE)[1]. Les outils SIG du HEC-HMS ont été utilisés pour délimiter le bassin versant contributeur, qui a une superficie d'environ 106 km² (figure W7). Cette délimitation a été effectuée à partir d'un modèle numérique d'élévation (MNE) de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) d'une résolution de 30 m. Le modèle a utilisé les précipitations maximales probables (PMP) estivales sur 72 heures, soit 386,6 mm (AtkinsRéalis, 2025c). L'hydrogramme CMP simulé est illustré à la figure W9. Les résultats montrent que le débit maximal vers le lac est d'environ 536 m³/s. Cet hydrogramme sert de base à la conception hydraulique du canal de dérivation et à l'établissement des hauteurs minimales de crête des digues.

6.2.2 Conception hydraulique du fossé de dérivation et des digues

La conception de la géométrie du fossé de dérivation et l'établissement de l'élévation minimale requise pour la crête des digues de coupure ont été réalisés à l'aide d'un processus itératif de transit de réservoir, utilisant l'apport de la CMP décrit à la **Section 6.2.1**. L'analyse de transit a été réalisée à l'aide de la courbe de stockage en fonction de l'élévation du lac 001 en amont du fossé de dérivation (figure W8), ainsi que de la courbe de calibration canal de dérivation proposé et développée l'aide du logiciel HEC-RAS (**Tableau 6-1**). L'hydrogramme de la CMP a été acheminé à travers le lac afin de déterminer le niveau d'eau maximal et le débit de pointe pendant l'événement de conception.

Les résultats de l'analyse de transit du réservoir, basée sur les configurations conçues du fossé de dérivation, sont présentés dans la figure W9. L'élévation d'inversion du fossé de dérivation a été fixée à 373,0 m au-dessus du niveau de la mer, ce qui correspond à la sortie actuelle du lac. La géométrie du fossé a été optimisée par des ajustements itératifs afin de s'adapter au débit acheminé tout en maintenant une revanche minimale de 1,5 m par rapport au niveau d'eau maximal obtenu lors de l'exercice d'acheminement. Cela permet d'établir les crêtes des digues de séparation. La configuration finale du canal de dérivation et les élévations minimales correspondantes des crêtes des digues sont résumées dans le **Tableau 6-1**. La profondeur du fossé a été déterminée de manière à respecter la revanche requise de 0,6 m pendant le pic de débit le long du fossé. Les détails des profils et des sections du fossé de dérivation sont présentés dans le dessin CASN-A-327-WM-DWG-0003-A (**Annexe B**).

[1] *Le numéro de courbe du Soil Conservation Service (SCS) et les méthodes hydrographiques Clark Unit ont été utilisés pour simuler le processus de ruissellement des eaux pluviales.*

Tableau 6-1 Configuration hydrotechnique du fossé de dérivation et des digues

Paramètres	Unité	Valeur
Largeur de base du fossé de dérivation	[m]	5
Pente latérale de la crête du fossé de dérivation	[H:V]	1:1
Hauteur de fond du fossé de dérivation	[m]	373,0
Pente longitudinale du fossé de dérivation	[%]	0,3
Débit de pointe CCA	[m^3 /s]	94,9
Niveau d'eau maximal de l'CCA	[m]	377,0
Élévation minimale de la crête des digues de coupure	[m]	378,5

6.2.3 Considérations relatives à la conception des habitats et des passes à poissons

Le fossé de dérivation remplacera le cours d'eau naturel existant qui draine du lac 001 vers la rivière CE 15. La conception du fossé doit donc reproduire les conditions hydrauliques du cours d'eau naturel afin de maintenir l'habitat du poisson et d'assurer le passage des poissons (PMET, 2025b). Pour ce faire, une série de seuils et de bassins sera aménagée le long du lit du fossé afin de créer des écoulements rapides et des profondeurs d'eau adéquates, tant en amont qu'en aval des seuils... Il est recommandé d'installer des blocs rocheux entre les sections du fossé où les vitesses sont élevées afin d'offrir un abri aux poissons pendant leur migration ascendante. La figure W11 présente une représentation schématique du fossé de passage à poissons proposé. La comparaison entre les résultats de la modélisation hydraulique et les mesures sur le terrain a montré que les vitesses aux profondeurs du fossé de dérivation se situent dans une fourchette de valeurs similaire à celles mesurées dans le cours d'eau naturel.

6.3 Stratégie de gestion des sédiments et de l'eau du lac 001

L'assèchement du lac 001, réalisé dans le cadre du développement progressif de la fosse, a nécessité une stratégie progressive de gestion des sédiments et de l'eau afin d'atténuer les risques environnementaux et de maintenir l'efficacité opérationnelle. Des stratégies distinctes ont été élaborées pour les phases ouest et est de la fosse, en fonction de l'évolution de l'empreinte de la fosse et des changements associés dans les schémas de drainage, la topographie et la bathymétrie à l'intérieur des limites d'origine du lac.

La phase de la fosse ouest consiste à assécher la partie ouest du lac 001 après la construction des digues de la fosse ouest. La zone asséchée est divisée en deux zones, ouest et est, par une berme (barrage de contrôle des sédiments 1) construite à un endroit étroit et peu profond de l'ancien lit du lac (figure W12).

- Dans la zone est : les sédiments doivent être retirés afin d'empêcher leur mobilisation dans la fosse. Le ruissellement provenant de cette zone s'écoulera directement dans la fosse et sera transféré vers les bassins de la zone industrielle pour traitement des matières en suspension.

- Dans la zone ouest : il est proposé de laisser les sédiments en place. Pour empêcher le ruissellement chargé en sédiments d'atteindre la fosse, une berme perméable et un système de pompage seront installés. Ce système est conçu pour gérer les volumes de ruissellement associés à une crue de période de retour de 10 ans, l'eau étant pompée vers le bassin de sédimentation de la zone industrielle avant rejet environnemental.

La phase Est de la fosse prolonge la fosse à ciel ouvert d'environ 1,4 km vers l'est, ce qui nécessite la construction de trois digues de coupure supplémentaires et la mise en place de mesures supplémentaires de gestion des sédiments et de l'eau dans trois zones : Nord, Centre et Sud (figure W12).

- Dans les zones nord et centrale : les sédiments seront retirés afin d'éliminer les risques de mobilisation. Le ruissellement sera dirigé vers la fosse, puis pompé vers la zone industrielle pour y être traité.
- Dans la zone sud : les sédiments resteront en place. Une berme (digue de contrôle des sédiments 2) sera construite à un endroit étroit et peu profond afin d'isoler la zone et d'empêcher le transport des sédiments vers la fosse. Cette berme est conçue pour contenir les eaux de ruissellement provenant d'événements dont la période de retour est de 10 ans. Un système de pompage gérera les eaux de ruissellement en les dirigeant vers le bassin de sédimentation pour le contrôle des MES avant leur rejet dans l'environnement.

Les deux digues de contrôle des sédiments sont conçues pour empêcher les eaux de ruissellement chargées de sédiments d'accéder à la fosse et pour gérer les eaux de surface lors d'événements pluvieux. Les bermes, construites principalement à partir de stériles perméables, sont conçues pour contenir temporairement les eaux de ruissellement provenant d'événements pluvieux d'une période de retour de 10 ans et pour résister au débordement lors d'événements extrêmes moins fréquents. Les principaux paramètres de conception des bermes de contrôle des sédiments et les capacités de pompage requises sont résumés dans le **Tableau 6-2**.

Tableau 6-2 Configuration de la conception des bermes de contrôle des sédiments

Paramètres	Unité	Barrage de contrôle des sédiments 1 (ouest)	Barrage de contrôle des sédiments 1 (sud)
Bassin versant	[km^2]	0,35	0,34
Niveau d'eau maximal (tempête de 24 heures sur 10 ans)	[H:V]	372,4	372,5
Hauteur de la crête	[m]	372,5	372,5
Largeur de la crête	[m]	5,0	5,0
Pente côté aval	[H:V]	1,5	1,5
Pente côté amont	[H:V]	1,5	1,5
Capacité de pompage	[m^3 /h]	230	580

6.4 Analyse de stabilité des digues du lac 01

La construction des digues de séparation sera réalisée en deux phases, parallèlement au développement de la fosse. Pour la phase de la fosse ouest, un seul barrage est nécessaire dans le lac 001. Une partie de ce barrage s'étendra sur les terres sèches adjacentes au lac 001 afin d'empêcher les eaux de crue de contourner la structure. Dans le cadre de la phase de la fosse est, quatre barrages supplémentaires seront nécessaires dans le lac 001, situé à l'est du barrage West Pit. La construction des barrages nécessite l'enlèvement des sédiments lacustres des fondations.

AtkinsRéalis a réalisé des analyses de stabilité et d'infiltration afin d'évaluer la faisabilité de la digue, comme détaillé dans la sous-section suivante.

6.4.1 Évaluation de la stabilité

La digue de séparation du lac 001 est conçue avec deux sections transversales principales : l'une correspondant à la section traversant le plan d'eau (la section critique) et l'autre à la section située en terrain sec. Des analyses de stabilité des pentes ont été réalisées sur la section critique (phase de la fosse est), comme illustrées dans le dessin n° CASN-A-327-WM-DWG-0001-A (**Annexe B**), où l'on dispose d'une quantité relativement plus importante d'informations sur les forages (BH). Dans cette section, une couche de gravier sert de recouvrement sur le roc, et la profondeur de l'eau est de 4,4 mètres.

Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SLOPE/W version 2023.1.2, un logiciel d'équilibre limite bidimensionnel développé par Geo-Slope International Limited. La méthode Morgenstern-Price a été utilisée pour identifier les surfaces de rupture potentielles dans les pentes des haldes et leurs fondations sous-jacentes. Ces analyses visaient à déterminer les surfaces de rupture les plus critiques donnant le facteur de sécurité (FS) le plus conservateur. Le FS est le rapport entre la résistance moyenne au cisaillement (force de résistance) et la contrainte de cisaillement moyenne mobilisée (force motrice) le long d'une surface de rupture spécifique.

Les sous-sections suivantes fournissent des informations détaillées sur la géométrie de la digue, les propriétés des matériaux, les scénarios de chargement et la surface phréatique utilisés dans le modèle, ainsi qu'une discussion des résultats de l'analyse de stabilité.

6.4.1.1 Géométrie du modèle

La géométrie de l'une des sections critiques est illustrée dans le dessin n° CASN-A-327-WM-DWG-0001-A. Comme le montre le dessin, la largeur de la crête de la digue est conçue pour être de 6,0 mètres. Les pentes amont et aval des digues auront une inclinaison de 3 horizontaux pour 1 vertical (3H:1V). Les deux bermes de pied, qui mesurent 6 mètres de largeur tant en amont qu'en aval, auront une pente de 2,5 horizontal pour 1 vertical (2,5H:1V). La partie supérieure de la paroi en palplanches sera nivelée à une altitude de 378,1 mètres au-dessus du niveau de la mer (m.a.s.l.). Une couche supplémentaire de 0,3 mètre de matériau de revêtement routier sera placée au sommet, ce qui donnera une altitude finale de la crête du barrage de 378,4 m.a.s.l.

Une fois achevées, ces digues seront percées ou leur hauteur sera réduite pour permettre l'écoulement dans la fosse à ciel ouvert.

6.4.1.2 Facteur de sécurité minimal

AtkinsRéalis a classé les digues conformément aux lignes directrices de l'ACB en matière de sécurité des barrages et à la Loi sur la sécurité des barrages du Québec. La classification de l'ACB est principalement basée sur la « population à risque » située en aval. Dans des conditions d'exploitation normales, le site comptera entre 50 et 500 travailleurs, ce qui se traduit par une classification de danger « extrême » pour le barrage. La Loi sur la sécurité des barrages du Québec le classe dans la « classe C », avec une valeur P de 58.

Cette classification détermine la période de retour des événements sismiques et CCA utilisé dans la conception du barrage. Pour un barrage classé « extrême », les lignes directrices de la CDA de 2019 et du MELCCFP 2025 exigent une période de retour de 1 sur 10 000 ou le séisme maximal crédible. La CCA est définie comme le débit de CMP qui tient compte des précipitations maximales probables (PMP). Une revanche minimale de 1,5 m a été prise en compte pour la conception de la CCA, conformément à la Loi sur la sécurité des barrages du Québec.

Plusieurs conditions de charge ont été testées afin d'établir les configurations stables nécessaires à la digue.

Le tableau ci-dessous résume les facteurs de sécurité minimaux requis dans différentes conditions de charge. Vous trouverez plus de détails dans le mémorandum sur les critères de conception (CASN-A-370-GT-DCR-0001).

6.4.1.3 Piézomètre et conditions de charge

6.4.1.3.1 Fin de la construction (FC)

La digue de séparation sera construite sous l'eau, et l'élévation du niveau phréatique à la fin des travaux a été modélisée au niveau normal de l'eau (NNE) du lac existant adjacent, tant en amont qu'en aval. Un facteur de sécurité (FS) cible minimum de 1,3 a été établi pour les conditions statiques à court terme, comme indiqué dans le **Tableau 6-4**.

6.4.1.3.2 Crue prévue (à court terme)

Lors d'un événement de crue projeté, il est supposé, par approche conservatrice, que la surface phréatique de la digue s'aligne sur le niveau de la CCA du lac, tant du côté amont que du côté aval de la digue. Un facteur de sécurité (FS) minimal ciblé de 1,3 a été établi pour les conditions statiques à court terme, comme illustré dans le **Tableau 6-4**.

6.4.1.3.3 Pendant l'opération (à long terme)

Dans les conditions opérationnelles, la surface phréatique en amont de la digue est supposée correspondre au niveau d'eau normal (NWL) du lac situé en amont. La surface phréatique en aval a été modélisée à la surface du sol et, de manière plus conservatrice, à un niveau plus élevé à l'intérieur de la digue. Un facteur de sécurité (FS) minimal ciblé de 1,5 a été établi pour les conditions statiques à long terme, comme indiqué dans le **Tableau 6-4**.

6.4.1.3.4 Rabattement

Les scénarios de rabattement rapide n'ont pas été analysés pour la digue de séparation, car si l'abaissement du niveau d'eau se produit rapidement du côté aval, la pression interstitielle a peu de chances de demeurer à l'intérieur de la digue. Cela s'explique par le fait que les matériaux de remblai se drainent rapidement, en supposant un facteur de temps sans dimension (T) supérieur à 3. Une valeur de T ($=\frac{C_v t}{D^2}$) supérieure à 3 ne nécessite pas d'analyse de rabattement rapide, où Cv représente le coefficient de consolidation, le temps associé au rabattement et D la distance de drainage.

AtkinsRéalis - Sensitive / Sensible [FR]

6.4.1.3.5 Analyse pseudo-statique

Une analyse pseudo-statique a été réalisée pour évaluer la stabilité dynamique de la digue. Le site est classé dans la catégorie D selon le Manuel canadien des fondations, avec un coefficient d'accélération sismique horizontale (K_h) de 0,1 g (50% du PGA, extrapolé à partir du CNB (2020) pour un événement survenant une fois tous les 10 000 ans) (HPC : extrême) utilisé dans les analyses pseudo-statiques. Un facteur de sécurité (FOS) minimal de 1,1 a été établi pour les conditions pseudo-statiques, comme indiqué dans le **Tableau 6-4**.

6.4.1.3.6 Post-sismique

On suppose que les matériaux sableux limoneux et limoneux sableux meubles présents dans les fondations du barrage seront complètement éliminés pendant la construction, garantissant ainsi que les fondations ne sont pas susceptibles de se liquéfier dans des conditions statiques et sismiques. Par conséquent, aucune analyse post-liquéfaction n'a été effectuée.

6.4.1.4 Propriétés des matériaux

Les paramètres de densité et de résistance des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité ont été établis par AtkinsRéalis à partir des investigations géotechniques réalisées par BBA (BBA, 2024) dans le lac 001. Lorsque les données issues des essais de terrain ou de laboratoire n'étaient pas disponibles, des hypothèses ont été formulées en s'appuyant sur l'expérience d'AtkinsRéalis avec des matériaux similaires. Le **Tableau 6-3** résume les paramètres et les modèles des matériaux utilisés dans cette étude. Une description détaillée des propriétés de ces matériaux est fournie dans les sous-sections suivantes.

Tableau 6-3 Propriétés mécaniques pour les analyses de stabilité des pentes

Description du matériau	γ (kN/m^3)	C' (kPa)	Φ' (˚)	Type de modèle
Stérile (-450 mm)	20	0	38	Mohr Coulomb
Pierre concassée (-75 mm)	19	0	32	Mohr Coulomb
Granulaire B de type II	19	0	32	Mohr Coulomb
Roc	Impenetrable			Mohr Coulomb
Gravier (GW)	19	0	3	Mohr Coulomb
Gravier sableux (GP-GM)	19	0	35	Mohr Coulomb
Sable limoneux (SM)	17,8	0	3	Mohr Coulomb
Sable limoneux (ML)	16,5	0	29	Mohr Coulomb

6.4.1.4.1 Fondations

BBA Engineering Ltd. a mené une étude géotechnique afin d'évaluer les conditions du sous-sol sur le site (BBA, 2024). Au total, soixante et un (61) forages ont été réalisés pour des essais sur le terrain, notamment des essais de pénétration standard (SPT) et des analyses en laboratoire. Parmi ces forages, six (6) ont été réalisés dans le lac 001. L'objectif principal de ces forages était de déterminer la stratigraphie et d'évaluer les propriétés du sol de fondation.

Les échantillons de sol sélectionnés ont été analysés au laboratoire d'Englobe à Montréal, où des essais ont été effectués pour évaluer la granulométrie, la teneur en eau, la densité et la résistance à la compression uniaxiale (RCU). Des évaluations supplémentaires ont été menées afin de déterminer le module d'élasticité et le coefficient de Poisson. AtkinsRéalis a analysé les rapports de forage réalisés par BBA, ainsi que les données des essais en

laboratoire issus de l'étude, afin d'élaborer des profils de sol pour le site conformément au système unifié de classification des sols (USCS) et aux normes ASTM D2487-17 (AtkinsRéalis, 2025a). AtkinsRéalis a interprété les « valeurs N » obtenues à partir du SPT de BBA afin de fournir des recommandations concernant les propriétés matérielles des unités de sol classées.

D'après les interprétations d'AtkinsRéalis, les fondations sous l'empreinte de la digue de séparation sont constituées de silt/limon sableux silt/silt avec gravier (ML). Sous la couche ML, une unité de sable limoneux/sable limoneux avec gravier (SM) a été identifiée. Sous cette couche SM se trouve une unité de gravier limoneux avec sable/gravier avec limon et sable (GM), suivie d'une unité de gravier (y compris des galets) (GW), qui est située au-dessus du roc. Les angles de frottement estimés à 29º, 31º, 35º et 36º, ainsi que les poids unitaires de 16,5, 17,8, 19 et 19 kN/m³, ont été dérivés de l'analyse des « valeurs N » SPT pour ML, SM, GM et GW, respectivement, et ont été utilisés dans le modèle.

6.4.1.4.2 Matériaux de remblayage

La construction de la digue nécessite différents matériaux de remblayage. La zone centrale, appelée zone 1, est constituée de roches concassées qui facilitent l'installation des palplanches. Les matériaux de remblayage de la zone 1 ont une taille maximale de particules de 75 mm. La structure principale des barrages est construite avec des enrochements chimiquement inertes (NPGA), appelés zone 2. Les matériaux de la zone 2 ont une taille maximale de particules de 450 mm. Ces enrochements de la Zone 2 assurent la stabilité nécessaire au barrage. De plus, une couche d'usure (matériau granulaire de type II, appelé Zone 4) sera placée au sommet de la crête du barrage afin de garantir l'accès des véhicules pour les inspections.

À l'heure actuelle, aucune donnée de laboratoire n'est disponible pour les matériaux de remplissage. Pour le modèle, des angles de frottement effectifs de 38°, 32° et 32° ont été attribués, ainsi que des poids unitaires de 20, 19 et 19 kN/m³ pour les stériles (taille de -450 mm), les pierres concassées (taille de -75 mm) et le granulaire B de type II, respectivement. Ces valeurs sont basées sur l'expérience antérieure d'AtkinsRéalis avec des matériaux similaires et ont été attribuées de manière prudente.

6.4.1.4.3 Roc

Les surfaces de rupture de la pente ne sont pas supposées traverser le roc. Par conséquent, celle-ci est modélisée comme impénétrable et aucun paramètre de modèle n'a été attribué.

6.4.1.5 Résultats de l'analyse de stabilité

Le **Tableau 6-4** résume les résultats des analyses de stabilité, qui ont été réalisées à l'aide de la méthode des blocs et de la méthode d'entrée-sortie. La méthode d'entrée-sortie (non circulaire) a donné un coefficient de sécurité (FS) plus faible, c'est pourquoi les conclusions sont basées sur cette méthode. Les résultats détaillés sont présentés dans l'**Annexe D** des figures S1 à S8.

Dans le cas des niveaux d'eau à la fin de la construction (FC) et de la CCA, le FS est identique pour les côtés amont et aval du barrage. Cela s'explique par la symétrie de la structure et les niveaux d'eau similaires des deux côtés du barrage. Cependant, dans le cas de conditions à long terme et pseudo-statiques, le FS pour la phase amont est inférieur à celui pour la phase aval. Cette différence est attribuée au niveau d'eau de 373 m dans le lac 001 du côté amont, où la surface phréatique se trouve généralement au niveau ou près de la surface du sol du côté aval.

Comme prévu, la condition CCA a entraîné un FS inférieur à celui de la phase opérationnelle, en raison de la surface phréatique plus élevée pendant l'CCA (à 376,9 m) par rapport au niveau d'eau normal (NWL) à 373 m.

Le FS le plus bas se produit dans des conditions pseudo-statiques (FS = 1,67), en raison des conditions de charge dynamique.

Comme indiqué dans le **Tableau 6-4**, le barrage répond aux facteurs de sécurité requis dans toutes les conditions. Des études géotechniques supplémentaires dans le lac devraient être prévues pour la prochaine phase des travaux, et la géométrie du barrage peut être optimisée davantage.

Tableau 6-4 Résultats de l'analyse de la stabilité des pentes, barrages de dérivation

Zone	Condition de charge	FoS	Référence[2]	FoS minimum (MDDEP, 2012 MRNF, 2024)
En amont	Fin de chaque phase de construction (court terme)	2,45	Figure S1	1,3 à 1,5
En amont	En présence de l'inondation prévue par le projet (court terme)	2,31	Figure S2	1,3
En amont	Conditions stationnaires (long terme)	2,39	Figure S3	1,5
En amont	Pseudo-statique	1,67	Figure S4	1,1
En aval	Fin de chaque phase de construction (court terme)	2,43	Figure S5	1,3 à 1,5
En aval	En présence de l'inondation prévue par le projet (court terme)	2,34	Figure S6	1,3
En aval	Conditions stationnaires (long terme)	2,63	Figure S7	1,5
En aval	Pseudo-statique	1,99	Figure S8	1,1

6.4.2 Analyse des infiltrations

Des analyses d'infiltration bidimensionnelles en régime permanent ont été réalisées afin d'évaluer le débit d'infiltration. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SEEP/W 2023, version 2023.1.2, développé par GEO-SLOPE International Ltd.

6.4.2.1 Propriétés des matériaux

Les paramètres de conductivité hydraulique des matériaux utilisés dans les analyses d'infiltration ont été déterminés à partir de l'expérience d'Atkins Realis avec des matériaux similaires. Le **Tableau 6-4** résume les paramètres adoptés pour la présente étude.

Tableau 6-5 Propriétés hydrauliques et mécaniques pour les analyses de percolation

Description du matériau	k_{sat} (m/s)	Type de modèle
Résidus (-450 mm)	5×10^{-4}	Saturé / non saturé
Pierre concassée (-75 mm)	5×10^{-5}	Saturé / non saturé
Granulaire B type II	2×10^{-5}	Saturé / non saturé
Roc	7×10^{-7}	Saturé
Gravier (GW)	5×10^{-4}	Saturé
Gravier sableux (GP-GM)	5×10^{-5}	Saturé
Sable limoneux (SM)	1×10^{-6}	Saturé
Sable limoneux (ML)	1×10^{-7}	Saturé

[2] Les résultats de l'analyse de stabilité (figures) sont présentés dans **l'Annexe D**

6.4.2.2 Conditions piézométriques et limites hydrauliques

La surface phréatique en amont et la limite hydraulique du barrage sont supposées se trouver au niveau normal des eaux (NWL) du lac 001. Le modèle s'étend jusqu'au bord de la fosse à ciel ouvert, la condition limite en aval étant définie comme la surface d'examen afin de simuler l'infiltration dans la fosse à ciel ouvert.

L'infiltration est déterminée en fonction des apports du lac 001, tandis que l'infiltration due aux précipitations n'est pas prise en compte.

6.4.2.3 Résultats de l'analyse des infiltrations

Le **Tableau 6-6** résume les résultats de l'analyse des infiltrations. Ces résultats ont été utilisés pour planifier le drainage de la fosse à ciel ouvert. L'analyse des infiltrations a estimé que le débit dans la fosse à ciel ouvert varierait de 360 m^3 /jour pour la phase I à 1 000 m^3 /jour pour la phase II.

Tableau 6-6 Résultats de l'analyse des infiltrations

Description	Débit (m^3/s/m)	Longueur du barrage (sous l'eau), m	Débit (m3/j)	Direction du débit
Infiltration à travers la phase aval du barrage (la fosse à ciel ouvert n'est pas prise en compte) - Fosse ouest	7,00E-06	90	50	Du lac 001 à l'aval du barrage
Infiltration à travers la phase aval du barrage (la fosse à ciel ouvert n'est pas prise en compte) - Fosse est	7,00E-06	3	190	Du lac 001 à l'aval du barrage
Infiltration vers la fosse à ciel ouvert (fosse ouest) (profondeur de la fosse à ciel ouvert : 225 m)	4,80E-05	90	36	Du lac 001 à la fosse à ciel ouvert
Infiltration vers la fosse à ciel ouvert (fosse Est) (profondeur de la fosse à ciel ouvert : 185 m)	3,80E-05	300	1	Du lac 001 à la mine à ciel ouvert

7. Traitement de l'eau de contact

7.1 Général

Ce projet prévoit deux qualités d'eau distinctes : l'une contaminée uniquement par des matières en suspension (MES) et l'autre contenant des métaux traces.

L'eau contaminée uniquement par des MES provient du pompage de dénoyage de la fosse et de la mine souterraine, ainsi que du ruissellement des haldes à stériles non générateurs d'acide (NGA) et de la zone industrielle. Ces flux sont traités à l'aide de bassins de sédimentation, comme décrit à la **Section 5.5**.

L'eau contenant des métaux traces provient des stériles potentiellement générateurs d'acide (PGA), des résidus et des eaux usées de l'usine de traitement. Cette eau est traitée à l'aide d'un procédé physico-chimique afin de garantir le respect des limites de rejet. Le procédé de traitement comprend l'ajustement du pH, l'utilisation d'agents chélatants, de coagulants, de floculants et de la clarification. L'effluent traité est ensuite dirigé vers un bassin de polissage. Les boues générées par le processus de traitement sont déshydratées à l'aide de sacs de filtration, et le filtrat obtenu est pompé dans le circuit de traitement pour un traitement supplémentaire.

Selon les études hydrologiques, l'usine de traitement est conçue pour une capacité initiale de 2 000 m³/h, portée à 2 800 m³/h après deux ans afin de tenir compte du développement complet du dépôt de stériles 002. Lors d'événements extrêmes, tels que définis par la Directive 019, le système de traitement fonctionne à un débit plus élevé, car les concentrations en métaux et en particules sont plus faibles en raison du volume d'eau accru,
étant donné que seuls des bassins de sédimentation sont prévus pour l'élimination des MES, un système de traitement physico-chimique d'urgence est également conçu et inclus dans les plans du projet. Ce système utilise un processus physico-chimique impliquant la coagulation, la floculation et la clarification. Les boues générées par ce processus sont gérées à l'aide de sacs de filtration.

Afin de maximiser la réutilisation de l'eau, l'eau de procédé est prélevée à partir du bassin de polissage

7.2 Conception de l'usine de traitement des eaux

7.2.1 Métaux traces

Les eaux de contact provenant des stériles, des résidus et des eaux usées de l'usine de traitement doivent être traitées afin d'éliminer les métaux traces conformément aux critères de rejet définis dans la directive 019 (D019) et le règlement sur les effluents des mines de métaux et de diamants (REMMD). La conception préliminaire de l'usine de traitement des eaux contenant des métaux traces (UTEMT) comprend les éléments suivants :

- Conteneurs préfabriqués et chauffés
  - Facilement déployables sur site pour une installation modulaire et flexible.
- Conteneur de traitement
  - Ajustement du pH à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) ;
  - Précipitation des métaux traces sous forme d'hydroxydes et/ou de sulfures métalliques à l'aide d'un agent chélatant ;

- Coagulation pour coprécipiter les solides colloïdaux en suspension et les précipités métalliques en les liant à l'hydroxyde ferrique, et
- Floculation pour favoriser la formation de flocs plus gros et décantables.

- Clarificateur conteneurisé avec ballast à micro-sable
  - Un système conteneurisé comprend un réservoir de mélange rapide, un réservoir réacteur de floculation et un clarificateur à lamelles ;
  - Le micro-sable est utilisé pour améliorer l'efficacité de décantation des flocs, et
  - un hydrocyclone sépare le micro-sable des boues pour le réutiliser.
- Boîte de répartition
  - Permet la recirculation des boues en amont dans le processus de traitement afin d'ensemencer et d'améliorer la formation de particules.
- Sacs de filtration pour la déshydratation des boues
  - Trois baies de filtration sont prévues pour les premières étapes de l'exploitation minière ;
  - Une quatrième baie est ajoutée une fois que la mine atteint son plein développement ;
  - Lorsqu'un sac de filtration est plein, il est mis hors service pour permettre la consolidation des boues, et
  - le filtrat est collecté dans un fossé et renvoyé vers le système de traitement via une pompe de puisard.

Il est important de noter que le processus de traitement décrit ci-dessus sera affiné et optimisé au cours de la prochaine phase d'ingénierie. Des ajustements seront apportés à mesure que des données supplémentaires seront disponibles, notamment en ce qui concerne la qualité prévue de l'eau à traiter et à gérer. Cela comprend la caractérisation géochimique actualisée des stériles, des résidus et des effluents de traitement, ainsi que les conclusions de l'étude d'impact environnemental du projet.

Les dessins CASN-A-361-IN-PID-0001 à 0010 et CASN-A-362-PR-0001 et 0002 montrent le schéma P&ID et le schéma PFD du système.

7.2.2 Élimination des MES

Les eaux de contact provenant des stériles NGA (halde 001), de la zone industrielle et de dénoyage de la fosse et de la mine souterraine contiendront des MES. Un traitement par décantation naturelle dans des bassins de sédimentation est nécessaire, comme décrit à la **Section 5.5.2.1**. Cependant, certaines eaux de contact, en particulier celles provenant de l'ancien lac 001 après dénoyage, peuvent contenir des niveaux élevés de MES. Pour y remédier, un second système actif de traitement de l'eau est conçu comme mesure de contingence, et n'est déployé que si les niveaux de MES s'avèrent trop élevés pour être gérés adéquatement.
La conception préliminaire de l'unité de traitement des matières en suspension (UTMES) comprend les éléments suivants :

- Conteneurs préfabriqués et chauffés
  - Facilement déployables sur site pour une installation modulaire et flexible.
- Clarificateur conteneurisé avec ballast à micro-sable
  - Le système conteneurisé comprend un réservoir de mélange rapide, un réservoir de floculation et un clarificateur à lamelles.
  - Le microsable est utilisé pour améliorer l'efficacité de décantation des flocs.
  - Un hydrocyclone sépare le microsable des boues pour le réutiliser.

- Sacs de filtration pour la déshydratation des boues
  - Trois baies de filtration sont prévues pour les premières phases de l'exploitation minière.
  - Une quatrième baie sera ajoutée une fois que la mine aura atteint son plein développement.
  - Lorsqu'un sac de filtration est plein, il est mis hors service pour permettre la consolidation des boues.
  - Le filtrat est collecté dans un fossé et transféré vers le bassin de polissage à l'aide d'une pompe de puisard.

Les dessins CASN-A-361-IN-PID-0001 à 0006 et CASN-A-362-PR-0001 montrent le schéma P&ID et le schéma PFD du système.

7.3 Stations de pompage

Des stations de pompage sont nécessaires pour transférer l'eau de contact à travers le site et pour alimenter en eau les activités minières. Les objectifs des stations de pompage sont les suivants :

- Pomper l'eau de contact des bassins de ruissellement vers des systèmes de traitement de l'eau actifs ou passifs. Comme mentionné à la **Section 5.1**, cela comprend le pompage actif de la fonte des neiges centenaire lors d'inondations environnementales.
- Pomper l'eau traitée du bassin de polissage vers l'usine de traitement, l'usine de pâte et la mine souterraine.

En fonction de la profondeur du bassin de collecte (supérieure ou inférieure à 6 m), des pompes centrifuges ou verticales sont utilisées pour transférer l'eau de contact. Des systèmes de purge sont conçus pour chaque pipeline : soit à l'aide de casse-vide et de vannes de vidange pour les conduites transportant de l'eau sans contact, soit à l'aide de systèmes de raclage avec compresseurs pour l'eau de contact.

Chaque station de pompage comprend une pompe de secours pour assurer la redondance. Un stock suffisant de pièces de rechange est maintenu pour permettre des réparations rapides en cas de panne. Toutes les pompes sont équipées de variateurs de fréquence (VDF) pour ajuster les débits en fonction des conditions météorologiques. Les tuyaux sont dimensionnés en fonction de la hauteur manométrique totale et sont en PEHD afin de minimiser les pertes de charge. Une canalisation dédiée dessert chaque station de pompage. Toutes les canalisations sont installées au-dessus du sol sur des supports le long de la route. La canalisation transportant l'eau traitée vers les installations de traitement est entièrement isolée et chauffée afin d'éviter le gel.

La figure W13 présente la configuration type d'une station équipée de pompes à turbine verticales.

Le **Tableau 7-1** résume les spécifications des pompes utilisées pour la gestion de l'eau dans les stations de pompage sur site. Dans des conditions normales, les pompes fonctionnent à 40 % de leur capacité nominale. Les schémas P&ID et PFD des stations de pompage figurent dans les dessins CASN-A-360-IN-PID-0001 à 0002 et CASN-A-360-PR-PFD-0001 à 0008.

Tableau 7-1 Liste des stations de pompage d'eau de contact

Station de pompage	Bassin 1 vers bassin de polissage	Bassin 1a vers bassin de polissage	Bassin 2 vers traitement	Bassin 3 vers traitement	Bassin d'eau de contact n° 1 vers bassin de sédimentation	Bassin de contact n° 2 vers bassin de sédimentation	Bassin de polissage vers l'usine de traitement	Traitement vers bassin de polissage
identification d'équipement	P1-PMP-00X	P1a-PMP-00X	P2-PMP-00X	P3-PMP-00X	BC1-PMP-00X	BC2-PMP-00X	PP-PMP-00X	CWT-PMP-00X
Débit de conception(m^3/h)	592	362	706	2060	1450	750	379	2800
Conception TDH (m)	57	11	25	37	17	3,5	21	5
Type de pompe	Pompe centrifuge horizontale	Pompe centrifuge horizontale	Pompes à turbine verticales	Pompes à turbine verticales	Pompe centrifuge horizontale	Pompe centrifuge horizontale	Pompes à turbine verticales	Pompe d'aspiration
Nombre de pompes	1 + 1	1 + 1	1 + 1	2 + 1	2 + 1	1 + 1	1 + 1	3
Diamètre de la conduite(mm)	350	350	400	600	500	350	300	650
Matériau de la conduite	PEHD	PEHD	PEHD	PEHD	PEHD	PEHD	PEHD	PEHD

8. Production d'eau potable et traitement des eaux usées

8.1 Production d'eau potable

8.1.1 Pompes et conduite

Une barge flottante équipée d'une pompe est installée sur le lac 308 afin d'alimenter en eau douce la production d'eau potable. Une conduite de recirculation permet à l'eau de circuler autour de la barge afin d'éviter qu'elle ne gèle. La conduite est isolée et tracée afin d'assurer une protection contre le gel. Le **Tableau 8-1** présente les spécifications de la pompe et de la conduite.

Tableau 8-1 Spécifications de la pompe à eau potable et du système de conduite

Station de pompage	Lac 308 à l'usine de production d'eau potable
Identification d'équipement	FW-PMP-00X
Débit de conception (m^3/h)	10 + 15 (recirculation)
TDH nominal (m)	62
Type de pompe	Pompes submersibles sur barge
Nombre de pompes	1 + 1
Diamètre de la conduite (mm)	75
Matériau de la canalisation	PEHD
Protection contre le gel	Isolation 3 pouces + traçage thermique

8.1.2 Traitement

Les eaux de surface du lac 308 sont traitées toute l'année par ultrafiltration et nanofiltration afin d'éliminer les matières en suspension totales (MES) et le carbone organique total (COT). Le système de traitement est situé à côté du camp.

La conception préliminaire de l'usine de production d'eau potable comprend les éléments suivants :

- Conteneurs préfabriqués et chauffés pour un déploiement modulaire et flexible sur site ;
- Unités d'ultrafiltration;
- Unités de nanofiltration;
- Système de désinfection par UV;
- Système d'injection de chlore;
- Réservoirs de stockage d'eau potable et;
- NSP (nettoyage sur place) pour le nettoyage des membranes.

L'eau résiduelle issue du processus NSP est neutralisée avant d'être acheminée vers le système de traitement des eaux usées, afin de ne pas interférer avec les processus de traitement biologique. Les schémas détaillés du digramme de flux et les schémas de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID) sont fournis dans les dessins CASN-A-341-IN-DWG-0001 et 0002.

8.2 Traitement des eaux usées

8.2.1 Traitement

Toutes les eaux usées domestiques provenant du camp et des installations de la zone industrielle sont collectées et acheminées vers un système central de traitement des eaux usées. Le dessin CASN-A-370-GT-DWG-0001 montre l'emplacement préliminaire du traitement.

La conception préliminaire du système de traitement des eaux usées comprend les éléments suivants :

- Conteneurs préfabriqués et chauffés
  - Facilement déployables sur site pour une installation modulaire et flexible.
    - Un bac à graisse situé sur la ligne provenant de la cuisine.
    - Un réservoir d'égalisation pour amortir les pics de débit générés lors des rotations d'équipes.
  - Un réacteur biologique – réacteur à lit biologique mobile (RLBM) pour l'élimination de la DBO et du COT.
    - Une élimination du phosphore par coagulation au sulfate ferrique
  - Une clarification par flottation à air dissous (FAD)
    - Une étape de désinfection des effluents traités à l'aide de lampes UV.
  - La gestion des boues consiste en un filtre-presse pour déshydrater les boues. Les boues sèches sont éliminées avec les autres déchets (matières non dangereuses).

De plus, un séparateur de graisses est prévu pour les effluents de la cuisine. Un réservoir d'égalisation doit être mis en place pour amortir les pics de débit générés lors des rotations d'équipes.

8.2.2 Rejet

Les eaux traitées sont accumulées dans une station de pompage pour être transférées vers le bassin de polissage. Un brise-vide est inclus au point haut de la conduite afin d'assurer le drainage par gravité de la conduite après chaque pompage. Le **Tableau 8-2** présente les caractéristiques de la station de pompage.

Tableau 8-2 Station de pompage utilisée dans le projet pour évacuer les eaux usées domestiques traitées

Identification de l'équipement	SWT-PMP-00X
Débit de conception (m3/h)	6
TDH nominal (m)	15,5
Type de pompe	Centrifuge
Nombre de pompes	1 + 1
Diamètre de la conduite (mm)	75
Matériau de la conduite	PEHD
Protection contre le gel	Disjoncteur à vide pour vidanger la conduite par gravité

9. Point de rejet final

9.1 Généralités

Il n'y aura qu'un seul point de rejet pour l'ensemble du site minier. Le bassin de polissage recueille tous les effluents traités produits par les différentes stations de traitement des eaux, afin d'assurer un traitement final ainsi qu'une homogénéisation. Compte tenu de la proximité entre le bassin de polissage et la rivière CE015, les effluents finaux traités sont rejetés par gravité .

Le système de traitement de l'eau est conçu pour répondre aux critères de rejet établis dans la Directive 019 et le REMM (MDMER) (présentés au Tableau 4-4). Cependant, puisque l'ensemble des effluents miniers est dirigé vers l'étang de polissage, une atténuation supplémentaire des concentrations de contaminants est attendue avant le rejet final.

Les concentrations finales au point de rejet ont été calculées à partir des éléments suivants :

- La qualité de l'eau à la sortie du système de traitement;
- La qualité de l'eau provenant du Stockpile 001 (Vision Geochemistry, 2025);
- La qualité de l'eau de dénoyage issue de l'étude hydrogéologique de base.

Le tableau suivant présente les concentrations maximales calculées sur une période d'un an sous des conditions normales de précipitations. Les concentrations mesurées dans les eaux de surface, provenant de la ligne de base hydrogéologique réalisée par BBA, sont également présentées.

Tableau 9-1 Concentration en contaminants dans l'effluent final ainsi que dans le milieu naturel

	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Cadnium	Cuivre	Lithium	Nickel	Uranium
				mg/L				
Effluent final	**0,040**	**0,019**	**0,063**	**0,005**	**0,001**	**0,012**	**0,012**	**0,005**
Eau de surface	**0,139**	**0,005**	**0,001**	**31,03**	**0,001**	**Inconnu**	**0,184**	**0,001**

Une étude de modélisation de la dispersion a été réalisée afin d'évaluer la manière dont les contaminants se dispersent dans la rivière puis dans le lac. L'objectif principal était de s'assurer que les contaminants ne s'accumulent pas dans l'eau et qu'ils se dispersent uniformément dans l'environnement. Dans le **Tableau 9-1** , seul l'arsenic est réglementé par la Directive 019 (ou le REMM/MDMER) et dépasse les critères applicables. Par conséquent, l'arsenic est le seul paramètre qui sera modélisé.

9.2 Diffusion de rejet

Afin d'assurer un mélange adéquat de l'effluent final traité dans l'environnement récepteur, un système de diffuseur de rejet souterrain est nécessaire. Le rejet du bassin de polissage se compose de trois (3) tuyaux de 36 pouces de diamètre, qui se réduisent progressivement à 24 pouces, 16 pouces et 6 pouces de diamètre dans la rivière. Cette réduction du diamètre assure une vitesse adéquate dans le système de diffuseur.

Chaque tuyau immergé mesure 90 mètres de long et est équipé de 14 diffuseurs de 6 pouces de diamètre. Chaque diffuseur est équipé d'un clapet anti-retour pour empêcher le refoulement. Afin de maintenir les lignes de diffusion immergées, même lorsqu'elles sont vides, des blocs de lest en béton pesant 610 livres chacun sont utilisés.

La figure W14 illustre la configuration détaillée du système de diffusion.

9.3 Diffusion dans la rivière

9.3.1 Méthodologie

Afin d'évaluer la manière dont les contaminants à l'état de traces présents dans les effluents finaux de la mine se dispersent dans l'environnement, un modèle utilisant le logiciel HEC-RAS (v. 6.7) a été développé pour la rivière. Le modèle simule les processus d'advection-dispersion sur un tronçon de 4,3 km de la rivière (de l'entrée du canal de dérivation à l'entrée du lac 027), en intégrant les conditions d'écoulement du modèle hydraulique 1D et les caractéristiques des effluents (concentration). La simulation suit la concentration du contaminant (arsenic) le long du tronçon, identifiant le point où la concentration se stabilise et se mélange uniformément avec le débit de la rivière.

Pour les conditions aux limites, l'effluent est introduit au km 2,5, avec une concentration constante en arsenic de 0,06 mg/l, conformément aux critères de conception. D'après les mesures de la BBA (2024), les conditions initiales de l'arsenic dans la rivière (km) sont de 0,001 mg/l. Les mesures ont été effectuées au km 2,8 de la rivière, soit environ 0,3 km en aval du point de rejet des effluents. (Figure W15). Elles peuvent donc représenter l'état initial du contaminant dans la rivière.

Pour la simulation hydraulique, on suppose que la rivière se trouve dans des conditions de débit moyen avec une valeur de débit de 3,1 m^3/s à l'entrée du canal de dérivation. De plus, comme mentionné dans les sections précédentes, la base de conception pour le débit à partir du point de rejet des effluents est de 30 % du débit du canal de dérivation (au ratio maximal). Par conséquent, une valeur de débit de rejet de 0,93 m^3/s a été appliquée comme condition limite de débit. Le **Tableau 9-2** résume les conditions d'écoulement et les paramètres de qualité dans la rivière.

Tableau 9-2 Conditions limites pour le débit et la qualité de l'eau

	Débit d'écoulement - m^3 /s	Concentration de contaminants (arsenic) – mg/l
En amont (canal de dérivation)	3,1	0,001
Point de rejet des effluents	0,93	0,06

9.3.2 Résultats

Le domaine est initialisé avec C = 0,001 mg/l pour l'arsenic. Les conditions aux limites pour les valeurs de débit sélectionnées sont ensuite appliquées. Les résultats du profil longitudinal simulé de la concentration en arsenic dans la rivière sont présentés dans la figure W16. La concentration en arsenic dans la rivière après équilibre est de 0,02327 mg/l (ou 23,3 µg/l). En amont du point de rejet des effluents, la concentration reste constante à sa valeur initiale de C = 0,001 mg/l. Au niveau du point de rejet, la concentration simulée atteint une valeur maximale de C = 0,02344 mg/l, et en aval (à l'entrée du lac 027), elle est réduite à C = 0,02327 mg/l.

Selon la Directive 019 (MELCCFP, 2025), la concentration maximale en arsenic doit être de 0,1 mg/Litre. D'après les résultats, la concentration simulée est inférieure à la valeur recommandée dans la Directive 019 (2025) d'environ 0,077 mg/Litre. Ainsi, l'augmentation de la concentration d'arsenic dans la rivière attribuable au rejet d'effluent demeure conforme aux limites acceptables établies par les lignes directrices.

Selon les lignes directrices de la Directive 019 (MELCCFP, 2025), la concentration maximale d'arsenic permise est de 0,1 mg/L. D'après les résultats obtenus, la concentration simulée est d'environ 0,085 mg/L, soit sous la valeur exigée par la Directive 019 (2025). Ainsi, l'augmentation de la concentration d'arsenic dans la rivière attribuable au rejet des effluents demeure conforme aux exigences réglementaires.

La figure W16 montre également que la zone de mélange longitudinale, définie comme la région où la concentration passe de la valeur initiale de 0,001 mg/l à la valeur finale de 0,02327 mg/l, s'étend sur environ 200 mètres en aval du point de rejet des effluents. Cela indique qu'au moment où le traceur atteint 200 mètres en aval du point de rejet, la concentration en arsenic est complètement mélangée. Par conséquent, le fluide est complètement mélangé avant d'atteindre le lac 027. La figure W17 présente la variation de la concentration en arsenic en aval, à l'entrée du lac 027 (à environ 4,3 km de l'entrée du canal de dérivation). D'après cette figure, le fluide mélangé atteint le lac environ 2 heures après le début, et la concentration atteint sa valeur maximale (0,02327 mg/l) après 4 heures.

10. Évaluation hydrogéologique (Halde 002)

La halde 002 se composera à la fois des stériles PGA/LM et des résidus non PGA/LM. La disposition de ces matériaux nécessite un niveau de protection A conformément à la directive 019 (MELCCFP, 2025). Le niveau de protection A exige que les conditions hydrogéologiques en dessous et autour de l'installation de disposition, ou les mesures d'atténuation mises en place, soient suffisantes pour empêcher de manière toute dégradation significative de la qualité des eaux souterraines due à une éventuelle infiltration provenant de l'installation de stockage. La directive 019 exige qu'une étude de modélisation hydrogéologique soit réalisée afin d'estimer les taux de percolation verticale et la simulation numérique du transport des contaminants générés par les matériaux stockés dans la halde de disposition.

Un modèle numérique hydrogéologique en 3D a été développé pour évaluer l'efficacité des mesures de contrôle des infiltrations proposées, en l'occurrence une géomembrane sous la halde 002 pendant l'exploitation de la mine, suivie de l'installation d'une couverture imperméable après la fermeture de la mine, au niveau de la halde 002, afin d'empêcher le lessivage de l'arsenic et d'étayer la prise de décision pour la conception de la halde. Le développement du modèle et les résultats sont détaillés dans le rapport CASN-A-370-HY-REP-0002 d'AtkinsRéalis et un résumé est fourni ci-dessous.

10.1 Modèle numérique 3D

Le modèle a été développé en trois phases. Le modèle pré-exploitation tenait compte des conditions actuelles du site, avant le développement de la mine, et a été utilisé pour calibrer le modèle à l'aide de données de terrain. Le modèle des opérations minières supposait une halde 002 entièrement développée et une fosse minière pleine à partir de la première année jusqu'à la fin de l'exploitation, et la phase post-fermeture, à partir de la fin de l'exploitation pendant 180 ans, supposait une fosse réinondée et une halde 002 recouverte.

Les résultats du modèle d'écoulement des eaux souterraines suggèrent que l'installation de la géomembrane sous la halde 002 modifiera les directions d'écoulement des eaux souterraines vers le sud et le sud-ouest, respectivement vers le lac L01 et la fosse minière. L'écoulement modifié des eaux souterraines persiste pendant la phase de fermeture.

Le modèle de transport des solutés simule la percolation des solutés provenant de la halde 002, à travers les géomembranes (au-dessus et en dessous), dans l'environnement environnant. Les résultats du modèle de transport des solutés suggèrent que le lac L02 est le récepteur le plus exposé au risque d'infiltration provenant de la halde 002, mais que le système d'atténuation est efficace, les concentrations de solutés atteignant les récepteurs environnementaux étant inférieures aux critères applicables après 200 ans. Par conséquent, le modèle indique que les mesures proposées sont adéquates pour prévenir toute dégradation significative de la qualité des eaux souterraines due à une éventuelle infiltration provenant de l'installation de stockage.

11. Installation de disposition des résidus

Les résidus générés pendant les opérations de traitement sortiront de l'usine sous forme d'un seul flux unique. Ils seront soit disposés en surface, soit utilisés comme remblai en pâte pour la mine souterraine. Les résidus destinés à être disposés en surface seront déshydratés par séparation en milieu dense (SMD) ou à l'aide d'un filtre-presse à bandes jusqu'à atteindre une teneur en solides d'environ 88 % (Ws/Wt) à l'usine de traitement. Les résidus secs seront transportés vers la halde 002, puis déposés par l'équipement de transport, étalés à l'aide d'un bulldozer et compactés à l'aide d'un compacteur de sol vibrant. La production totale prévue de résidus pendant les 22 ans de durée de vie de la mine est estimée à 71,1 Mt, dont environ 54,0 Mt seront éliminées en surface, et les 17,1 Mt restants seront utilisées pour le remblayage en pâte.

Un processus de sélection de site a été réalisé pour l'étude d'évaluation économique préliminaire (EEP). Deux sites ont été identifiés pour la disposition des résidus et du stérile minier.
La halde 001, située au nord-ouest du site de l'usine, sera utilisée exclusivement pour la disposition des stériles en raison de sa proximité avec la mine à ciel ouvert. La halde 002 située au nord-est de l'usine, sera utilisée à la fois pour le stockage des stériles et des résidus. La conception du volet gestion des résidus comprend la zone de stockage des résidus dans la halde 002 et les infrastructures connexes de gestion de l'eau.

11.1 Considérations générales relatives à la conception

La conception de l'installation de disposition des résidus repose sur les considérations suivantes :

- La directive 19 sur l'industrie minière (MELCCFP, 2025) considère qu'un parc à résidus sec est une zone de retenue sans rétention d'eau. Cela définit les critères de conception du système de drainage et la résistance aux séismes ;
- Les résidus produits à l'usine sont conditionnés à un état suffisamment sec pour permettre leur transport, leur mise en place, leur étalement et leur compaction à l'aide d'équipements de terrassement conventionnels;
- Les résidus seront transportés de l'usine vers la halde 002 à l'aide de camions miniers. Les résidus destinés au remblayage seront pompés vers l'usine de remblayage en pâte ;
- La halde de résidus sera construite selon une méthodologie ascendante ;
- Une berme de démarrage sera prévue au pied de l'installation de stériles;
- Les résidus considérés comme non acidifiants, mais ont été pris en compte comme source de lixiviation des métaux aux fins de la présente étude ;
- La base de la portion réservée aux résidus de la halde 002 sera recouverte d'une géomembrane LLDPE double texture de 1,5 mm ;
- Les eaux de ruissellement provenant de l'empreinte de la halde de disposition sont gérées par des fossés périphériques revêtus et des bassins de collecte ;
- L'excès d'eau des bassins de collecte sera pompé vers la zone industrielle pour y être traité, tant au niveau des matières en suspension totales (MES) que des métaux traces, avant d'être rejeté dans l'environnement ou réutilisé.
- Les pentes externes de l'installation de résidus seront reprofilées en vue de la fermeture
- Dans le cadre des opérations normales. À la fermeture, les surfaces de disposition des résidus seront recouvertes d'une géomembrane, de morts-terrains et de terre végétale avant hydroensemencement.

11.2 Production et caractéristiques des résidus

La production de résidus augmente de 1,9 Mt à l'Année 1 à 5,2 Mt à l'Année 3. De l'Année 4 à l'Année 16, la production se situe entre 4,1 et 4,3 Mt par année. La production diminue à 2,9 Mt à l'Année 17, puis à 1,6 Mt à l'Année 18, et cesse à l'Année 19 avec 1,25 Mt.
. Les informations suivantes ont été utilisées pour l'analyse volumétrique de l'installation :

- La production totale de résidus pour la durée de vie de la mine est de 71,1 Mt.
  - 17,1 Mt de résidus seront utilisés comme remblai, et
  - Les 54,0 Mt restantes seront éliminées dans la halde 002.
- Les essais en laboratoire sur l'échantillon de stériles ont indiqué une densité sèche maximale standard Proctor = 1 958 kg/m3 (ASTM, D698) et une teneur en humidité optimale de 11,7 % (Ww/Ws selon la mécanique des sols) ;
- La densité sèche moyenne *in situ* des stériles SMD compactés dans l'installation pour le calcul volumétrique est supposée être de 90 % de la densité sèche Proctor standard maximale. Cette valeur est d'environ 1,7 t/m^3 et le volume de stockage requis dans la halde 002 est donc de 31,0 Mm^3, et
- les résidus destinés à la disposition en surface seront constitués d'un mélange comprenant les matériaux grossiers primaires SMD (flottés) et degrit, les matériaux grossiers secondaires SMD (degrit), les matériaux fins et ultrafins SMD (flottés et degrit), les matériaux SMD recassés-retamisés (flottés), les fractions magnétiques SMD ainsi que le gâteau de filtre-presse. La fraction dominante est représentée par les matériaux grossiers primaires SMD, qui comptent pour environ 38 % du total, tandis que le gâteau de filtre-presse représente environ 20 % du flux global.

Les informations supplémentaires fournies par les analyses des résidus sont les suivantes :

- Les résidus contiennent environ 3 % de particules fines (limon et/ou argile), environ 57 % de sable et environ 40 % de gravier. La distribution granulométrique est la suivante :
  - D_{80} = 7,68 mm, et
  - Particules fines inférieures à 75 microns = 2,9 %.
- L'échantillon de stériles présente un comportement non plastique et a une densité de 2,68 (ASTM D854), et
- La conductivité hydraulique moyenne des résidus à 1200 kPa est de 9,46E-04 cm/s, ce qui se situe dans la plage de perméabilité des matériaux sableux tels que le sable bien calibré (SW).

Les résultats des essais sont inclus dans le rapport CASN-A-370-GT-REP-0003 d'AtkinsRéalis.

Le **Tableau 11-1** présente la production annuelle prévue pour les flux de résidus, le remblayage souterrain prévu et les résidus destinés à être éliminés en surface à la halde 002.

Tableau 11-1 Production de résidus – disposés et remblayés

Période	Résidus produits	Résidus annuels destinés à l'usine de remblayage par pâte pour les travaux souterrains	Résidus annuels de la halde 002	Tonnage cumulé des résidus destinés à la halde 002
(année)	(Mt)	(Mt)	(Mt)	(Mt)
Y-1	0,28		0,28	0,28
Y1	1,86	0,03	1,83	2,11
Y2	2,32	0,38	1,94	4,05
Y3	5,20	1,12	4,08	8,13
Y4	4,30	0,97	3,33	11,46
Y5	4,30	0,98	3,32	14,78
Y6	4,30	0,93	3,37	18,15
Y7	4,30	0,97	3,33	21,48
Y8	4,30	0,98	3,32	24,8
Y9	4,30	0,99	3,31	28,11
Y10	4,31	0,99	3,32	31,43
Y11	4,28	0,99	3,29	34,72
Y12	4,31	0,99	3,32	38,04
Y13	4,29	1,00	3,29	41,33
Y14	4,30	1,01	3,29	44,62
Y15	4,30	1,01	3,29	47,91
Y16	4,10	0,99	3,11	51,02
Y17	2,85	0,98	1,87	52,89
Y18	1,64	1,02	0,62	53,51
Y19	1,25	0,77	0,48	53,99
Y20	0			
Y21	0			
Y22	0			
Y23	0			
Total	**71,10**	**17,11**	**53,99**	**53,99**

11.3 Description du site de disposition des résidus

La superficie totale du site de la halde 002 est de 218 ha. Le site de disposition a été reculé d'au moins 60 m par rapport aux cours d'eau naturels, aux lacs ou aux habitats piscicoles présumés. La topographie du site varie entre une altitude de 386 m et une altitude de 444 m. La topographie permet le drainage par gravité vers les fossés périphériques. La superficie de la halde 002 est entièrement munie d'un revêtement étanche

La halde 002 contiendra également des stériles PGA. Les résidus seront disposés séparément de la halde de stériles. La superficie de la partie réservée aux résidus de la halde 002 est d'environ 92 ha (42 %). Les forages de condamnation ont été réalisés dans la place occupée par la halde 002. Une étude géotechnique du site et un rapport factuel ont été réalisés pour la halde 002 (BBA, 2024), qui comprenait 12 forages, des échantillonnages et des essais en laboratoire. Les conditions du sol rencontrées dans la superficie de la halde 002 sont décrites dans **la Section 3.4** .

11.4 Description de la disposition des résidus et des infrastructures connexes

La superficie de la halde nécessitera l'abattage des arbres, ainsi que le retrait de la terre végétale et des matières organiques. Les matériaux décapés seront entreposés en vue de leur réutilisation lors de la fermeture. Les morts-terrains présents dans l'emprise et identifiés comme meubles ou saturés seront également excavés, suivant l'inspection d'un ingénieur géotechnicien, puis stockés dans les piles de morts-terrains 004/005. Un reprofilage minimal de l'emprise est prévu, bien que le remblayage de certaines dépressions soit nécessaire. La topographie naturelle de l'emprise permet généralement un drainage gravitaire vers le pourtour de la pile. La cuvette sera ensuite munie d'une géomembrane en LLDPE texturée double face de 1,5 mm d'épaisseur. Un géotextile de protection sera installé au-dessus de la géomembrane, et les résidus pourront être déposés directement sur le géotextile, pourvu que la circulation d'équipement sur le bassin revêtu soit évitée (voir **Figure 11-1**).

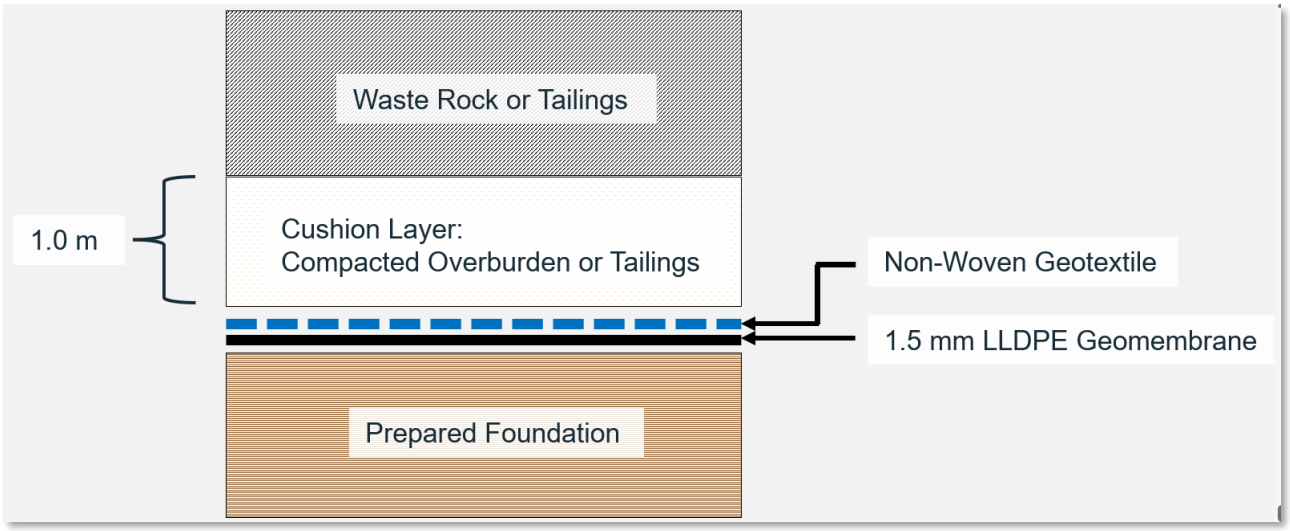


Figure 11-1 profil d'étanchéité de la halde 002

Un remblai de départ sera aménagé au pied aval de la mise en place de stériles. Ce remblai assurera la stabilité du pied de talus et permettra l'accès des véhicules pour faciliter les inspections. Il sera construit à partir de stériles classés « faible risque » et aura une hauteur de 3 m, une largeur de couronne de 5 m et des pentes latérales de 3H:1V. Une couche de sable filtrant/mise en assise de 300 mm d'épaisseur sera installée sous la digue. Sur la pente amont, une couche de transition en sable et gravier de 300 mm sera mise en place, recouverte d'une couche supplémentaire de 300 mm de sable filtrant/mise en assise, assurant une protection adéquate entre la digue en stériles et le géotextile de protection. Le parc à résidus sera construit de manière à faciliter la fermeture, avec une pente externe générale de 3,25 H:1V et des banquettes intermédiaires de 7,5 m de largeur tous les 30 m d'élévation (voir dessin CASN-A-370-GT-DWG-003).

La gestion de l'eau pour la halde 002 comprend une série de fossés périphériques qui drainent par gravité vers deux bassins de collecte. Les eaux de ruissellement provenant de la zone des résidus seront évacuées via les fossés 02-01 et 02-02 vers le bassin 02 et via les fossés 03-01 et 03-02 vers le bassin 03. Les fossés et les bassins seront recouverts d'une géomembrane en polyéthylène linéaire à basse densité (PLDD) de 1,5 mm, recouverte d'un géotextile de rembourrage et d'une couche d'enrochement. Une route d'accès est prévue parallèlement aux fossés et à l'extérieur de ceux-ci. La route d'accès facilite l'accès des véhicules pour les inspections et les réparations et détourne également les eaux de ruissellement provenant de l'extérieur de la superficie de la halde afin qu'elles ne se déversent pas dans les fossés. L'eau collectée dans le bassin 02 sera pompée vers le bassin 03 et l'eau du bassin 03 sera pompée vers l'usine de traitement des eaux pour y être traitée avant d'être rejetée dans le bassin de polissage. Une description plus détaillée de l'infrastructure de gestion de l'eau est fournie à **la Section 5.3** .

11.5 Analyse de la stabilité pour le stockage des résidus

Une analyse de stabilité a été effectuée pour la section critique (section B1) de la zone de stockage des stériles (voir les dessins CASN-A-370-GT-DWG-0002 pour la vue en plan et CASN-A-370-GT-DWG-0004 pour la vue en coupe). Les sections transversales sélectionnées pour les analyses de stabilité sont basées sur la hauteur maximale et les pentes les plus raides, comme indiqué sur les dessins.

Des analyses de stabilité des pentes ont été réalisées pour la halde de résidus (sur la zone de stockage des résidus de la halde 002) à l'aide du logiciel SLOPE/W version 2023.1.2, un programme d'équilibre limite en deux dimensions développées par Geo-Slope International Limited. La méthode Morgenstern-Price a été utilisée pour identifier les surfaces de rupture potentielles dans les pentes des haldes de disposition et leurs fondations sous-jacentes.

11.5.1 Géométrie du modèle

Sur la durée de vie de 22 années de la mine, la production prévue de stériles est estimée à 71,1 Mt. Environ 54,0 Mt de ces résidus seront déposés en surface, tandis que les 17,1 Mt restants seront utilisés pour le remblayage en pâte. Les résidus déposés dans la halde 002 sont destinés à stocker 54,0 Mt. Une description détaillée des modèles géométriques de la halde de résidus (pouvant accueillir 54 Mt de stériles) est fournie dans les sous-sections suivantes.

11.5.1.1.1 Exploitation

La géométrie de la section critique B1 pour la phase opérationnelle de la halde à stériles est illustrée dans le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG-0004. La halde à stériles présente une pente externe globale de 3,25 horizontal sur 1 vertical (3,25H:1V) et comprend des banquettes intermédiaires de 7,5 m de largeur espacées tous les 30 m d'élévation.
Comme décrit à la **Section 11.4** , le bassin de la halde sera recouvert d'une géomembrane, sur laquelle sera placé un géotextile de rembourrage. L'interface entre le géotextile et la géomembrane est essentielle pour la stabilité de la pente. L'analyse a révélé que la combinaison d'une géomembrane PLDD double texture de 1,5 mm (60 mil) et d'un géotextile non tissé fournissait le FS requis, et cette combinaison a été sélectionnée pour la conception.

De plus, la digue de départ a été intégrée au modèle afin de permettre l'accès des véhicules au pied du parc à résidus pour fins d'inspection. Cette digue de départ, construite à partir de stériles de faible risque, aura une hauteur de 3 m et une largeur de couronne de 5 m, tel qu'illustré au dessin no CASN-A-370-GT-DWG-0004.

11.5.1.1.2 Fermeture

La géométrie de la section critique B1 pour la phase de fermeture de la halde est illustrée dans le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG- 0004 . Contrairement au modèle de fermeture appliqué au stérile de la pile 002, celui prévu pour les résidus ne nécessite pas de couche de 30 cm de pierre concassée sur les pentes. À la place, le modèle de fermeture intègre directement une géomembrane en PEHD texturé double face de 1,5 mm, installée immédiatement au-dessus des résidus. Une géogrille est ensuite posée sur la géomembrane pour agir comme couche de drainage. De plus, une couche de 20 cm de matériaux granulaires est ajoutée au-dessus de la géogrille, puis recouverte d'une couche supplémentaire de 20 cm de terre végétale afin de permettre l'hydro-ensemencement. Cette configuration reflète fidèlement la structure de fermeture prévue dans le modèle.

11.5.1.2 Scénarios de chargement et FS minimum

Des analyses de stabilité ont été effectuées dans des conditions statiques et pseudo-statiques. Il est important de noter que le coefficient de sécurité (FS) pour les haldes de disposition classée comme non liquéfiables n'est pas abordé par l'ACB (2019). Toutefois, l'ACB (2019) indique que, si les stériles sont non liquéfiables et ne peuvent s'écouler, l'installation peut être considérée comme une zone d'élimination des déchets similaire à une zone d'élimination des morts-terrains. Il existe des directives de conception pour les décharges et les zones d'élimination des morts-terrains, qui seraient applicables dans ce cas.

Sur la base de ces directives de l'ACB (2019), les valeurs du FS ont été déterminées conformément à la réglementation du Québec (MRNF, 2024) pour les décharges et les haldes de disposition de morts-terrains. Il convient de noter que les directives du MRNF (2024) sont similaires à celles suggérées par le BCMWRPRC (1991a) et Hawley et Cunning (2017). Le FoS minimum requis pour les haldes de disposition des stériles est présenté dans le **Tableau 11-2** les raisons qui ont motivé le choix des conditions de chargement sont expliquées dans les sous-sections suivantes.

Tableau 11-2 Facteurs de sécurité minimaux pour les haldes de résidus (MRNF, 2024 ; BCMWRPRC, 1991a et Hawley et Cunning, 2017)

Condition	Facteurs de sécurité minimaux (MRNF, 2024)	
Classification des conséquences (CDA, 2019)	**Faible à importante**	**Élevé à extrême**
Stabilité locale (chaque banc)		
Statique (condition non drainée)	1,0	1,1
Statique (condition drainée)	1,2	
Stabilité globale (ensemble de la halde de disposition)		
Statique (à l'état non drainé)	1.3	1,5
Statique à long terme	1,5	
Pseudo-statique	1,1	1,3

11.5.1.2.1 Drainé

La condition de chargement drainée reflète la stabilité à long terme et utilise les résistances au cisaillement sous contrainte effective pour tous les matériaux dans le modèle de stabilité des pentes. Un FS minimal cible de 1,5 a été adopté pour les conditions statiques à long terme.

11.5.1.2.2 Non drainé

Les matériaux stériles analysés en laboratoire sont à grains grossiers (AtkinsRéalis, 2025b), ce qui signifie qu'ils peuvent être classés comme drainants. Par conséquent, les conditions de chargement non drainées n'ont pas été prises en compte pour les stériles. On suppose que tous les matériaux organiques, la terre végétale et l'argile susceptibles de générer une pression interstitielle en cas de chargement rapide seront retirés de la superficie de la halde de disposition. Par conséquent, les conditions de chargement non drainées n'ont pas non plus été prises en compte pour les fondations.

11.5.1.3 Sismicité

Cette étude n'a pas inclus d'analyses post-séisme, qui évaluent généralement les résistances résiduelles au cisaillement des matériaux de fondation susceptibles de s'être liquéfiés. Cette décision a été prise sur la base d'études de forages indiquant que les matériaux de fondation ne devraient pas subir de liquéfaction. De plus, les stériles seront compactés à 95 % de la densité sèche maximale standard Proctor, ce qui les rendra non liquéfiables. Par conséquent, la résistance résiduelle n'a pas été incluse dans cette étude. La ABC (2019) précise également qu'une installation de résidus sans eau retenue, telle qu'un empilement à sec, peut être conçue sur la base des lignes directrices relatives aux décharges et aux haldes de disposition de morts-terrains, à condition que les matériaux empilés à sec ne soient pas liquéfiables et ne puissent pas s'écouler. Par conséquent, aucune analyse post-séisme n'a été effectuée pour la halde à stériles.

Au lieu de cela, une analyse pseudo-statique a été réalisée pour évaluer la stabilité dynamique. Une analyse pseudo-statique a été réalisée pour évaluer la stabilité dynamique des haldes de disposition de résidus. Tout terril sec conçu selon la norme GISTM doit répondre aux critères de conception correspondant à la classification des conséquences extrêmes pour les conditions post-fermeture. Le site est classé dans la catégorie D, avec un coefficient d'accélération sismique horizontal (K_h) de 0,1 g (50% du PGA pour un événement survenant une fois tous les 10 000 ans (extrême), extrapolée à partir de NBCC (2020)) utilisée dans l'analyse pseudo-statique. Toutefois, une évaluation des risques sismiques spécifiques au site est recommandée dans la prochaine phase de l'étude. De plus, pendant la phase de conception détaillée, des études géotechniques supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si des couches épaisses et faibles sous la superficie des haldes de disposition pourraient présenter un risque de liquéfaction.

11.5.1.4 Propriétés des matériaux

Le **Tableau 11-3** fournit un résumé des paramètres des matériaux et du modèle de matériaux utilisés pour cette étude. Les résidus destinés à être disposés en surface sont constitués d'un mélange comprenant les matériaux grossiers primaires SMD (flottés) et degrit, les matériaux grossiers secondaires SMD (degrit), les matériaux fins et ultrafins SMD (flottés et degrit), les matériaux SMD recassés-retamisés (flottés), les fractions magnétiques SMD ainsi que le gâteau de filtre-presse.

.

Les essais en laboratoire ont permis de déterminer une densité sèche maximale Proctor standard de 1 958 kg/m³ et une teneur en eau optimale de 11,7 % (Ww/Ws). Par conséquent, une masse volumique correspondant à 95 % de la densité Proctor standard, soit 1 860 kg/m³ (18,2 kN/m³), a été retenue dans le modèle. Un angle de frottement effectif de 42° a été estimé à partir des essais triaxiaux CIU (ASTM D4767) en conditions drainées ; toutefois, considérant que ces essais ont été réalisés en laboratoire dans des conditions contrôlées difficilement reproductibles sur le terrain, une valeur conservatrice de **37°** a été adoptée pour l'analyse de stabilité.

La géomembrane PLDD à double texture a été modélisée comme en conditions drainées, avec un angle de frottement effectif de 30,1 degrés et une masse volumique de 9 kN/m³. Parallèlement, le géotextile non tissé a également été modélisé, avec une masse volumique de 1 kN/m³ pour chaque condition de chargement. Ces paramètres de modélisation ont été repris de la base de données AtkinsRéalis et sont basés sur les spécifications de différents fournisseurs.

Les paramètres de densité et de résistance des matériaux de fondation proviennent de l'étude réalisée par BBA (2024). Selon l'interprétation d'AtkinsRéalis, la fondation sous les emprises des haldes 001 et 002 est composée d'une couche d'organique surmontant une unité de sols classés limon/limon sableux/limon avec gravier (ML), elle-même reposant sur une unité de sable limoneux/sable limoneux avec gravier (SM). Sous cette couche se trouve une unité de gravier limoneux avec sable/gravier avec limon et sable (GM), suivie d'une unité de gravier (incluant des cailloux) (GW) située au-dessus du roc. Les valeurs de résistance des matériaux ont été dérivées de l'analyse des valeurs SPT « N » réalisées par BBA, menant aux angles de frottement estimés à 31°, 34°, 38° et 39° et aux masses volumiques de 18,5, 19,0, 20,0 et 20,5 kN/m³, pour les unités ML, SM, GM et GW respectivement, et intégrées dans le modèle.

Tableau 11-3 Paramètres géotechniques des matériaux des haldes à stériles

Description	γ (kN/m³)	C' (kPa)	Φ' (˚)	Modèle de stabilité des pentes
Matières organiques	14	0	18	Mohr-Coulomb
ML - Limon/Limon sableux/Limon avec gravier	18,5	0	31	Mohr-Coulomb
SM - Sable limoneux/Sable limoneux avec gravier	19,0	0	34	Mohr-Coulomb
GM - Gravier limoneux avec sable/gravier avec limon et sable	20,0	0	38	Mohr-Coulomb
GW - Gravier	20,5	0	39	Mohr-Coulomb
Résidus	18	0	37	Mohr-Coulomb
Stériles	20	0	38	Mohr-Coulomb
Géomembrane PLDD double texture de 1,5 mm (couche de base)	9	3,15	30,1	Mohr-Coulomb
Géotextile non tissé (couche de base)	1	3,15	30,1	Mohr-Coulomb
Géomembrane PEHD de 1,5 mm (couverture)	9	0,65	17,8	Mohr-Coulomb

Description	γ (kN/m^3)	C' (kPa)	Φ' (˚)	Modèle de stabilité des pentes
Géogrille (couverture)	9	0,65	17,8	Mohr-Coulomb
Couche protectrice en géomembrane/géotextile	19	0	34	Mohr-Coulomb
Roc	Impenétrable			

11.5.1.5 Hypothèse relative à la surface phréatique

Le modèle a adopté une surface phréatique conservatrice basée sur un modèle en régime permanent, dans lequel la nappe phréatique s'abaisse jusqu'au niveau des drains périphériques situés sous le terrain naturel.

11.5.1.6 Résultats de l'analyse de stabilité

Les résultats sommaires de l'analyse de stabilité des pentes sont présentés dans **Tableau 11-4**. Les résultats détaillés sont présentés dans l'**Annexe D**, rapport AtkinsRéalis CASN-A-370-GT-REP-0002, , figures S9 à S20. L'évaluation s'est concentrée sur les conditions de chargement drainées et pseudo-statiques pour la section critique (section B1 dans le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG-0002) de la halde à stériles. Les conditions de chargement non drainées n'ont pas été analysées, car on a supposé que l'eau pouvait s'écouler rapidement du sol. L'étude a pris en compte les défaillances globales et locales, en mettant particulièrement l'accent sur la surface de rupture critique aux interfaces entre la géomembrane et les matériaux géotextiles. Il a été constaté que l'interface entre la géomembrane PLDD à double texture et le géotextile non tissé n'était pas une surface de rupture critique. L'analyse a évalué les mécanismes de rupture circulaires et non circulaires, le mécanisme de rupture non circulaire étant identifié comme le mécanisme prédominant, entraînant le coefficient de sécurité (FS) le plus faible. Par conséquent, les conclusions présentées dans cette note sont basées sur une rupture non circulaire. La phase opérationnelle et la phase de fermeture ont toutes deux été évaluées, mais les résultats n'ont pas différé entre les deux phases.

Le FS le plus bas se produit dans des conditions pseudo-statiques (FS = 1,60), en raison des conditions de chargement dynamique. Comme le **Tableau 11-3**, les configurations et optimisations proposées démontrent que le FS pour les haldes répond aux exigences minimales établies par le Règlement du Québec (MRNF, 2024) dans tous les scénarios de chargement, y compris les défaillances globales et locales.

Tableau 11-4 Coefficients de sécurité pour la stabilité des pentes des haldes

Phase	Section	Conditions de chargement	Exigence minimale de FoS[1]	FoS	Références[3]	Type de défaillance[2]
Opérationnel	B1-B1	Statique (drainé)	1,5	2,13	Figure S9	Global
Opérationnel	B1-B1	Pseudo-statique	1,3	1,60	Figure S10	Global
Fermeture	B1-B1	Statique (drainé)	1,5	2,13	Figure S11	Global
Fermeture	B1-B1	Pseudo-statique	1,3	1,60	Figure S12	Global
Opérationnel	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,36	Figure S13	Local (banc 1)
Opérationnel	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,28	Figure S14	Local (banc 2)
Opérationnel	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,28	Figure S15	Local (banc 3)
Opérationnel	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	1,84	Figure S16	Local (banc 4)
Fermeture	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,3	Figure S17	Local (banc 1)
Fermeture	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,36	Figure S18	Local (banc 2)
Fermeture	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	2,29	Figure S19	Local (banc 3)
Fermeture	B1-B1	Statique (drainé)	1,2	1,90	Figure S20	Local (banc 4)

[1] MRNF, 2024 ; BCMWRPRC, 1991a et Hawley et Cunning, 2017

[2] Le premier banc est celui du haut, les bancs suivants étant disposés chronologiquement vers le bas, en direction de la surface du sol.

[3] Les résultats de l'analyse de stabilité (figures) sont présentés à **l'Annexe D**

12. Stockage des stériles et des morts-terrains

Parmi l'ensemble des sous-produits générés par les opérations minières, les stériles et les morts-terrains seront produits tout au long de la durée de vie de la mine. Deux piles de stériles, deux piles de morts-terrains et deux piles de matières organiques ont été définies conceptuellement. La construction de ces piles se poursuivra de manière continue durant toute la vie de la mine. Les matériaux entreposés dans les piles de morts-terrains et de matières organiques seront réutilisés lors de la phase de fermeture.

La production prévue de matériaux sur les 22 ans de la durée de vie de la mine est évaluée comme suit :

- Stériles: 155,2 Mt.;
  - Stériles non lixiviables (à faible risque) : 74,2 Mt ;
  - Stériles PAG/ML: 81,0 Mt;
- Morts-terrains: 14,0 Mt.
- Matières organiques: 3,2 Mt.

Une partie des stériles non lixiviables sera stockée et disposée dans la halde 001 (45,2 Mt), le reste sera déversé dans la fosse à ciel ouvert (29,0 Mt). Tous les stériles PGA/LM produits seront disposés à la halde 002 et tous les morts-terrains et matières organiques seront stockés dans leurs haldes respectifs.

12.1 Considérations générales relatives à la conception

Les principales références pour la conception des installations de gestion des stériles et des morts-terrains sont les suivantes :

- Technical note – Environmental, social, and hydrological surveys (NIIGAAN, 2022);
- Geochemical characterization of tailings and waste rock (Vision, 2025).
- *GMining Mine Plan*, "CASN-Final_Mining_Mass_Balance".
- Données de référence disponibles telles que les contraintes environnementales, les écosystèmes sensibles et uniques, les plans d'eau de surface, les limites de propriété, les ressources minérales et les concessions minières. Ces informations ont été intégrées dans un système d'information géographique ;
- Données LiDAR fournies par Patriot et extraites des sites web gouvernementaux.

12.2 Production et caractéristiques des stériles et des morts-terrains

La conception des stériles et des morts-terrains repose sur les éléments suivants :

- Les morts-terrains et les stériles extraits lors des différentes phases d'exploitation sont considérés comme des matériaux secs ; par conséquent, les matériaux auront le temps de s'égoutter entre l'excavation et le placement dans la halde de disposition. L'équipement minier transportera le matériau de la fosse vers la zone d'élimination finale ;
- Les haldes de disposition seront constituées par levées successives en élévation, et des hauteurs et largeurs de banquettes adéquates seront maintenues afin d'atteindre l'inclinaison globale de conception ;
- Les eaux de ruissellement provenant des stériles à faible risque de la halde de disposition 001 seront gérées à l'aide de fossés périphériques (fossé 01-01, fossé 01-02, fossé 01A-01 et fossé 01A-2) et de bassins de collecte 01 et 01A. L'eau collectée dans les bassins 01 et 01A sera pompée vers les bassins de sédimentation de la zone industrielle pour la gestion des MES avant d'être rejetée dans l'environnement ou réutilisée dans l'usine de traitement ;
- Les eaux de ruissellement provenant des stériles PGA dans la halde de disposition 002 seront gérées à l'aide de fossés revêtus (fossé 02-02 et fossé 03-01) et de bassins de collecte 02 et 03, tous deux munis de revêtement. Cette eau sera pompée vers la zone industrielle pour y être traitée avant d'être rejetée dans l'environnement ou réutilisée dans l'usine de traitement ;
- Les eaux de ruissellement provenant de la halde de disposition de morts-terrains seront gérées à l'aide d'une série de bassins de rétention situés au pied de la halde ;
- La fermeture des surfaces de stériles à faible risque dans la halde de disposition 001 nécessitera le nivellement des pentes externes à une inclinaison de 3H:1V, la mise en place d'une couche de morts-terrains et de terre végétale et de l'ensemencement hydraulique ;
- La fermeture des surfaces de stériles PGA dans la halde de disposition 002 nécessitera le nivellement des pentes externes à une inclinaison de 3H:1V, la mise en place d'une couche de rembourrage, l'installation d'une membrane géomembrane, le recouvrement de la géomembrane d'une couche de morts-terrains et de terre végétale et de l'ensemencement hydraulique ;
- Les matériaux stockés dans les haldes de disposition de morts-terrains 004 et 005 et les tas de matières organiques seront utilisés pendant la phase de fermeture comme matériaux de remblayage/recouvrement propres ;
- Les matériaux stockés dans les tas de matières organiques seront utilisés pendant la phase de fermeture.
- Production et caractéristiques des matériaux : Le plan d'exploitation minière prévoit une période de montée en puissance de la première à la deuxième année, une baisse au cours des troisième et quatrième année, puis une nouvelle période de montée en puissance au cours de la cinquième année, après quoi la production restera relativement stable jusqu'à la dixième année, où elle commencera à diminuer jusqu'à la dix-neuvième année. Les morts-terrains ne sont attendus qu'aux premières étapes du projet, avec un pic de 3,9 Mt en année -1 et année 1 ; le tonnage total prévu est d'environ 14,0 Mt ;

L'analyse volumétrique des installations de stockage des stériles et des morts-terrains est basée sur les éléments suivants :

- Les haldes de disposition de stériles auront une pente extérieure globale de 3,25H:1V ;
- La granulométrie des stériles devrait être comprise entre 0 et 1 000 mm. Le matériau est considéré comme autodrainant et ne présente pas de teneur en humidité importante ;
- La densité sèche estimée sur place est de 2,0 t/m³. La capacité de stockage requise qui en résulte est donc de 77,2 Mm³ ;
- Les stériles seront stockés dans les haldes de disposition 001 et 002, les stériles à faible risque étant stockés dans la halde de disposition 001 et les stériles PGA dans la halde de disposition 002 ;
- Les stériles à faible risque seront stockés dans la mine à ciel ouvert une fois que la capacité de la halde de disposition 001 aura été atteinte au cours de l'année 9 ;
- Pour les tas de morts-terrains, la densité sèche *in situ* estimée est de 1,75 t/m³. La capacité requise qui en résulte est de 8,01 Mm³, et
- Pour le tas de matières organiques, la densité sèche in situ estimée est de 1,43 t/m³. La capacité requise qui en résulte est de 2,2 Mm³.

Le **Tableau 12-1** présente la production annuelle à stocker dans les haldes de disposition et les tas de morts-terrains, ainsi que le nombre cumulé de tonnes produites et le lieu de dépôt des stériles et des morts-terrains.

Tableau 12-1 Zones de production et de stockage des stériles et des morts-terrains

Année	Production annuelle de stériles à faible risque (Mt)	Cumul des stériles à faible risque dans la halde de disposition 001 (Mt)	Cumul des stériles à faible risque dans la mine à ciel ouvert (Mt)	Production annuelle de stériles PAG (Mt)	Roches stériles PAG cumulées dans la halde de disposition 002 (Mt)	Production annuelle de morts-terrains (Mt)	Matières en excédent cumulées vers le dépôt 004 (Mt)	Stériles cumulés vers le dépôt 005 (Mt)	Production annuelle de matières organiques (Mt)	Matières organiques cumulées dans le dépôt (Mt)
Y-2				0,10	0,10	0,89	0,89			
Y-1	0,77	0,77		1,59	1,69	3,92	4,81			
Y1	1,76	2,53	-	3,83	5,52	3,91	7,00	1,72	0,89	0,89
Y2	6,27	8,79	-	7,08	12,60	0,89		2,61	0,89	1,77
Y3	4,63	13,42	-	5,00	17,60	1,04		3,65	1,39	3,16
Y4	4,37	17,80	-	3,83	21,43	1,07		4,72	-	-
Y5	9,03	26,82	-	7,15	28,60	2,08	-	6,80	-	-
Y6	10,88	37,71	-	8,33	36,91	0,23	-	7,03	-	-
Y7	7,48	45,18	-	6,37	43,27		-		-	-
Y8	8,21		8,21	7,24	50,52		-		-	-
Y9	5,76		13,97	9,59	60,11		-		-	-
Y10	4,35		18,32	8,20	68,32	-	-	-	-	-
Y11	2,40	-	20,72	4,08	72,40	-	-	-	-	-
Y12	3,42	-	24,14	4,66	77,06	-	-	-	-	-
Y13	1,83	-	25,97	1,37	78,43	-	-	-	-	-
Y14	1,65	-	27,62	1,21	79,65	-	-	-	-	-
Y15	1,03	-	28,65	0,55	80,20	-	-	-	-	-
Y16	0,3	-	28,95	0,49	80,69	-	-	-	-	-
Y17	0,03	-	28,98	0,23	80,92	-	-	-	-	-
Y18		-		0,06	80,98	-	-	-	-	-
Y19		-		0,03	81,01	-	-	-	-	-
Y20		-				-	-	-	-	-
Y21		-	-			-	-	-	-	-
Y22	-	-	-			-	-	-	-	-
Y23	-	-	-			-	-	-	-	-
Total	**74,17**	**45,18**	**28,98**	**81,01**	**81,01**	**14,03**	**7,00**	**7,03**	**3,16**	**3,16**

12.3 Description du site de stockage des stériles et des morts-terrains

La halde de disposition 001 est située au nord-ouest du site de l'usine et sera utilisée exclusivement pour l'élimination des stériles à faible risque. La halde de disposition 002 est située au nord-est de l'usine et sera utilisée pour le stockage des stériles et des résidus PGA. La superficie totale de la halde 001 est de 80 ha. La superficie totale de la halde 002 est de 218 ha. La partie de la halde 002 destinée au stockage des stériles PGA est de 126 ha (58 %). Les superficies des haldes ont été décalées d'au moins 60 m par rapport aux cours d'eau naturels, aux lacs ou aux habitats piscicoles présumés. La topographie du site de la halde 001 varie entre 374 m et 400 m d'altitude. La topographie du site de la halde 002 varie entre 386 m et 444 m d'altitude. La topographie des deux haldes permet le drainage des eaux de ruissellement par gravité vers les fossés périphériques.

Les forages de condamnation ont été réalisés dans les superficies des haldes 001 et 002. Une étude géotechnique du site et un rapport factuel ont été réalisés pour les deux haldes (BBA 2024), comprenant 19 forages, des prélèvements d'échantillons et des essais en laboratoire. Les conditions du sol rencontrées dans les superficies des haldes 001 et 002 sont variables et sont résumées dans Les conditions du sol rencontrées dans la superficie de la halde 002 sont décrites dans la **Section** « **11.3** » ci-dessus.

Les haldes de disposition de morts-terrains identifiées dans le plan général sont les suivantes :

- Tas de déblais 004 : zone située au sud-ouest de la limite de la fosse – années -1 à 4 ;
- Tas de morts-terrains 005 : zone située au sud-est de la limite de la phase 2 de la fosse – années 5 à 8 ; et
- Tas de matières organiques : zone située au sud de la halde 001 et au nord de la zone industrielle – années 1 à 3.

12.4 Halde de stériles, piles de morts-terrains et infrastructures connexes

La superficie de la halde 001 couvre 80 ha et sa hauteur maximale est d'environ 95 m. La partie rocheuse PGA de la halde 002 est d'environ 126 ha (58 %) avec une hauteur maximale d'environ 120 m. Les superficies des deux haldes nécessiteront le déboisement et le retrait de la couche arable/des matières organiques. La couche arable et les matières organiques retirées seront stockées dans le tas de matières organiques pour être utilisées lors de la fermeture. Les morts-terrains jugés meubles/saturés dans la superficie seront également retirés, après inspection par un ingénieur géotechnique, et stockés dans les haldes de morts-terrains 004/005. Le bassin de la partie rocheuse PGA/LM de la halde 002 sera recouvert d'une géomembrane LPDD double texture de 1,5 mm. La préparation pour l'installation de la géomembrane comprendra le remblayage des points bas, le compactage de la surface et la mise en place d'une couche de sable servant de coussin aux endroits où la géomembrane pourrait être endommagée par les fondations, par exemple les affleurements de stériles. Un géotextile servant de coussin sera posé sur la géomembrane et une couche de coussin de 1 m d'épaisseur sera posée sur le géotextile avant la mise en place des stériles. La couche de rembourrage pour le développement initial de la superficie sera constituée de morts-terrains extraits de l'exploitation de la fosse ou provenant de carrières locales. Une fois que l'usine de traitement sera opérationnelle et que les résidus seront produits, ceux-ci pourront être utilisés comme couche de rembourrage pour le reste de la superficie (voir le détail 1 sur le dessin CASN-A-370-GT-DWG-004).

Les stériles seront placés en couches de 10 m de hauteur avec des pentes locales d'environ 1,5H:1V. Une marche de 15 m de large est prévue pour chaque banc. Un banc sur trois aura une marche de 22,5 m. Les bancs seront nivelés au bulldozer afin d'obtenir une pente locale de 3H:1V à la fermeture. Le banc le plus large sera en partie conservé lorsque les bancs intermédiaires seront aplatis. Cela facilitera la gestion de l'eau à la fermeture. Cette géométrie offre une pente externe globale de 3,25H:1V (voir les dessins CASN-A-370-GT-DWG-003 et CASN-A-370-GT-DWG-004).

La gestion de l'eau pour les deux haldes de disposition consiste à entourer les superficies des haldes de fossés périphériques et à acheminer l'eau vers des bassins de rétention. L'excès d'eau est pompé des bassins de rétention vers les bassins de sédimentation ou vers l'usine de traitement de la zone industrielle pour y être traité avant d'être rejeté dans l'environnement ou réutilisé dans l'usine. Des routes d'accès sont prévues à côté et parallèlement aux fossés de drainage. Les conduites de pompage de l'eau sont indiquées dans le dessin 001-GE-DWG-0001-C de la CASN-A-001-GE-DWG-0001-C. Le traitement de l'eau est décrit à la **Section 18.3**. Le dessin 001-GE-DWG-001 présente la disposition des infrastructures de gestion de l'eau pour la halde 001 et la halde 002. Une description plus détaillée des infrastructures de gestion de l'eau est fournie à la **Section 5.3**.

Les morts-terrains seront stockés dans quatre zones distinctes (voir les dessins CASN-A-370-GT-DWG-001 et CASN-A-370-GT-DWG-005) :

- La pile de morts-terrains 004, située au sud de la fosse, a une superficie de 23 ha. La préparation de cette zone devrait commencer dès le début des travaux. La gestion de l'eau correspondante consiste en une série de bassins de rétention situés autour du périmètre de la halde. Les bassins de rétention seront construits avec un remblai rocheux à faible risque. Ils stockeront temporairement les eaux de ruissellement, permettront aux sédiments de se déposer, puis s'infiltreront dans l'environnement ou s'évaporeront.
- La pile de morts-terrains 005 est située au sud-est de la fosse ouest et occupe une superficie de 27 hectares. La préparation de cette zone doit être effectuée avant l'aménagement de la fosse est. Quant à la pile 004, la gestion de l'eau consiste en une série de bassins de rétention situés autour du périmètre du tas. Ces bassins stockeront temporairement les eaux de ruissellement, permettront aux sédiments de se déposer, puis s'infiltreront dans l'environnement ou s'évaporeront.
- Deux piles de matières organiques sont situées au sud de la halde 001 et au nord de la zone industrielle. Ils couvrent une superficie d'environ 11 hectares. La préparation de cette zone devrait commencer dès le début des travaux. La gestion de l'eau correspondante consiste en une série de bassins de rétention situés autour du périmètre de la halde de disposition. Ces bassins stockeront temporairement les eaux de ruissellement, permettront aux sédiments de se déposer, puis s'infiltreront dans l'environnement ou s'évaporeront.

12.5 Analyses de stabilité des haldes de stériles

Comme indiqué sur le plan n° CASN-A-001-GO-DWG-0001, la halde 001, située au nord-ouest du site de l'usine, sera exclusivement dédiée au stockage des stériles NGA en raison de sa proximité avec la mine à ciel ouvert. En revanche, la halde 002, située au nord-est de l'usine, est destinée au stockage des stériles PGA et des résidus. Des analyses de stabilité ont été réalisées pour les deux haldes proposées, 001 et 002.

Les analyses de stabilité des pentes ont été réalisées à l'aide du logiciel SLOPE/W version 2023.1.2, un logiciel d'équilibre limite bidimensionnel développé par Geo-Slope International Limited. La méthode Morgenstern-Price a été utilisée pour identifier les surfaces de rupture potentielles dans les pentes des haldes et leurs fondations sous-jacentes. L'objectif principal de ces analyses était de déterminer les surfaces de rupture les plus critiques qui produiraient le facteur de sécurité (FS) le plus conservateur. Le FS est le rapport entre la résistance moyenne

au cisaillement disponible (force de résistance) et la contrainte de cisaillement moyenne mobilisée (force motrice) le long d'une surface de rupture spécifique.

Les sous-sections suivantes résument les détails de ces analyses de stabilité, y compris leurs résultats.

12.5.1 Évaluation de la stabilité de la halde 001

Des analyses de stabilité des pentes ont été effectuées sur une (1) section critique de la halde non génératrice d'acide (NAG) (section A1 pour la halde 001), comme indiqué sur les dessins CASN-A-370-GT-DWG-0001 (plan) et CASN-A-370-GT-DWG-0003 (vue en coupe), où la pile atteint sa hauteur maximale et présente la pente la plus raide.

Les sous-sections suivantes fournissent des détails sur la géométrie de la halde, les propriétés des matériaux, les scénarios de chargement et la surface phréatique utilisés dans le modèle, ainsi qu'une discussion des résultats de l'analyse de stabilité.

12.5.1.1 Géométrie du modèle de la halde 001

La halde 001 a une superficie de 80 hectares (ha) et une hauteur maximale d'environ 90 m. Deux configurations ont été conçues pour la halde 001, tant pour la phase d'exploitation que pour la phase de fermeture. Le profil des fondations a été intégré dans la géométrie du modèle sur la base des informations disponibles sur les forages.

Une description détaillée des modèles géométriques de la halde 001 est fournie dans les sous-sections suivantes.

12.5.1.1.1 Phase opérationnelle

La section critique (section A1) de la géométrie pour les phases opérationnelles de la halde 001 est illustrée dans le plan numéro CASN-A-370-GT-DWG-0003. Pendant la phase opérationnelle, les haldes de stériles sont conçues en couches de 10 mètres de haut, avec des pentes locales d'environ 1,5 horizontal (H) pour 1 vertical (V). Chaque banc a une largeur de 15 mètres, et un banc sur trois à une largeur de 22,5 mètres. Cette conception permet d'obtenir une pente extérieure globale de 3,25 H :1V.

12.5.1.1.2 Fermeture

La section critique (section A1) de la géométrie pour les phases de fermeture de la halde 001 est illustrée dans le plan numéro CASN-A-370-GT-DWG-0003. Pendant la phase de fermeture, les bancs sont conçus avec une pente locale de 3:1 (horizontale à verticale) afin de favoriser une gestion efficace de l'eau. Chaque banc mesure 7,5 mètres de large.

Pour la halde 001, la conception de la fermeture consiste en une couche de 30 cm d'épaisseur de pierre concassée, recouverte d'une couche de 20 cm de terre végétale pour permettre l'ensemencement hydraulique.

12.5.1.2 Scénarios de chargement et valeurs minimales de FS

Les valeurs de FS ont été déterminées conformément à la réglementation québécoise (MRNF, 2024) pour les terrils et les haldes de morts-terrains. Il convient de noter que les directives du MRNF (2024) sont similaires à celles suggérées par le BCMWRPRC (1991a) et Hawley et Cunning (2017). Le FoS minimum requis pour les haldes de stériles est présenté dans le **Tableau 12-2**. Les raisons qui ont motivé le choix des conditions de chargement sont expliquées dans les sous-sections suivantes.

Tableau 12-2 Facteurs de sécurité minimaux pour la halde 001 et la halde 002 (MRNF, 2024 ; BCMWRPRC, 1991a et Hawley et Cunning, 2017)

Condition	Facteurs de sécurité minimaux (MRNF, 2024)	
Classification des conséquences (CDA, 2019)	**Faible à importante**	**Élevé à extrême**
Stabilité locale (chaque banc)		
Statique (condition non drainée)	1,0	1,1
Statique (condition drainée)	1,2	
Stabilité globale (ensemble de la halde)		
Statique (à l'état non drainé)	1.3	1,5
Statique à long terme	1,5	
Pseudo-statique	1,1	1,3

12.5.1.2.1 Drainé

La condition de chargement drainée reflète la stabilité à long terme et utilise les résistances au cisaillement sous contrainte effective pour tous les matériaux dans le modèle de stabilité des pentes. Un FS minimal cible de 1,5 a été adopté pour les conditions statiques à long terme.

12.5.1.2.2 Non drainé

Le chargement non drainé se caractérise généralement par un chargement rapide et à court terme. Contrairement aux conditions de chargement drainé, le chargement non drainé peut entraîner des pressions interstitielles positives, en particulier dans les sols contractifs. Le FS minimal visé pour les analyses de stabilité à l'équilibre limite non drainé est de 1,3 pour les risques faibles à importants et de 1,5 pour les risques élevés à extrêmes. Toutefois, les haldes de stériles sont drainantes. On suppose que toutes les matières organiques, la couche arable et l'argile susceptibles de générer une pression interstitielle due à un chargement rapide seront retirées de la superficie de la halde. Par conséquent, les conditions de chargement non drainé n'ont pas été prises en compte dans cette étude.

12.5.1.3 Sismicité

Cette étude n'a pas inclus d'analyses post-séisme, qui évaluent généralement les résistances au cisaillement résiduel des matériaux de fondation susceptibles de s'être liquéfiés. Cette décision a été prise sur la base d'études de forages indiquant que les matériaux de fondation ne devraient pas subir de liquéfaction. Cependant, pendant la phase de conception détaillée, des études géotechniques supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si des couches épaisses et faibles sous la superficie des haldes de disposition pourraient présenter un risque de liquéfaction.

Une analyse pseudo-statique a été réalisée pour évaluer la stabilité dynamique de la halde 001. Le site est classé dans la catégorie D, avec un coefficient d'accélération sismique horizontal (K_h) de 0,1 g (50% du PGA pour un événement survenant une fois tous les 10 000 ans (extrême), extrapolée à partir de NBCC (2020)) utilisée dans l'analyse pseudo-statique. Cette valeur est supérieure aux exigences applicables aux installations de stockage des stériles, mais elle a été choisie par mesure de prudence et pour assurer la cohérence avec la halde 002. Toutefois, une évaluation des risques sismiques spécifiques au site est recommandée dans la prochaine phase de l'étude.

12.5.1.4 Propriétés des matériaux

Les paramètres de densité et de résistance des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité ont été déterminés par AtkinsRéalis, sur la base des études géotechniques menées par BBA (BBA, 2024). Lorsque les données issues des essais sur le terrain ou en laboratoire n'étaient pas disponibles, des hypothèses ont été formulées sur la base de l'expérience d'AtkinsRéalis avec des matériaux similaires. Le **Tableau 12-3** résume les paramètres et les modèles des matériaux utilisés dans cette étude. Une description détaillée des propriétés de ces matériaux est fournie dans les sous-sections suivantes.

Tableau 12-3 Paramètres géotechniques des matériaux – Haldes 001 et 002

Description	γ (kN/m^3)	C' (kPa)	Φ' (˚)	Modèle de stabilité des pentes
Matières organiques/couche arables	14	0	18	Mohr-Coulomb
ML - Limon/limon sableux/limon avec gravier	18,5	0	31	Mohr-Coulomb
SM - Sable limoneux/Sable limoneux avec gravier	19,0	0	34	Mohr-Coulomb
GM - Gravier limoneux avec sable/gravier avec limon et sable	20,0	0	38	Mohr-Coulomb
GW - Gravier	20,5	0	39	Mohr-Coulomb
Stériles	18	0	37	Mohr-Coulomb
Roche stérile	20	0	38	Mohr-Coulomb
Géomembrane LPDD double texture de 1,5 mm (couche de base)	9	3,15	30,1	Mohr-Coulomb
Géotextile non tissé (couche de base)	1	3,15	30,1	Mohr-Coulomb
Géomembrane PEHD de 1,5 mm (couverture)	9	0,65	17,8	Mohr-Coulomb
Géogrille (couverture)	9	0,65	17,8	Mohr-Coulomb
Couche protectrice en géomembrane/géotextile	19	0	34	Mohr-Coulomb
Pierre concassée (à la fermeture)	19	0	38	Mohr-Coulomb
Roc	Impenetrable			

12.5.1.4.1 Fondation

BBA Engineering Ltd. (BBA) a mené une étude géotechnique afin d'évaluer les conditions du sous-sol aux emplacements proposés pour les haldes (BBA, 2024). BBA (2024) a réalisé au total soixante et un (61) forages pour des essais sur le terrain (essais SPT) et des analyses en laboratoire sur l'ensemble du site. Parmi ces forages, onze (11) sont situés dans la halde 001 et huit (8) dans la halde 002. Ces forages ont pour but de déterminer la stratigraphie et d'évaluer les propriétés du sol de fondation. Les échantillons de sol sélectionnés ont été analysés au laboratoire Englobe à Montréal, où des essais ont été effectués pour évaluer la distribution granulométrique, la teneur en eau, la densité et la résistance à la compression uniaxiale (UCS). De plus, des évaluations du module d'élasticité et du coefficient de Poisson ont été réalisées. AtkinsRéalis a analysé les journaux de forage réalisés par BBA, ainsi que les données des essais en laboratoire issus de cette étude, afin d'élaborer des profils de sol pour le site conformément aux normes USCS (Unified Soil Classification System) et ASTM D2487-17 (AtkinsRéalis, 2025a). AtkinsRéalis a interprété les « valeurs N » obtenues à partir du test de pénétration standard (SPT) de BBA afin de formuler des recommandations sur les propriétés matérielles des unités de sol classées.

Sur la base des interprétations d'AtkinsRéalis, les fondations sous la superficie des haldes 001 et 002 sont constituées de matériaux organiques, suivis d'une unité de sol classée SILT/Sandy SILT/SILT avec Gravier (ML). Sous la couche ML, une unité de SABLE limoneux/SABLE limoneux avec gravier (SM) a été identifiée. Sous cette couche SM se trouve une unité de GRAVIER limoneux avec sable/GRAVIER avec limon et sable (GM), suivie d'une unité de gravier (y compris des galets) (GW), qui est située au-dessus de la roc. Les angles de frottement estimés à 31º, 34º, 38º et 39º, ainsi que les poids unitaires de 18,5, 19,0, 20,0 et 20,5 kN/m³, ont été dérivés de l'analyse des « valeurs N » SPT pour ML, SM, GM et GW, respectivement, et ont été utilisés dans le modèle.

12.5.1.4.2 Stérile

Il n'existe aucune donnée de laboratoire disponible pour les stériles. Un angle de frottement effectif de 38° et un poids unitaire de 20 kN/m³ ont été attribués au modèle sur la base de l'expérience antérieure d'AtkinsRéalis avec des matériaux similaires, en adoptant une approche prudente.

12.5.1.4.3 Roc

On suppose que les surfaces de rupture de pente ne traversent pas le roc. Par conséquent, le roc est modélisé comme impénétrable et aucun paramètre de modèle n'a été attribué.

12.5.1.5 Hypothèse relative à la surface phréatique

Le modèle a attribué une surface phréatique prudente sur la base d'un modèle en régime permanent où la nappe phréatique s'abaisse jusqu'au niveau des drains périphériques situés sous le terrain naturel.

12.5.1.6 s des résultats de l'analyse de stabilité pour le stock 001

Les résultats sommaires de l'analyse de stabilité des pentes pour la halde 001 sont présentés dans le **Tableau 12-4**.Les résultats détaillés sont présentés dans l'**Annexe D**, AtkinsRéalis rapport CASN-A-370-GT-REP-0002 figures S21 à S36. Les conditions de chargement drainées et pseudo-statiques ont été évaluées pour la halde 001. Les conditions de chargement non drainées n'ont pas été évaluées, car on a supposé que l'eau pouvait s'écouler rapidement du sol. Les défaillances globales et locales ont été étudiées. Les mécanismes de défaillance circulaires et non circulaires ont été évalués. Le mécanisme de défaillance prédominant, qui a donné lieu au FS le plus faible, a été identifié comme non circulaire. Par conséquent, les résultats présentés dans cette note sont basés sur une défaillance non circulaire.

Il existe une légère différence géométrique entre les phases d'exploitation et de fermeture du projet. Par exemple, le nombre de bancs dans la halde de stériles 001 est plus élevé pendant la phase d'exploitation que pendant la phase de fermeture. Bien que cette différence puisse avoir un impact mineur sur le facteur de sécurité (FS), celui-ci demeure non significatif. Dans l'ensemble, le FS pendant la phase d'exploitation est légèrement supérieur à celui observé en phase de fermeture.

Des variations mineures du FS sont observées entre les défaillances locales sur les différents bancs, attribuées à l'orientation variable des lignes d'entrée-sortie et au positionnement de ces derniers. En général, les bancs situés à des altitudes plus élevées présentent un FS plus élevé que ceux situés à des altitudes plus basses.

Comme le montre le **Tableau 12-4**, les configurations et optimisations proposées démontrent que le FS de la halde 001 répond aux exigences minimales établies par la réglementation québécoise (MRNF, 2024) dans tous les scénarios de chargement, y compris les défaillances globales et locales.

Tableau 12-4 Coefficient de sécurité de l'analyse de la stabilité des pentes de la halde 001

Halde de disposition	Phase	Section	Conditions de chargement	Exigence minimale de FoS	FoS[1]	Référence[4]	Type de défaillance
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,5	2,53	Figure S21	Global
001	Opérationnel	A1-A1	Pseudo-statique	1,3	1,91	Figure S22	Global
001	Fermeture	A1-A1	Statique (drainé)	1,5	2,41	Figure S23	Global
001	Fermeture	A1-A1	Pseudo-statique	1,3	1,84	Figure S24	Global
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,80	Figure S25	Local (banc 1)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,30	Figure S26	Local (banc 2)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,22	Figure S27	Local (banc 3)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,27	Figure S28	Local (banc 4)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,26	Figure S29	Local (banc 5)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,2	Figure S30	Local (banc 6)
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,2	Figure S31	Local (banc 7)
001	*Opérationnel*	*A1-A1*	*Statique (drainé)*	*1,2*	*1,38*	*Figure S32*	*Local (banc 8)*
001	Opérationnel	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	1,24	Figure S33	Local (banc 9)
001	Fermeture	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	2,41	Figure S34	Local (banc 1)
001	Fermeture	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	2,33	Figure S35	Local (banc 2)
001	Fermeture	A1-A1	Statique (drainé)	1,2	2,21	Figure S36	Local (banc 3)

[4] Les résultats de l'analyse de stabilité (figures) sont présentés à **l'annexe D**

12.5.2 Halde 002 de stériles Stabilité des pentes

Une analyse de stabilité a été effectuée pour les stériles PAG/ML dans la halde 002 pour la section critique (section H1) (voir les dessins CASN-A-370-GT-DWG-0002 pour la vue en plan et CASN-A-370-GT-DWG-0004 pour la vue en coupe). Dans la section H1, le tas atteint sa hauteur maximale et présente la pente la plus raide.

Les scénarios de chargement, le facteur de sécurité minimal (FoS), les propriétés des matériaux (géotechniques) et les hypothèses relatives à la surface phréatique pour la halde 002 sont identiques à ceux de la halde 001, comme décrit dans Géométrie modèle des stériles dans la halde 002.

La halde 002, qui contient des roches PGA/LM, couvre environ 126 ha (58 % de la superficie totale de la halde 002), avec une hauteur maximale d'environ 120 m. Deux configurations ont été conçues pour la halde 002, couvrant à la fois les phases d'exploitation et de fermeture. Le profil des fondations a été intégré dans la géométrie du modèle sur la base des informations disponibles sur les forages.

Une description détaillée des modèles géométriques de la halde 002 est fournie dans les sous-sections suivantes.

12.5.2.1.1 Phase opérationnelle

La géométrie de la section critique H1 pour la phase opérationnelle de la halde 002 est illustrée dans le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG-0004. Pendant la phase opérationnelle, les haldes de stériles sont conçues en couches de 10 mètres de haut, avec des pentes locales d'environ 1,5 horizontal (H) pour 1 vertical (V). Chaque banc a une largeur de 15 mètres, et un banc sur trois à une largeur de 22,5 mètres. Cette conception permet d'obtenir une pente externe globale de 3,25 horizontale (H) pour 1 vertical (V).

Le bassin de la halde 002 est recouvert d'une géomembrane LPDD double texture de 1,5 mm. Un géotextile de rembourrage est placé sur cette géomembrane, suivi d'une couche de rembourrage protectrice d'une épaisseur de 1 mètre.

12.5.2.1.2 Fermeture

La géométrie de la section critique H1 pour la phase de fermeture de la halde 002 est illustrée dans le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG-0004. Pendant la phase de fermeture, les bancs sont conçus avec une pente locale de 3:1 (horizontale/verticale) afin de favoriser une gestion efficace de l'eau. Chaque banc mesure 7,5 mètres de large.

Le modèle de fermeture de la halde 002 (PGA/LM) consiste en une couche de 30 cm d'épaisseur de pierre concassée sur la pente, suivie d'une couche de sable de 15 cm d'épaisseur (empruntée à la couverture) pour soutenir la géomembrane. Au-dessus de cette couche, une géomembrane en PEHD double texture de 1,5 mm est incorporée. Une géogrille est ensuite placée au-dessus de la géomembrane, servant de couche de drainage. De plus, une couche de sable de 20 cm d'épaisseur, empruntée à la couverture, est appliquée sur la géogrille, qui est recouverte d'une couche de 20 cm de terre végétale pour faciliter l'ensemencement hydraulique (voir le dessin n° CASN-A-370-GT-DWG-0004). Cette conception garantit une reproduction fidèle de la structure de fermeture prévue.

12.5.2.2 Résultats de l'analyse de stabilité des stériles dans la halde 002 (

Les résultats sommaires de l'analyse de la stabilité des pentes pour les stériles de la halde 002 à la section H1 sont présentés dans le **Tableau 12-5**. Pour les résultats détaillés, se reporter à l'**Annexe D** et plus précisément aux figures S37 à S55. Les conditions de chargement drainé et celles pseudo-statiques ont été évaluées pour la halde 002 ; cependant, les conditions de chargement non drainé n'ont pas été évaluées, car on a supposé que

l'eau pouvait s'écouler rapidement du sol. L'analyse a pris en compte la surface de rupture critique aux interfaces entre la géomembrane et les matériaux géotextiles. Il a été déterminé que l'interface entre la géomembrane LPDD à double texture et le géotextile non tissé n'était pas une surface de rupture critique.

L'analyse a porté à la fois sur les ruptures globales et locales, en tenant compte des mécanismes de rupture circulaire et non circulaire. Le mécanisme de rupture prédominant, qui a donné le FS le plus faible, a été identifié comme non circulaire. Par conséquent, les résultats présentés dans ce rapport sont basés sur une rupture non circulaire.

Dans l'ensemble, le FS pour la halde 002 est inférieur à celui de la halde 001. Cette différence s'explique principalement par la hauteur plus importante de la halde 002 (120 m) par rapport à la halde 001 (90 m).

Il existe des différences géométriques mineures entre les phases d'exploitation et de fermeture. Par exemple, le nombre de bancs dans la halde de stériles 001 est plus élevé pendant la phase d'exploitation que pendant la phase de fermeture. Néanmoins, le FS global pour ces deux phases est assez similaire, malgré les légers changements géométriques.

Les légères variations du FS entre les défaillances locales sur les différents bancs peuvent être attribuées à l'orientation variable des lignes d'entrée-sortie. Cependant, aucune tendance spécifique n'est observée dans le FS en fonction de l'emplacement des bancs.

Comme le montre le tableau 12-5, les configurations et optimisations proposées indiquent que le FS pour la halde 002 répond aux exigences minimales établies par la réglementation québécoise (MRNF, 2024) dans tous les scénarios de chargement, y compris les défaillances globales et locales.

- Il existe certaines incertitudes concernant la résistance des fondations sous la superficie des haldes 001 et 002. Au cours de la phase de conception détaillée, des études géotechniques supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si des couches épaisses et faibles sous la superficie des haldes pourraient présenter un risque de liquéfaction. La conception devra être ajustée en conséquence en fonction de ces résultats.

Tableau 12-5 Facteur de sécurité de l'analyse de la stabilité des pentes du PGA dans la halde 002

Halde de disposition	Phase	Section	Conditions de chargement	Exigence minimale de FS	FS	Référence[5]	Type de défaillance
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,5	2,31	Figure S37	Global
002	Opérationnel	H-H	Pseudo-statique	1,3	1,76	Figure S38	Global
002	Fermeture	H-H	Statique (drainé)	1,5	2,32	Figure S39	Global
002	Fermeture	H-H	Pseudo-statique	1,3	1,75	Figure S40	Global
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,63	Figure S41	Local (banc 1)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,49	Figure S42	Local (banc 2)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,31	Figure S43	Local (banc 3)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,37	Figure S44	Local (banc 4)

[5] Les résultats de l'analyse de stabilité (figures) sont présentés à **l'annexe D.**

Halde de disposition	Phase	Section	Conditions de chargement	Exigence minimale de FS	FS	Référence[5]	Type de défaillance
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,36	Figure S45	Local (banc 5)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,42	Figure S46	Local (banc 6)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,37	Figure S47	Local (banc 7)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,42	Figure S48	Local (banc 8)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,46	Figure S49	Local (banc 9)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,37	Figure S50	Local (banc 10)
002	Opérationnel	H-H	Statique (drainé)	1,2	1,35	Figure S51	Local (banc 11)
002	Fermeture	H-H	Statique (drainé)	1,2	2,43	Figure S52	Local (banc 1)
002	Fermeture	H-H	Statique (drainé)	1,2	2,37	Figure S53	Local (banc 2)
002	Fermeture	H-H	Statique (drainé)	1,2	2,44	Figure S54	Local (banc 3)
002	Fermeture	H-H	Statique (drainé)	1.2	2,21	Figure S55	Local (banc 4)

13. Fermeture

La phase de fermeture du projet est conçue pour assurer une transition responsable entre l'exploitation active et l'utilisation post-minière des terres, en collaboration avec les communautés des Premières Nations et en conformité avec les réglementations du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) et du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) du Québec. Les principaux objectifs des activités de fermeture et de réhabilitation seront les suivants :

- Éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité publique.
- Limiter la production et la propagation de contaminants susceptibles d'affecter l'environnement récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de surveillance.
- Assurer la stabilité géotechnique et géochimique à long terme.
- Permettre une restauration progressive.
- Assurer l'acceptabilité sociale.
- Ramener le site à un état qui soit, dans la mesure du possible, conforme à l'écosystème initial ou environnant et visuellement acceptable.
- Rétablir les zones d'infrastructure dans un état compatible avec leur utilisation future.

Le plan de fermeture du site est élaboré conformément au guide provincial (guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec [MRNF, 2024]).
À des fins de planification, des stratégies de fermeture et de remise en état ont été élaborées pour chaque composante de la mine. Une fois l'exploitation minière terminée, la mine sera fermée, remise en état et surveillée conformément à ses autorisations, réglementations et plans.

13.1 Séquence de fermeture

La séquence de fermeture sera planifiée en trois (3) étapes, à commencer par :

- Des travaux de restauration progressifs seront effectués pendant les opérations minières dans les zones devenues actives afin de vérifier le succès des mesures à grande échelle qui seront mises en œuvre pendant la phase de fermeture de la mine.
- Une fois les opérations terminées, la phase post-exploitation débutera, elle comprend le démantèlement des installations industrielles et l'exécution des travaux de fermeture.
- Après le démantèlement des infrastructures de fermeture et des installations de traitement des eaux, la phase de post-fermeture sera amorcée, comprenant l'entretien et la surveillance du site.

Les infrastructures à restaurer sont présentées dans les sections suivantes.

13.2 Fermeture de la zone industrielle et des infrastructures linéaires

Toutes les usines de traitement, les installations électriques, tous les bâtiments administratifs ainsi que les autres structures, infrastructures et équipements industriels seront démantelés et retirés du site pour être éliminés dans un lieu d'enfouissement autorisé. Les matériaux générés pendant le processus de démantèlement seront gérés selon les principes de réduction, de réutilisation, de recyclage et de remise en état. Les dalles et fondations en béton seront brisées ou fissurées pour faciliter le drainage, puis recouvertes de 15 cm de matériau semblable à de la terre végétale avant d'être revégétalisées par ensemencement hydraulique. Les routes d'accès et les anciennes zones de stockage ou de dépôt sur le site minier seront scarifiées afin de rétablir le drainage et de favoriser la revégétalisation.

Il est à noter que la route d'accès toutes saisons de 20 km à partir de la route Trans-Taiga est considérée comme une route multi-usage et restera ouverte au public et aux membres de la communauté crie pendant toute la durée de l'exploitation et après la fermeture de la mine.

Le site de transbordement de Matagami sera détenu et exploité par la ville de Matagami. Par conséquent, la fermeture de ces installations relèvera de leur compétence et celles-ci pourront être maintenues en place pour d'autres utilisateurs à l'avenir. Aucun coût n'a été inclus pour la fermeture.

Des discussions sont en cours avec les actionnaires et les communautés locales afin de déterminer l'avenir du centre culturel des Premières Nations prévu sur le site, ainsi que celui de la ligne électrique. Le client prévoit transférer la propriété à la communauté ; par conséquent, les coûts liés au démantèlement de la ligne électrique et au centre culturel ne sont pas inclus.

13.3 Infrastructure minière : fosse, stériles, résidus et installations de stockage des morts-terrains

Les stratégies de fermeture et de réhabilitation élaborées à ce jour sont les suivantes : des séances d'analyse comparative des scénarios de fermeture des infrastructures (pour la fosse, les haldes 001 et 002) ont été menées dans le cadre de la préparation du plan de fermeture du site afin de déterminer les meilleurs concepts pour chacune de ces infrastructures. Divers concepts de fermeture ont été retenus. Les activités de fermeture pour chacune de ces infrastructures sont présentées ci-dessous :

13.3.1 Halde 001

La halde 001 sera constituée d'une portion de stériles « à faible risque » (Vision géochimie, 2025), tandis que le reste de ces stériles sera disposées dans la fosse à ciel ouvert. Les activités de fermeture prévues pour la halde 001 comprennent les éléments suivants :

- L'emprise de la halde 001 sera reprofilée afin de permettre un drainage efficace vers les fossés de collecte des eaux.
- Une couche de 30 cm de morts-terrains sera placée sur les stériles après le reprofilage afin d'empêcher que la terre végétale ne s'infiltre à travers les vides des stériles.
- Une couche de 20 cm de terre végétale sera ajoutée sur les matériaux granulaires. Ensuite, la surface de la halde 001 sera végétalisée afin de créer un paysage fermé et d'atténuer l'érosion.

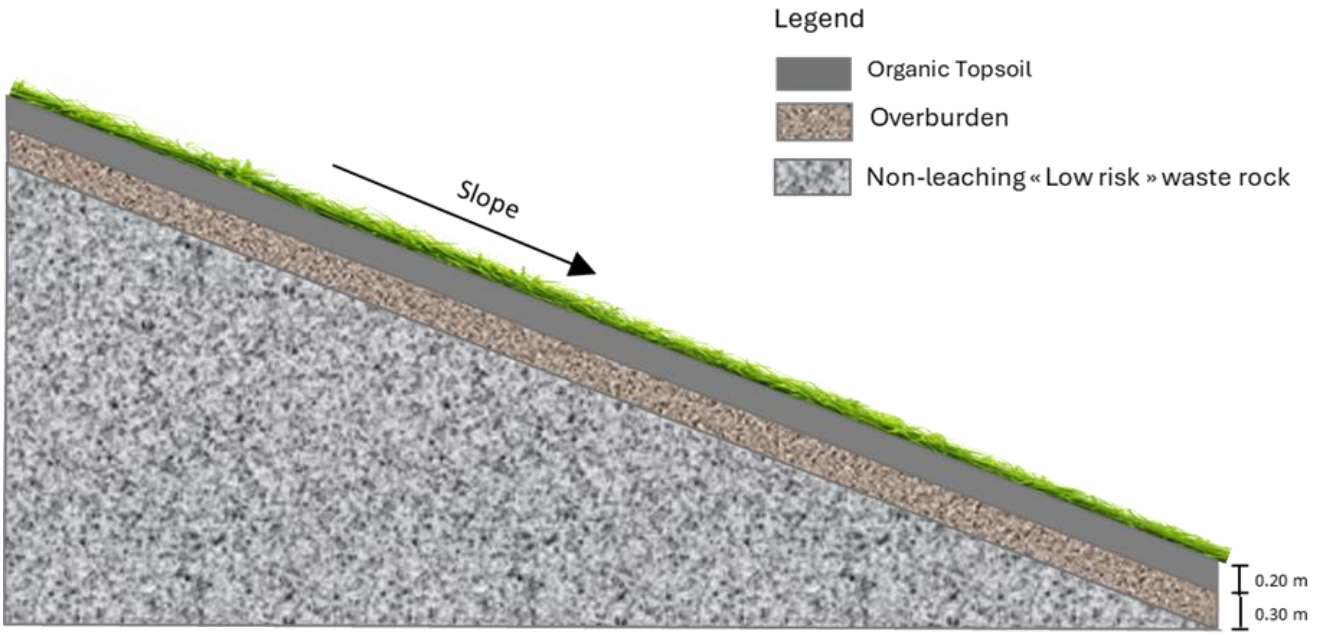


Figure 13-1 Configuration de fermeture de la halde 001

13.3.2 Halde 002

La halde 002 recevra tous les stériles et résidus potentiellement lixiviables (LM), à haut risque ou PGA. En raison de la nature des roches qui seront stockées dans la halde 002, le concept de fermeture retenu pour celle-ci est une couverture d'argile. Ce concept consiste à installer une barrière contre l'infiltration d'eau sur les stériles et résidus à l'aide de matériaux naturels. Le rôle de cette couche imperméable, composée d'argile d'une épaisseur de 1,5 m, est de limiter l'infiltration d'eau et la diffusion d'oxygène vers les matériaux sous-jacents (stériles PGA ou PLM) afin d'éviter la génération de contaminants. En effet, cette couche, qui offre une faible conductivité hydraulique, agit comme une couche de rétention d'eau et limite la diffusion d'oxygène vers les matériaux sous-jacents. Aucune étude n'a été réalisée pour identifier les sources potentielles d'argile. Toutefois, on suppose donc qu'une étude de site d'emprunt sera menée lors des prochaines phases du projet. Dans le cas contraire, un autre concept devra être élaboré.

La surface de la halde 002 sera reprofilée afin de permettre la mise en place du système de couverture et un drainage efficace vers les fossés de collecte d'eau. La configuration générale de ce concept comprend, de bas en haut :

- Une couche de 30 cm de matériau granulaire (mort-terrain) sera placée sur les stériles après le reprofilage.
- Une couverture en argile (1,5 m d'épaisseur) sera ensuite mise en place.
- Une couche de 20 cm de terre végétale servant de support à la végétation sera placée sur la couverture d'argile. Ensuite, la surface de la halde 002 sera végétalisée afin de créer un paysage fermé et d'atténuer l'érosion.
- Un système de drainage permettra d'évacuer les eaux d'infiltration à travers les couches de matériaux de couverture naturels vers des réseaux de fossés périphériques.

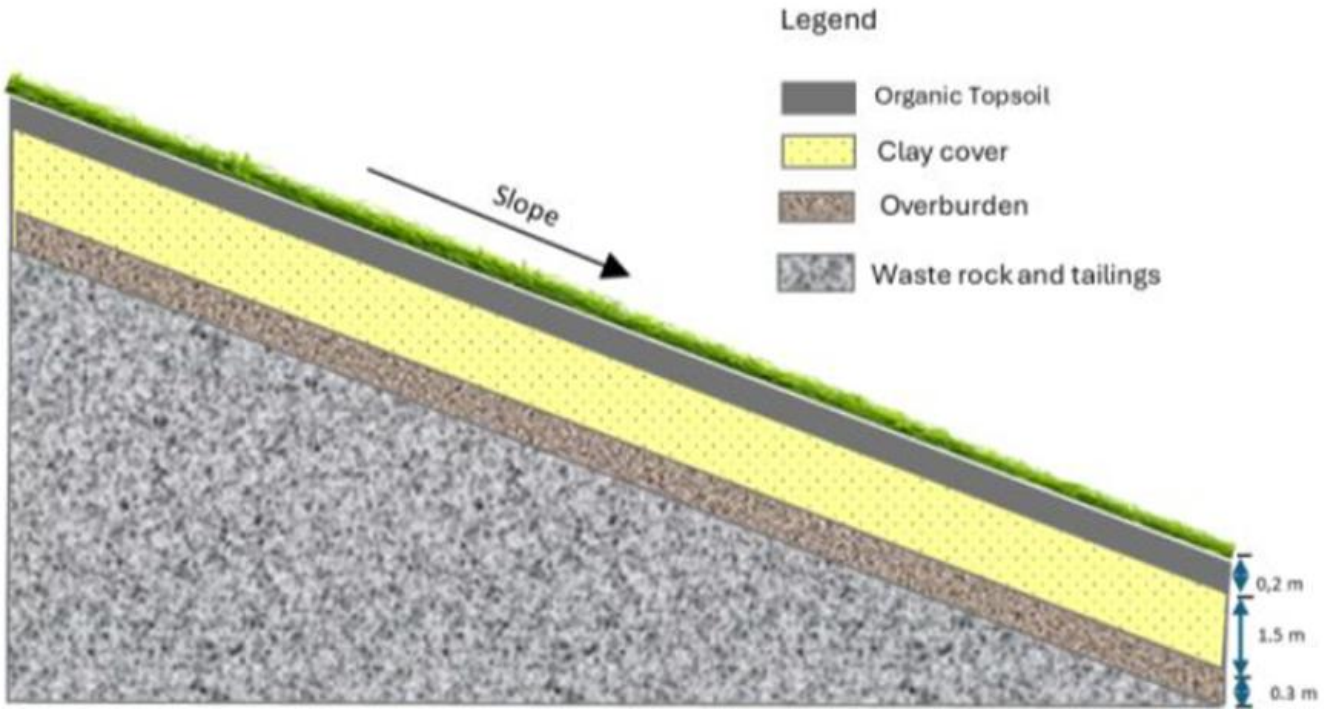


Figure 13-2 Configuration de fermeture de la halde 002

13.3.3 Dépôt de matières organiques et de morts-terrains

Les empilements de terre végétale et de morts-terrains (001, 002, 004 et 005, respectivement) seront utilisés pour les activités de fermeture. Une fois les matériaux utilisés, la superficie restante de ces haldes sera scarifiée afin de briser les surfaces compactées et de favoriser le drainage naturel. Ces zones seront ensuite revégétalisées à l'aide d'un ensemencement hydraulique, qui facilite l'établissement rapide de la végétation et le contrôle de l'érosion.

13.3.4 Mine à ciel ouvert

13.3.4.1 Inondation et sécurisation du site :

Dans le cadre de cette stratégie de fermeture, la mine à ciel ouvert sera laissée à l'inondation naturelle, ce qui entraînera la formation d'un lac de fosse stable qui s'intégrera au système hydrogéologique local. Les activités de fermeture de la mine sont les suivantes :

- Inondation passive de la fosse : laisser le ruissellement naturel et les apports d'eau souterraine inonder la fosse jusqu'au niveau actuel du lac 01 (élévation de 373 m).
- Sécurisation de la fosse par la construction d'une berme de sécurité autour de celle-ci afin d'empêcher les animaux et les personnes non autorisées d'accéder à la fosse inondée.
- Démanteler la petite berme de rétention d'eau.
- Le lac de mine sera relié au canal naturel existant qui se déverse vers le nord.
- Promouvoir la création d'un habitat aquatique grâce à des éléments tels que les chenaux à faible débit.

13.3.5 Voies d'accès

Les stratégies de fermeture et de réhabilitation élaborées sont les suivantes :

- Mise hors service et enlèvement : Toutes les routes d'accès seront entièrement mises hors service, y compris :
  - Retrait des ponceaux et des structures de drainage.
  - Restauration du débit hydrologique naturel.
- Mesures de réhabilitation :
  - Rétablissement de la chaussée pour l'adapter à la topographie environnante.
  - Revégétalisation avec des espèces végétales indigènes afin de prévenir l'érosion.

13.3.6 Restauration du système de gestion de l'eau

Une fois le site restauré et la qualité de l'eau confirmée, les quatre (4) bassins situés dans la zone de traitement des eaux, ainsi que les deux (2) bassins de la zone industrielle, seront remblayés. Les zones seront reprofilées et revégétalisées à l'aide d'ensemencement hydraulique. Avant le début des travaux de terrassement, les sédiments accumulés au fond des bassins seront caractérisés, excavés et soit stockés dans la halde 002, soit transportés vers un site d'élimination autorisé. La géomembrane sera retirée pour permettre le drainage.

Quant aux quatre (4) bassins collectant l'eau des haldes 001 et 002, une brèche sera creusée dans chacune des digues afin d'éviter toute accumulation d'eau au pied des haldes. Les sédiments accumulés au fond de ces bassins seront également retirés et gérés de manière appropriée.

13.4 Programmes de surveillance et d'entretien

Les considérations à long terme comprennent des programmes de surveillance visant à évaluer la stabilité géochimique et les risques de tassement, afin de s'assurer que les zones restaurées ne posent pas de problèmes de contamination ou d'affaissement à long terme. La mise en œuvre d'un programme de surveillance environnementale permettra de démontrer que les travaux de restauration ont atteint leurs objectifs. Sur la base de l'édition 2025 de la directive 019 du MELCCFP, voici un résumé des exigences en matière de surveillance environnementale après l'exploitation et après la fermeture :

13.4.1 Après l'exploitation

13.4.1.1 Exigences en matière de surveillance des effluents :

- Les effluents finaux doivent être surveillés chaque semaine pendant la phase de restauration.
- La surveillance comprend:
  - L'échantillonnage de la qualité de l'eau au point de rejet.
  - Mesures du débit et du pH, de préférence à l'aide d'un équipement de surveillance continue.
  - La transmission des données au MELCCFP selon les formats et la fréquence prescrits.

13.4.1.2 Gestion des eaux souterraines et des eaux de ruissellement

- Les eaux souterraines doivent être échantillonnées deux fois par an pendant les phases de restauration et de post-restauration.
- Les eaux de ruissellement provenant des haldes de disposition doivent être collectées et traitées dans l'installation de traitement des eaux jusqu'à ce que les objectifs de qualité de l'eau soient atteints.
-

13.4.2 Surveillance après la restauration

- Une fois le site restauré et la qualité de l'eau confirmée :
  - Des brèches seront créées dans les bassins de collecte des haldes à stériles.
  - Il en résultera quatre (4) effluents à surveiller.
- Une surveillance mensuelle (pendant la saison des eaux libres) de ces effluents est requise pendant 20 ans après la restauration.
- La surveillance des eaux souterraines se poursuivra deux fois par an pendant cette période.
- La surveillance des eaux minières et des effluents finaux se poursuivra huit (8) fois par an pendant cette période.
- L'efficacité de la revégétalisation sera surveillée.

13.4.3 Suivi agronomique

La mise en place de la végétation sur les haldes de stériles commencera dès le démantèlement des installations et la restauration des haldes. Le suivi du succès de la revégétalisation dans les zones restaurées et végétalisées du site et l'entretien des plantes seront effectués sur une période de cinq (5) ans au moyen d'inspections annuelles.

L'objectif général du suivi de la végétation est de suivre l'évolution des zones restaurées et végétalisées, notamment la croissance des plantes, le taux de couverture et la diversification des espèces, ainsi que les performances et l'autosuffisance des espèces végétales qui ont colonisé les zones restaurées. Il vise également à s'assurer qu'aucune espèce exotique envahissante (EEE) n'est présente sur le site. En outre, il consiste à évaluer les besoins d'entretien et de correction si nécessaire (par exemple, application d'engrais). Des activités de revégétalisation seront menées dans les zones où le succès est jugé insatisfaisant.

Un programme de suivi agronomique plus détaillé sera présenté dans le plan de végétalisation et se poursuivra tout au long de la phase post-restauration. Le suivi sera effectué sur une période de cinq (5) ans selon le calendrier suivant :

- Année 1 : Suivi de la croissance des espèces végétales (juin et août) dans les zones nouvellement restaurées et végétalisées.
- Années 2 à 5 : surveillance annuelle pendant le pic de la saison de croissance des plantes, entre la mi-juillet et la mi-août.

Les zones végétalisées soumises au suivi agronomique seront délimitées à l'aide de placettes d'échantillonnage permanentes. Les placettes d'échantillonnage (PE) couvriront une superficie de 1 m² (1 m x 1 m) et seront réparties sur toutes les zones végétalisées. Le nombre de PE à inventorier variera en fonction de la taille des zones végétalisées (**Tableau 13-1**). Le type d'inspection et les indicateurs mesurés lors de la surveillance agronomique sont présentés ci-dessous :

- Croissance : inspection visuelle ;
- Taux de couverture : inspection visuelle et méthode d'interception ponctuelle à l'aide d'une grille de 1 m² ;
- Indice de surface foliaire : mesure ;
- Pourcentage de plantes vivantes et mortes et répartition spatiale : inspection visuelle ;
- Profondeur des racines : mesure ;
- Paramètres racinaires (RLD, RVD, etc.) : mesure.

Un rapport de suivi annuel sera soumis au MRNF et au MELCCFP.

Tableau 13-1 Nombre minimum de parcelles d'échantillonnage (PE) à inventorier en fonction de la superficie considérée pour le suivi agronomique

Superficie végétalisée (ha)	Nombre minimal de parcelles de surveillance
1 ha ou moins	4
2 à 4	6
4 à 6	8
6 à 10	10
10 ou plus	10 + 1 par tranche supplémentaire de 5 ha

13.5 Planification de la réhabilitation et de la fermeture

Un plan de fermeture, conforme au Guide de préparation des plans de réhabilitation et de restauration des sites miniers au Québec (MRNF, 2024), est en cours d'élaboration par GCM Consulting et comprendra un calendrier détaillé des travaux de fermeture. Le plan de fermeture de la mine décrit les mesures que PMET prendra pour mettre hors service la mine en toute sécurité une fois les opérations terminées, en veillant à ce que tous les impacts environnementaux soient atténués et que le site soit remis dans un état sûr et stable.

13.6 Station de transbordement

Sur le site de transbordement de Matagami, les installations (rails, gares de triage et bâtiments de stockage) dédiées au projet seront détenues et exploitées par la ville de Matagami. La fermeture de ces installations relèvera donc de leur compétence et elles pourront rester en place pour d'autres utilisateurs à l'avenir. Aucun coût n'a été inclus pour la fermeture.

14. Surveillance du rendement

Pendant l'exploitation, la mise en œuvre d'un programme systématique de surveillance du rendement est essentielle pour maintenir l'intégrité physique des haldes à stériles, des tas de résidus et des structures auxiliaires. Un tel programme devrait inclure une surveillance environnementale ainsi que des inspections visuelles régulières de l'ensemble de l'installation, la surveillance des niveaux piézométriques dans le tas de résidus filtrés et des digues du bassin de confinement, et des repères de tassement dans les haldes à stériles et les tas de résidus filtrés. Le programme sera documenté dans un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance qui sera élaboré pendant la phase de conception détaillée et de construction du projet et il sera révisé régulièrement afin de tenir compte de tout changement dans le rendement ou le fonctionnement des haldes de stériles et du tas de résidus filtrés.

14.1 Programmes d'inspection

Les différents composants des tas de résidus filtrés et des haldes à stériles doivent être inspectés régulièrement par un personnel compétent connaissant bien leur conception et leurs exigences opérationnelles. Les résultats du programme de surveillance doivent servir de base pour déterminer les mesures d'entretien et d'assainissement qui peuvent être nécessaires de temps à autre. Les documents de conception et de construction des différents composants des tas de résidus filtrés et des haldes à stériles sont essentiels pour évaluer le rendement de l'installation et doivent être correctement archivés sur le site et accessibles pour examen au besoin.

Il est courant de mettre en œuvre de tels programmes à trois niveaux : observations de routine (quotidiennes), inspections détaillées (trimestrielles et annuelles) et examens formels de la sécurité des barrages (tous les cinq à sept ans, selon la classification des risques liés aux barrages). En outre, des inspections détaillées doivent être effectuées après le ruissellement du printemps et après tout événement inhabituel, tel que de fortes pluies, des tempêtes de vent ou des événements sismiques. Les niveaux d'eau dans les bassins de stockage doivent être enregistrés quotidiennement et une étude détaillée de la surface des stériles doit être réalisée chaque année afin de faciliter la planification du dépôt des résidus et le calendrier de construction.

14.2 Instrumentation

La performance du tas de résidus filtrés peut être déduite, en partie, grâce aux instruments placés dans les fondations. Un plan d'instrumentation basé sur les conditions rencontrées et les observations faites pendant la construction devra être élaboré et mis en œuvre dès que possible après la construction. Les facteurs à prendre en compte dans l'élaboration du plan d'instrumentation comprennent les conditions et les difficultés rencontrées pendant la construction, ainsi que les résultats du suivi de la construction des matériaux de remblayage et de leur mise en place.

Au minimum, il est prévu que des instruments soient nécessaires pour surveiller les niveaux piézométriques à l'intérieur du tas de résidus filtrés et des sols de fondation de chacun des bassins de confinement. Des plaques de tassement, installées à une profondeur qui pénètre la profondeur maximale prévue du gel, doivent être installées sur la crête des barrages avec les piézomètres afin de surveiller le tassement. Des inclinomètres peuvent également être installés pour surveiller les déformations latérales à l'intérieur du barrage. Pour les haldes à stériles, des plaques de tassement et des inclinomètres doivent être installés au fur et à mesure de leur développement.

Au départ, les mesures du niveau d'eau dans les piézomètres devraient être effectuées toutes les deux semaines. Une fois stabilisée, la fréquence de surveillance sera probablement réduite à des relevés mensuels, à condition qu'aucune condition anormale n'ait été observée pendant la période de surveillance initiale. Des instruments supplémentaires et/ou une surveillance plus fréquente pourraient être nécessaires si la surveillance initiale ou les observations enregistrées lors des inspections des installations révèlent des conditions inhabituelles.

14.3 Surveillance des eaux souterraines et des eaux de surface

Il faut s'attendre à des infiltrations à travers et sous les haldes et les bassins. Un réseau de puits de surveillance des eaux souterraines doit être installé en aval des haldes et des bassins afin de surveiller tout changement dans la qualité des eaux souterraines. Un puits de surveillance doit être installé en amont afin de servir d'indicateur de la qualité des eaux souterraines. L'emplacement et le nombre de puits de surveillance des eaux souterraines à installer devront respecter les exigences réglementaires et seront détaillés dans l'EIES.

En plus de la surveillance des eaux souterraines, il est également suggéré de surveiller la qualité des eaux de surface dans les ruisseaux en aval et autour des haldes à stériles.

15. Estimation des coûts

Les estimations des coûts du projet ont été élaborées par GMining. AtkinsRéalis a fourni les relevés des quantités de matériaux (RQMs) pour les différents aspects du projet. Les RQMs sont inclus dans **l'Annexe E.**

16. Conclusions et recommandations

16.1 Gestion de l'eau

Les systèmes de gestion et de traitement de l'eau proposés pour le projet lithium Shaakichiuwaanaan ont été développés afin de répondre aux exigences réglementaires et d'assurer la fiabilité et la protection de l'environnement tout au long du cycle de vie de la mine. La stratégie de gestion de l'eau à l'échelle du site sépare efficacement les eaux de contact et les eaux sans contact, regroupe les eaux traitées en un seul point de rejet et assure le transport sécuritaire des eaux de ruissellement par des fossés, des bassins et des systèmes de pompage spécialement conçus.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- Gestion des eaux de contact : Toutes les eaux de contact générées par les infrastructures de la mine, y compris les haldes à stériles, les zones industrielles et les activités de drainage, seront collectées par un réseau de fossés et de bassins. Ces flux seront transférés via des stations de pompage vers des installations de traitement désignées. Au total, quatre (4) bassins ont été conçus pour gérer les eaux de ruissellement provenant des haldes 001 et 002, tandis que deux bassins supplémentaires desserviront la zone industrielle. Des stations de pompage seront installées à chaque bassin afin de faciliter le transfert de l'eau vers les installations de traitement désignées. De plus, les flux de drainage provenant des opérations à ciel ouvert et souterraines seront pompés directement vers les systèmes de traitement.
- Traitement de l'eau :
  - Deux (2) types distincts d'eau de contact sont prévus dans le cadre de ce projet :
    - Eau contaminée par des matières en suspension totales (MES) :
    - Cette catégorie comprend les eaux contaminées par les stériles inertes, les zones industrielles et les activités de drainage des mines. Elles seront d'abord traitées dans des bassins de sédimentation, puis dans un bassin de polissage pour une clarification finale. En cas de concentrations élevées de MES, provenant notamment du drainage des mines ou des anciens lacs, un espace désigné au sein de la zone industrielle a été réservé pour accueillir un traitement physico-chimique supplémentaire, notamment des systèmes de clarification à haut débit.
    - Eau contaminée par la lixiviation des métaux et les matières génératrices d'acide :
    - Ce type d'eau contient principalement des contaminants, tels que l'arsenic, associés à des stériles et des stériles PGA et de LM. Le traitement comprendra un processus physico-chimique comprenant l'ajustement du pH, l'utilisation d'agents chélateurs, la coagulation et la floculation. L'eau traitée sera ensuite dirigée vers le bassin de polissage pour un polissage final avant d'être rejetée.
  - Bien que du lithium ait été détecté dans les eaux de ruissellement provenant de la section des stériles de la halde 002, aucun traitement spécifique n'est actuellement mis en œuvre, car le lithium n'est pas réglementé par la directive 019 ou le MDMER. Cependant, l'optimisation du processus de concentration devrait améliorer la récupération du lithium et réduire sa concentration dans les résidus.
  - Deux (2) chaînes de traitement ont été conçues afin de réduire les dépenses d'investissement initiales et de suivre l'augmentation de la superficie de la halde à stériles et le développement de la mine. Un espace a été réservé à proximité des systèmes de traitement de l'eau afin de permettre une expansion future si nécessaire .

- Rejet final : L'objectif global est de regrouper toutes les eaux traitées en un seul point de rejet pour l'ensemble du site. Toutes les eaux traitées seront rejetées dans la rivière CE15 via un système de diffusion souterrain conçu pour assurer un mélange efficace et minimiser l'impact environnemental. La modélisation hydraulique confirme que les effluents seront entièrement mélangés à moins de 200 mètres en aval du point de rejet.
- Bilan hydrique et résilience climatique : Un modèle de bilan hydrique à l'échelle du site a été développé à l'aide de GoldSim, simulant les débits quotidiens dans des scénarios climatiques moyens, secs, humides et extrêmes. Le modèle confirme que le système peut gérer les débits de pointe, maintenir les revanches et garantir la fiabilité opérationnelle même dans des conditions de crue conservatrice.
- Infrastructure de dérivation : Le développement du projet nécessite la mise en œuvre d'un système de dérivation du lac afin de rediriger les écoulements du lac 001. Ce système se compose d'un fossé de dérivation et d'une série de barrages échelonnés. Il est conçu pour acheminer en toute sécurité le PMF et maintenir la continuité de l'habitat des poissons en intégrant des chutes, des bassins et des placements de rochers. Le fossé, d'une longueur d'environ 870 mètres, sera construit au cours de la deuxième année et traversera le roc avec des pentes latérales de 1H:1V. Il redirigera le débit du lac 001 vers le lac 05, affectant environ 1,9 km² du bassin versant du lac.
- Gestion de l'eau des morts-terrains et des piles organiques : Les eaux de ruissellement provenant de ces piles seront gérées à l'aide de systèmes de bassins qui favorisent l'infiltration et l'évaporation, réduisant ainsi le volume d'eau à traiter.

Afin de soutenir la prochaine phase de développement du projet et de garantir le maintien de la conformité et des performances, les recommandations suivantes sont formulées :

- Gestion de l'eau et infrastructures
  - Analyse des risques de rupture de barrage et d'inondation : réaliser des évaluations détaillées des risques de rupture des barrages et des bassins d'eau de contact, en particulier ceux qui gèrent les eaux de ruissellement provenant des matériaux PGA, afin d'évaluer les risques en aval et les protocoles d'intervention d'urgence.
  - Évaluation de l'élévation de la crête des barrages et de la configuration du vent : surveiller les fluctuations saisonnières du niveau d'eau dans le lac 001 et effectuer une analyse de la configuration du vent afin de valider l'adéquation de la revanche dans des conditions extrêmes. Ces évaluations permettront de confirmer ou d'ajuster l'élévation proposée de la crête des barrages et d'assurer un confinement sûr en cas de vents violents et d'événements hydrologiques.
  - Optimisation de la conception des déversoirs : Réaliser la conception hydraulique complète de tous les déversoirs de secours, y compris la géométrie des chutes, les bassins de dissipation, la protection contre l'érosion et la confirmation de l'emplacement des déversoirs par rapport aux digues des bassins et aux récepteurs en aval.
  - Mesures de contrôle de l'érosion du canal de dérivation : affiner l'évaluation des risques d'érosion à l'aide d'une modélisation hydraulique en 2D afin d'identifier les zones à fort potentiel d'érosion le long du canal de dérivation, en particulier à proximité des rapides, des chutes et des rétrécissements. Ces zones doivent être prioritaires pour la mise en place de mesures de protection ciblées.
  - Conception de la passe à poissons du canal de dérivation : Les recommandations pour la passe à poissons incluent l'intégration de chutes et de bassins dans le lit du canal afin de varier le débit. Une évaluation hydraulique affinée est recommandée afin d'évaluer les conditions d'écoulement dans l'ensemble du canal et de garantir la connectivité écologique et la fonction d'habitat à long terme.
  - Validation des bassins de rétention : confirmer le dimensionnement et la performance des systèmes de bassin autour des morts-terrains et des piles organiques grâce à une modélisation hydrologique et une validation sur le terrain. Les besoins en contrôle de l'érosion à long terme et en entretien doivent également être évalués.

- Affinement du modèle de bilan hydrique : Mettre à jour le modèle de bilan hydrique à l'échelle du site à l'aide de données climatiques récentes et de mesures sur le terrain. Il est recommandé de recourir à des simulations probabilistes pour évaluer l'incertitude et faciliter la prise de décisions opérationnelles.

- Traitement de l'eau :
  - Le système de traitement de l'eau a été conçu sur la base des données les plus récentes issues des modèles de bilan hydrique et géochimique. Il est recommandé de mettre à jour la base de conception lors de la prochaine phase du projet afin de refléter les dernières découvertes géochimiques.
  - Le système a été développé pour répondre aux critères de la directive 019 et aux exigences de la réglementation MDMER. Le projet devrait recevoir les objectifs de rejet environnemental du MDDEFP, lesquels tiendront compte de la capacité de l'environnement récepteur à accepter les effluents. Des modifications du système de traitement pourraient être nécessaires une fois ces objectifs reçus.
  - Certains paramètres, tels que le lithium, ne sont pas pris en compte dans la conception actuelle du traitement de l'eau. Une surveillance continue des effluents entrants et sortants est nécessaire, et le système de traitement devrait être mis à jour si nécessaire en fonction des résultats de la surveillance.
  - Un espace a été réservé à proximité de l'infrastructure de traitement de l'eau pour accueillir une éventuelle unité de traitement future. Cette mesure a été prise afin de garantir la conformité aux exigences réglementaires en matière de MES ou d'ammonium, si un traitement supplémentaire s'avérait nécessaire.
  - Un seul point de rejet est actuellement prévu pour ce projet, situé dans la rivière CE15. Une étude plus approfondie devrait être menée pour confirmer la faisabilité de cette conception et valider la capacité de la rivière à recevoir les effluents tout au long de l'année.
- Eau potable
  - Le système de production d'eau potable a été conçu en fonction de la population prévue de travailleurs dans le camp permanent. Si la capacité doit être ajustée, la conception du système de traitement devra être mise à jour en conséquence.
  - Il est nécessaire de prélever des échantillons d'eau douce du lac 308 conformément aux lignes directrices énoncées dans le document du MELSCC.
  - La disponibilité de l'eau dans le lac 308 a été évaluée à un niveau élevé afin de confirmer la disponibilité générale de la ressource. Cependant, une étude hydrologique détaillée est nécessaire pour garantir la disponibilité à long terme de l'eau douce pour la production d'eau potable, y compris en cas de sécheresse.
- Traitement des eaux usées
  - Le système de traitement des eaux usées a été conçu en fonction de la population prévue de travailleurs dans le camp permanent. Si la capacité doit être ajustée, la conception du système de traitement doit être mise à jour en conséquence.

16.2 Hydrogéologie

Un modèle tridimensionnel des eaux souterraines a été développé pour évaluer l'efficacité des mesures de contrôle des infiltrations proposées pour prévenir toute dégradation significative de la qualité des eaux souterraines due à d'éventuelles infiltrations provenant de la halde 002, car celle-ci stockera à la fois des stériles PGA/LM et des résidus non PGA/LM (Vision Geochemistry 2025).

Les mesures d'atténuation évaluées dans le cadre de cette étude consistaient en l'installation d'une géomembrane sous la halde 002 pendant l'exploitation de la mine, suivie de l'installation d'une couverture imperméable après la fermeture de la mine. Les résultats du modèle de transport des solutés suggèrent que le système d'atténuation est efficace, les concentrations de solutés atteignant les récepteurs environnementaux demeurent inférieures aux critères applicables après 200 ans.

Sur la base des résultats, des conditions du site, de la nature des matériaux stockés et des mesures d'atténuation proposées, et afin de garantir la conformité et la performance continues, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- Un contrôle et une assurance qualité efficaces doivent être mis en œuvre pendant l'installation de la géomembrane afin de minimiser le nombre de défauts et donc de réduire le taux de percolation à travers la géomembrane.
- Mettre en œuvre un programme de surveillance des eaux souterraines afin de contrôler la qualité des eaux souterraines autour de la halde 002, avec une surveillance périodique des eaux souterraines et un seuil de déclenchement approprié fixé pour atteindre les objectifs de protection de la qualité des eaux souterraines.
- Les projections obtenues à partir de l'étude de modélisation hydrogéologique doivent être comparées aux résultats de la surveillance des eaux souterraines recueillis sur le terrain. L'étude de modélisation hydrogéologique doit être mise à jour et recalibrée au besoin en fonction des données recueillies sur le terrain afin d'affiner les prévisions.

16.3 Gestion des déchets

Les résidus miniers seront triés et éliminés à différents endroits, comme décrits ci-dessous :

- La halde 001 stockera environ 54 Mt de « stériles à faible risque ». L'installation n'est pas munie de revêtement et les eaux de ruissellement sont collectées dans des fossés périphériques qui se déversent dans deux bassins. Cette eau est pompée vers les bassins de sédimentation de la zone industrielle pour la gestion des MES avant d'être réutilisée ou rejetée dans l'environnement. Les 29 Mt restantes de stériles à « faible risque » seront déversées dans la fosse ouest.
- La halde 002 stockera 54 Mt de résidus LM et 81 Mt de PGA/LM de stériles. La base de la halde 002 est recouverte d'une géomembrane. Les eaux de ruissellement provenant de cette halde sont collectées dans des fossés périphériques revêtus qui se déversent dans deux bassins également revêtus. L'eau collectée est pompée vers l'usine de traitement située dans la zone industrielle avant d'être réutilisée ou rejetée dans l'environnement. Les 17 Mt de résidus restants seront utilisées comme remblai en pâte pour la mine souterraine.
- Les 14 Mt de morts-terrains seront disposés dans les haldes 004 et 005 situées au sud de la mine à ciel ouvert. Les eaux de ruissellement provenant de ces piles seront gérées à l'aide d'un système de bassins de rétention.
- Deux haldes de terre végétale seront situées au sud de la halde 001. Ces piles serviront à stocker les matériaux décapés provenant du développement de la superficie.

Les systèmes de gestion des déchets proposés pour le projet lithium Shaakichiuwaanaan ont été développés afin de répondre aux exigences réglementaires et d'assurer la fiabilité et la protection de l'environnement tout au long du cycle de vie de la mine. Sur la base des résultats de l'étude, des conditions du site, de la nature des matériaux à stocker et des mesures d'atténuation proposées, les recommandations suivantes sont formulées pour la prochaine phase de l'étude :

- Des études géotechniques supplémentaires sont nécessaires afin de mieux caractériser les fondations des haldes à stériles et de déterminer la présence éventuelle de couches faibles sous leur superficie susceptible de présenter un risque de liquéfaction.
- Des études géotechniques sont également nécessaires pour mieux définir la profondeur du roc dans le fossé de dérivation proposé pour le lac 001, ainsi que dans les fossés de collecte et les bassins entourant les haldes 001 et 002.
- Il n'existe actuellement aucune information sur le profil du sol ou sur les caractéristiques géotechniques à l'emplacement de la station de traitement des eaux proposée. Pour les phases de conception futures, il est recommandé de mener des études géotechniques dans l'emprise de l'usine de traitement des eaux.
- Les études géotechniques doivent inclure les emplacements proposés pour les barrages des fosses ouest et est dans le lac 001 afin de déterminer l'épaisseur des sédiments lacustres et les caractéristiques du roc sous les barrages proposés.
- Les carrières d'emprunt potentielles doivent être identifiées pour les matériaux granulaires, et ceux-ci doivent être échantillonnés et testés.
- Une évaluation des risques sismiques spécifique au site doit être réalisée afin de déterminer la charge appropriée pour les analyses de stabilité sismique.

16.4 Fermeture

La phase de fermeture de la mine vise à assurer une transition responsable vers une utilisation durable des terres après l'exploitation, conformément aux exigences réglementaires du Québec et en collaboration avec les communautés autochtones. Elle repose sur une approche de planification progressive et structurée, comprenant la restauration progressive des zones inactives, le démantèlement des infrastructures industrielles et la mise en œuvre de stratégies de réhabilitation adaptées à chaque composante du site.

Les installations industrielles seront démantelées selon les principes de réduction, de réutilisation et de recyclage, tandis que les routes d'accès seront soit restaurées, soit entretenues en fonction de leur utilisation par la communauté. Les routes non essentielles seront mises hors service, les ponceaux seront retirés, les cours d'eau naturels seront restaurés et les surfaces seront remodelées et revégétalisées avec des espèces végétales indigènes afin de prévenir l'érosion.

Les haldes de stériles seront gérées en fonction de leur potentiel de génération de contaminants : la halde 001 sera restaurée avec une couverture végétale adaptée aux stériles à faible risque, tandis que la halde 002 sera restaurée à l'aide d'une couverture d'argile imperméable afin de limiter l'infiltration d'eau et d'empêcher la génération de contaminants.

La fosse à ciel ouvert sera naturellement inondée pour former un lac stable, sécurisé par des bermes et intégré au réseau hydrographique local.

Les bassins de gestion de l'eau seront remblayés une fois la qualité de l'eau confirmée, après caractérisation des sédiments et élimination appropriée. Les digues des bassins de collecte d'eau des haldes à stériles seront percées afin d'éviter toute accumulation d'eau à la base des structures.

Enfin, les empilements de morts-terrains et de sols organiques seront utilisés pour la construction de la couverture, puis restaurés par scarification et revégétalisation. Ces mesures visent à assurer la stabilité environnementale du site, à favoriser la réintégration écologique des terres et à répondre aux attentes des parties prenantes, en particulier des communautés locales et autochtones.

Afin de soutenir la prochaine phase de développement du projet et de garantir la conformité et la performance continues, les recommandations suivantes sont formulées :

- Sources potentielles de bancs d'emprunt : Des études doivent être menées afin d'identifier les matériaux argileux appropriés provenant de carrières d'emprunt potentielles pour la construction du système de couverture.
- Propriétés géotechniques requises : La faisabilité technique de la couverture d'argile dépend des propriétés spécifiques du matériau. Selon Benson et al. (1994) et Marcoen et al. (2000), cités dans Bussière et Guittonny (2020), les critères géotechniques recommandés pour l'argile utilisée comme barrière hydraulique sont les suivants :
  - Conductivité hydraulique ≤ 10^{-9} m/s;
  - Teneur en particules fines > 30 %;
  - Fraction argileuse (<2 µm) > 15 %;
  - Indice de plasticité (PI) > 7 %, mais < 20 % si des cycles de gel-dégel et d'humidité-sécheresse sont prévus ;
  - Limite de liquidité > 20 %;
  - Teneur en gravier < 50 %.
- Validation numérique : Il est fortement recommandé d'effectuer une modélisation des écoulements à l'aide du logiciel SEEP/W afin de valider la performance hydraulique de la couverture argileuse et d'intégrer dans le modèle l'effet prévu des changements climatiques.
- Optimisation de la gestion des stériles : Il convient de procéder à un examen de la gestion des stériles afin d'évaluer la possibilité d'une ségrégation supplémentaire pour réduire la quantité de stériles nécessitant un système de couverture imperméable (c'est-à-dire la réduction de la halde 002).
- Essais en laboratoire et sur le terrain : Des essais en laboratoire et sur le terrain doivent être envisagés dès le début du développement de la mine afin d'optimiser et d'évaluer les performances des systèmes de couverture proposés.

17. Références

Atkins Realis, 2025a, *Foundation recommendations for site infrastructure*, document number CASN-A-370-GT-MEM-0002

Atkins Realis, 2025b, *Geotechnical Laboratory Analysis of Tailings*, document number CASN-A-370-GT-MEM-0003

Atkins Realis, 2025c, *Design Basis And Criteria – Waste And Water Management*, document number CASN-A-370-GT-DCR-0001

Atkins Realis, 2025d, *Baseline Hydrology*, document number CASN-A-370-HY-REP-001

BBA, 2024. *Technical Report Geotechnical Campaign for Phase 1 Diversion Dams*, 7535009-000000-4G-ERA-0001-RAA

BBA 2024. *Shaakichiuwaanaan Project, Technical Report, Geotechnical Campaign for Phase 2* (factual), Preliminary, 7535009-020001-4G-ERA-0003-RAA

BCMWRPRC, 1991b. *Operating and Monitoring Manual – Interim Guidelines. Mine Rock and Overburden Piles 2*. Prepared by Klohn Leonoff Ltd, May 1991.

BBA (2024) *Hydrogeological Baseline Study – Future Open Pit / Underground CV5, Shaakichiluwaanaan Lithium Property*. BBA Document No. – Rev. : 7535001-001900-41-ERA-0002-R00, September 23, 2024 Final

CDA, 2019. Technical Bulletin: *Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams*, 2014 (2019 Edition). Canadian Dam Association

Federal Emergency Management Agency (FEMA, 2014), Technical Manual: *Overtopping Protection for Dams*. FEMA P-1015/May 2014.

GlobalTailingsReview.org, 2020. *Global Industry Standard on Tailings Management* (GISTM). https://globaltailingsreview.org/global-industry-standard/.

Gouvernement du Québec (2025). Critères de qualité de l'eau de surface. Critères de qualité de l'eau de surface (Date de consultation : 02 septembre 2025)

Hawley, M. and Cunning, J. (editors), 2017. *Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design*. CSIRO Publishing.

Lemmen, D.S., Warren, F.J., Lacroix, J., and Bush, E., editors (2008), *From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate 2007*; Government of Canada, Ottawa, ON, 448 p.

Maidment, David R. (1992), *Handbook of Hydrology*, ISBN 0-07-039732-5, McGraw Hill, 1992.

MELCCFP, 2025. Directive 019 sur l'industrie minière, 13 février 2025. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec – 2025. [Consulté en français à l'adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/directive-019-2025.pdf].

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) (2017), Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois. Québec, Canada.

Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTQMB) (2022), Tome III – Ouvrages d'art, chapitre 2, page 3. Janvier 2022.

MRNF, 2024. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec, octobre 2024. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Gouvernement du Québec – 2024. [Consulté en français à l'adresse : https://www.mern.gouv.qc.ca/wpcontent/uploads/GM_restauration_sites_miniers_MERN.pdf]

MTQ (2024). Ministère des transports du Québec, Manuel de conception des ponceaux, juin 2024.

NBCC (2020). *National Building Code of Canada Seismic Hazard Tool*, 2020 National Building Code of Canada Seismic Hazard Tool

Ouranos (2015), Crues maximales probables et sécurité des barrages dans le climat du 21e siècle. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, 39 p.e

PMET (2025a). *PMET Resources Delivers Positive Feasibility Study for its Large-Scale Shaakichiuwaanaan CV5 Lithium-Only Project*. NI-43-101 Press release

PMET (2025b). *Technical Note. Diversion Channel and Fish Habitat Requirements*, Feb 11, 2025

Primero, 2025. Email dated of August 5th, 2025. *Masse balance of the process plant*.

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.

Thornthwaite, C.W. (1948), *An Approach toward a Rational Classification of Climate*. Geographical Review, 38, 55-94.

US Army Corps of Engineers (USACE) (2023), HEC-SSP. *Statistical Software Package User's Manual Version 2.3*

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation (USBR, 2022), *Design Standards No. 14 Appurtenant Structures for Dams (Spillways and Outlet Works) Design Standard*.

Vision, 2025. *Geochemical Characterization of Mine Waste Materials & Modelling of Waste Rock Stockpiles for the Shaakichiuwaanaan Project* (CV5 Pegmatite): Feasibility Study Update. Ref. 2405007-TR1"

Warren, F.J. and Lemmen, D.S., editors (2014), *Canada in a Changing Climate: Sector Perspectives on Impacts and Adaptation*; Government of Canada, Ottawa, ON, 286p.

Annexes

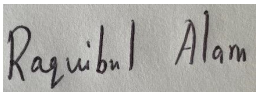
Annexe A Critères de conception

AtkinsRéalis	TECHNICAL NOTE Shaakichiuwaanaan Project – Waste and Water Management		
	Document No.: CASN-A-370-GT-DCR-0001 AtkinsRéalis: 702381-0000-4GEA-0001	**Rev.** C	**Date:** August 19, 2025

Title of document: **DESIGN BASIS AND CRITERIA – WASTE AND WATER MANAGEMENT**

Client: **PATRIOT BATTERY METALS INC.**

Project: **SHAAKICHIUWAANAAN PROJECT – WASTE AND WATER MANAGEMENT**

Prepared by:	Raquibul Alam, P.Eng. Geotechnical Engineer PEO: 100231585=	
Prepared by	Pedram Darbandsari, P.Eng. Hydrotechnical Engineer PEO: 100577369	
Prepared by:	Sandra Pouliot, M.Sc.A., P. Eng. Sr Mining Environment Engineer #OIQ: 121003	
Reviewed by:	Holman Tellez, P.Eng. Sr Hydrotechnical Engineer #OIQ: 6083507	
Reviewed by:	Philip Addis, P. Eng. Principal Tailings Engineer #OIQ: 6076892	
Approved by:	Bruno Morrissette, P.Eng. Project Manager #OIQ: 125157	

Notice to Reader

This report has been prepared and the work referred to in this report has been undertaken by AtkinsRéalis Canada Inc. (AtkinsRéalis), for the exclusive use of Patriot Battery Metals Inc., who has been party to the development of the scope of work and understands its limitations. The methodology, findings, conclusions and recommendations in this report are based solely upon the scope of work and subject to the time and budgetary considerations described in the proposal and/or contract pursuant to which this report was issued. Any use, reliance on, or decision made by a third party based on this report is the sole responsibility of such third party. AtkinsRéalis accepts no liability or responsibility for any damages that may be suffered or incurred by any third party as a result of the use of, reliance on, or any decision made based on this report.

The findings, conclusions and recommendations in this report (i) have been developed in a manner consistent with the level of skill normally exercised by professionals currently practicing under similar conditions in the area, and (ii) reflect AtkinsRéalis' best judgment based on information available at the time of preparation of this report. No other warranties, either expressed or implied, are made with respect to the professional services provided to Patriot Battery Metals Inc. or the findings, conclusions and recommendations contained in this report. The findings and conclusions contained in this report are valid only as of the date of this report and may be based, in part, upon information provided by others. If any of the information is inaccurate, new information is discovered or project parameters change, modifications to this report may be necessary.

This report must be read as a whole, as sections taken out of context may be misleading. If discrepancies occur between the preliminary (draft) and final version of this report, it is the final version that takes precedence. Nothing in this report is intended to constitute or provide a legal opinion.

The contents of this report are confidential and proprietary. Other than by Patriot Battery Metals Inc., copying or distribution of this report or use of or reliance on the information contained herein, in whole or in part, is not permitted without the express written permission of Patriot Battery Metals Inc. and AtkinsRéalis.

List of Revisions

#	Prep.	Rev.	App.	Date	Pages	Remarks
B	RA	PA	BM	2025-01-29	All	Issue for client's comments
B1	HT/AC/PD	PA/TH		2025-05-06		
C	JD	PA	BM	2025-08-19	All	Issued as Final

Table of Contents

1. Introduction 1
2. Scope 2
3. Units 3
4. Site Geology 4
5. Design Criteria and Design Basis 5
5.1 Applicable Legislation, Regulations, and Best Practice Guidelines 6
5.2 Mine Description 8
5.3 Climate Conditions and Meteorology 9
5.4 Tailings Management 10
5.5 Stockpiles 11
5.6 Water Management for Stockpiles 13
5.7 Water Management for Industrial Area 15
5.8 Lake 001 Cut-off Dams 18
5.9 Diversion Channel for Lake 001 19
5.10 Seismic Design Criteria 19
5.11 Geotechnical Design Basis 20
5.12 Geotechnical Parameters 21
5.13 Loading and Seepage Conditions 22
5.14 Geotechnical Design Criteria 22
5.15 Closure 24
6. Supplemental Information 26
7. References 27

List of Figures

Figure 6-1 Wind Rose plots for La Grande 4 A and La Grande IV stations (established based on wind data from 2014 to 2024) (Provided by Client) 26

List of Appendices

Appendix A – Site Location and Layout

1. Introduction

AtkinsRéalis has been retained by Innova, a wholly-owned Québec subsidiary of Patriot Battery Metals Inc., for a feasibility study for waste and water management for the Shaakichiuwaanaan Mining Project. The site is in the Eeyou Istchee James Bay region of Québec, Canada, with coordinates of 53°32'00" N, 73°55'00" W. It is approximately 220 km east of Radisson and about 240 km north-northeast of Nemaska. The Property comprises 463 mineral claims, covering roughly 23,710 hectares across two main claim groups. The largest of these groups extends nearly continuously for about 51 km in an east-west direction.

The project will extract spodumene from a pegmatite deposit using a hybrid method that includes open-pit and underground mining. In the initial phase (2029-2034), the estimated annual production rate will be 400 ktpa at a grade of 5.5% lithium oxide (Li2O) concentrate. This will increase to 800 ktpa in the expansion phase (2031-2051). The operating life of the project is currently estimated to be 22 years.

The project is expected to generate approximately 154.1 million tonnes (Mt) of waste rock, 16.9 Mt of overburden, and 71.1 Mt of tailings. Two types of waste rock will be produced: metal-leaching or potentially acid generating waste rock (estimated at 81.0 Mt) and non-leaching "Low Risk" waste rock (73.0Mt). Stockpile 001, located north of the open pit, will be designated for a portion of the "Low Risk" waste rock, about 43.5 Mt. The remaining "Low Risk" waste rock (29.6 Mt) will be placed in the open pit. Stockpile 002, situated northeast of the pit, will receive the potentially metal-leaching or potentially acid generating waste rock (81.0 Mt), and a portion of the filtered tailings (54.0 Mt). The remaining tailings, estimated as 17.1 Mt, will be disposed as paste backfill once the underground mine is operational. Overburden will be managed in Stockpile 004 and Stockpile 005, located south of the pit.

The development of the open pit is planned in two phases. Phase 1 will be from 2029 to 2034, while Phase 2 is scheduled for 2034 to 2045. Underground mining operations will run from 2031 to 2051. Before the commencement of Phase 1, a cutoff dam (Stage 1) will be constructed in Lake 001 together with a diversion ditch. This will allow for the pit development within the western portion of Lake 001 and continued discharge from Lake 001 to Lake 007, around the open pit. A second series of cutoff dams, located to the east will be required for the Phase 2 pit development. The dyke and diversion ditch will maintain the water level of Lake 001 at the current elevation of approximately 373 meters above sea level (m.a.s.l.) and redirect water around the northern perimeter of the pit. The general site layout is provided in **Appendix A**.

2. Scope

This document forms the design criteria and design basis for tailings management, the stockpiles, the cut-off dyke, and the diversion ditch, geotechnical aspects, water management, and hydrogeology (in the stockpiles area) for the Shaakichiuwaanaan Mining Project.

3. Units

The following units are used (the study is carried out using metric units):

- Distance – meter (m);
- Elevation – metres above mean sea level (m.a.s.l.);
- Volume – cubic meter (m^3);
- Pressure – kilo pascal (kPa);
- Unit Weight – Kilo-Newton (kN)/$m^{3;}$
- Temperature – Celsius (^oC);
- Time – seconds (sec), years (yr);
- Mass (in mining) – million tonnes (Mt);
- Production rate – kilotonnes per annum (ktpa).

4. Site Geology

The Shaakichiuwaanaan Property, located in the Archean Superior Province of the Canadian Shield, lies in the La Grande sub-province, near the Opinaca sub-province, and is renowned for its robust exploration potential for commodities, including base metals, precious metals, and lithium (PEA, 2024). The La Grande sub-province, a geological marvel, showcases a volcano-plutonic structure aligned with the Wemindji-Caniapiscau corridor. It comprises two primary domains, the Eastmain River Belt and the La Grande River Belt, each with its unique geological features (PEA,2024).

The Property is situated within the La Grande River Belt, characterized by volcanic and sedimentary rocks, including two ancient volcanic sequences and interstratified metasediments (PEA, 2024). The La Grande sub-province is bordered to the north by the plutonic Bienville sub-province and to the south by the metasedimentary and plutonic Opinaca sub-province (Lucas & St-Onge, 1998; Houle, 2004; Percival, 2007). The La Grande and Opinaca sub-provinces contain many of Québec's known spodumene pegmatite occurrences (PEA, 2024).

Metamorphism in the region varies from greenschist facies at the centre to amphibolite facies at the edges (Card, 1986; Houle, 2004). Structural trends shift from east-west in the southwest to northeast-southwest in the north, primarily formed between 2700 and 2680 Ma (Percival et al., 2012). The area is not just about potential; it is about significant discoveries that have already been made. It contains significant nickel-copper deposits associated with komatiitic flows, ultramafic intrusions, and notable spodumene pegmatite occurrences (PEA, 2024).

5. Design Criteria and Design Basis

The design criteria and basis summary for the stockpile and the dams are presented on the following page.

5.1 Applicable Legislation, Regulations, and Best Practice Guidelines

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Provincial Standards	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) ▪ The Provincial Directive 019 on the Mining Industry ▪ Dam Safety Regulation ▪ Dam Safety Act Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) ▪ Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec -	MELCCFP, 2025 s-3.1.01, r. 1 - Dam Safety Regulation S-3.1.01 - Dam Safety Act MRNF, 2024
Canadian Dam Association Guidelines	Canadian Dam Association (CDA), Dam Safety Guidelines CDA Technical Bulletins ▪ Inundation, Consequences, and Classification for Dam Safety ▪ Surveillance of Dam Facilities ▪ Flow Control Equipment for Dam Safety ▪ Dam Safety Analysis and Assessment ▪ Hydrotechnical Considerations for Dam Safety ▪ Seismic Hazard Considerations for Dam Safety ▪ Geotechnical Considerations for Dam Safety ▪ Dam Safety Reviews ▪ Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams ▪ Tailings Dam Breach Analysis ▪ Environmental Consequence Classification CDA Guidelines ▪ Public Safety Around Dams	CDA, 2013 CDA, 2007a CDA, 2007b CDA, 2007c CDA, 2007d CDA, 2007e CDA, 2007f CDA, 2007g CDA, 2016 CDA, 2019 CDA, 2021 CDA, 2023 CDA, 2011

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Others	Federal Metal and Diamond Mines Effluent Regulation	MDMER, 2024
	A Guide to the Management of Tailings Facilities	MAC, 2021a
	USBR Design of Small Dams	USBR, 1987
	USBR Design Standards No. 13: Embankment Dams	USBR, 2021
	USBR Design Standards No. 14: Appurtenant Structures for Dams (Spillways and Outlet Works) Design Standard	USBR, 2022
	USBR Design of Stilling Basins and Energy Dissipators	USBR, 1984
	FEMA Technical Manual: Overtopping Protection for Dams	FEMA, 2014
	USACE Hydraulic Design of Flood Control Channels (EM 1110-2-1601)	USACE, 1994
	NCHRP Report 568, Riprap Design Criteria, Recommended Specifications, and Quality Control, 2006	NCHRP, 2006
	ICOLD Bulletin 157 Small Dams, Design, Surveillance and Rehabilitation	
	Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design.	ICOLD, 2016
		Hawley and Cunning, 2017

5.2 Mine Description

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Name of Mine	Shaakichiuwaanaan	
Facility location	Category III lands of the Eeyou Istchee Cree Territory, James Bay, Quebec.	See Appendix A
Reserves	Total Ore: 87.2 Mt Average LiO_2% grade:1.26 Tonnes of concentrate @5.5% LiO2: 13.7 Mt	Project Charter (GMining)
Projected Mine Life	22 years	GMining, 2025
Mineralogy of the Main Ore Body	Spodumene ($LiAlSi_2O_6$)	PEA, 2024
Type of Mine	Open pit and underground	PEA, 2024
Process and Reagents	Ferrosilicon 270 (DMS) Magnafloc 10 (Thickening and dewatering)	PEA, 2024
Treatment Processes	Fresh ferrosilicon (“FeSi”) will be added to a mixing hopper, which will then be fed continuously via screw feeders to each DMS’s respective medium header box. Flocculant mixing will be completed in a designated area within the plant with a dedicated sump pump that recycles spillage to the thickener feed tank.	PEA, 2024
Processing Capacity	Stage 1: 2.5 Mtpa DMS Plant Stage 2: 5.0 Mtpa DMS Plant dual train	Project Charter (GMining)
Mine Waste Production	Waste Rock: 154.1 Mt Overburden: 16.9 Mt Tailings: 71.1 Mt	GMining, 2025
Backfill	17.1 Mt of tailings will be used for underground backfill	GMining, 2025
Coordinate Reference System	UTM-NAD83-ZONE18	PROJECTED_CRS for Qb
Topographical Surveys	LiDAR and orthophoto survey in August 2022. A LiDAR and orthophoto survey, and heliborne magnetic and radiometric survey have also been completed in 2024 over the JBN-57 claim block.	NI 43-101 Technical Report, PEA

5.3 Climate Conditions and Meteorology

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Climate Classification	Sub-arctic climate, Dfc in terms of the Köppen climate classification	
Weather Station(s)	Environment and Climate Change Canada (ECCC) Stations near site are: ▪ La Grande IV station (7093GJ5) ▪ La Grande IV A station (7093GJ3) ▪ La Grande 4 A station (7093714) ▪ Nitchequon station (7095480)	AtkinsRéalis, 2025
Temperature	Average annual temperature is -3.1 degrees Celsius	AtkinsRéalis, 2025
Precipitation	Average annual precipitation is 772 mm which includes 518 mm of rainfall and 254 cm of snowfall	AtkinsRéalis, 2025
Evapotranspiration	Average annual lake evaporation is 421 mm and maximum evapotranspiration under average conditions is 390 mm	AtkinsRéalis, 2025
Wind	The predominant wind direction is from the southwest (see Figure 6-1 for wind roses)	Weather Spark, 2020
Climate Change Effect	Climate change increase factor of 18% for extreme precipitation Climate change increase factor of 5% for extreme snow cover Climate change increase factor of 8% for annual and monthly precipitation	AtkinsRéalis, 2025

5.4 Tailings Management

Item	**Design Criteria and Basis**	**Reference**
Description	**Tailings**	
Tailings Production	71.1 Mt	GMining, 2025
Particle Size Distribution	P_{80} = 7.7 mm P_{50} = 3.8 mm P_{10} = 0.4 mm	WSP, 2025
Specific Gravity	2.68	WSP, 2025
Filtered tailings moisture content	12-14% (M_{water}/M_{total}) ~ 13.6-16.3% (M_{water}/M_{solids})	Primero e-mail correspondence 5 December 2024
Standard Proctor Max Dry Density	1,958 kg/m^3	WSP, 2025
Standard Proctor Optimum Water Content	11.7% (M_{water}/M_{solids}) ~10.5% (M_{water}/M_{total})	WSP, 2025 Estimated by AtkinsRéalis
Plasticity	Non-plastic	WSP, 2025
Average in-situ dry density (for conversion to volume)	1.70 t/m³ which is approximately 90% of the maximum standard Proctor dry density	Selected by AtkinsRéalis
Consolidation Properties	The average coefficient of consolidation, Cv, (cm²/s) = 0.0532	WSP, 2025
Hydraulic Conductivity	Average Hydraulic Conductivity (cm/s) = 9.46E-04	WSP, 2025
Tailings Deposition	Filtered tailings are transported with mine trucks from the concentrator to the final disposal area or the paste backfill plant with a front-end loader.	PEA, 2024

5.5 Stockpiles

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Stockpile 001		
Mine Waste	43.5 Mt (Low-Risk waste rock)	Designed by AtkinsRéalis. The remaining 29.6 Mt of Low-Risk mine waste will be dumped into the open pit
Hazard Classification	Moderate hazard (WHC III)	Preliminary, based on Hawley and Cunning, 2017
Base Lining	Not required	Selected by AtkinsRéalis, based on geochemical characterization of waste rock
Stockpile Geometry	Bench Height: 10 m Intermediate bench width: 15 m Overall slope: 3.25 (Horizontal): 1 (Vertical)	GMining (meeting discussions 14 January 2025) -Selected by AtkinsRéalis
Maximum Height	Approx. 90 m (measured from the max elevation to the downstream toe)	Designed by AtkinsRéalis
Average in-situ dry density	Waste rock: 2 t/m^3	Selected by AtkinsRéalis
Water Management	Runoff collected by perimeter ditches at the toe of the stockpile and directed to the stockpile pond	Selected by AtkinsRéalis
Minimum offset from toe of stockpile to an existing water body	60 m	MELCCFP, 2025
Stockpile 002		
Mine Waste Description	81.0 Mt of waste rock (Potentially Acid Generating) 54.0 Mt of tailings	AtkinsRéalis, the 81 Mt total of potentially leaching in concentration below the D019 table 1 criteria and acid-generating waste rock is based on discussions with Vision and Patriot Battery Metals on 7 January 2025
Hazard Classification	Waste Rock - Moderate hazard (WHC III) Tailings stack - Moderate hazard (WHC III)	Preliminary, based on Hawley and Cunning, 2017

Item	**Design Criteria and Basis**	**Reference**
Base Lining	Single liner: 1.5 mm HDPE Liner Cushion Layer: 1m	MELCCFP, 2025
Stockpile Geometry	Bench Height: 10 m for waste rock and 30 m for tailings Bench width: 7.5m for tailings and 15 m for waste rock Overall slope: 3.25 (Horizontal): 1 (Vertical) for all types (i.e. tailings, and Waste rock)	GMining (meeting discussions 14 January 2025) Selected by AtkinsRéalis
Maximum Height	120 m (measured from the max elevation to the downstream toe)	Designed by AtkinsRéalis
Average in-situ dry density	Waste rock: 2 t/m^3 Tailings: 1.7 t/m^3 (which is approximately 90% of the maximum standard Proctor dry density)	Selected by AtkinsRéalis Selected by AtkinsRéalis
Water Management	Runoff and seepage are directed to ditches at the toe of the stockpile and directed to the stockpile ponds	Selected by AtkinsRéalis
Minimum offset from the toe of the stockpile to an existing water body	60 m	MELCCFP, 2025
Overburden Piles 004 and 005		
Mine Waste Description	Overburden Pile 004: 8.1 Mt of overburden Overburden Pile 005: 8.8 Mt of overburden Organic Stockpile: 1.6 Mt	GMining, 2025 Estimated by AtkinsRéalis
Hazard Classification	Low Hazard (WHC II)	Preliminary, based on Hawley and Cunning, 2017
Base Lining	None	
Pile Geometry	Continuous external slope stockpile 004 and 005: 4H:1V Continuous external slope organic stockpile: 5H:1V	Selected by AtkinsRéalis
Maximum Height	Stockpile 004: 36 m (measured from the max elevation to the downstream toe) Stockpile 005: 39 m Organic Stockpile: 27 m	Designed by AtkinsRéalis
Average in-situ dry density	Overburden: 1.75 t/m^3	Selected by AtkinsRéalis
Water Management	Runoff directed to collection paddocks at the toe of the pile for store and seep	Selected by AtkinsRéalis

5.6 Water Management for Stockpiles

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Perimeter Drainage System		
Design Storm	1:100-year 24-hr summer rainfall event	MELCCFP, 2025
Design Flow Calculation Methodology	Rational Method	Selected by AtkinsRéalis
Runoff Coefficient	Considering high moisture conditions	Selected by AtkinsRéalis
Ditch Dimensions	Trapezoidal (Side slope: 2H:1V or flatter)	Selected by AtkinsRéalis
Ditch Lining	Stockpile 001: Unlined Stockpile 002: 1.5 mm LLDPE geomembrane for run-off collection from leaching/PAG rockfill and tailings	based on preliminary results of the geochemical characterization by Vision Geochemistry as provided at meeting on Jan 21st, 2025.
Erosion protection	Stockpile 001: Riprap and non-woven needle punched geotextile Stockpile 002: 1.5 mm LLDPE geomembrane plus riprap and non-woven needle punched geotextile on the base of the ditch.	Selected by AtkinsRéalis
Minimum Freeboard	0.6 m	USACE, 1994 / NCHRP, 2006
Collection Ponds		
Dam Dimensions	Crest Width: 10 m Dam Slopes: 3H:1V upstream (lined), 2H:1V downstream	Selected by AtkinsRéalis
Seepage Control	1.5 mm LLDPE geomembrane on the upstream slope	Selected by AtkinsRéalis
Basin/Pond Lining	Stockpile 001 Ponds: Unlined Stockpile 002 Ponds: 1.5 mm LLDPE geomembrane	based on preliminary results of the geochemical characterization by Vision Geochemistry as provided at the meeting on Jan 21st, 2025.
Dam Hazard Classification	Pond 1 (Stockpile 001): Significant Pond 1A (Stockpile 001): Significant Pond 2 (Stockpile 002): Significant Pond 3 (Stockpile 002): Significant	CDA, 2019
Return Period for Design Seismic Event	1 in 2,475-year event (minimum)	MELCCFP, 2025

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Inflow Design Flood (IDF)	Probable Maximum Flood (PMF) based on Probable Maximum Precipitation (PMP). The more critical one of the spring or summer PMFs.	MELCCFP, 2025
Environmental Design Flood (EDF)	Stockpile 001 Ponds 1 and 1A: ▪ 1:100-year snowmelt followed by a 1:100-year 24-hr rainfall event Stockpile 002 Ponds 2 and 3: ▪ 1:100-year snowmelt followed by 1:2,000-year 24-hr rainfall event	MELCCFP, 2025
Freeboard	Minimum Freeboard for EDF: ▪ For Stockpile 001 ponds: 1.0 m ▪ For Stockpile 002 ponds: 1.5 m. Minimum Freeboard for IDF: 0.6 m	MELCCFP, 2025 OMNR, 2011
Spillway Geometry	Trapezoidal (Side slope: 2H:1V or flatter)	Selected by AtkinsRéalis

5.7 Water Management for Industrial Area

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Sedimentation Ponds and Polishing Pond		
Dam Dimensions	Crest Width: 10 m Dam Slopes: 3H:1V upstream (lined), 2H:1V downstream	AtkinsRéalis
Seepage Control	1.5 mm LLDPE geomembrane on the upstream slope and pond base with underdrainage collection and pump-back system	AtkinsRéalis
Basin/Pond Lining	1.5 mm LLDPE geomembrane	AtkinsRéalis
Dam Consequence Classification	Significant	CDA, 2019; 2023
Dam Hazard Classification	Not applicable (no watercourse crossings)	Quebec Dam Safety Act
Pond Water Characterization	Sedimentation Ponds: Low risk Polishing Pond: Low risk	Assumed by AtkinsRéalis based on MELCCFP, 2025
Environmental Design Flood (EDF)	Sedimentation Ponds: 1:1,000-year Polishing Pond: 1:1,000-year	Selected by AtkinsRéalis as per MELCCFP, 2025
Inflow Design Flood (IDF)	PMF	Selected by AtkinsRéalis as per MELCCFP, 2025
Minimum Freeboard above EDF	Sedimentation Ponds: 1.0 m Polishing Pond: 1.0 m	Selected by AtkinsRéalis as per MELCCFP, 2025
Minimum Freeboard above IDF	0.6 m	AtkinsRéalis
Pond Inflows	Sedimentation Ponds: ▪ Dewatering water from open-pit and underground mines, dewatering of Lake 001 and run off from industrial area Polishing Pond: ▪ Sedimentation ponds, stockpile 001 collection ponds and treated water from water treatment	AtkinsRéalis

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Pond Outflows	Sedimentation Ponds: ▪ Gravity discharge to the polishing pond Polishing Pond: ▪ Pumped to the paste plant and water supply, ▪ Outlet structure for operational discharge to the environment, ▪ Emergency spillway to discharge to the environment during flood conditions.	AtkinsRéalis
Spillway Geometry	Sedimentation Ponds: ▪ Trapezoidal/Rectangular Polishing Pond: ▪ Outlet Structure: HDPE pipes ▪ Emergency spillway: Trapezoidal (3H:1V or flatter) with concrete sill	AtkinsRéalis
Minimum offset from the downstream toe of the pond dam to an existing waterbody	60 m	MELCCFP, 2025
Return Period for Design Seismic Event	1:2,475 years	MELCCFP, 2025
Pond Service Life	To be removed prior to post-restoration period	As per MRNF, 2024
Contact Water Ponds		
Pond Slopes	3H:1V	AtkinsRéalis
Seepage Control	1.5 mm LLDPE geomembrane on pond slopes and pond base with underdrainage collection and pump-back system	AtkinsRéalis
Basin/Pond Lining	1.5 mm LLDPE geomembrane	AtkinsRéalis
Dam Consequence Classification	Not applicable (no dam embankment)	AtkinsRéalis
Dam Hazard Classification	Not applicable (no watercourse crossings)	Quebec Dam Safety Act

Item	**Design Criteria and Basis**	**Reference**
Pond Water Characterization	Low risk	Assumed by AtkinsRéalis based on MELCCFP, 2025
Environmental Design Flood (EDF)	1:100-year rainfall + 1:100-year snowfall	Selected by AtkinsRéalis as per MELCCFP, 2025
Inflow Design Flood (IDF)	Not applicable (no dam embankment)	AtkinsRéalis
Minimum Freeboard above EDF	1.0 m	Selected by AtkinsRéalis as per MELCCFP, 2025
Minimum Freeboard above IDF	Not applicable (no dam embankment)	AtkinsRéalis
Pond Inflows	Contact Water Pond 1 and 2: ▪ Runoff from the industrial area by gravity	AtkinsRéalis
Pond Outflows	Contact Water Pond 1 and 2: ▪ Pumped to Sedimentation Ponds	AtkinsRéalis
Spillway Details and Dimensions	Not applicable (no dam embankment)	AtkinsRéalis
Minimum offset from pond to an existing waterbody	60 m	MELCCFP, 2025
Return Period for Design Seismic Event	Not applicable (no dam embankment)	AtkinsRéalis
Pond Service Life	To be removed prior to the post-restoration period	As per MRNF, 2024
Industrial Area Diteches	**Not applicable (out of the scope of the mandate)**	**Designed by Gmining**

5.8 Lake 001 Cut-off Dams

Item	Design Criteria and Basis	Reference
Dam Dimensions	Crest Width Upstream Berm: 6m Crest Width Downstream Berm: 6m Minimum Dam crest width: 6 m Berm Slopes (upstream and downstream): 2.5H:1V; Central Berm: 3H:1V	Based on the stability analysis
Dam Crest Elevation	378.4m	After providing 1.5m freeboard from IDF water level (~376.9m)
Dam Hazard Classification	Extreme	Preliminary, selected by AtkinsRéalis, based on CDA, 2013
Dam Class	Class C	Quebec Dam Safety Act, chapter S-3.1.01, r. 1
Return Period for Design Seismic Event	1/10,000 or Maximum Credible Earthquake event for “Extreme” Dam Classification	CDA, 2019; MELCCFP, 2025
Inflow Design Flood (IDF)	Probable Maximum Flood (PMF) based on Probable Maximum Precipitation (PMP). The more critical one of the spring or summer PMF	CDA, 2019; MELCCFP, 2025
Minimum Freeboard	Minimum Freeboard for IDF: 1.5 m	S-3.1.01 - Dam Safety Act
Erosion Protection	Dam is constructed primarily with -450 mm rockfill. No additional erosion protection is provided.	Selected by AtkinsRéalis
Seepage management	Sheet piles	Selected by AtkinsRéalis

5.9 Diversion Channel for Lake 001

Design Flow	Probable Maximum Flood (PMF) based on Probable Maximum Precipitation (PMP) The more critical one of the spring or summer PMF	CDA, 2013
Channel Geometry	Trapezoidal	Selected by AtkinsRéalis
Dimensions	Side slope: 1 H: 1 V, steeper in blasted rock sections	Selected by AtkinsRéalis
Erosion Protection	RipRap lining for ditch in overburden	Selected by AtkinsRéalis
Minimum Freeboard	0.6 m	USACE, 1994 / NCHRP, 2006

5.10 Seismic Design Criteria

Site Class	Class D	NBCC, 2020
Peak Ground Acceleration (PGA)	0.0642g for 1 in 2,475-year event (HPC: High) 0.1g for 1 in a 10,000-year event (HPC: Extreme)	NBCC, 2020 Extrapolated by AtkinsRéalis from NBCC, 2020. A site-specific hazard assessment is recommended as per MELCCFP, 2025

5.11 Geotechnical Design Basis

Seismic Liquefaction		
Susceptibility	Saturated and near-saturated (S_r > 80%) sand-like soils/tailings.	Selected by AtkinsRéalis
CRR for Sand-like material	Based on (S) SPT method: Boulanger and Idriss (2014) simplified method	Boulanger and Idriss, 2014
Fines Content Correction	Applied only to foundation soil, not to tailings	James, 2009
Factor of Safety against Liquefaction of Tailings and Sand-Like Soils (FOS_{Liq} = CRR/CSR)	FOS_{liq} < 1.0: Liquefiable FOS_{liq} between 1.0 to 1.3: Potentially liquefiable FOS_{liq} > 1.3: Not liquefiable	Selected by AtkinsRéalis
Cyclic softening		
Susceptibility	Saturated and near-saturated (S_r > 80%) clay-like soils meet the following plasticity index (PI) limits: ▪ Clays: PI < 7 ▪ Silts: PI < 12	Idriss and Boulanger, 2008 Bray and Sancio, 2006
CRR for Clay-like material	Based on the simplified method: Idriss and Boulanger (2008) simplified method.	Idriss and Boulanger, 2008
Factor of Safety against Cyclic Softening of Clay-Like Soils (FOS_{cs} = CRR/CSR)	FOS_{cs} < 1.0: Susceptible to cyclic softening	Selected by AtkinsRéalis

5.12 Geotechnical Parameters

Soil Classification	Soils encountered on site, classified according to ASTM D2487-17, Unified Soil Classification System (USCS) are as follows: ▪ ML – Silt/Sandy Silt ▪ SM – Silty Sand/Silty Sand with Gravel ▪ GM – Silty Gravel with Sand/Gravel with Silt and Sand ▪ GW – Gravel	Determined by AtkinsRéalis based on BBA, 2024

Soil Index Properties

USCS	ML	SM	GM	GW
Relative Density	Compact	Compact	Dense	Very Dense
Friction Angle, ϕ (°)	31	34	38	39
Unit Weight, Moist, γ_{moist} (kN/m^3)	18.5	19.0	20.0	20.5
Unit Weight, Submerged, $\gamma_{sub.}$ (kN/m^3)	9.5	10.5	11.5	12.5
Cohesion, c (kPa)	0	0	0	0
Void Ratio, e	0.83	0.56	0.42	0.36

Determined by AtkinsRéalis based on BBA, 2024

5.13 Loading and Seepage Conditions

Seepage Model Limits / Boundary Conditions (Lake 001 Cut-off Dam)	Upstream Boundary Condition: Lake 007 EL 373m Downstream Boundary Condition: towards Open Pit	Selected by AtkinsRéalis
Seepage Model Material Parameters	To be determined after analyzing laboratory and field investigation data	TBD

5.14 Geotechnical Design Criteria

Limit Equilibrium Analysis – Minimum Factors of Safety (Lake 001 Cut-off Dam)

Zone	Loading Conditions	Minimum Factor of Safety
Upstream and downstream	Slope stability at the end of each construction phase (short-term)	1.3 to 1.5
Upstream and downstream	Slope stability in the presence of the project flood (short-term)	1.3
Upstream and downstream	Slope stability under stationary conditions (long-term)	1.5
Upstream	Quick drain	1.3
Upstream and downstream	Pseudo-static or dynamic analysis for seismic loading, with filled basin and reduced properties if liquefaction possible	1.1
	(post-seismic value)	(1.3)
Central	Horizontal slippage of the dike under static loading	1.5
Central	Horizontal slippage of dike under liquefaction pressures	1.3
Central	Bearing capacity of soil under fill	1.5

MELCCFP, 2025

Limit Equilibrium Analysis – Minimum Factors of Safety (Stockpiles)

Loading Conditions	Minimum Factor of Safety
Dump/Soil Surface (short-term)	1.0
Dump/Soil Surface (long-term)	1.2
Overall global stability short-term (static), post-construction	1.3 to 1.5
Overall global stability long-term (static)	1.5
Pseudo-static or dynamic analysis for seismic loading	1.1 to 1.3

BCMWRPRC, 1991a
Hawley and Cunning, 2017

Piezometric Conditions	▪ Geotechnical analysis for the current condition is based on readings from the existing piezometers/BHs water level ▪ Geotechnical analysis for ultimate/closure condition is based on seepage analysis results.	Selected by AtkinsRéalis

5.15 Closure

Objectives	▪ Eliminate unacceptable health risks and ensure the safety of persons. ▪ Limit the production and spread of contaminants that may affect the receiving environment and, in the long term, aim to eliminate any form of maintenance and follow-up. ▪ Return the site to a visually acceptable condition. ▪ To remediate the infrastructure site (excluding tailings and tailings accumulation areas) in a state compatible with future use	Based on MRNF, 2024

Minimum safety factor targeted for stability analyses under closure conditions

Loading Condition	Minimum Factors of Safety			Minimum Factors of Safety for this Project (Closure)
	MDDEP (2012)	CDA (2019)	MRNF(2024)	
Static – End of construction	1.3 to 1.5	<1.3	1.3 to 1.5	1,5
Static – Long term (with NPS)	1.5	1.5	1.5	1.5
Static – Design Flood	1.3	-	1.3 to 1.5	1.3
Pseudo-static	1.1	1.0	1.1	1.1
Post-seismic	1.3	1.2	1.3	1.3
Horizontal Sliding (static) (1)	1.5	-	1.5	1.5
Horizontal Sliding (post-liquéfaction) (1)	1.3	-	1.3	1.3
Note : This condition will be included in the stability analysis (composite sliding surfaces)				

MELCCFP, 2025
CDA, 2019
MRNF, 2024

Earthquake Loading	The return interval for the earthquake loading for closure design will be either based on the hazard consequence classification as per CDA (2019) for the active and passive closure phases or as prescribed by MELCCFP (2025) which is 1 in 2,475 years for acid-generating residues (the greater loading shall apply).	CDA, 2019
Hydrotechnical Closure Criteria	MELCCFP (2025) recommends a design flood with a minimum return period of 100 years, for drainage systems with structures without water accumulation, on and around mine sites. Therefore, the following design criteria were adopted in the present study: ▪ The ditches or culverts design flood is generated by a summer-fall rainfall with a 1:100-yr return period. This return period should also be used in the Maintenance Program for the site. ▪ The transformation of rainfall into runoff is based on a conservative runoff coefficient of 1.0. (recommended by MTQ methodology)	MELCCFP, 2025
Vegetative Cover	There are generally no formal criteria for the evaluation of the vegetation management. Vegetation success on the different infrastructures and cover systems contribute to their integrity as it protects the top layers against erosion and contribute to the integration of the site to its surroundings. However, the roots should not penetrate so deeply as to affect the cover system, such as a geomembrane liner. Also, vegetation growth should not lead to blocking the ditches of the site.	AtkinsRealis
Cover System	Stockpile 001 – Waste Rock: A layer of overburden and topsoil Stockpile 002 – Waste Rock: A layer of crushed stone, overlain by a layer of overburden, a 1.5 mm HDPE geomembrane, a geonet, a layer of overburden and topsoil. Alternatively, a layer of compacted clay will be placed onto the waste rock and overlain with topsoil Stockpile 002 – Tailings: A 1.5 mm HDPE geomembrane placed directly onto tailings overlain with a geonet, a layer of overburden and topsoil. Alternatively, a layer of compacted clay will be placed onto the tailings and overlain with topsoil	AtkinsRealis

6. Supplemental Information

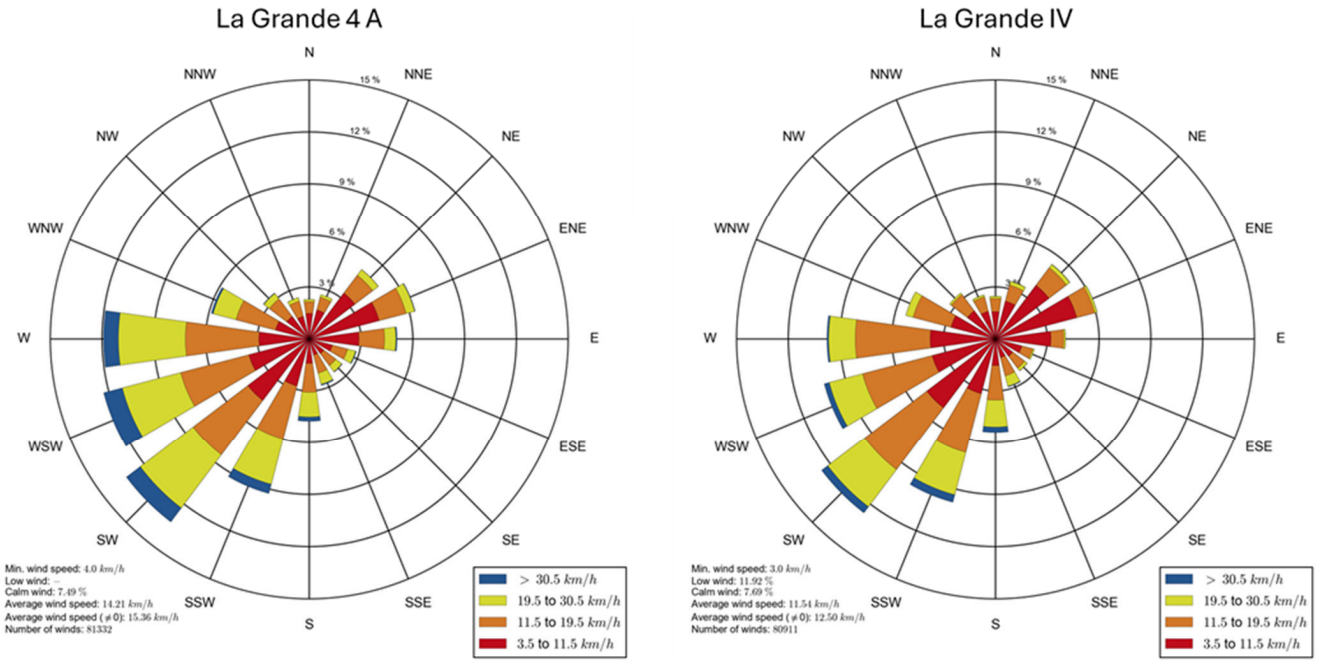


Figure 6-1 Wind Rose plots for La Grande 4 A and La Grande IV stations (established based on wind data from 2014 to 2024) (Provided by Client)

7. References

AtkinsRéalis, 2025, Baseline Hydrology, Document No.: CASN-A-370-HY-REP-001

BBA, 2024a. Technical Report Geotechnical Campaign for Phase 1 Diversion Dams, 7535009-000000-4G-ERA-0001-RAA

BBA, 2024b. Technical Report Geotechnical Campaign for Phase 2 (factual), 7535009-020001-4G-ERA-0003-RAA

BBA, 2024c. Technical Report Factual Report of 2024 Geotechnical Diamond Drill Investigation, CV5 Site, 75350179-000000-4M-ERA-0003-R00

BCMWRPRC ,1991a. Investigation and Design Manual – Interim Guidelines. Mine Rock and Overburden Piles 1. Prepared by Piteau Associates Engineering Ltd, May 1991.

BCMWRPRC, 1991b. Operating and Monitoring Manual – Interim Guidelines. Mine Rock and Overburden Piles 2. Prepared by Klohn Leonoff Ltd, May 1991.

Bray, J.D. and Sancio, R.B., 2006. Assessment of the Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Volume 132, Issue 9.

Canadian Dam Association (CDA), 2007a. Technical Bulletin: Inundation, Consequences, and Classification for Dam Safety.

Canadian Dam Association (CDA), 2007b. Technical Bulletin: Surveillance of Dam Facilities.

Canadian Dam Association (CDA), 2007c. Technical Bulletin: Flow Control Equipment for Dam Safety.

Canadian Dam Association (CDA), 2007d. Technical Bulletin: Dam Safety Analysis and Assessment.

Canadian Dam Association (CDA), 2007e. Technical Bulletin: Hydrotechnical Considerations for Dam Safety.

Canadian Dam Association (CDA), 2007f. Technical Bulletin: Seismic Hazard Considerations for Dam Safety.

Canadian Dam Association (CDA), 2007g. Technical Bulletin: Geotechnical Considerations for Dam Safety.

Canadian Dam Association (CDA), 2011. Guidelines for Public Safety Around Dams.

Canadian Dam Association (CDA), 2013. Dam Safety Guidelines 2007 (Revised 2013), 2013.

Canadian Dam Association (CDA), 2016. Technical Bulletin: Dam Safety Reviews.

Canadian Dam Association (CDA), 2019. Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams, 2014 (2019 Edition).

Canadian Dam Association (CDA), 2021. Technical Bulletin: Tailings Dam Breach Analysis.

Canadian Dam Association (CDA), 2023. Technical Bulletin: Environmental Consequence Classification.

Card, K. (1986). Geology and Tectonics of the Archean Superior Province, Canadian Shield. Dans Workshop on Early Crustal Genesis: The World's Oldest Rocks (pp. 27-29). LPI Technical Report 86-04.

Dam Safety Act (chapter S-3.1.01), 2024. legisquebec.gouv.qc.ca/en/ShowDoc/cs/S-3.1.01

Dam Safety Regulation (chapter S-3.1.01, r. 1), 2024. legisquebec.gouv.qc.ca/en/ShowDoc/cr/S-3.1.01,20r.201

Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2014, Technical Manual: Overtopping Protection for Dams. FEMA P-1015/May 2014

Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM), 2020. https://globaltailingsreview.org/global-industry-standard/.

GMining, 2025. Integrated Schedule V2 Mass Balance

Hawley and Cunning, 2017. Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design. CSIRO Publishing.

Houle, P., 2004. James Bay Region Central Superior Province (Opatica, Opinaca, Nemiscau, and La Grande Sub Provinces). Dans Report on Mineral Exploration Activities in Quebec 2004 (pp. 9-16).

Idriss, I. M., and Boulanger, R. W., 2008. Soil liquefaction during earthquakes. Monograph MNO-12, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.

Idriss, I. M., and Boulanger, R. W., 2015. 2nd Ishihara Lecture: SPT- and CPT-based relationships for the residual shear strength of liquefied soils. Soil Dynamics and Earthquake Engineering.

James, M., 2009. The use of waste rock inclusions to control the effects of liquefaction in tailings impoundments, Ph.D. Thesis, Université de Montréal, March 2009.

Lucas, S., & St-Onge, M., 1998. Geology of the Precambiran Superior and Grenville Provinces and Precambrian Fossils in North AMerica. Dans Geology of Canada, No. 7, Volume C-1 (Vol. C-1, p. 394). Geological Survey of Canada.

MAC, 2021a. A Guide to the Management of Tailings Facilities, Version 3.2, March 2021, https://mining.ca/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/06/MAC-Tailings-Guide-Version-3-2-March-2021.pdf.

MAC, 2021b. Developing an Operation, Maintenance, and Surveillance Manual for Tailings and Water Management Facilities, Version 2.1, March 2021, https://mining.ca/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/04/MAC-OMS-Guide-March-2021.pdf.

MRNF, 2024. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec.

MELCCFP, 2025. Directive 019 sur l'industrie minière, 13 fevrier 2025. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec – 2025. [Accessed in French at: https://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/directive-019-2025.pdf].

OMNR, 2011, Technical Bulletin for Spillways and Flood Control Structures

Percival, J., 2007. Geology and Metallogeny of the Superior Province, Canada. Dans W. Goodfellow, Mineral Deposits of Canada. A synthesis of major deposit types, district metallogeny, the evolution of geological provinces and exploration methods (pp. 903- 928).

Preliminary Economic Assessment for the Shaakichiuwaanaan Project, PEA 2024. NI 43-101 Technical Report, prepared by BBA, WSP and Primero for Patriot Battery Metals Inc.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 1994. Engineering and Design Hydraulic Design of Flood Control Channels.

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation (USBR), 1987, Design of Small Dams

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation (USBR), 2021, Design Standards No. 13 Embankment Dams.

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation (USBR), 2022, Design Standards No. 14 Appurtenant Structures for Dams (Spillways and Outlet Works) Design Standard.

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation (USBR), 1984, Design of Stilling Basins and Energy Dissipators. By A. J. PETERKA. Denver, Colorado.

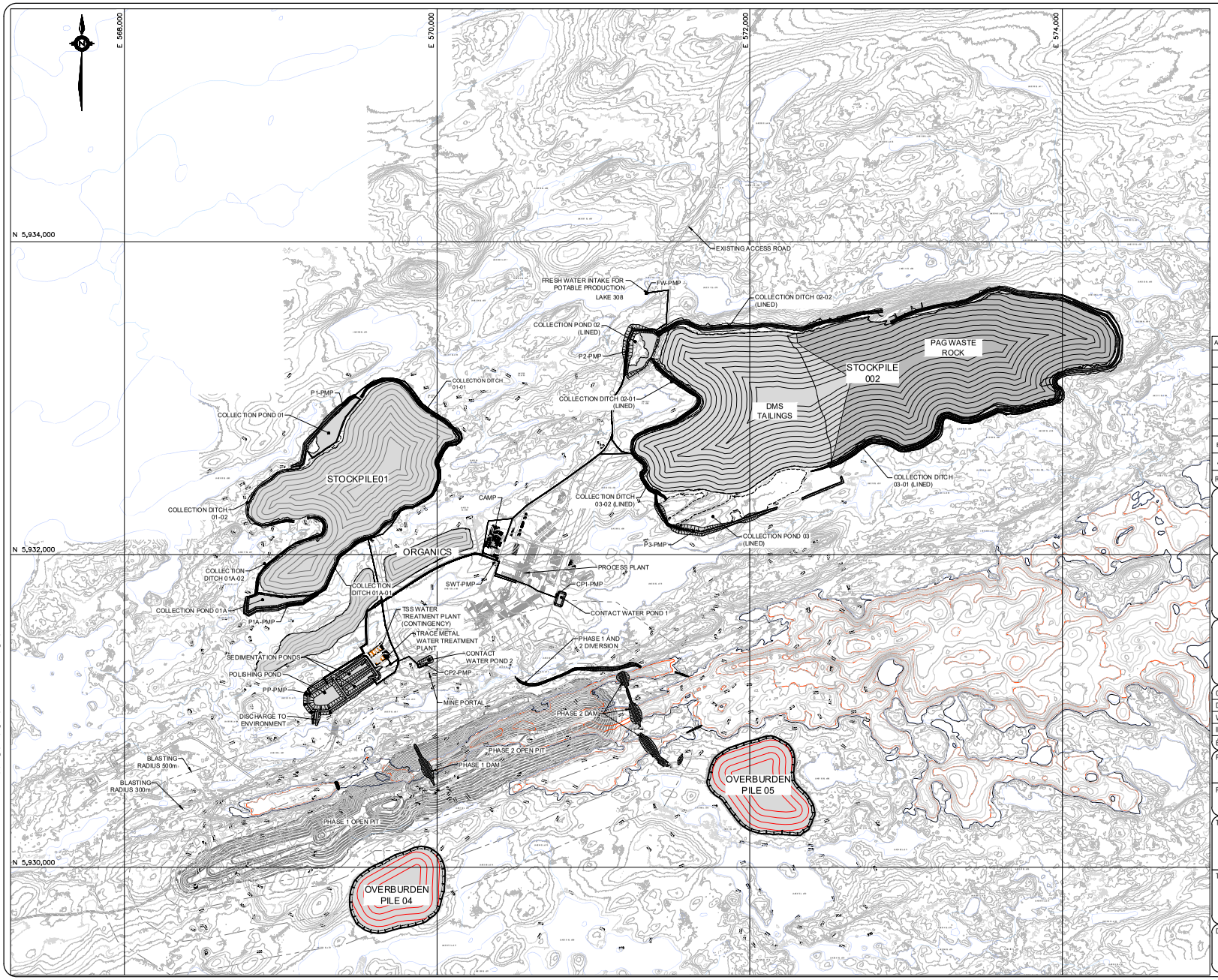
WSP Canada Inc. 2025. Laboratory Test Results, Test Request # B25-100, Project Number CA0051178.6278

AtkinsRéalis

Appendices

AtkinsRéalis

Appendix A Site Location and Layout



REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

ATKINSRÉALIS DOC#: 702381-0000-4GDD01-0001

CONCEPTEUR/DESIGN: A. COGULET	25-07-28
DESSINATEUR/DRAWN: M. SYKES	25-07-28
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED: P. ADDIS	25-07-28
INGÉNIEUR/ENGINEER: B. MORRISSETTE	25-07-28
ÉCHELLE/SCALE: 1:11,000	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

TITLE
WATER MANAGEMENT
GENERAL ARRANGEMENT
-
-

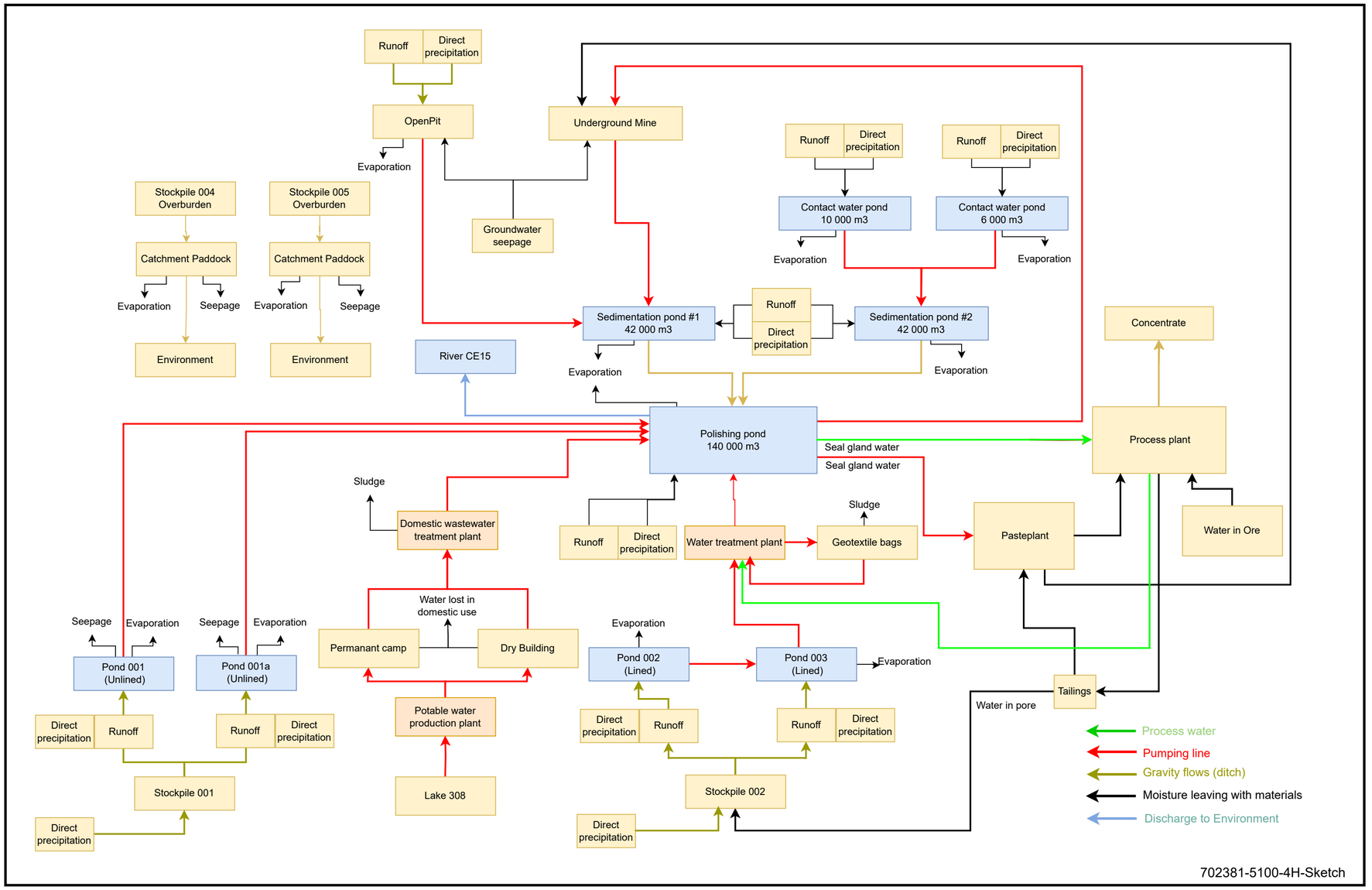
DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN – A

001 – GE – DWG – 0001 – B
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

© AtkinsRéalis unless otherwise stated

ATKINSRÉALIS - Sensitive

Annexe B Dessins


Runoff
Direct precipitation
OpenPit
Evaporation
Underground Mine
Groundwater seepage
Stockpile 004 Overburden
Stockpile 005 Overburden
Catchment Paddock
Catchment Paddock
Evaporation
Seepage
Evaporation
Seepage
Environment
Environment
Runoff
Direct precipitation
Contact water pond 10 000 m3
Runoff
Direct precipitation
Contact water pond 6 000 m3
Evaporation
Evaporation
Sedimentation pond #1 42 000 m3
Runoff
Direct precipitation
Sedimentation pond #2 42 000 m3
Evaporation
Evaporation
River CE15
Concentrate
Polishing pond 140 000 m3
Process plant
Seal gland water
Seal gland water
Sludge
Domestic wastewater treatment plant
Runoff
Direct precipitation
Water treatment plant
Sludge
Geotextile bags
Pasteplant
Water in Ore
Water lost in domestic use
Permanant camp
Dry Building
Seepage
Evaporation
Seepage
Evaporation
Pond 001 (Unlined)
Pond 001a (Unlined)
Evaporation
Pond 002 (Lined)
Pond 003 (Lined)
Evaporation
Direct precipitation
Runoff
Runoff
Direct precipitation
Potable water production plant
Direct precipitation
Runoff
Runoff
Direct precipitation
Stockpile 001
Stockpile 002
Lake 308
Direct precipitation
Direct precipitation
Water in pore
Tailings
Process water
Pumping line
Gravity flows (ditch)
Moisture leaving with materials
Discharge to Environment
702381-5100-4H-Sketch

PAPER SIZE FORMAT: A1

E 568,000 E 570,000 E 572,000 E 574,000

N 5,934,000 N 5,932,000 N 5,930,000

CV24-594 CV24-601 CV24-588 CV24-599 CV24-778 CV24-649 CV24-641 CV24-774 CV24-634 CV24-575 CV24-647 CV24-557 CV24-658 CV24-670 CV24-665 CV24-656 CV24-653 CV24-560 CV24-580 CV24-552 CV24-673 CV24-568 CV24-544 CV24-729 CV24-566 CV24-776 CV24-557 CV24-186 CV24-537 CV24-531 CV24-780 CV24-782 CV24-772 CV24-770 CV24-775 CV24-541 CV24-530 CV24-527 CV24-542 CV24-528 CV24-556 CV24-562 CV24-533 CV24-606 CV24-787 CV24-785 CV24-784 CV24-534 CV24-786

EXISTING ACCESS ROAD

FRESH WATER INTAKE FOR POTABLE PRODUCTION

FW-P

LAKE 308

COLLECTION DITCH 02-02 (LINED)

COLLECTION POND 02 (LINED)

P2-P

COLLECTION DITCH 02-01 (LINED)

PAG WASTE ROCK

STOCKPILE 002

DMS TAILINGS

P1-P

COLLECTION DITCH 01-01

COLLECTION POND 01

STOCKPILE01

COLLECTION DITCH 03-01 (LINED)

CAMP

COLLECTION DITCH 03-02 (LINED)

COLLECTION POND 03 (LINED)

P3-P

ORGANICS PILE 01

PROCESS PLANT

SWT-PMP

CP1-P

COLLECTION DITCH 01A-01

COLLECTION DITCH 01A-02

CONTACT WATER POND 1

PHASE 1 AND 2 DIVERSION CHANNEL

COLLECTION POND 01A

P1A-PMP

ORGANICS PILE 02

TSS WATER TREATMENT PLANT (CONTINGENCY)

TRACE METAL WATER TREATMENT PLANT

SEDIMENTATION PONDS

CONTACT WATER POND 2

CP2-P

POLISHING POND

PP-P

CONNECTION CHANNEL

DISCHARGE TO ENVIRONMENT

EAST PIT

EAST PIT DAMS

BLASTING RADIUS 500m

BLASTING RADIUS 300m

WEST PIT DAM

SEDIMENT CONTROL DAM 1

SEDIMENT CONTROL DAM 2

WEST PIT

OVERBURDEN PILE 05

OVERBURDEN PILE 04

NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

LEGEND

CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION

OBSERVATION WELL

SURFACE GEOLOGY LEGEND

- ORGANICS
- DRUMLINS
- STABILIZED AEOLIAN
- FLUVIOGLACIAL
- FLUVIOGLACIAL LANDFORM
- FLUVIOGLACIAL WITH ESKER
- DECAY MORAINE
- ROGEN MORAINE (RIBBED MORAINE)
- ABLATION TILL
- UNDIFFERENTIATED TILL
- ROCK
- BARE ROCK

0 200 400 600m

200 SCALE= 1:10,000

ATKINSRÉALIS DOC#: 702381-0000-4GDD01-0002

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN: A. COGULET	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN: M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED: P. ADDIS	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER: B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE: 1:10,000	DATE

PROJET/PROJECT:

SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:

ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:

-
-
-
-

TITLE

WATER MANAGEMENT
SITE GEOLOGY
-
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

001 - GO - DWG - 0001 - C

AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-10-07 11:15 AM BY Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKEM\ONEDRIVE - ATKINSREALIS\Shared Documents - 702381 PR Metals Shaakichiuwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-001-GO-DWG-0001_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT: A1

E 568,000
E 570,000
E 572,000
E 574,000
N 5,934,000
N 5,932,000
N 5,930,000

EXISTING ACCESS ROAD
FRESH WATER INTAKE FOR POTABLE PRODUCTION LAKE 308
FW-P
COLLECTION DITCH 02-02 (LINED)
COLLECTION POND 02 (LINED)
P2-P
PROPOSED SPILLWAY LOCATION (TYP.)
P1-P
COLLECTION DITCH 01-01
COLLECTION POND 01
COLLECTION DITCH 02-01 (LINED)
PAG WASTE ROCK
STOCKPILE 002
DMS TAILINGS
STOCKPILE01
COLLECTION DITCH 03-01 (LINED)
CAMP
COLLECTION DITCH 03-02 (LINED)
COLLECTION DITCH 01-02
P3-P
COLLECTION POND 03 (LINED)
ORGANICS PILE 01
COLLECTION DITCH 01A-01
PROCESS PLANT
SWT-P
CP1-P
COLLECTION DITCH 01A-02
CONTACT WATER POND 1
COLLECTION POND 01A
TSS WATER TREATMENT PLANT (CONTINGENCY)
ORGANICS PILE 02
P1A-P
DIVERSION CHANNEL
TRACE METAL WATER TREATMENT PLANT
SEDIMENTATION PONDS
CONTACT WATER POND 2
CP2-P
POLISHING POND
PP-P
CONNECTION CHANNEL
DIFFUSER
DISCHARGE TO ENVIRONMENT
EAST PIT
EAST PIT DAMS
BLASTING RADIUS 500m
WEST PIT DAM
BLASTING RADIUS 300m
SEDIMENT CONTROL DAM 1
SEDIMENT CONTROL DAM 2
OVERBURDEN PILE 05
WEST PIT
OVERBURDEN PILE 04

NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

0 200 400 600m
200 SCALE= 1:10,000

ATKINSRÉALIS DOC#: 702381-0000-4GDD01-0001

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN: A. COGULET	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN: M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED: P. ADDIS	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER: B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE: 1:10,000	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

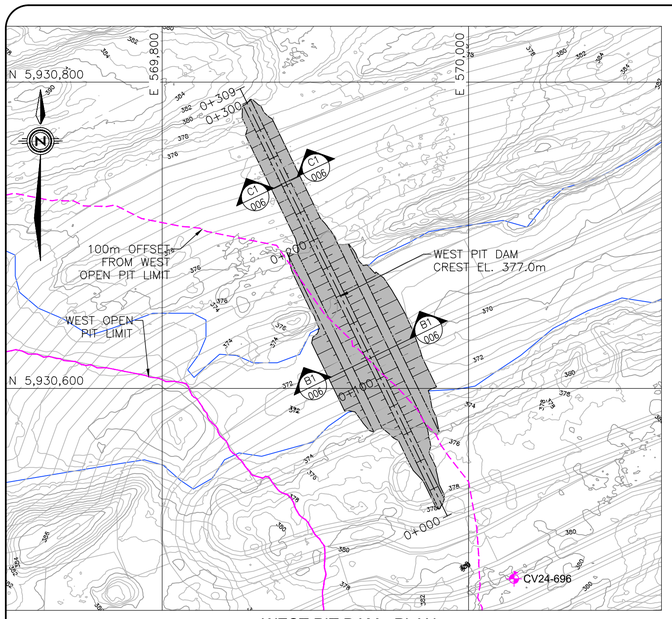
TITRE:
-
-
-
-

TITLE
WATER MANAGEMENT
GENERAL ARRANGEMENT
-
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

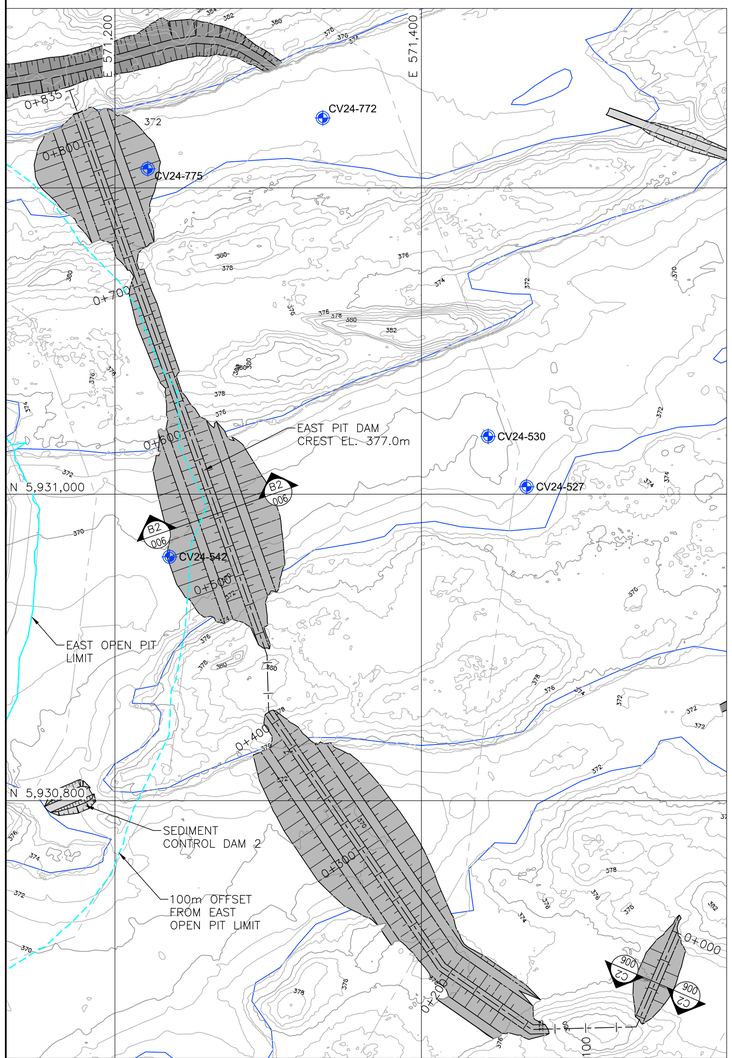
001	GE	DWG	0001	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

SAVED ON: 25-10-02 12:52 PM BY: Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKEM\Desktop\Work Files\Shared Documents - 702381 PR Metals Shaakichiuwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-001-GE-DWG-0001_C.dwg



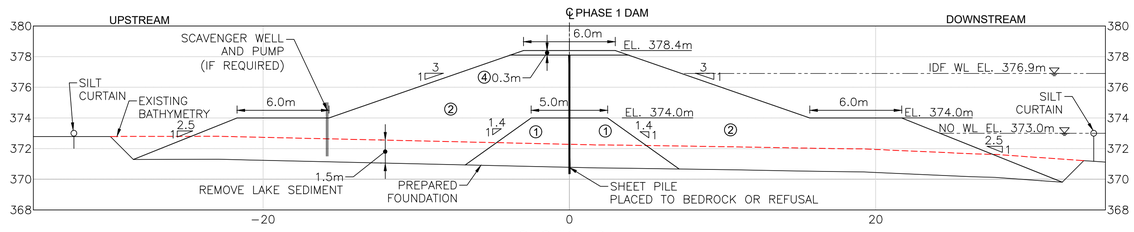
WEST PIT DAM - PLAN

SCALE=1:2000



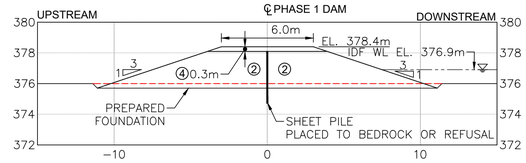
EAST PIT DAMS - PLAN

SCALE=1:2000



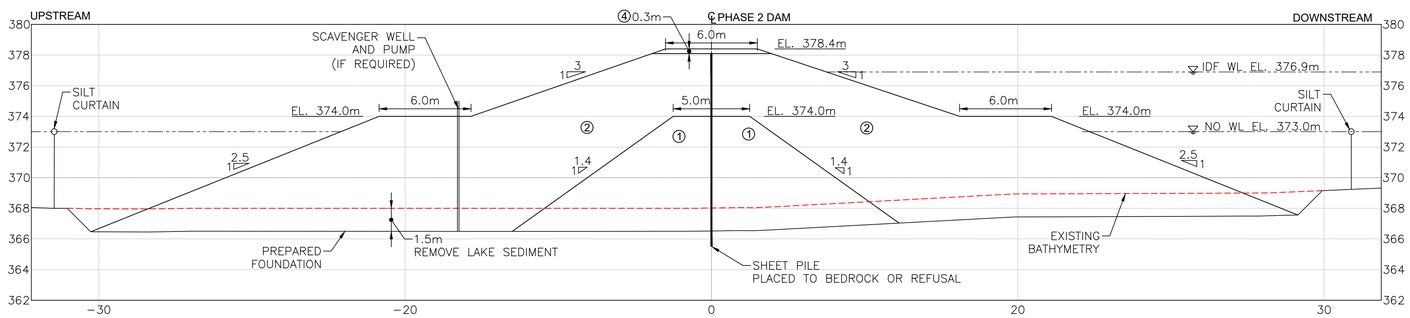
SECTION B1
WEST PIT DAM

SCALE=1:200



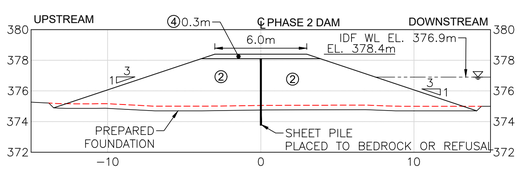
SECTION C1
WEST PIT DAM

SCALE=1:200



SECTION B2
EAST PIT DAM

SCALE=1:200



SECTION C2
EAST PIT DAM

SCALE=1:200

0 40 80 120m

SCALE= 1:2000

0 4 8 12m

SCALE= 1:200

NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

LEGEND

CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION

OBSERVATION WELL

MATERIALS

(1) CRUSHED STONE (-75mm)
(2) WASTE ROCK (-450mm)
(3) TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
(4) GRANULAR B TYPE II
(5) FILTER / BEDDING SAND (-4.75mm)
(6) TRANSITION SAND AND GRAVEL (-26.5mm)
(7) RIP-RAP EROSION PROTECTION
(8) SAND / SILT (OVERBURDEN)
(9) CLEAR STONE (-19mm)
(G1) NON-WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
(G2) NON-WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
(GL) 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0008

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

TITLE
DYKES AND DIVERSION FOR LAKE 001
PLAN, SECTIONS AND DETAILS
-
-

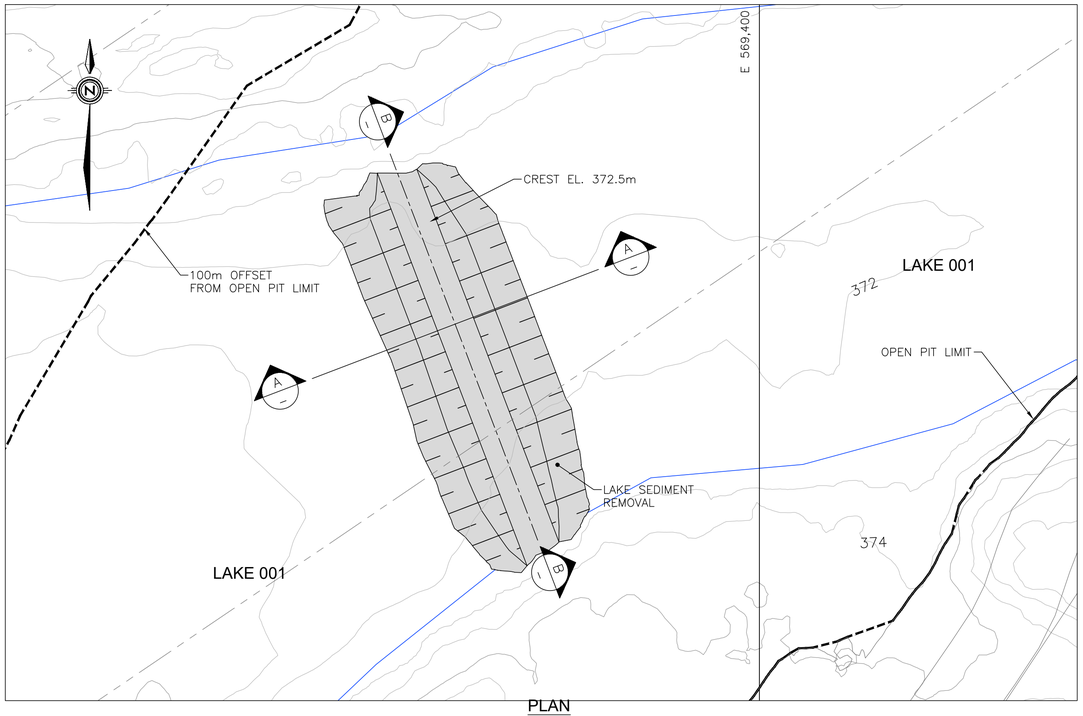
DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

327 - WM - DWG - 0001 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

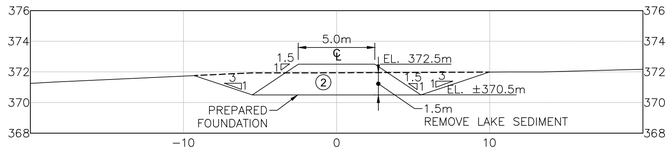
PAPER SIZE FORMAT: A1

SAVED ON: 25-10-07 12:34 PM BY Shea, Mark
PATH: C:\Users\SYKEM\OneDrive - AtkinsRéalis\Shared Documents - 702381 PB Metals Strasbrchavannan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-327-WM-DWG-0001_C.dwg

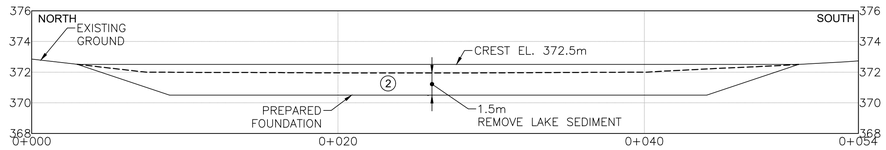
PAPER SIZE FORMAT : A1



PLAN
SEDIMENT CONTROL DAM 1
SCALE=1:500



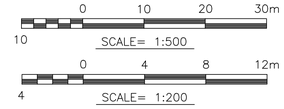
SECTION A
SCALE=1:200



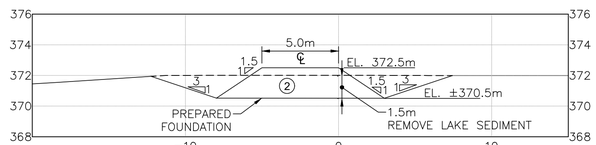
SECTION B
SCALE=1:200

NOTES

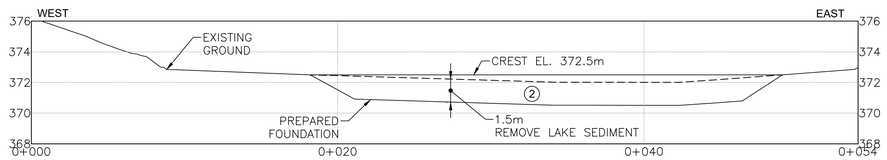
1. THE CO−ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO−ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.
3. STRIP LAKE SEDIMENT CONSISTS OF LOOSE SANDY SILT (ML) AND SILTY SAND (SM)



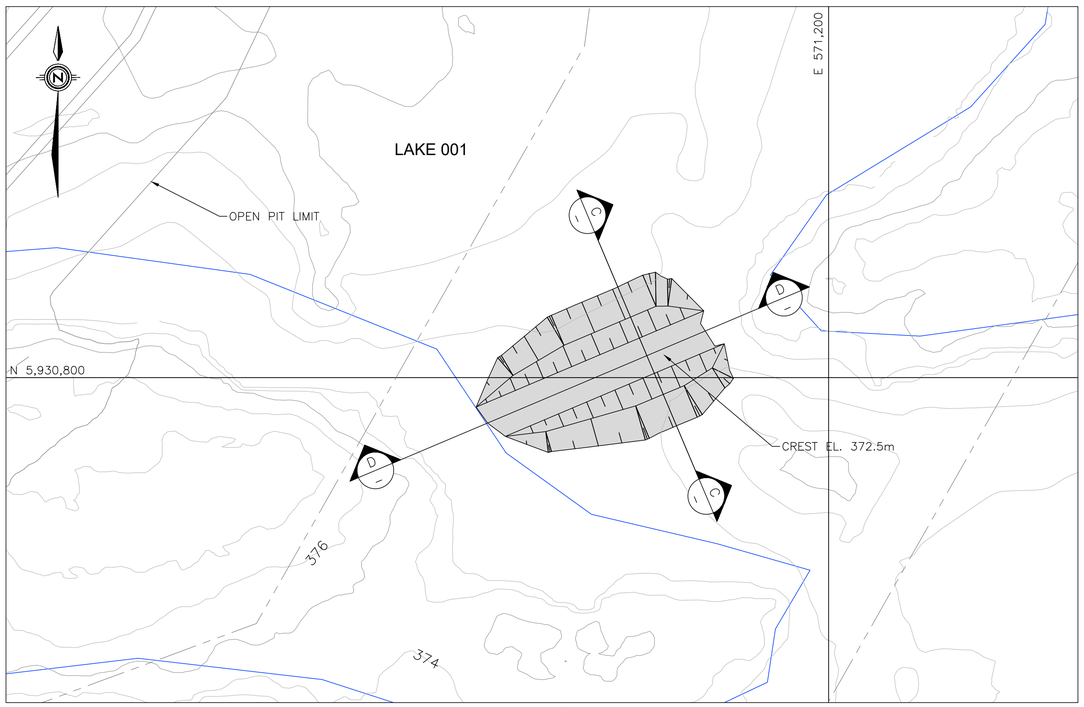
ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0009				
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12
REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE



SECTION C
SCALE=1:200



SECTION D
SCALE=1:200



PLAN
SEDIMENT CONTROL DAM 2
SCALE=1:400

MATERIALS

1. CRUSHED STONE (−75mm)
2. WASTE ROCK (−450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (−4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (−26.5mm)
7A. RIP−RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=200mm)
7B. RIP−RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=300mm)
7C. RIP−RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=400mm)
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (−19mm)
G1. NON−WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
G2. NON−WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
GL. 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	R. ALAM	
DESSINATEUR/DRAWN:	D. KRASNOV	25-05-20
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	P. ADDIS	
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	
ÉCHELLE/SCALE:	AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

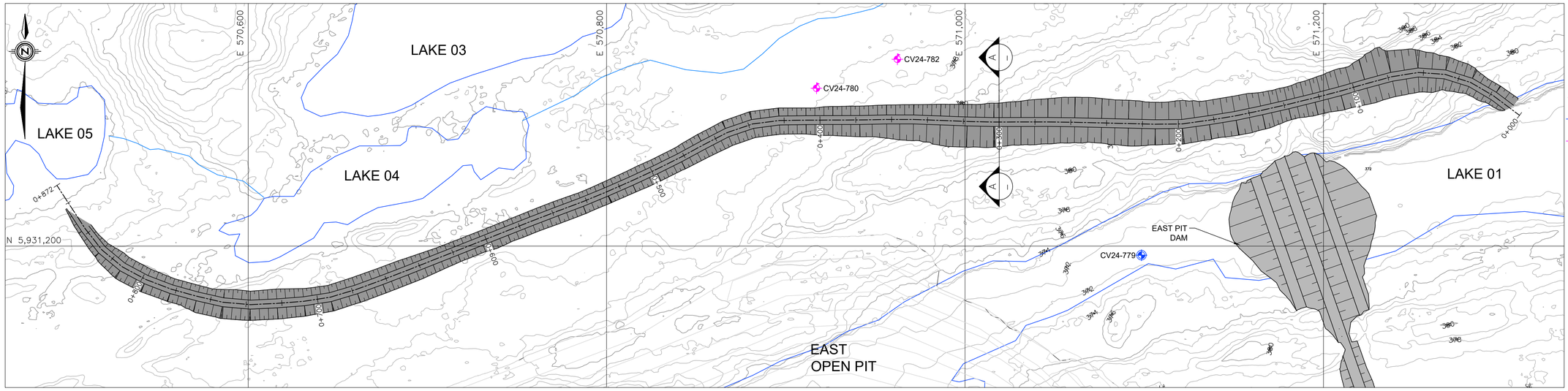
TITLE
SEDIMENT CONTROL DAM
FOR DEWATERED LAKE FOOTPRINT
PLAN AND SECTION
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

327 - WM - DWG - 0002 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-09-08 3:23 PM BY Sylvie Mark
PATH: C:\Users\SKMAR\OneDrive - AtkinsRéalis\Shared Documents - 702381 PB Metals Shoal\chauvanan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-327-WM-0WG-0002_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT : A1



PLAN
SCALE=1:1250

NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

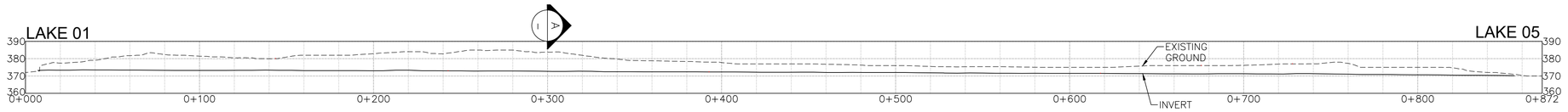
LEGEND

- CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION
- OBSERVATION WELL

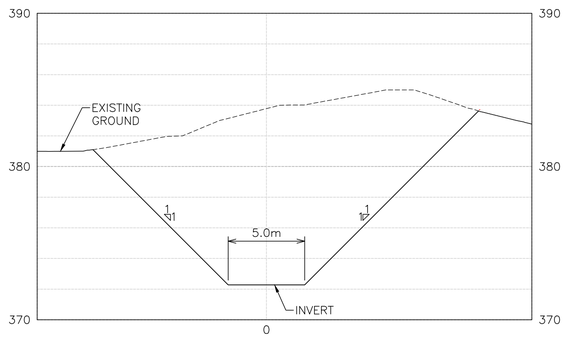
0 30 60 90m
SCALE= 1:1500

0 25 50 75m
SCALE= 1:1250

0 4 8 12m
SCALE= 1:200



PROFILE ALONG DIVERSION CHANNEL CENTERLINE
SCALE=1:1500



SECTION A
SCALE=1:200

MATERIALS

1. CRUSHED STONE (-75mm)
2. WASTE ROCK (-450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (-4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (-26.5mm)
7A. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=200mm)
7B. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=300mm)
7C. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=400mm)
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (-19mm)
G1. NON-WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
G2. NON-WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
GL. 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0010

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	R. ALAM	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	P. ADDIS	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

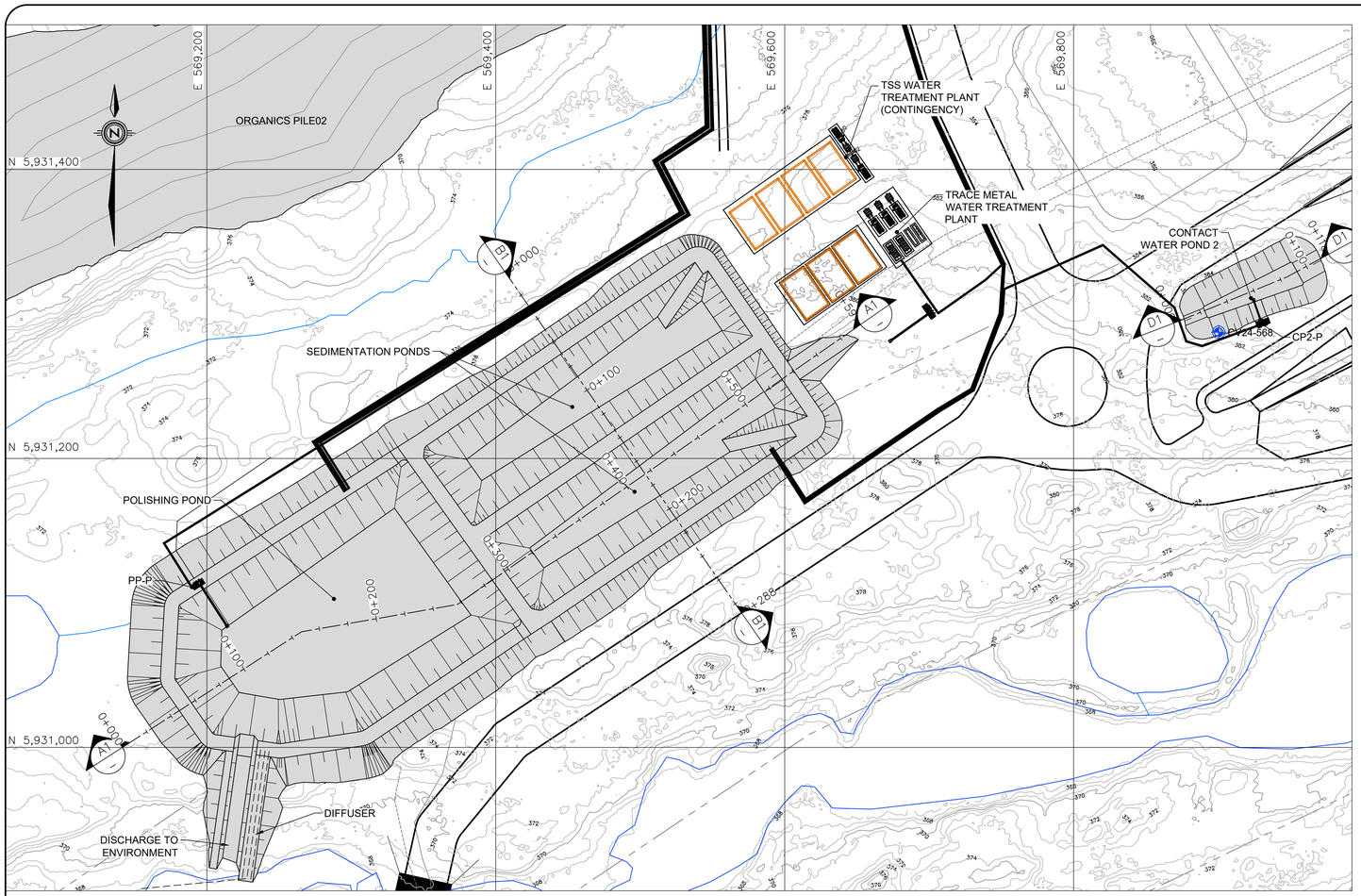
TITLE
DIVERSION DITCH

PLAN, PROFILE AND SECTION
-

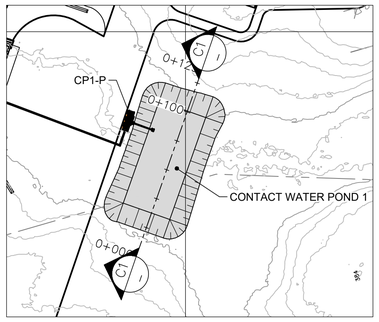
DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

327 - WM - DWG - 0003 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-10-01 12:09 PM BY Silvio, Mak
PATH: C:\Users\SYKEM\Desktop\New folder\Patriot\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-327-WM-DWG-0003_C.dwg



WATER MANAGEMENT PONDS - PLAN
SCALE=1:2000



WATER MANAGEMENT PONDS - PLAN
SCALE=1:2000

NOTES

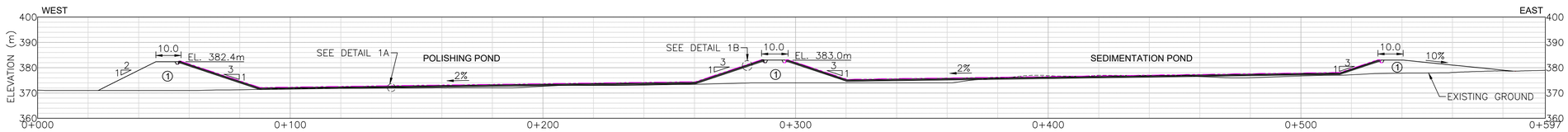
1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LIDAR SURVEY FROM PATRIOT LIDAR DATED OCT 11, 2022.

LEGEND

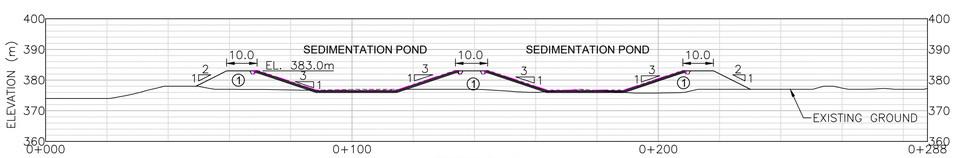
- CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION
- OBSERVATION WELL

0 40 80 120m
40 SCALE= 1:2000

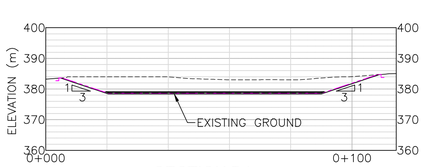
0 20 40 60m
20 SCALE= 1:1000



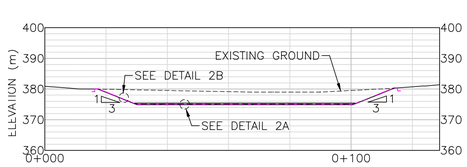
SECTION A1
SCALE=1:1000



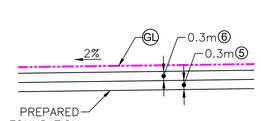
SECTION B1
SCALE=1:1000



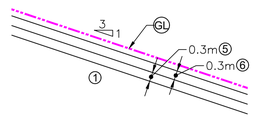
SECTION D1
SCALE=1:1000



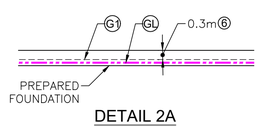
SECTION A1
SCALE=1:1000



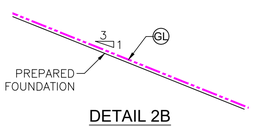
DETAIL 1A
WATER MANAGEMENT POND FLOOR
SCALE=1:100



DETAIL 1B
WATER MANAGEMENT POND SLOPE
SCALE=1:100



DETAIL 2A
CONTACT WATER POND FLOOR
SCALE=1:100



DETAIL 2B
CONTACT WATER POND SLOPE
SCALE=1:100

MATERIALS

1. CRUSHED STONE (-75mm)
2. WASTE ROCK (-450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (-4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (-26.5mm)
7A. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=200mm)
7B. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=300mm)
7C. RIP-RAP EROSION PROTECTION (D_{50}=400mm)
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (-19mm)
G1. NON-WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
G2. NON-WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
GL. 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0011

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25/09/10
B	CLIENT REVIEW / COMMENT	A.C.	B.M.	25/07/28
A	INTERNAL REVIEW	A.C.	B.M.	25/04/12

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

TITLE
WATER TREATMENT PONDS
PLANS, SECTIONS AND DETAILS
-
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

320 - WM - DWG - 0004 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

PAPER SIZE FORMAT: A1

SAVED ON: 25-10-08 7:46 PM BY: Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKEM\Desktop - Atkins\Patriot\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-327-WM-DWG-0004_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT : A1

E 568,000
E 569,000
E 570,000
E 571,000
N 5,933,000
N 5,932,000

LAKE 334 EL. ±375
LAKE 300 EL. ±373
LAKE 309 EL. ±376
LAKE 301 EL. ±374
LAKE 305 EL. ±380
LAKE 302 EL. ±376
LAKE 306 EL. ±392
LAKE 605 EL. ±365
LAKE 223 EL. ±3
LAKE 219 EL. ±389
LAKE 217 EL. ±377
LAKE 216 EL. ±377
LAKE 218 EL. ±370
LAKE 218 EL. ±367
LAKE 212 EL. ±371
LAKE 10 EL. ±366
LAKE 07 EL. ±367
LAKE 06 EL. ±369
LAKE 12 EL. ±380
LAKE 03 EL. ±374
LAKE 05 EL. ±370
LAKE 04 EL. ±374
LAKE 01 EL. ±373

PROPOSED SPILLWAY LOCATION (TYP.)
COLLECTION DAM 1 CREST EL. 373.0m
COLLECTION DAM 1A CREST EL. 378.0m
COLLECTION DITCH 01-01
COLLECTION DITCH 01-02
STOCKPILE01
ORGANICS PILE 01
ORGANICS PILE 02
3.25H:1V (AVG. GLOBAL SLOPE)
3.25H:1V
5H:1V
TSS WATER TREATMENT PLANT (CONTINGENCY)
TRACE METAL WATER TREATMENT PLANT
SEDIMENTATION PONDS
POLISHING POND
DIFFUSER
CONTACT WATER POND 1
CONTACT WATER POND 2
CAMP
PROCESS PLANT

CV24-544
CV24-729
CV24-657
CV24-673
CV24-537
CV24-547
CV24-560
CV24-557
CV24-558
CV24-559
CV24-665
CV24-656
CV24-653
CV24-552
CV24-548
CV24-671
CV24-562
CV24-580
CV24-553
CV24-782
CV24-780
CV24-779

0+000
0+200
0+400
0+600
0+800
0+862

A1 003

NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

LEGEND

CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION

OBSERVATION WELL

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0003

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25-09-10
B	ISSUED FORCLIENT REVIEW	P.A.	B.M.	25-04-10
A	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	P.A.	B.M.	25-01-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	1:5,000	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

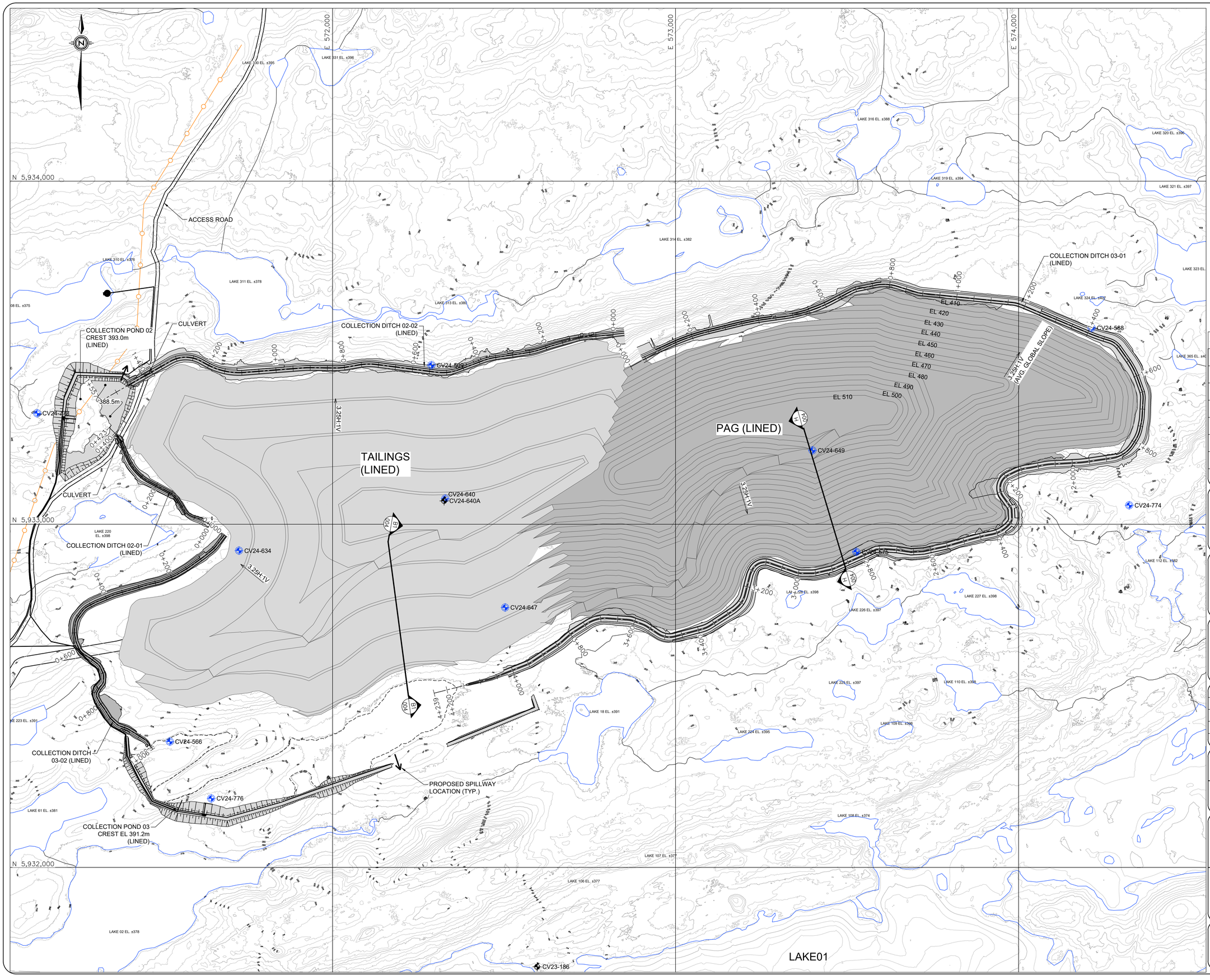
TITLE
STOCKPILE 001, ORGANICS PILES AND WATER MANAGEMENT AT INDUSTRAIL AREA PLAN
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

370	GT	DWG	0001	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

SAVED ON: 25-10-02 12:29 PM BY Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKES\Desktop\Work - Microsoft\Teams\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-370-GT-DWG-0001_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT: A1



NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

LEGEND

CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION

OBSERVATION WELL

0 100 200 300m

100 SCALE= 1:5000

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0004

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	P.A.	B.M.	25-09-10
B	ISSUED FOR PROJECT REVIEW/APPROVAL/COMMENTS	P.A.	B.M.	25-01-24
A	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	P.A.	B.M.	25-01-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN: P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN: M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED: R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER: B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE: 1:5,000	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

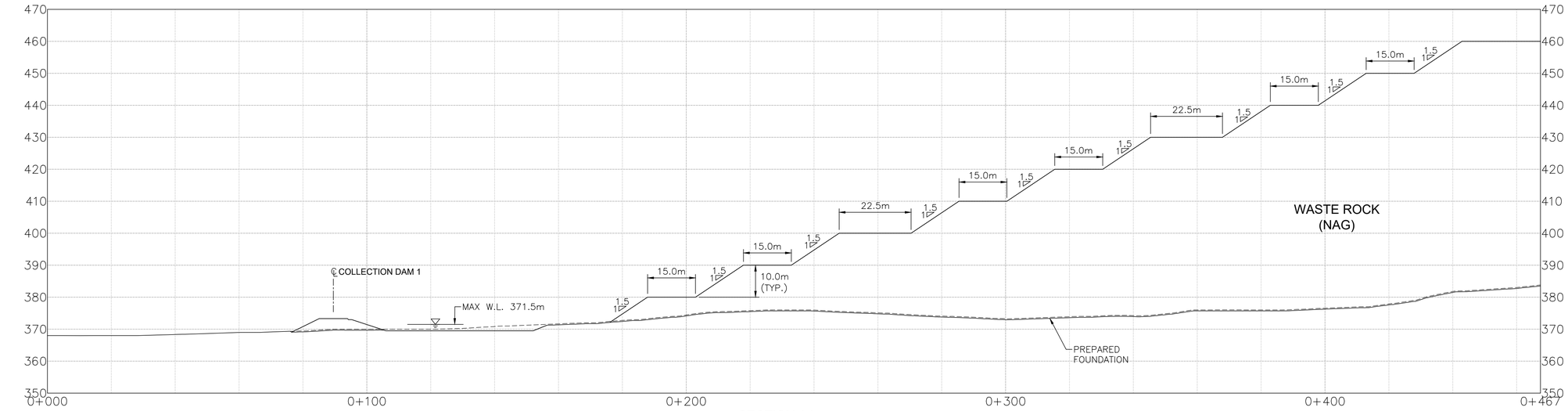
TITLE
STOCKPILE 002
PLAN
-
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

370 - GT - DWG - 0002 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-10-02 12:25 PM BY Silvia, Mak
PATH: C:\Users\SYKEM\Desktop\Revit Models\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-370-GT-DWG-0002_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT : A1



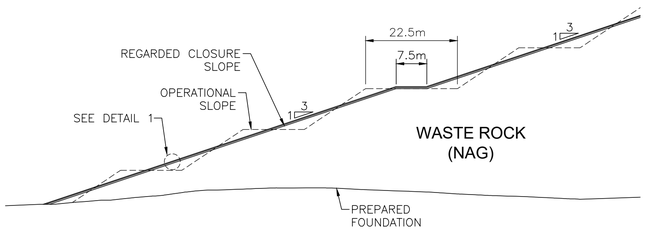
SECTION A1
STOCKPILE01 WASTE ROCK - OPERATION
SCALE=1:750

0 15 30 45m
SCALE= 1:750

0 4 8 12m
SCALE= 1:200

0 2 4 6m
SCALE= 1:100

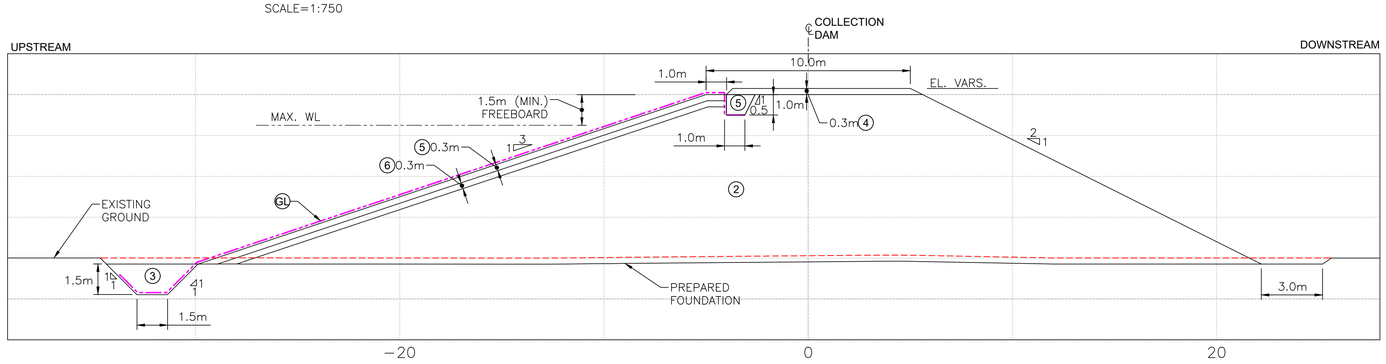
MATERIALS
1. CRUSHED STONE (−75mm)
2. WASTE ROCK (−450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (−4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (−26.5mm)
7. RIP−RAP EROSION PROTECTION
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (−19mm)
G1. NON−WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
G2. NON−WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
GL. 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE



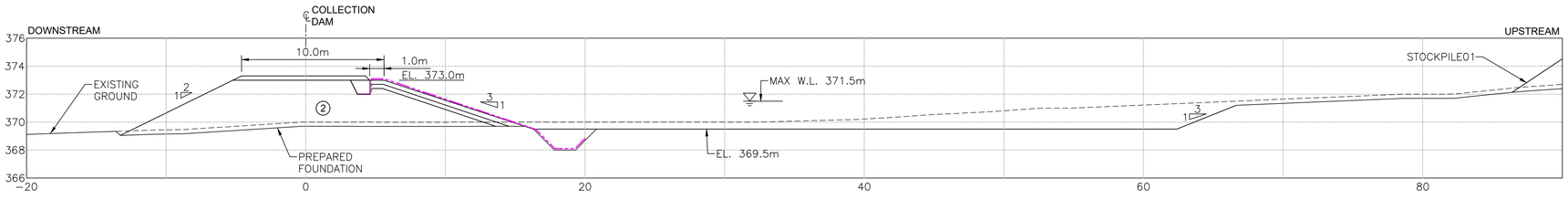
TYPICAL STOCKPILE01 SECTION
CLOSURE
SCALE=1:750



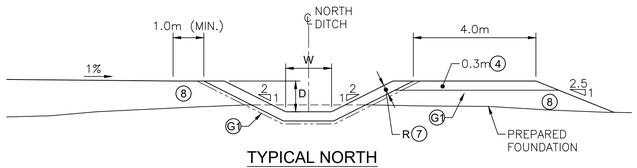
DETAIL 1
CLOSURE
SCALE=1:100



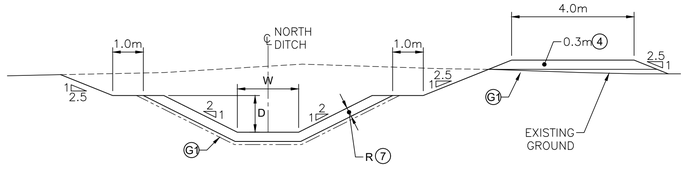
TYPICAL COLLECTION POND DAM SECTION
POND 1 AND 1A
SCALE=1:150



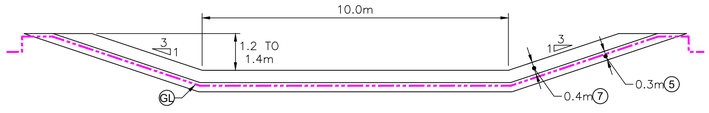
TYPICAL COLLECTION POND DAM SECTION
POND 1
SCALE=1:200



TYPICAL NORTH
COLLECTION DITCH
SCALE=1:100



TYPICAL NORTH
COLLECTION DITCH
SCALE=1:100



TYPICAL SPILLWAY SECTION
SCALE=1:100

DITCH	CHAINAGE START	CHAINAGE END	WIDTH (W)	DEPTH (D)	RIPRAP THICKNESS (R)
01−01	1+482	0+910	1.5 m	1.2 m	300 mm
	0+910	0+718			450 mm
	0+718	0+688			300 mm
	0+688	0+000	2.0 m	1.0 m	
01−02	0+000	0+846	1.5 m	1.0 m	300 mm
01A−01	0+000	1+068	2.0 m	1.0 m	300 mm
01A−02	0+000	0+863	1.5 m	1.0 m	300 mm

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0005

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25-09-10
B	ISSUED FORCLIENT REVIEW	P.A.	B.M.	25-04-10
A	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	P.A.	B.M.	25-01-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

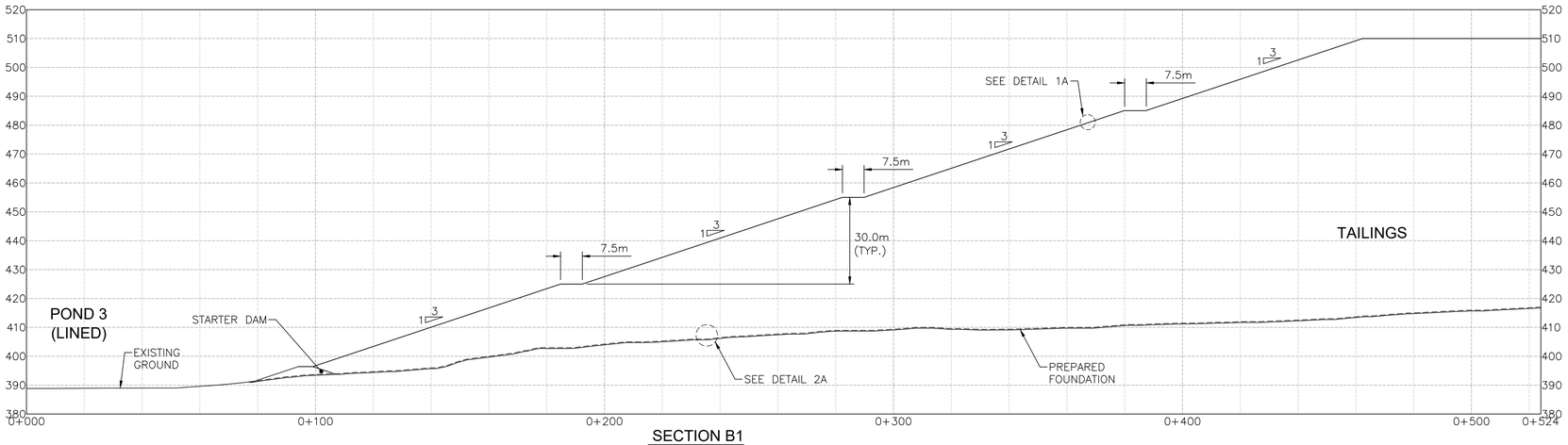
TITLE
STOCKPILE AND WATER MANAGEMENT
SECTIONS AND DETAILS
1 OF 2
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN − A

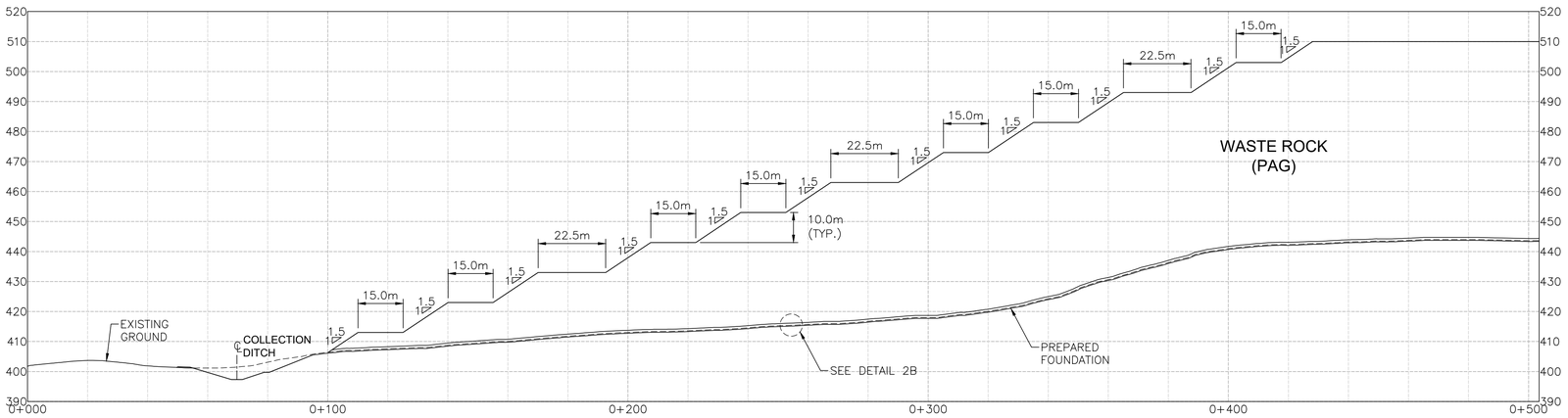
370	GT	DWG	0003	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

SAVED ON: 25-09-09 3:12 PM BY Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKESM\OneDrive - AtkinsRéalis\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiwaanan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-370-GT-DWG-0003_C.dwg

PAPER SIZE FORMAT : A1



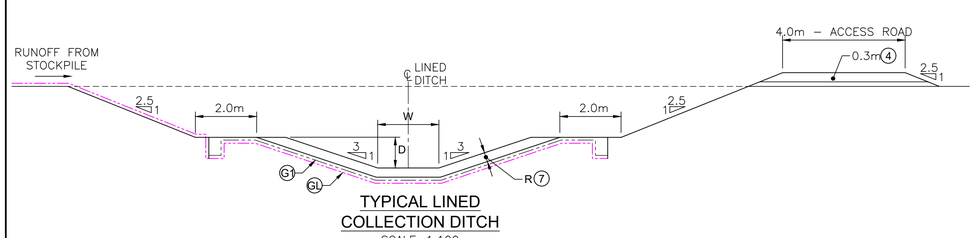
SECTION B1
STOCKPILE02 - TAILINGS - OPERATION
SCALE=1:1000



SECTION H
STOCKPILE02 - PAG - OPERATION
SCALE=1:1000

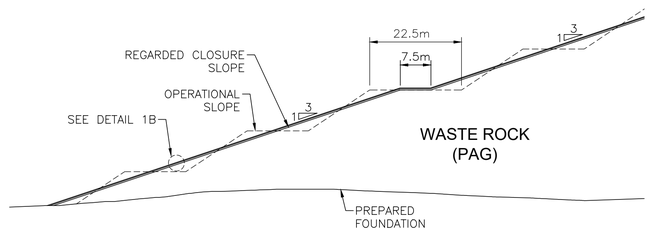


TYPICAL COLLECTION POND SECTION
LINED POND
SCALE=1:200

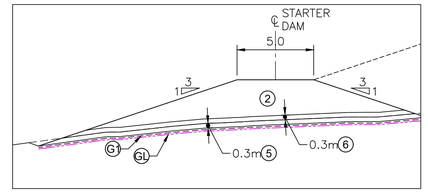


TYPICAL LINED
COLLECTION DITCH
SCALE=1:100

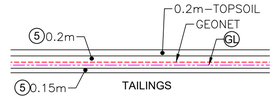
DITCH	CHAINAGE START	CHAINAGE END	WIDTH (W)	DEPTH (D)	RIPRAP THICKNESS (R)
02−01	0+000	0+423	2.5 m	1.2 m	300 mm
02−02	0+000	0+515	1.5 m	1.1 m	300 mm
	0+516	1+557	3.0 m	1.3 m	
03−01	0+000	0+508	2.0 m	1.2 m	300 mm
	0+508	0+706			450 mm
	0+706	1+786		1.5 m	300 mm
	1+786	4+036	3.0 m	2.2 m	
	4+036	4+239	5.0 m		
03−02	0+000	0+578	2.0 m	1.1 m	300 mm
	0+578	0+647			450 mm
	0+647	1+006			300 mm



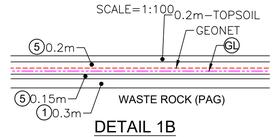
TYPICAL STOCKPILE01 SECTION
CLOSURE
SCALE=1:750



TYPICAL STARTER DAM
SCALE=1:200



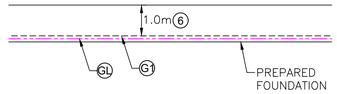
DETAIL 1A
CLOSURE-TAILINGS
SCALE=1:100



DETAIL 1B
CLOSURE-WASTE ROCK (PAG)
SCALE=1:100



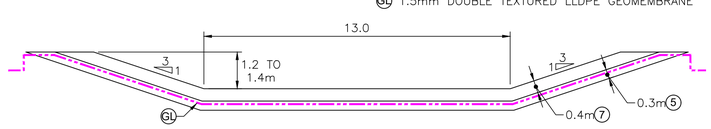
DETAIL 2A
BASIN GEOMEMBRANE - TAILINGS
SCALE=1:100



DETAIL 2B
BASIN GEOMEMBRANE - WASTEROCK (PAG)
SCALE=1:100

1. CRUSHED STONE (−75mm)
2. WASTE ROCK (−450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (−4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (−26.5mm)
7. RIP−RAP EROSION PROTECTION
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (−19mm)

G1. NON−WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
G2. NON−WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
GL. 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE



TYPICAL SPILLWAY SECTION
SCALE=1:100

SCALE= 1:1000
SCALE= 1:200
SCALE= 1:100

ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0006

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25-09-10
B	ISSUED FORCLIENT REVIEW	P.A.	B.M.	25-04-10
A	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	P.A.	B.M.	25-01-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN: P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN: M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED: R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER: B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE: AS SHOWN	DATE

PROJET/PROJECT:

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

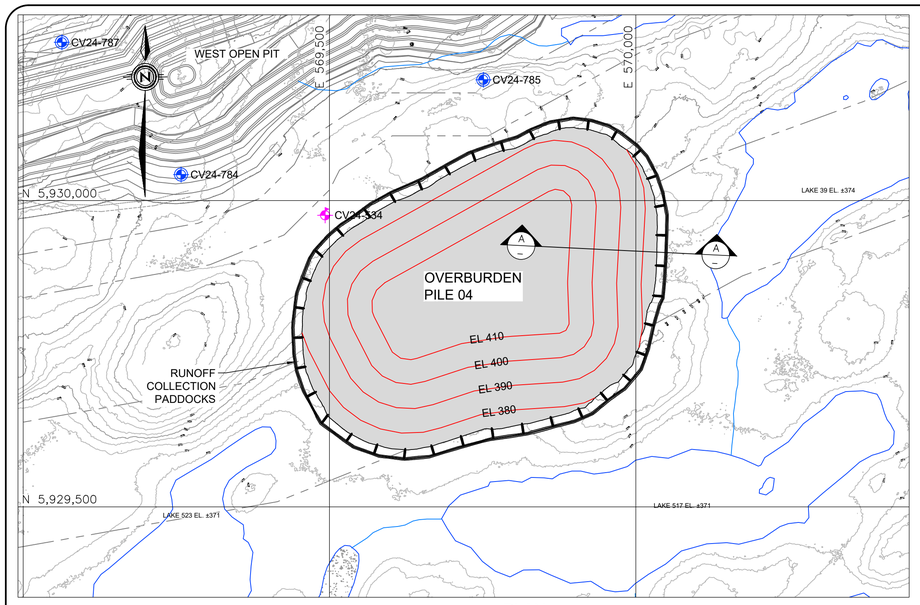
TITRE:
-
-
-
-

TITLE
STOCKPILE AND WATER MANAGEMENT
SECTIONS AND DETAILS
2 OF 2
-

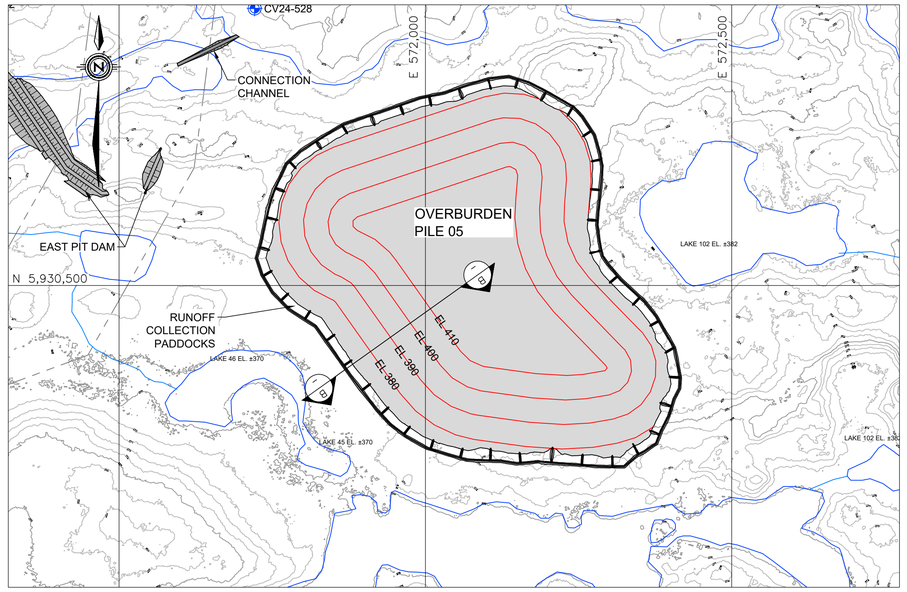
DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN − A

370 − GT − DWG − 0004 − C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-09-09 3:15 PM BY Sykes, Mark
PATH: C:\Users\SYKESM\OneDrive - AtkinsRéalis\Shared Documents - 702381 PB Metals Shaakichiuwaanan project\40_Engineering\30_Drawings\0000\CASN-A-370-GT-DWG-0004_C.dwg



PLAN
OVERBURDEN PILE 04
SCALE=1:5000



PLAN
OVERBURDEN PILE 04
SCALE=1:5000

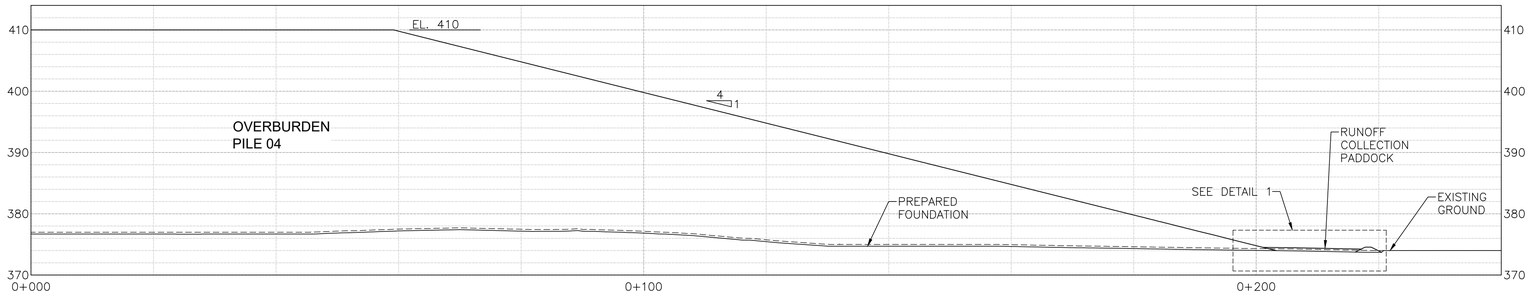
NOTES

1. THE CO-ORDINATES, DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS. ELEVATIONS ARE TIED TO MEAN SEA LEVEL. CO-ORDINATES ARE BASED ON UTM NAD83(CSRS) ZONE 18 METRIC GRID PROJECTION.
2. CONTOURS WERE DERIVED FROM LiDAR SURVEY FROM PATRIOT LiDAR DATED OCT 11, 2022.

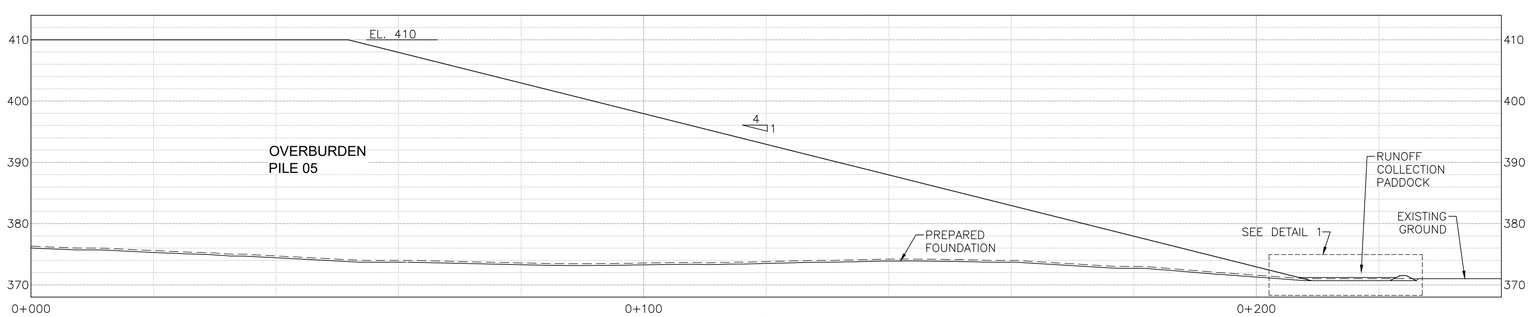
LEGEND

CV24 - BOREHOLES FROM 2024 GORTECHNICAL INVESTIGATION

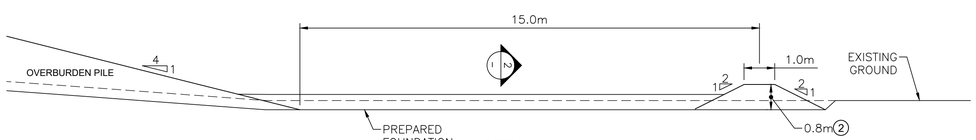
OBSERVATION WELL



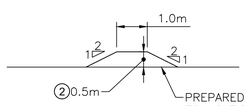
SECTION A
OVERBURDEN PILE 04
SCALE=1:500



SECTION B
OVERBURDEN PILE 05
SCALE=1:500

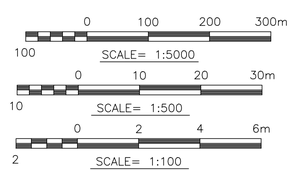


DETAIL 1
RUNOFF COLLECTION PADDOCK
SCALE=1:100



DETAIL 2
RUNOFF COLLECTION PADDOCK
SCALE=1:100

1. CRUSHED STONE (-75mm)
2. WASTE ROCK (-450mm)
3. TILL / SAND BENTONITE CEMENT FILL
4. GRANULAR B TYPE II
5. FILTER / BEDDING SAND (-4.75mm)
6. TRANSITION SAND AND GRAVEL (-26.5mm)
7. RIP-RAP EROSION PROTECTION
8. SAND / SILT (OVERBURDEN)
9. CLEAR STONE (-19mm)
- G1 NON-WOVEN GEOTEXTILE (500g/m²)
- G2 NON-WOVEN NEEDLE PUNCHED GEOTEXTILE (300g/m²)
- GL 1.5mm DOUBLE TEXTURED LLDPE GEOMEMBRANE



ATKINSRÉALIS #: 702381-0000-4GDD00-0007

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	ISSUED FOR FEASIBILITY STUDY	A.C.	B.M.	25-09-10
B	ISSUED FORCLIENT REVIEW	P.A.	B.M.	25-04-10
A	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	P.A.	B.M.	25-01-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	P. ADDIS	25-09-10
DESSINATEUR/DRAWN:	M. SYKES	25-09-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	R. ALAM	25-09-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	B. MORRISSETTE	25-09-10
ÉCHELLE/SCALE:	1:3,000	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
-
-
-
-

TITLE
OVERBURDEN PILES04 AND 05
PLANS, SECTIONS AND DETAIL
-
-

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

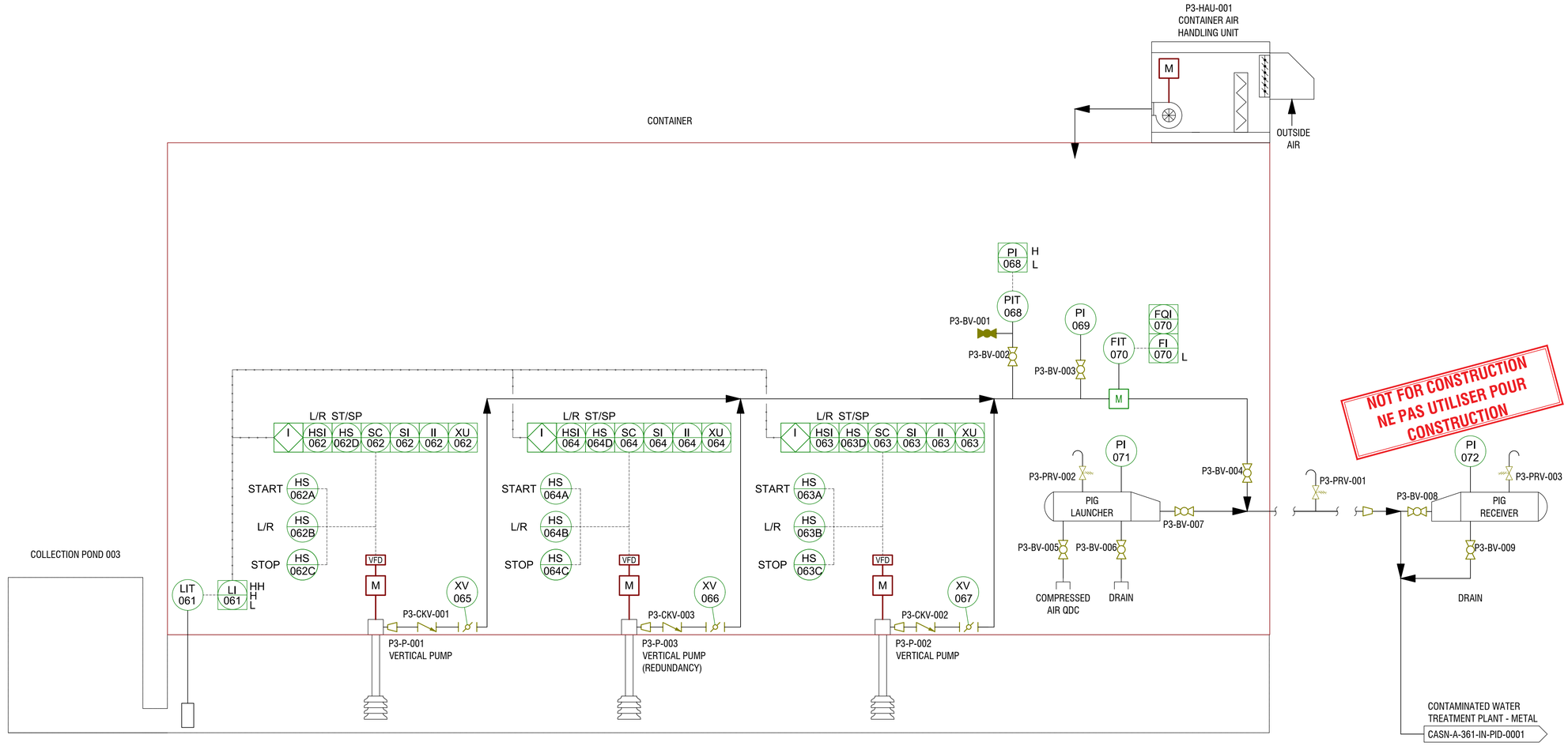
370	GT	DWG	0005	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

PAPER SIZE FORMAT - A1

SAVED ON: 25-10-01 12:02 PM BY Shea, Mark
PATH: C:\Users\SVK6M\OneDrive - Atkins\Mark\Shared Documents - 702381 PR Metals Shaakichiuwaanaan project\40_Engineering\40_Drawings\0000\CASN-A-370-GT-DWG-0005_C.dwg

Annexe C Figures

PAPER SIZE FORMAT - A1



NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C.	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C.	25-05-02

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5100-45DG10-005

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. COGULET	25-05-02
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-05-02
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL NGUYEN	25-05-02
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. COGULET	25-05-02
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
BASSIN DE COLLECTE 003
SCHÉMA DE TUYAUTERIE
ET D'INSTRUMENTATION
FRANCAIS

TITLE
COLLECTION POND 003
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM

ENGLISH

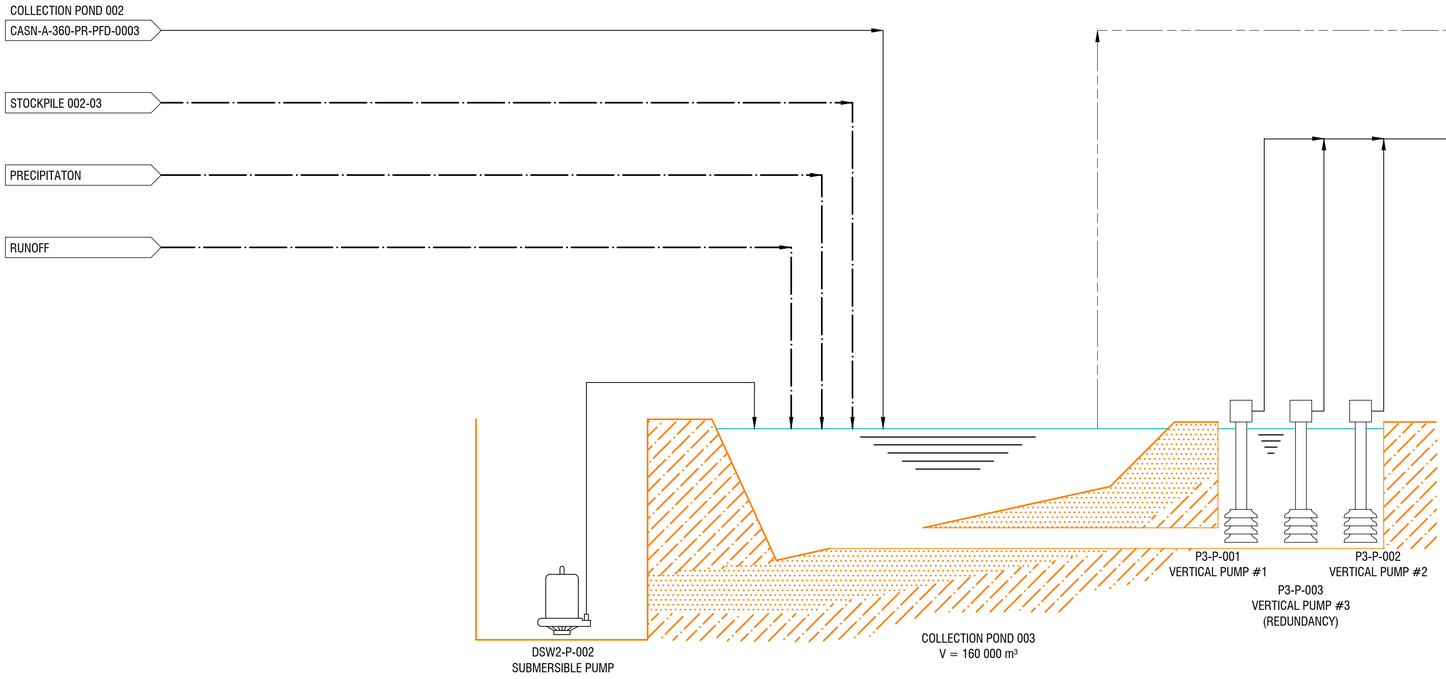
DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

360	IN	PID	0004	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

INGÉNIEURE
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC
Ing. PhD
6028243.

SAVED ON: 25-09-15 9:21 AM BY Kwame Drehli
PATH: C:\Users\KRS8335\OneDrive - AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\C-Pumping_stations\PAID\CASN-A-360-IN-PID-0004.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1



LEGEND

PUMPED

GRAVITY

ALTERNATIVE

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C.	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C.	25-04-30

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5100-45DG02-004

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. Cogulet	25-04-30
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-04-30
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL Nguyen	25-04-30
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. Cogulet	25-04-30
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
BASSIN DE COLLECTE 003
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES
FRANCAIS

TITLE
COLLECTION POND 003
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES
ENGLISH

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

360	PR	PFD	0004	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

INGÉNIEUR.E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC
Ing. PhD
OIQ 6028243

SAVED ON: 25-09-15 9:29 AM BY Kiranraj, Pinnili
PATH: C:\Users\KRAJ5B\OneDrive - AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\Cr\Pumping_stations\PFD\CASN-A-360-PR-PFD-0004.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1

SODIUM HYPOHCLORITE

FIT 006

FW-GV-026

FW-GV-025

PT 003B

FIT 003B

FW-GV-018

FW-GV-017

FW-GV-019

FW-CHK-003

PT 003A

PT 003C

FW-CHK-004

FW-P-005
BOOSTER PUMP

FIT 003A

FW-GV-015

FW-GV-016

PT 001B

FW-GV-012

AE ORP

FW-XV-009

FW-GV-008

FW-XV-003

DRAIN

HEATER

FW-GV-001

FW-GV-002

FW-GV-003

FW-GV-011

FW-SV-004

AE TURB

FW-GV-013

FW-GV-014

FIT 001

PT 001A

FW-YS-001

COMPRESSED AIR

FW-SV-001

ANTISCALANT

FW-XV-002

FW-XV-001

FW-CHK-001

FW-P-003
BOOSTER PUMP

RAW WATER
LAKE 308
SEE DRAWING
CASN-A-310-IN-PID-0001

FW-XV-004

FW-XV-008

PT 002B

FW-SV-003

FW-GV-010

FW-GV-007

FW-GV-009

FW-GV-004

FW-GV-005

FW-GV-006

PT 004B

FIT 004B

FW-GV-023

FW-GV-022

FW-GV-024

FW-CHK-005

PT 004A

FIT 004A

PT 004C

FW-CHK-006

FW-GV-020

FW-GV-021

FW-P-006
BOOSTER PUMP

FIT 005

FW-GV-027

UV

FW-GV-028

FW-CHK-007

FW-P-007
RECIRCULATION PUMP

FW-GV-027

HEATER

FIT 002

PT 002A

FW-XV-006

FW-XV-005

CWPM-P-004
BOOSTER PUMP

FW-YS-002

FW-CHK-002

ANTISCALANT

COMPRESSED AIR

FW-SV-002

FW-XV-007

WASTE WATER TREATMENT
CASN-A-341-IN-PID-0001

LT 007A

TT 007A

POTABLE WATER
RESERVOIR #1
HEATER

FW-XV-010

FW-GV-029

FW-SV-005

AE CL2

AE PH

LT 007B

TT 007B

POTABLE WATER
RESERVOIR #2
HEATER

FW-XV-011

TREATED WATER DIST.

LT 007C

TT 007C

POTABLE WATER
RESERVOIR #3
HEATER

FW-XV-012

29 PSIG

PT 008

UF TRAINS

FW-GV-031

FW-RV-002

80 PSIG

SOLENOID PANEL

FW-GV-030

FW-RV-001

FW-GV-032

INGÉNIEUR E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC

NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

LEGEND

- PUMPED
- GRAVITY
- ALTERNATIVE
- FUTURE
- BACKUP

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C	25-06-05

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5300-4KDG10-001

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. Cogulet	25-06-05
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-06-05
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL Nguyen	25-06-05
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. Cogulet	25-06-05
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

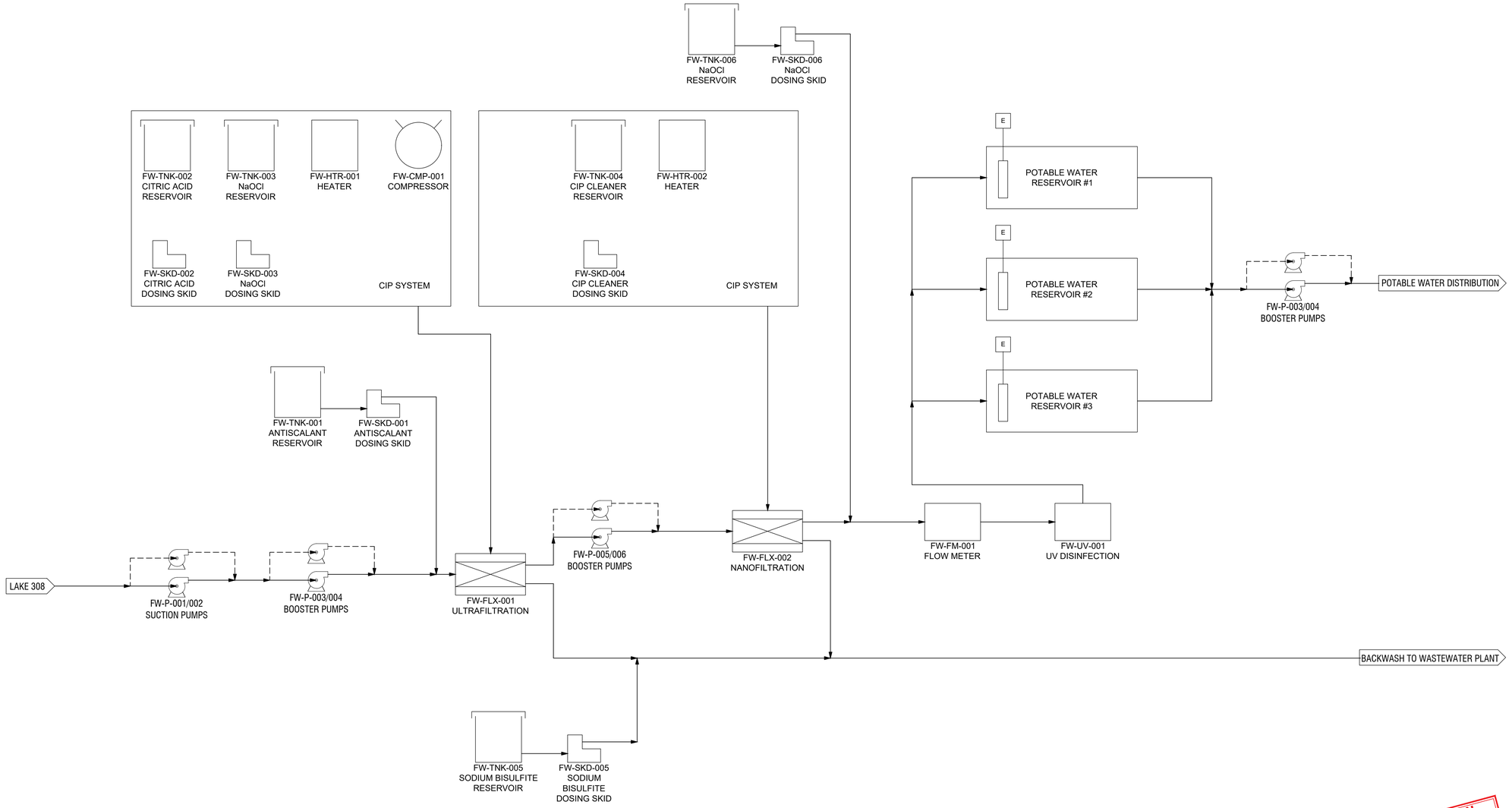
TITRE:
USINE D'EAU POTABLE
SYSTÈME DE FILTRATION
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES

TITLE
POTABLE WATER TREATMENT PLANT
FILTRATION SYSTEM
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN – A 331 – IN – PID – 0001 – C
AREA – DISC. – TYPE – SEQ. – REV.

SAVED ON: 25-06-16 9:37 AM BY Kiyanoo, Dorthi
PATH: C:\Users\KR5833\ArcDrive - AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\C\Water_treatment\PAID\CASN-A-331-IN-PID-0001.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1



LEGEND

- PUMPED
- GRAVITY
- ALTERNATIVE
- FUTURE
- BACKUP

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C	25-05-13

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5300-4KDG02-001

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. COGULET	25-05-13
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-05-13
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL NGUYEN	25-05-13
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. COGULET	25-05-13
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
STATION DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES
FRANCAIS

TITLE
POTABLE WATER TREATMENT PLANT
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES
ENGLISH

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN – A

331 – PR – PFD – 0001 – C
AREA | DISC. | TYPE | SEQ. | REV.

NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

INGÉNIEUR.E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC

Ing. PhD. #6028243.

SAVED ON: 25-09-15 9:50 AM BY Kiyanna Dreihl
PATH: C:\Users\KR6533\OneDrive - AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\C\Water_treatment\PFD\CASN-A-331-PR-PFD-0001.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1

NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

PERMANENT CAMP KITCHEN WASTEWATER

GREASE TRAP

PERMANENT CAMP DOMESTIC WASTEWATER

DRY BUILDING DOMESTIC WASTEWATER

COLD SERVICE WATER

SWT-FLX-001
ROTARY
STRAINER

LIC 001
LI 001 HH H L LL
LAH 001
LAL 001
LT 001
LSL 001
LSH 001
PI 001
FIT 001
SWT-BV-003
SWT-BV-002
SWT-PRS-001
CASN-A-341-IN-PID-0002
SWT-BV-001
SWT-CHK-001
SWT-CHK-002

SWT-EQ-001
EQUALIZATION
TANK

SWT-P-001/002
SUBMERSIBLE
PUMPS

BAKING SODA

SWT-BLW-001
BLOWER

LIC 002
LI 002 HH H L LL
LAH 002
LAL 002
LT 002
LSL 002
LSH 002
SWT-BV-004
SWT-BV-006
SWT-BV-005

SWT-MBR-001
MOVING BED BIOFILM
REACTOR

ANTIFOAM
COAGULANT
POLYMER
MCC
M
SWT-BV-007

SWT-AGX-001
COAGULATION
CHAMBER

SWT-AGX-002
FLOCULATION
CHAMBER

MCC
M

SWT-DAF-001
DISSOLVED AIR
FLOATATION TANK

SWT-BV-022
SWT-BV-021
SWT-BV-008
SWT-BV-011

SWT-XV-002
LSH 003
LAH 003
SWT-XV-001
LSL 003
LAL 003

COLD SERVICE WATER

SWT-TNK-006
EFFLUENT HOLDING
TANK

SWT-CHK-005
SWT-CHK-004

POLISHING POND
CASN-A-360-PR-PFD-0008

SWT-MBR-002
CASN-A-341-IN-PID-0002

SWT-BV-020
SWT-BV-019
SWT-BV-018
SWT-BV-017
SWT-CHK-003

PI 004
SWT-GV-011
SWT-GV-012
VFD
SWT-BV-010
SWT-BV-009
SWT-P-007
DAF RECIRCULATION
PUMP

PI 005
SWT-GV-015
SWT-GV-016
SWT-BV-014
SWT-BV-013
SWT-P-008
DAF RECIRCULATION
PUMP

SWT-BLW-002
BLOWER

LEGEND

- PUMPED
- GRAVITY
- ALTERNATIVE
- FUTURE
- BACKUP

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C	25-06-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5300-4KDG10-002

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. COGULET	25-06-10
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-06-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL. NGUYEN	25-06-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. COGULET	25-06-10
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES
FRANCAIS

TITLE
SEWAGE WATER TREATMENT PLANT
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES
ENGLISH

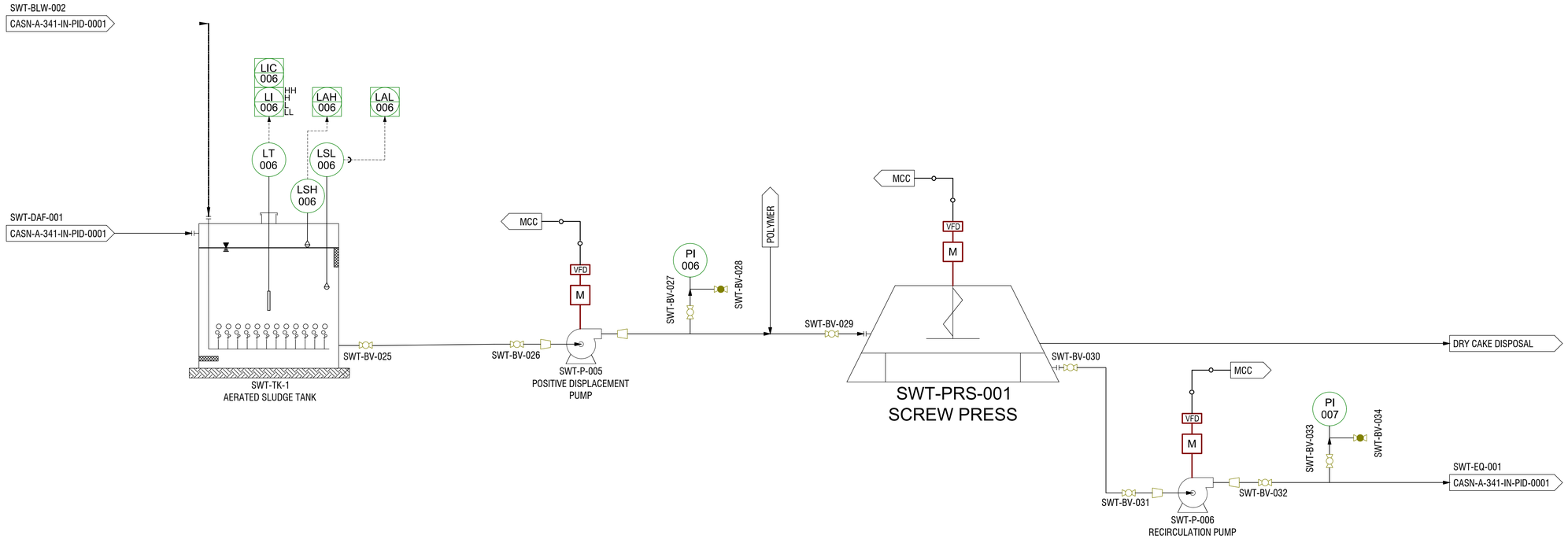
INGÉNIEUR·E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN – A

341	IN	PID	0001	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

SAVED ON: 25-09-15 9:36 AM BY Kronon, Dmitri
PATH: C:\Users\KRONSD\Downloads\Kronon • Kronon@bell\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\Civil\Water_treatment\PID\CASN-A-341-IN-PID-0001.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1



LEGEND

- PUMPED
- GRAVITY
- ALTERNATIVE
- FUTURE
- BACKUP

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C	25-06-10

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5300-4KDG10-003

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. COGULET	25-06-10
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-06-10
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL. NGUYEN	25-06-10
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. COGULET	25-06-10
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES
FRANCAIS

TITLE
SEWAGE WATER TREATMENT PLANT
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES
ENGLISH

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN – A

341	IN	PID	0002	C
AREA	DISC.	TYPE	SEQ.	REV.

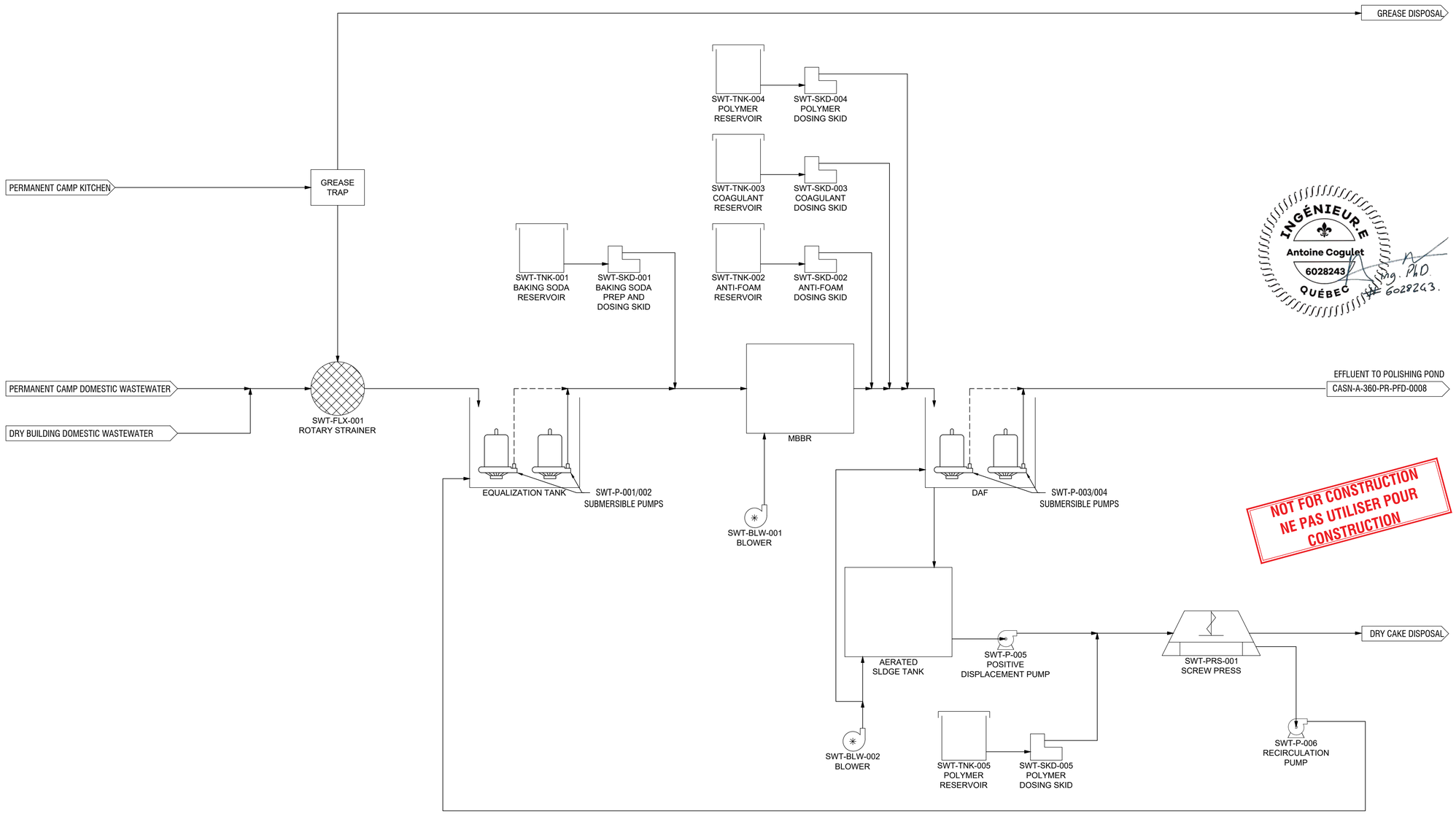
INGÉNIEUR.E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC

Ing. PhD. 6028243.

NOT FOR CONSTRUCTION
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

SAVED ON: 25-06-15 8:36 AM BY Kristine, Pimbli
PATH: C:\Users\KRISBS\3D drive\Desktop\ AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\Civil\Water_treatment\PA&D\CASN-A-341-IN-PID-0002.dwg

PAPER SIZE FORMAT - A1



LEGEND

- PUMPED
- GRAVITY
- ALTERNATIVE
- FUTURE
- BACKUP

INGÉNIEUR.E
Antoine Cogulet
6028243
QUÉBEC
Ing. PhD
#6028243

REV	DESCRIPTION	PAR BY	ING ENG	DATE
C	FINAL RELEASE FOR FEASIBILITY STUDY	D.K.	A.C.	25-09-15
B	INITIAL RELEASE ISSUED FOR CLIENT REVIEW	D.K.	A.C	25-09-03
A	INITIAL RELEASE ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	R.D.	A.C	25-05-13

PATRIOT BATTERY METALS

AtkinsRéalis

702381-5300-4KDG02-002

Mining Services

CONCEPTEUR/DESIGN:	A. COGULET	25-05-13
DESSINATEUR/DRAWN:	R. DIDIER	25-05-13
VÉRIFIÉ PAR/CHECKED:	AL NGUYEN	25-05-13
INGÉNIEUR/ENGINEER:	A. COGULET	25-05-13
ÉCHELLE/SCALE:	N.T.S.	DATE

PROJET/PROJECT:
SHAAKICHIUWAANAAN

PHASE:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ
FEASIBILITY STUDY

TITRE:
STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES
DIAGRAMME DE FLUX DE PROCESSUS
DESSIN ET NOTES
FRANCAIS

TITLE
SEWAGE WATER TREATMENT PLANT
PROCESS FLOW DIAGRAM
DRAWING AND NOTES
ENGLISH

DESSIN NUM./DRAWING NO.: CASN - A

341 - PR - PFD - 0001 - C
AREA DISC. TYPE SEQ. REV.

SAVED ON: 25-09-15 9:47 AM BY Vicenzo Zinchi
PATH: C:\Users\XHA5830.ZinchiVin\ AtkinsRéalis\702381 PB Metals Shaakichiuwaanaan project - 8. Drawings\C\Water_treatment\PFD\CASN-A-341-PR-PFD-0001.dwg

Annexe D Analyses de stabilité des haldes 001 et 002 Note technique

AtkinsRéalis	TECHNICAL NOTE Shaakichiuwaanaan Project – Waste and Water Management		
	Document No.: CASN-A-370-GT-REP-0002 702381-4000-4GER-0002	**Rev.** D	**Date:** February 12, 2026

Title of Document: **STOCKPILE 001 AND 002 STABILITY ANALYSIS TECHNICAL NOTE**

Client: **PATRIOT BATTERY METALS INC.**

Project: **SHAAKICHIUWAANAAN PROJECT – WASTE AND WATER MANAGEMENT**

Prepared by: Raquibul Alam, Ph.D, P. Eng.,
Title: Geotechnical Engineering Specialist
#PEO: 100231585

Reviewed by: Philip Addis
Title: Principal Tailings Engineer
#OIQ: 6076892

Approved by: Bruno Morrissette, P.Eng.
Project Manager
#OIQ: 125157

Notice to Reader

This report has been prepared and the work referred to in this report has been undertaken by AtkinsRéalis Canada Inc. (AtkinsRéalis), for the exclusive use of Patriot Battery Metals Inc., who has been party to the development of the scope of work and understands its limitations. The methodology, findings, conclusions and recommendations in this report are based solely upon the scope of work and subject to the time and budgetary considerations described in the proposal and/or contract pursuant to which this report was issued. Any use, reliance on, or decision made by a third party based on this report is the sole responsibility of such third party. AtkinsRéalis accepts no liability or responsibility for any damages that may be suffered or incurred by any third party as a result of the use of, reliance on, or any decision made based on this report.

The findings, conclusions and recommendations in this report (i) have been developed in a manner consistent with the level of skill normally exercised by professionals currently practicing under similar conditions in the area, and (ii) reflect AtkinsRéalis' best judgment based on information available at the time of preparation of this report. No other warranties, either expressed or implied, are made with respect to the professional services provided to Patriot Battery Metals Inc. or the findings, conclusions and recommendations contained in this report. The findings and conclusions contained in this report are valid only as of the date of this report and may be based, in part, upon information provided by others. If any of the information is inaccurate, new information is discovered or project parameters change, modifications to this report may be necessary.

This report must be read as a whole, as sections taken out of context may be misleading. If discrepancies occur between the preliminary (draft) and final version of this report, it is the final version that takes precedence. Nothing in this report is intended to constitute or provide a legal opinion.

The contents of this report are confidential and proprietary. Other than by Patriot Battery Metals Inc., copying or distribution of this report or use of or reliance on the information contained herein, in whole or in part, is not permitted without the express written permission of Patriot Battery Metals Inc. and AtkinsRéalis.

List of Revisions

#	Prep.	Rev.	App.	Date	Pages	Remarks
A	RA	PA	BM	2025-06-13	All	Issue for internal review
B	RA	PA	BM	2025-07-03	All	Issue for client's comments
C	RA	PA	BM	2025-08-29	All	Issued for feasibility study
D	RA	PA	BM	2026-02-12	Section 2.2.3	Issued with little correction for feasibility study

Table of Contents

1 Introduction 1

2 Stability Analyses 2

2.1 Model Geometry 3

2.1.1 Waste Rock Stockpiles (Stockpile 001 and Stockpile 002) 4

2.1.2 Tailings Stockpile (Stockpile 002) 7

2.2 Loading Scenarios and Minimum FoS 8

2.2.1 Drained 9

2.2.2 Undrained 9

2.2.3 Seismicity 9

2.3 Material Properties 10

2.3.1 Foundation 10

2.3.2 Tailings 11

2.3.3 Waste Rock 11

2.3.4 Geomembrane Liner and Geotextile 11

2.3.5 Bedrock 12

2.4 Phreatic Surface Assumption 12

2.5 Stability Analysis Results 12

3 Conclusions 15

4 References 16

List of Tables

Table 2-1 Minimum Factors of Safety for Stockpile 001 and Stockpile 002 (MRNF, 2024; BCMWRPRC, 1991a and Hawley and Cunning, 2017) 9

Table 2-2 Material Geotechnical Parameters – Stockpile 001 and 002 10

Table 2-3 Factor of Safety of the Slope Stability Analysis 13

List of Figures

Figure 1-1 Layout of Stockpiles 001 and 002 1
Figure 2-1 Layout of Critical Sections for Slope Stability Analysis – Waste Rock Stockpile 001 Cross-Section A1-A1 2
Figure 2-2 Layout of Critical Sections for Slope Stability Analysis – Waste Rock Stockpile 002 Cross-Section H-H 3
Figure 2-3 A1-A1 Section of Waste Rock Stockpile (NAG) (Stockpile 001) for the operational phase 4
Figure 2-4 H-H Section of Waste Rock Stockpile (PAG) (Stockpile 002) for the operational phase 5
Figure 2-5 A1-A1 Section of Waste Rock Stockpile (NAG) (Stockpile 001) for the Closure 6
Figure 2-6 H-H Section of Waste Rock Stockpile (PAG) (Stockpile 002) for Closure 7
Figure 2-7 B1-B1 Section of Tailings Stockpile for Operation and Closure 8

List of Appendices

Appendix A Stability Analysis Results

1 Introduction

Patriot Battery Metals Inc. (PMET) has retained AtkinsRéalis to conduct a feasibility study on waste and water management for the Shaakichiuwaanaan Project. The proposed lithium mine in the Eeyou Istchee James Bay region of northern Québec will involve open-pit and underground mining operations. The project will feature stockpiles for overburden, waste rock, tailings and organic materials, a water treatment plant, and other necessary mining infrastructure. Mining operations are anticipated to commence in 2028, with an expected mine life of 22 years.

Two sites have been identified for the disposal of tailings and waste rock, as shown in **Figure 1-1**. Stockpile 001, located northwest of the plant site, will be dedicated solely to storing waste rock due to its proximity to the open pit. In contrast, Stockpile 002, situated northeast of the plant, is intended for potentially acid-generating waste rock and tailings, with plans to store the tailings separately from the waste rock, as shown in **Figure 1-1**.

As part of the feasibility study, stability analyses have been conducted for the proposed Stockpiles 001 and 002. This technical note summarizes the findings of those stability analyses.

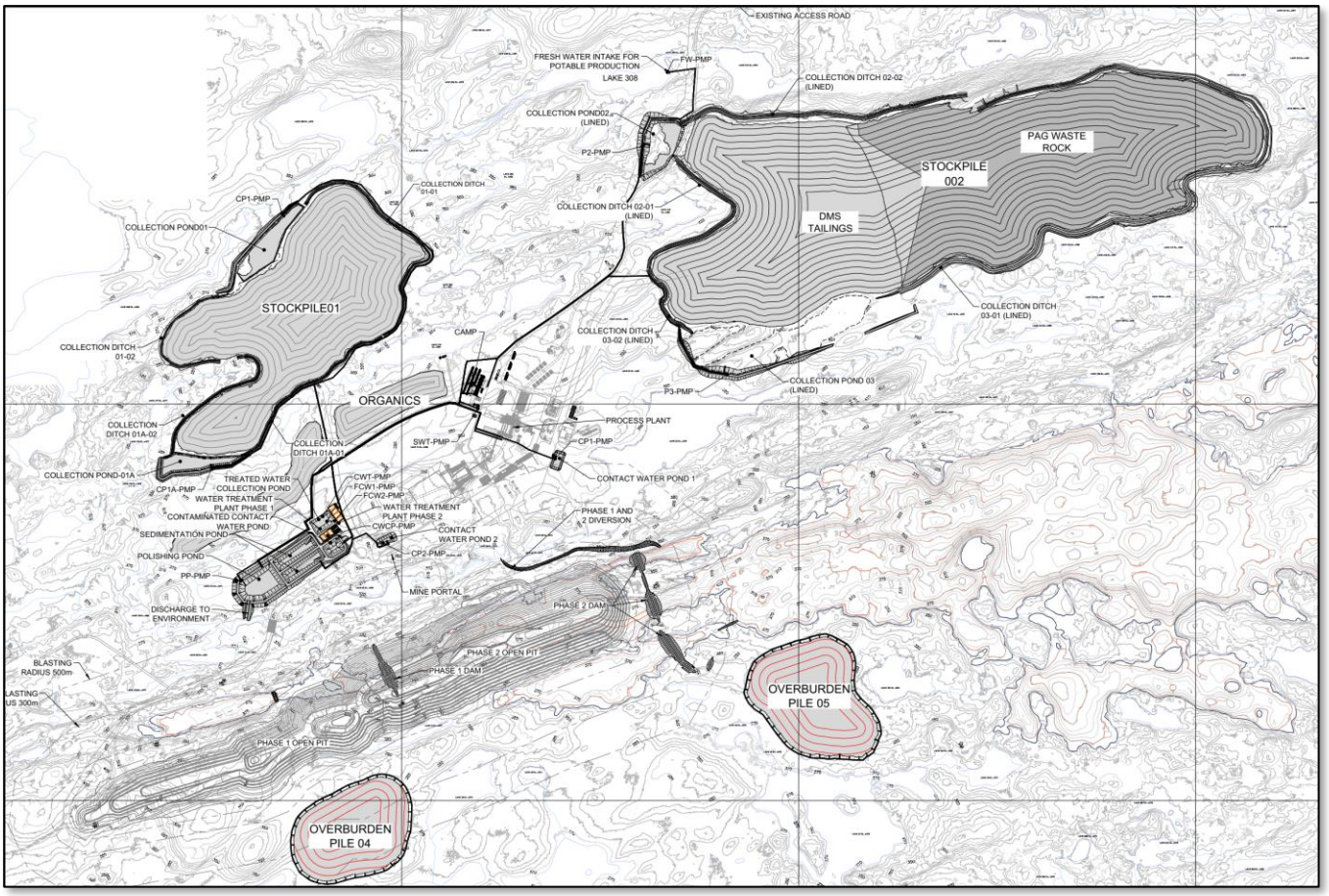


Figure 1-1 Layout of Stockpiles 001 and 002

2 Stability Analyses

Slope stability analyses were conducted on three critical sections: one for the Non-Acid Generating Stockpile (NAG) (Section A1-A1 for stockpile 001) as shown in **Figure 2-1**, one for the Acid Generating Stockpile (PAG) (Section H-H for stockpile 002) and one for the tailings stockpile (Section B1-B1 for stockpile 002) as shown in **Figure 2-2**. These sections are illustrated in **Figure 2-3** to **Figure 2-7**, where the stack reaches its maximum height and has the steepest slope.

Slope stability analyses were conducted using SLOPE/W Version 2023.1.2, a two-dimensional limit equilibrium software developed by Geo-Slope International Limited.

The Morgenstern-Price method was utilized to identify potential failure surfaces within the slopes of the stockpiles and their underlying foundations. The primary objective of these analyses was to determine the most critical failure surfaces that would produce the most conservative Factor of Safety (FoS). The FoS is the ratio of the average available shear strength (resisting force) to the average mobilized shear stress (driving force) along a specific failure surface. The following subsections provide details on the stockpile geometry, material properties, loading scenarios, and phreatic surface used in the model, along with a discussion of the stability analysis results.

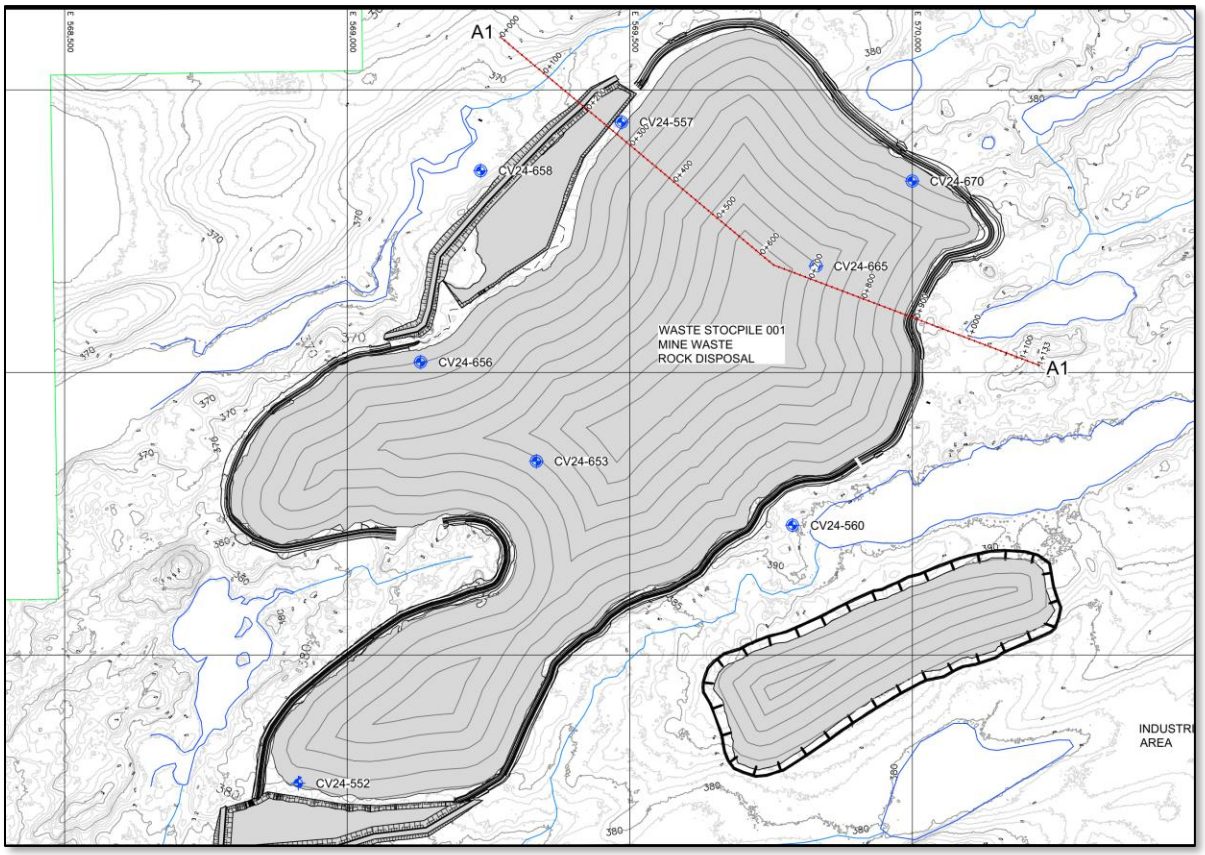


Figure 2-1 Layout of Critical Sections for Slope Stability Analysis – Waste Rock Stockpile 001 Cross-Section A1-A1

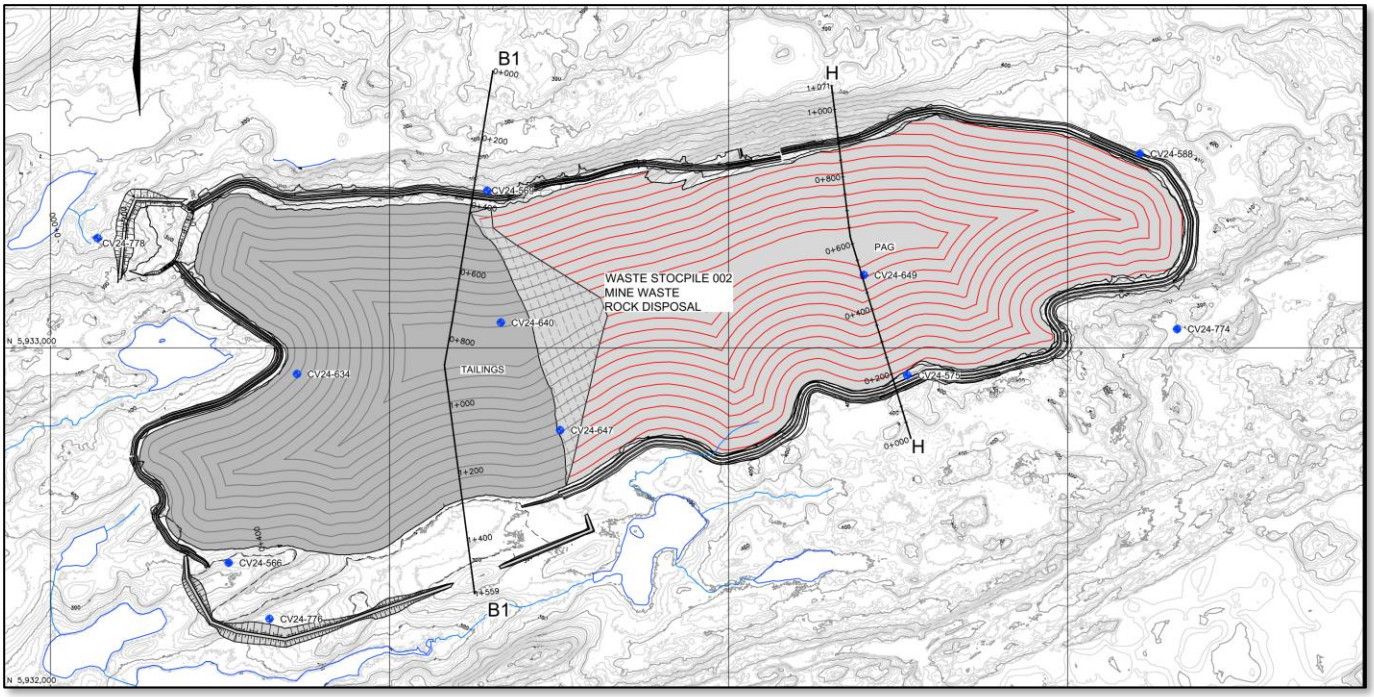


Figure 2-2 Layout of Critical Sections for Slope Stability Analysis – Waste Rock Stockpile 002 Cross-Section H-H

2.1 Model Geometry

The mine is projected to generate a total of 154.1 million tonnes (Mt) of waste rock. This amount includes 73.1 Mt of non-acid generating (NAG) waste rock and 81.0 Mt of potentially acid-generating (PAG) waste rock. Of the NAG waste rock, 29.6 Mt will be stored in the open pit, while the remaining amount will be placed in Stockpile 001, which is designed to accommodate a total of 43.5 Mt of NAG waste.

Over the 22-year lifespan of the mine, the anticipated production of tailings is estimated to be 71.1 Mt. Approximately 54.0 Mt of these tailings will be disposed of on the surface, while the remaining 17.1 Mt will be used for paste backfill. Stockpile 002 is designated for storing 54.0 Mt of tailings and 81.0 Mt of PAG waste rock.

Stockpile 001 has a footprint of 80 hectares (ha) and a maximum height of about 90 meters (m). Stockpile 002, which contains PAG rock, covers approximately 126 ha (58%), while the tailings portion covers about 91 ha (42%), with a maximum height of approximately 120 m. Two configurations have been designed for Stockpiles 001 and 002 for both operational and closure stages. The foundation profile has been incorporated into the model geometry based on the information on the available boreholes.

A detailed description of the geometric models for Stockpile 001 and Stockpile 002 is provided in the following subsections.

2.1.1 Waste Rock Stockpiles (Stockpile 001 and Stockpile 002)

2.1.1.1 Operational Phase

The typical geometry for the operational phases of Stockpiles 001 and 002 is illustrated in **Figure 2-3** and **Figure 2-4**, respectively. During the operational phase, the waste rock stockpiles are designed in 10-meter-high lifts, with local slopes of approximately 1.5 horizontal (H) to 1 vertical (V). Each bench is 15 meters wide, and every third bench is 22.5 meters wide. This design achieves an overall external slope of 3.25 horizontal (H) to 1 vertical (V).

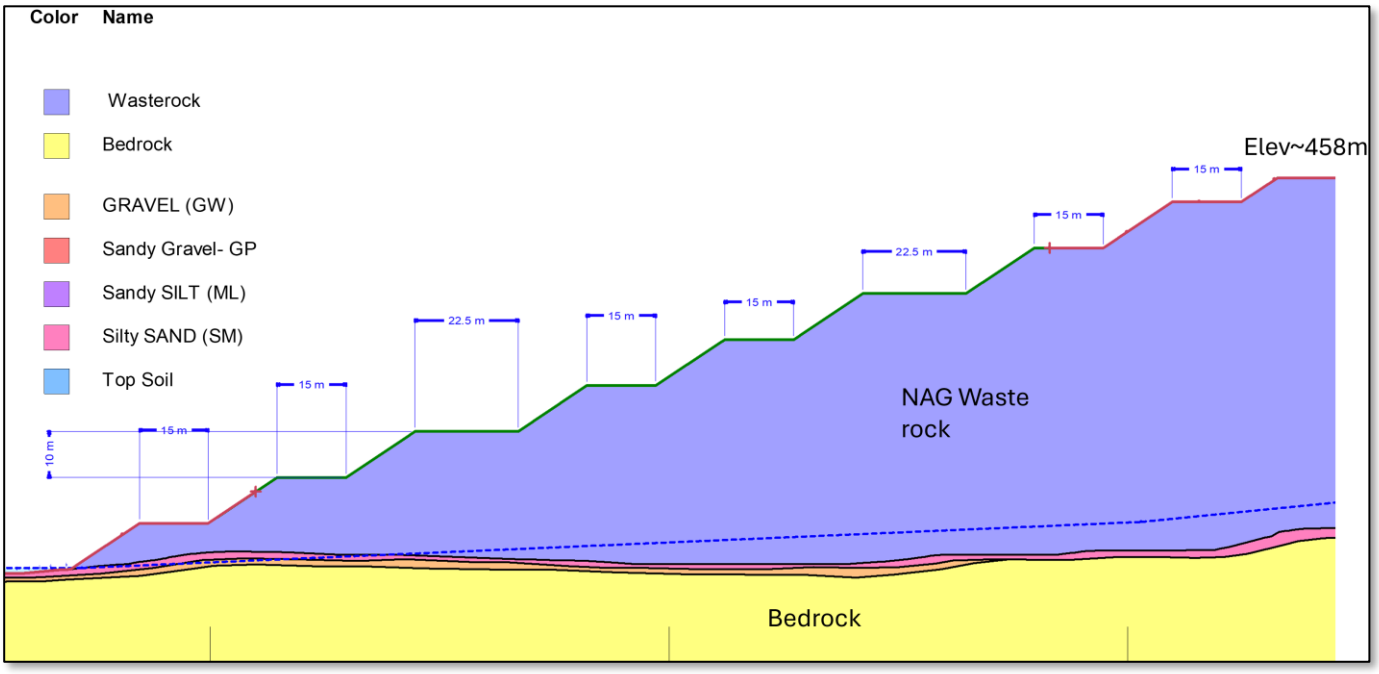


Figure 2-3 A1-A1 Section of Waste Rock Stockpile (NAG) (Stockpile 001) for the operational phase

Stockpile 002's basin is lined with a 1.5 mm double-textured LLDPE geomembrane. A cushion geotextile is placed on top of this geomembrane, followed by a protective cushion layer that is 1 meter thick. In contrast, Stockpile 001 has no liner integrated into its geometry.

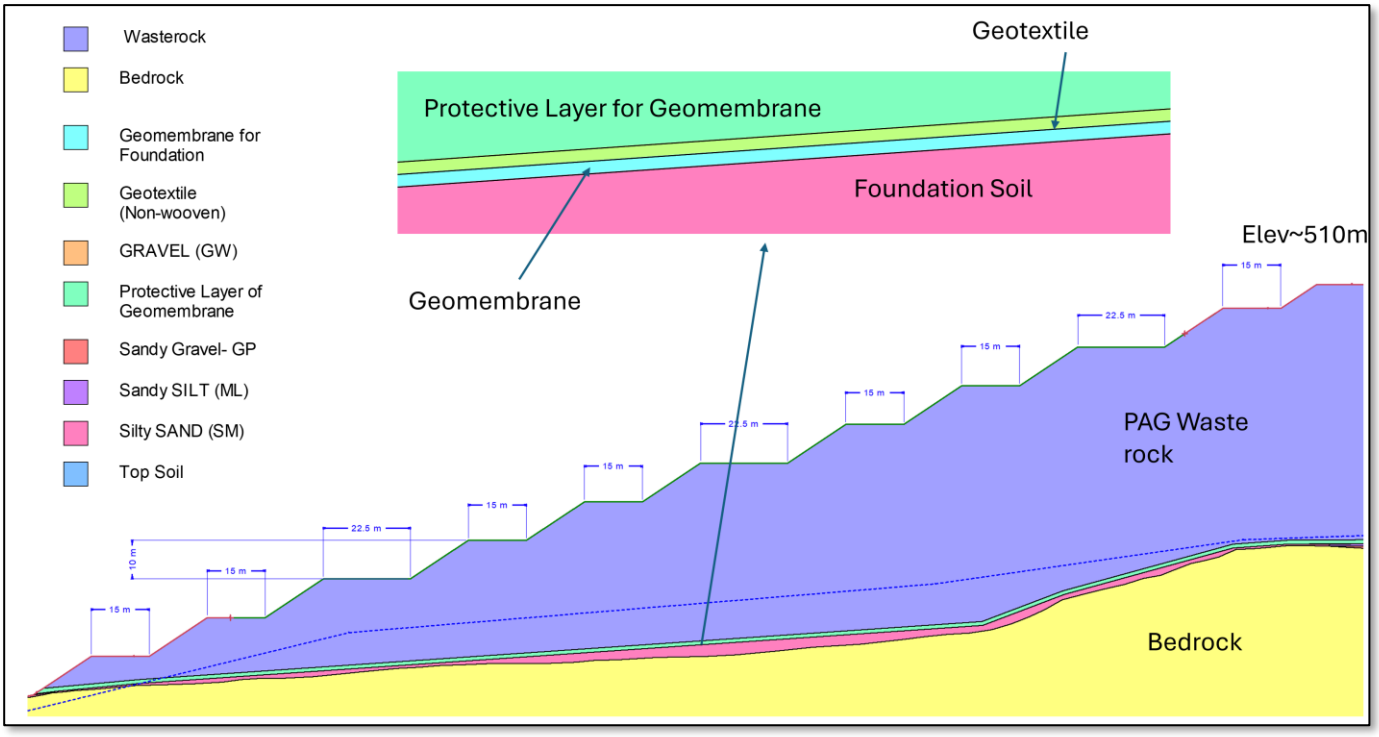


Figure 2-4 H-H Section of Waste Rock Stockpile (PAG) (Stockpile 002) for the operational phase

2.1.1.2 Closure

The typical geometry for the closure phases of Stockpiles 001 and 002 is illustrated in **Figure 2-5** and **Figure 2-6**. During the closure Phase, the benches are designed with a local slope of 3:1 (horizontal to vertical) to promote effective water management. Each bench is 7.5 meters wide.

For Stockpile 001, the closure design consists of a 30 cm-thick layer of crushed stone, topped with a 20 cm layer of topsoil to support hydroseeding (**Figure 2-5**).

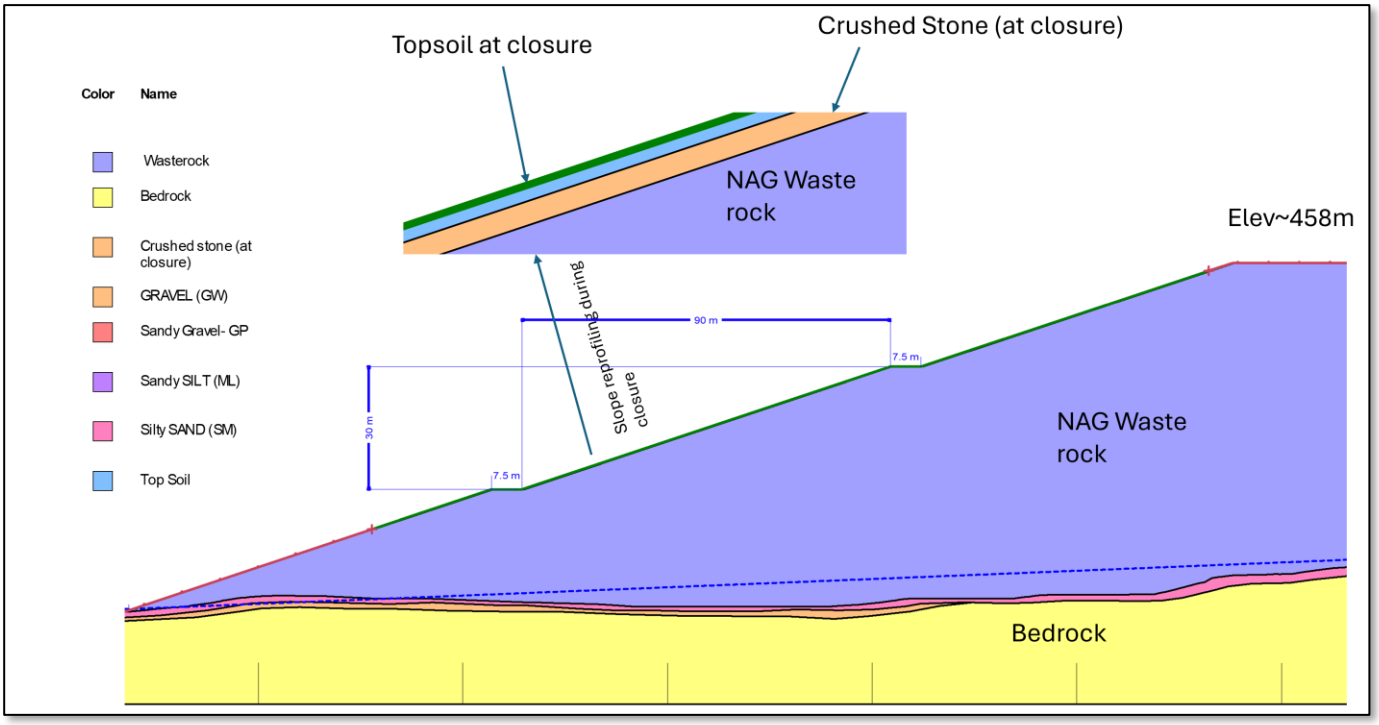


Figure 2-5 A1-A1 Section of Waste Rock Stockpile (NAG) (Stockpile 001) for the Closure

In contrast, the closure model for Stockpile 002 consists of a 30 cm thick layer of crushed stone on the slope, followed by a 15 cm thick sand liner (will be borrowed from overburden) to support the geomembrane. On top of this liner, a 1.5 mm double-textured HDPE geomembrane is incorporated. A geonet is then placed on top of the geomembrane, serving as a drainage layer. Additionally, another 20 cm thick layer of sand borrowed from overburden is applied over the geonet, which is capped with a 20 cm layer of topsoil to facilitate hydroseeding (see **Figure 2-6**). This design ensures accurate replication of the intended closure structure.

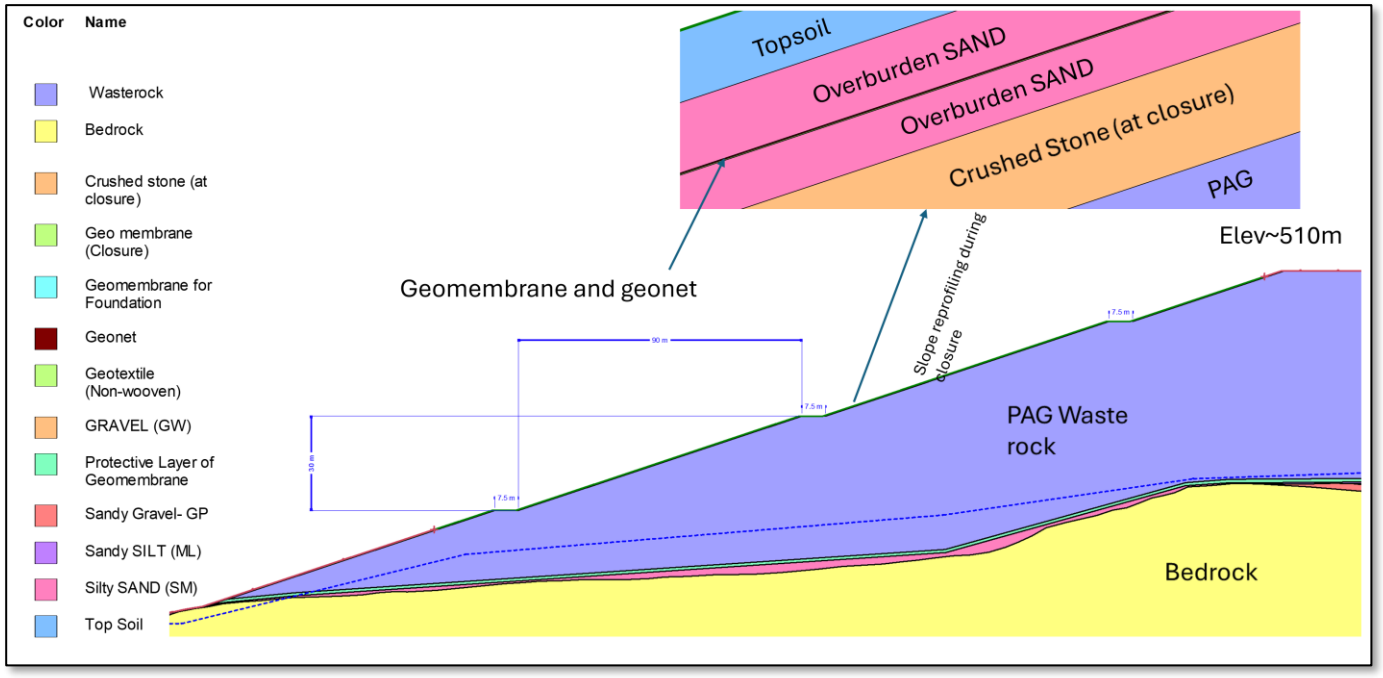


Figure 2-6 H-H Section of Waste Rock Stockpile (PAG) (Stockpile 002) for Closure

2.1.2 Tailings Stockpile (Stockpile 002)

2.1.2.1 Operation

The typical geometry of the tailings portion of stockpile 002 is illustrated in **Figure 2-7**. The tailings stack features a global external slope of 3.25 horizontal to 1 vertical (3.25 H:1 V) and includes intermediate benches that are 7.5 meters wide, spaced every 30 meters of elevation (refer to **Figure 2-7**). The basin is lined with a 1.5 mm double-textured linear low-density polyethylene (LLDPE) geomembrane. A cushion geotextile is placed on top of the geomembrane, and the tailings are modelled directly above this layer.

Additionally, the starter embankment has been incorporated into the model to allow vehicular access to the toe of the tailings facility for inspection purposes. This starter embankment will be constructed using low-risk waste rock. It will be 3 meters high and will have a crest width of 5 meters, as shown in **Figure 2-7**.

2.1.2.2 Closure

Compared to the waste rock at Stockpile 002, the closure model for the tailings does not require a 30 cm thick layer of crushed stone on the slope. A 1.5 mm double-textured HDPE geomembrane is incorporated into the model directly above the tailings (see **Figure 2-7**). A geonet is then placed on top of the geomembrane, acting as a drainage layer. Additionally, a 20 cm thick layer of granular materials is placed over the geomembrane, capped with another 20 cm layer of topsoil to facilitate hydroseeding. This configuration in the model accurately reflects the intended structure of the closure.

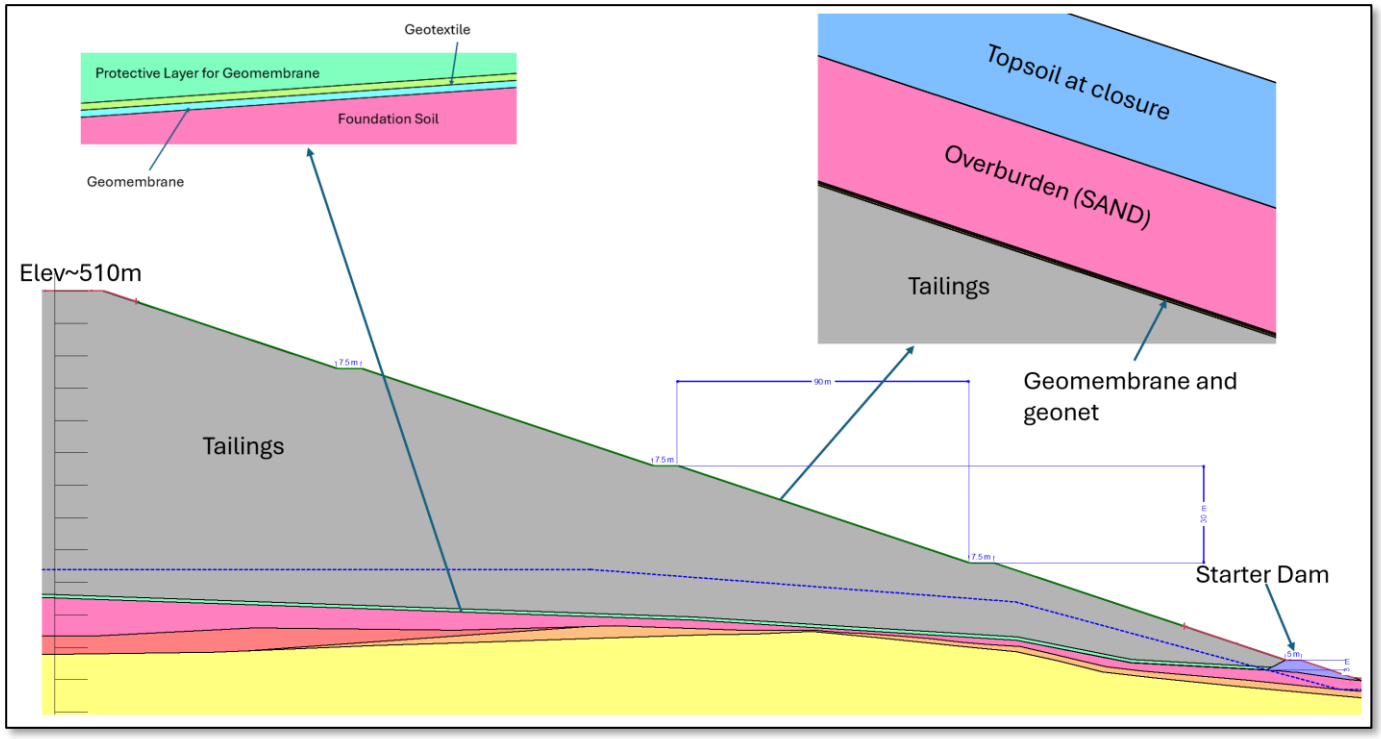


Figure 2-7 B1-B1 Section of Tailings Stockpile for Operation and Closure

2.2 Loading Scenarios and Minimum FoS

Stability analyses were performed under both static and pseudo-static conditions for the three critical sections mentioned earlier. It is important to note that the factor of safety (FoS) for stockpiles classified as non-liquefiable is not addressed by CDA (2019). However, CDA (2019) indicates that if the tailings are non-liquefiable and cannot flow, the facility can be considered a waste disposal area similar to an overburden disposal area. Design guidelines exist for dumps and overburden disposal areas, which would be applicable in this case.

Based on this guidance, the FoS values were determined according to the Quebec Regulations (MRNF, 2024) for dump and overburden stockpiles. Notably, the guidelines from MNRF (2024) are identical to those suggested by BCMWRPRC (1991a) and Hawley and Cunning (2017). The minimum required FoS for both tailings and waste rock stockpiles is presented in **Table 2-1**. The rationale for selecting the loading conditions is explained in the following subsections.

Table 2-1 Minimum Factors of Safety for Stockpile 001 and Stockpile 002 (MRNF, 2024; BCMWRPRC, 1991a and Hawley and Cunning, 2017)

Condition	Minimum Factors of Safety (MRNF, 2024)	
Consequence Classification (CDA, 2019)	**Low to Significant**	**High to Extreme**
Local Stability (each bench)		
Static (Undrained Condition)	1.0	1.1
Static (Drained Condition)	1.2	
Global stability (entire stockpile)		
Static (Undrained condition)	1.3	1.5
Long-term static	1.5	
Pseudo-static	1.1	1.3

2.2.1 Drained

The drained loading condition reflects long-term stability and employs effective stress shear strengths for all materials in the slope stability model. A minimum targeted factor of safety (FOS) of 1.5 has been adopted for the long-term static conditions based on **Table 2-1**.

2.2.2 Undrained

Undrained loading is typically characterized by rapid, short-term loading. Undrained loading can lead to positive excess pore pressures, unlike drained loading conditions, particularly in contractive soils. The minimum target Factor of Safety (FOS) for undrained limit equilibrium stability analyses is 1.3 for low to significant risk and 1.5 for high to extreme risk. However, the tailings materials analyzed in the laboratory are coarse-grained (AtkinsRéalis, 2025b), which means they can be classified as free-draining. Similarly, both Potentially Acid-Generating (PAG) and Non-Acid-Generating (NAG) stockpiles are also free-draining.

It is assumed that all organic materials, topsoil, and clay susceptible to pore water pressure generation from rapid loading will be removed from the footprint of the stockpiles. As a result, undrained loading conditions have not been considered in this study.

2.2.3 Seismicity

This study did not include post-earthquake analyses, which usually evaluate the residual shear strengths of foundational materials that may have liquefied. This decision was made based on borehole investigations indicating that the foundation materials are not expected to experience liquefaction. However, during the detailed design phase, further geotechnical investigations will be necessary to determine whether any thick, weak layers beneath the stockpile footprints might be at risk of liquefaction.

The tailings will be compacted to 95% of the standard Proctor maximum dry density, which makes them non-liquefiable. Consequently, residual strength is not considered in this study. CDA (2019) also clarifies that a tailings facility without ponded water (such as a dry stack) can be designed according to the guidelines for dumps and overburden stockpiles, as long as the dry stack materials are non-liquefiable and cannot flow. Therefore, no post-earthquake analysis was conducted for any of the stockpile materials.

Pseudostatic analysis was performed to assess the dynamic stability of the two stockpiles. Any dry stack designed according to GISTM should meet design criteria corresponding to the extreme consequence classification for post-closure conditions. The site is classified as Class D, with a horizontal seismic acceleration coefficient (K_h) of 0.1g (50% of the PGA for a 1 in 10,000-year event (Extreme), extrapolated from NBCC (2020)) used in the pseudo-static analysis. However, a site-specific seismic hazard assessment is recommended in the next study phase.

2.3 Material Properties

The material density and strength parameters used in the stability analyses were derived by AtkinsRéalis, based on geotechnical investigations conducted by BBA (BBA, 2024), and from laboratory tests on tailings performed at the WSP laboratory (AtkinsRéalis, 2025b). When data from field or laboratory tests was unavailable, assumptions were made based on AtkinsRéalis' experience with similar materials. **Table 2-2** summarizes the material parameters and models utilized in this study. A detailed description of the properties of these materials is provided in the following subsections.

Table 2-2 Material Geotechnical Parameters – Stockpile 001 and 002

Description	γ (kN/m^3)	C' (kPa)	Φ' (˚)	Slope Stability Material Model
Organics/top soil	14	0	18	Mohr-Coulomb
ML - Silt/Sandy Silt/Silt with Gravel	18.5	0	31	Mohr-Coulomb
SM - Silty Sand/Silty Sand with Gravel	19.0	0	34	Mohr-Coulomb
GM - Silty Gravel with Sand/Gravel with Silt and Sand	20.0	0	38	Mohr-Coulomb
GW - Gravel	20.5	0	39	Mohr-Coulomb
Tailings	18	0	37	Mohr-Coulomb
Waste Rock	20	0	38	Mohr-Coulomb
1.5 mm double-textured LLDPE geomembrane (base layer)	9	3.15	30.1	Mohr-Coulomb
Non-woven Geotextile (base layer)	1	3.15	30.1	Mohr-Coulomb
1.5 mm HDPE geomembrane (Cover)	9	0.65	17.8	Mohr-Coulomb
Geonet (Cover)	9	0.65	17.8	Mohr-Coulomb
Protective Layer of Geomembrane/Geotextile	19	0	34	Mohr-Coulomb
Crushed stone (at closure)	19	0	38	Mohr-Coulomb
Bedrock	Impenetrable			

2.3.1 Foundation

BBA Engineering Ltd. (BBA) conducted a geotechnical investigation to assess the subsurface conditions at the proposed stockpile locations (BBA, 2024). BBA (2024) completed a total of sixty-one (61) boreholes for field tests (SPT tests) and laboratory analysis across the entire site. Among these boreholes, eleven (11) are located in stockpile 001, and eight (8) are situated in stockpile 002. The purpose of these boreholes is to determine the stratigraphy and assess the properties of the foundation soil. The selected soil samples were analyzed at the Englobe laboratory in Montréal, where tests were conducted to evaluate particle size distribution, water content, specific gravity, and uniaxial compressive strength (UCS). Additionally, assessments of elastic modulus and Poisson's ratio were performed. AtkinsRéalis analyzed the borehole logs created by BBA, along with laboratory

test data from this investigation, to develop soil profiles for the site according to the Unified Soil Classification System (USCS) and ASTM D2487-17 standards (AtkinsRéalis, 2025a). AtkinsRéalis interpreted the 'N-values' obtained from BBA's Standard Penetration Test (SPT) to provide recommendations on the material properties of the classified soil units.

Based on AtkinsRéalis' interpretations, the foundation beneath the footprints of stockpiles 001 and 002 consists of organic material, followed by a soil unit classified as SILT/Sandy SILT/SILT with Gravel (ML). Below the ML layer, a Silty SAND/Silty SAND with Gravel unit (SM) was identified. Underneath this SM layer is a Silty GRAVEL with Sand/GRAVEL with Silt and Sand unit (GM), followed by a Gravel unit (including cobbles) (GW), which is situated above the bedrock. The estimated friction angles of 31º, 34º, 38º, and 39º, along with unit weights of 18.5, 19.0, 20.0, and 20.5 kN/m³, were derived from the analysis of the SPT 'N-values' for ML, SM, GM, and GW, respectively, and were used in the model.

2.3.2 Tailings

Tailings intended for surface disposal consist of a mixture that includes Primary Coarse DMS floats and degrit, Secondary Coarse DMS degrit, Fine DMS floats and degrit, Ultrafine DMS floats and degrit, Recrushed DMS floats, DMS Mags, and Belt Filter Cake. Laboratory tests of this tailings' mixture indicate a particle size distribution with a D_{80} of 7.68 mm and 2.9% of the material being finer than 75 microns (AtkinsRéalis, 2025b).

The laboratory analysis also determined a standard Proctor maximum dry density of 1,958 kg/m³ and an optimum moisture content of 11.7% (Ww/Ws). Consequently, a unit weight of 95% of the standard Proctor density (1,860 kg/m³ or 18.2 kN/m³) has been utilized in the model.

Based on the interpretations of CIU tests (ASTM D4767), an effective friction angle has been estimated from the model for drained loading conditions. An effective friction angle of 42° has been estimated from the CIU tests for drained loading conditions. For details, please refer to AtkinsRéalis, 2025b. However, it is essential to note that this test was conducted in a controlled laboratory environment, which may not be replicated in the field. Therefore, as a conservative approach, a friction angle of 37° has been used in the stability model analysis.

2.3.3 Waste Rock

There is no laboratory data available for the waste rock. An effective friction angle of 38° and a unit weight of 20 kN/m³ have been assigned to the model based on AtkinsRéalis' prior experience with similar materials, taking a conservative approach.

2.3.4 Geomembrane Liner and Geotextile

As discussed in section 2.1.2.1, the basin of stockpile 002 is lined with a geomembrane that has a cushion of nonwoven geotextile placed on top, which has been incorporated into the model geometry. The interface between the geotextile and the geomembrane is crucial for ensuring slope stability. To address this issue, a series of stability analyses were conducted using various combinations of geomembrane and geotextile types at a fully defined slip surface. The study demonstrated that the combination of a 1.5 mm (60 mil) double-textured LLDPE geomembrane and a nonwoven geotextile provided the highest factor of safety (FoS). As a result, this combination was selected for the design.

The LLDPE was modelled as drained, with an effective friction angle of 30.1 degrees and a unit weight of 9 kN/m³. At the same time, the nonwoven geotextile was also modelled assigning a unit weight of 1 kN/m³ for each loading condition. These model parameters were adopted from the AtkinsRéalis' database and based on specifications from various vendors.

2.3.5 Bedrock

The Slope failure surfaces are assumed not to pass through the bedrock. Therefore, bedrock is modelled as impenetrable, and no model parameter was assigned.

2.4 Phreatic Surface Assumption

The model has assigned a conservative phreatic surface based on a steady-state model where the water table lowers to the level of the peripheral drains below the natural terrain.

2.5 Stability Analysis Results

Drained and pseudo-static loading conditions were evaluated for all three sections at the maximum stockpile height. Undrained loading conditions were not assessed because it was assumed that water could quickly drain from the soil. Both global and local failures were investigated.

The analysis considered the critical failure surface at the interfaces between the geomembrane and geotextile materials. It was determined that the interface between the double-textured LLDPE geomembrane and the nonwoven geotextile was not a critical failure surface.

Both circular and non-circular failure mechanisms were evaluated. The predominant failure mechanism, which resulted in the lowest FoS, was identified as non-circular. Consequently, the results presented in this memo are based on non-circular failure.

There is a slight geometry difference between the project's operational and closure phases. For example, the number of benches in waste rock stockpiles 001 and 002 is higher during the operational phase than in the closure phase. While this difference may have a minor impact on the factor of safety (FoS), it is not significant. Overall, the FoS during the operational phase is slightly higher than during the closure phase.

The FoS for stockpile 001 is slightly higher than that for stockpile 002, which can be attributed to the lower height and weight of stockpile 001. This results in a comparatively lower sliding moment relative to the resisting moment. Additionally, the FoS of the tailings stockpile is lower than that of the waste rock stockpile since tailings generally have less shear strength than waste rock.

There are slight variations in the FoS among local failures across different benches, attributed to the varying orientation of entry-exit lines and the positioning of the benches. Generally, benches at higher elevations exhibit a higher FoS than those at lower elevations.
As shown in **Table 2-3**, the proposed configurations and optimizations demonstrate that the FoS for stockpile 001 meets the minimum requirements established by the Québec Regulations (MRNF, 2024) across all loading scenarios, including both global and local failure.

Table 2-3 Factor of Safety of the Slope Stability Analysis

Stockpile	Phase	Section	Loading Conditions	Minimum requirement of FoS	FoS	Reference	Failure Type
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.5	2.53	Figure A-1	Global
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.5	2.31	Figure A-2	Global
002	Operational	B1-B1	Static (Drained)	1.5	2.13	Figure A-3	Global
001	Operational	A1-A1	Pseudo-static	1.3	1.91	Figure A-4	Global
002	Operational	H-H	Pseudo-static	1.3	1.76	Figure A-5	Global
002	Operational	B1-B1	Pseudo-static	1.3	1.60	Figure A-6	Global
001	Closure	A1-A1	Static (Drained)	1.5	2.41	Figure A-7	Global
002	Closure	H-H	Static (Drained)	1.5	2.32	Figure A-8	Global
002	Closure	B1-B1	Static (Drained)	1.5	2.13	Figure A-9	Global
001	Closure	A1-A1	Pseudo-static	1.3	1.84	Figure A-10	Global
002	Closure	H-H	Pseudo-static	1.3	1.75	Figure A-11	Global
002	Closure	B1-B1	Pseudo-static	1.3	1.60	Figure A-12	Global
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.80	Figure A-13	Local (Bench 1)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.30	Figure A-14	Local (Bench 2)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.22	Figure A-15	Local (Bench 3)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.27	Figure A-16	Local (Bench 4)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.26	Figure A-17	Local (Bench 5)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.25	Figure A-18	Local (Bench 6)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.25	Figure A-19	Local (Bench 7)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.38	Figure A-20	Local (Bench 8)
001	Operational	A1-A1	Static (Drained)	1.2	1.24	Figure A-21	Local (Bench 9)
001	Closure	A1-A1	Static (Drained)	1.2	2.41	Figure A-22	Local (Bench 1)
001	Closure	A1-A1	Static (Drained)	1.2	2.33	Figure A-23	Local (Bench 2)
001	Closure	A1-A1	Static (Drained)	1.2	2.21	Figure A-24	Local (Bench 3)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.63	Figure A-25	Local (Bench 1)

Stockpile	Phase	Section	Loading Conditions	Minimum requirement of FoS	FoS	Reference	Failure Type
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.49	Figure A-26	Local (Bench 2)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.31	Figure A-27	Local (Bench 3)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.37	Figure A-28	Local (Bench 4)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.36	Figure A-29	Local (Bench 5)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.42	Figure A-30	Local (Bench 6)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.37	Figure A-31	Local (Bench 7)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.42	Figure A-32	Local (Bench 8)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.46	Figure A-33	Local (Bench 9)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.37	Figure A-34	Local (Bench 10)
002	Operational	H-H	Static (Drained)	1.2	1.35	Figure A-35	Local (Bench 11)
002	Closure	H-H	Static (Drained)	1.2	2.43	Figure A-36	Local (Bench 1)
002	Closure	H-H	Static (Drained)	1.2	2.37	Figure A-37	Local (Bench 2)
002	Closure	H-H	Static (Drained)	1.2	2.44	Figure A-38	Local (Bench 3)
002	Closure	H-H	Static (Drained)	1.2	2.21	Figure A-39	Local (Bench 4)
002	Operational	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.36	Figure A-40	Local (Bench 1)
002	Operational	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.28	Figure A-41	Local (Bench 2)
002	Operational	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.28	Figure A-42	Local (Bench 3)
002	Operational	B1-B1	Static (Drained)	1.2	1.84	Figure A-43	Local (Bench 4)
002	Closure	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.33	Figure A-44	Local (Bench 1)
002	Closure	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.36	Figure A-45	Local (Bench 2)
002	Closure	B1-B1	Static (Drained)	1.2	2.29	Figure A-46	Local (Bench 3)
002	Closure	B1-B1	Static (Drained)	1.2	1.90	Figure A-47	Local (Bench 4)

3 Conclusions

A study has investigated the stability of stockpiles 001 and 002. The following conclusions can be drawn from the study:

- The Factor of Safety (FoS) for both stockpiles 001 and 002 meets the minimum requirements set by the Quebec Regulations (MRNF, 2024) under different loading conditions for both the operational and closure stages;
- The lowest safety factors identified were found to be non-circular;
- The factor of safety (FoS) for stockpile 001 is slightly higher than that for stockpile 002. This is due to the lower height and weight of stockpile 001 compared to stockpile 002, which results in a relatively lower sliding moment than the resisting moment;
- The FoS of the tailings stockpile is lower than that of the waste rock stockpile since tailings generally have less shear strength than waste rock, and
- There are some uncertainties regarding the foundation's strength under the footprint of stockpiles 001 and 002. During the detailed design phase, further geotechnical investigations will be necessary to determine whether any thick, weak layers beneath the stockpile footprints might be at risk of liquefaction. The design should be adjusted accordingly based on these findings.

4 References

Atkins Realis, 2025a, Foundation recommendations for site infrastructure, document number CASN-A-370-GT-MEM-0002

Atkins Realis, 2025b, Geotechnical Laboratory Analysis of Tailings, document number CASN-A-370-GT-MEM-0003

BBA 2024. Shaakichiuwaanaan Project, Technical Report, Geotechnical Campaign for Phase 2 (factual), Preliminary, 7535009-020001-4G-ERA-0003-RAA

BCMWRPRC, 1991b. Operating and Monitoring Manual – Interim Guidelines. Mine Rock and Overburden Piles 2. Prepared by Klohn Leonoff Ltd, May 1991.

CDA, 2019. Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams, 2014 (2019 Edition). Canadian Dam Association

GlobalTailingsReview.org, 2020. Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM). https://globaltailingsreview.org/global-industry-standard/.

Hawley, M. and Cunning, J. (editors), 2017. Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design. CSIRO Publishing.

MELCCFP, 2025. Directive 019 sur l'industrie minière, 13 février 2025. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec – 2025. [Accessed in French at: https://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/directive-019-2025.pdf].

MRNF, 2024. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec, Octobre 2024. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Gouvernement du Québec – 2024. [Accessed in French at: https://www.mern.gouv.qc.ca/wpcontent/uploads/GM_restauration_sites_miniers_MERN.pdf]

NBCC (2020). National Building Code of Canada Seismic Hazard Tool, 2020 National Building Code of Canada Seismic Hazard Tool

Appendix A Stability Analysis Results

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

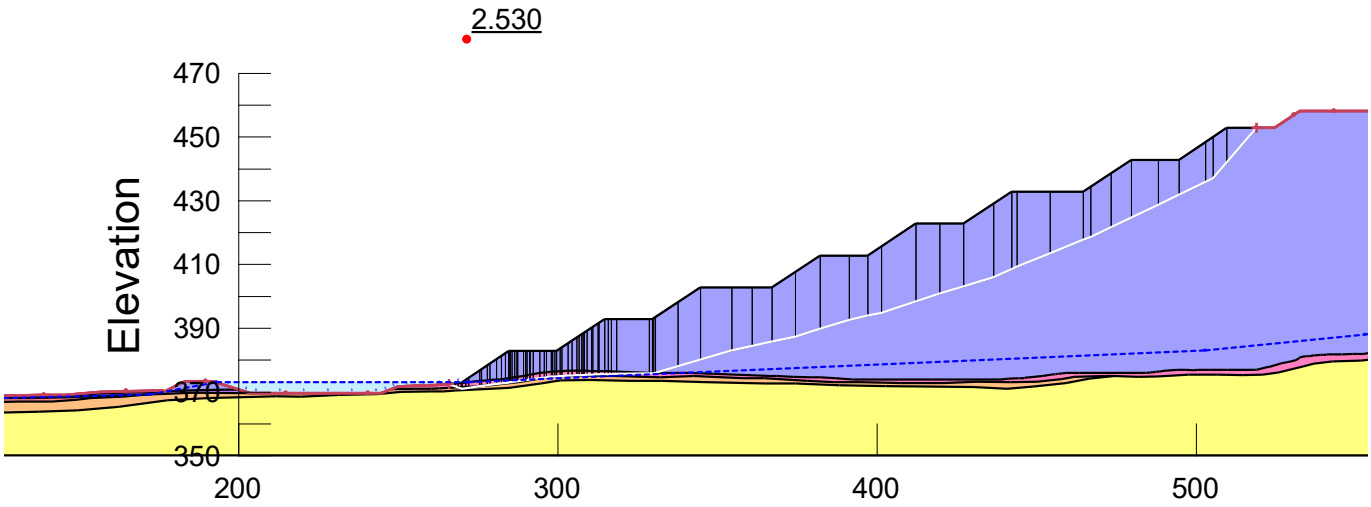


Figure A-1: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase

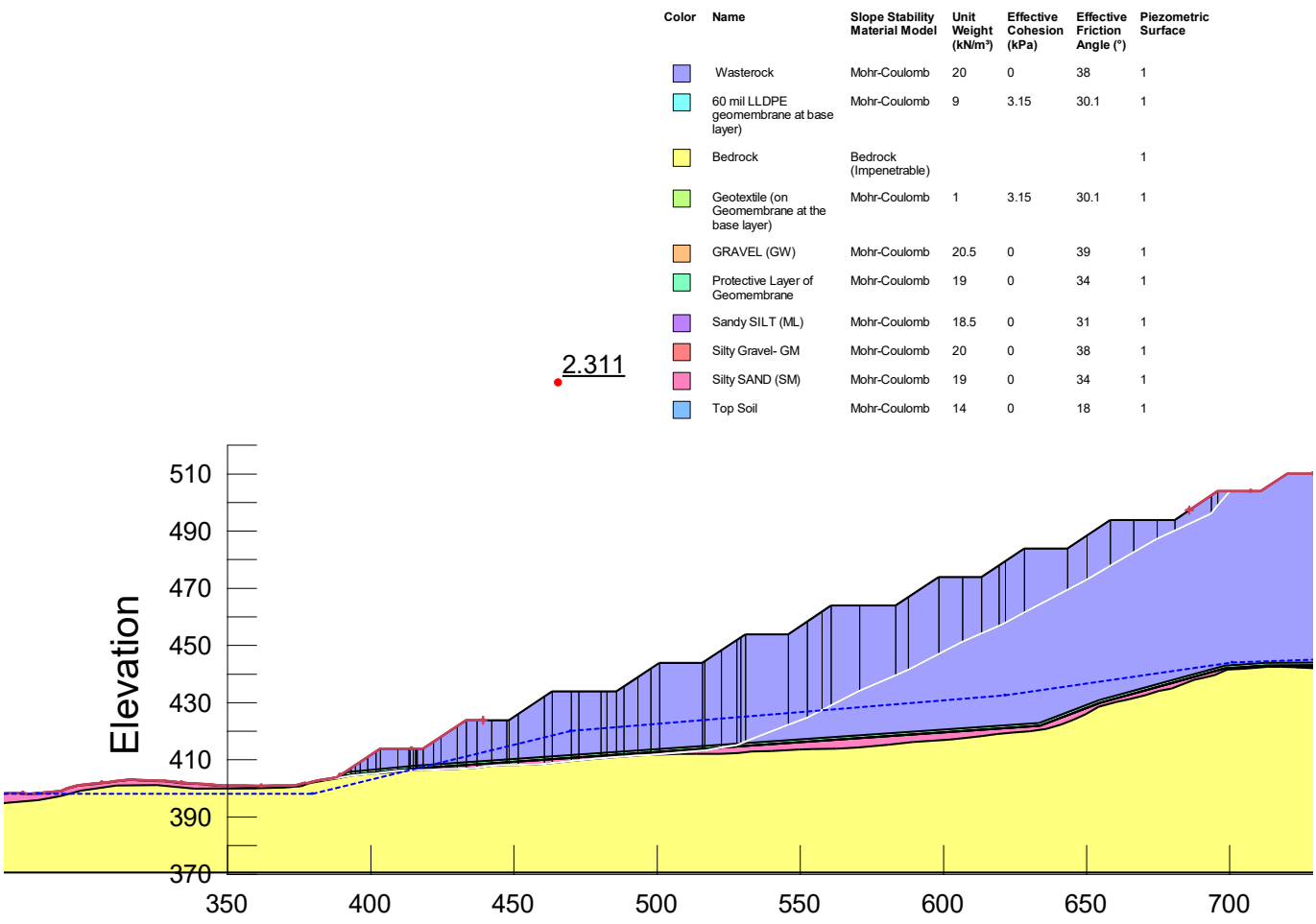


Figure A-2: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

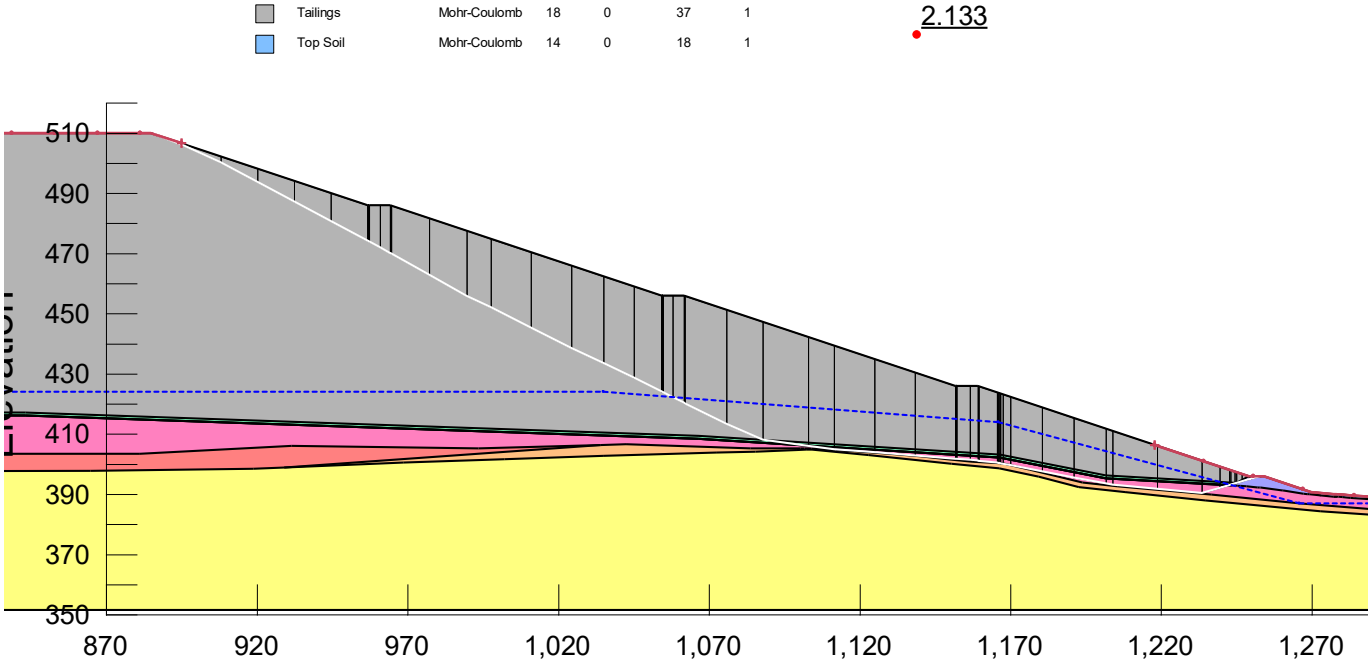


Figure A-3: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion R (kPa)	Phi R (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)						1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	0	0	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	0	0	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	0	0	1

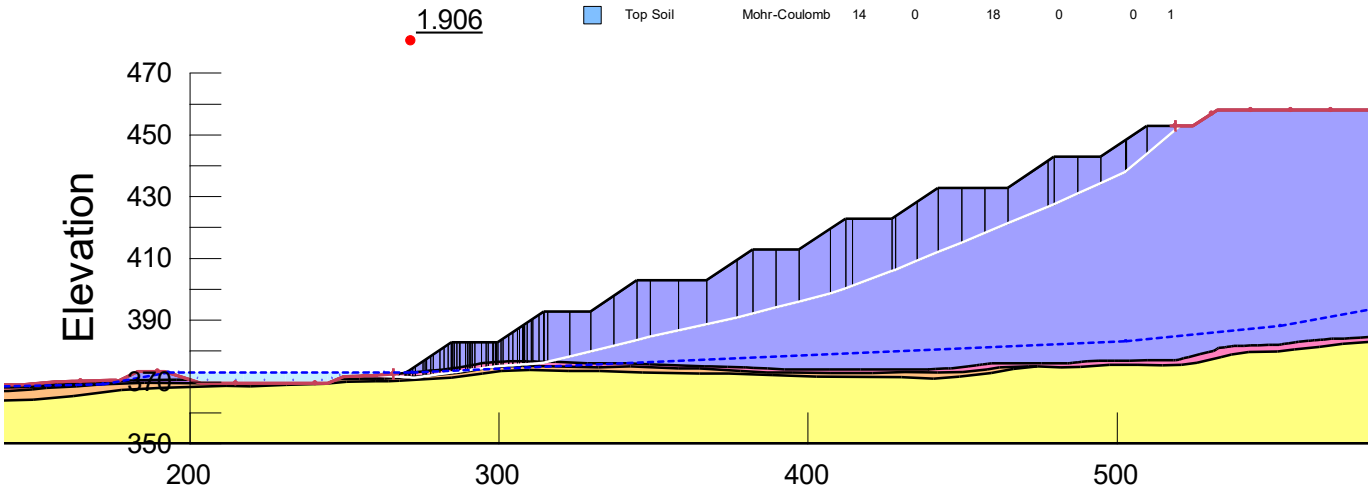


Figure A-4: Stability Results for Static (Pseudostatic) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase

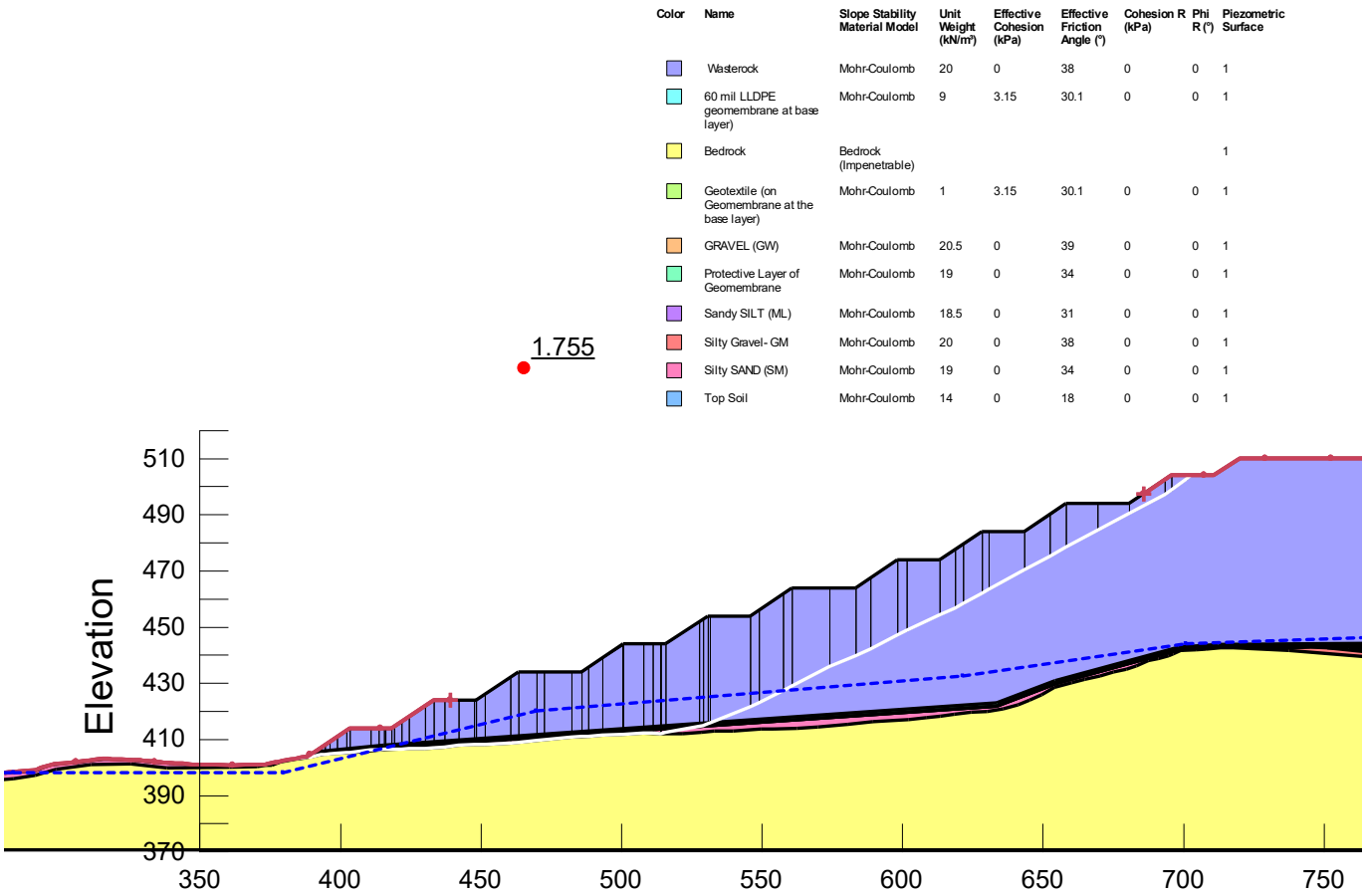


Figure A-5: Stability Results for Static (Pseudostatic) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion R (kPa)	Phi R (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	0	0	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)						1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	0	0	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	0	0	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	0	0	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	0	0	1

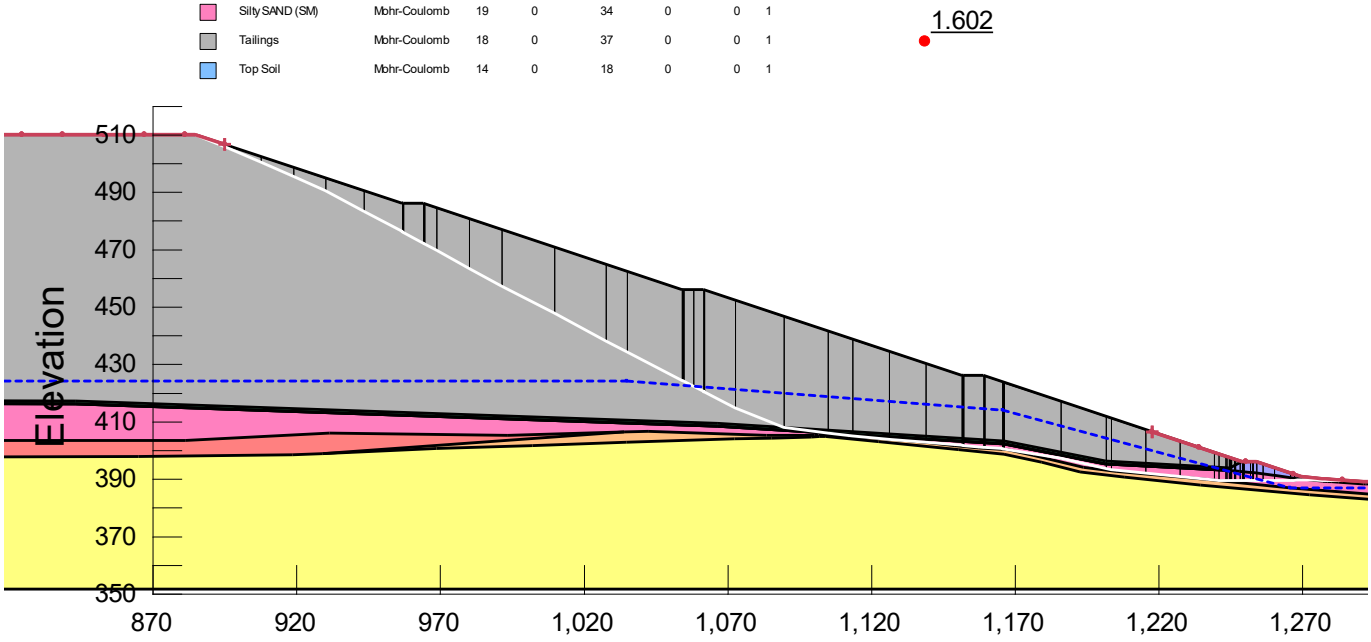


Figure A-6: Stability Results for Static (Pseudostatic) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase

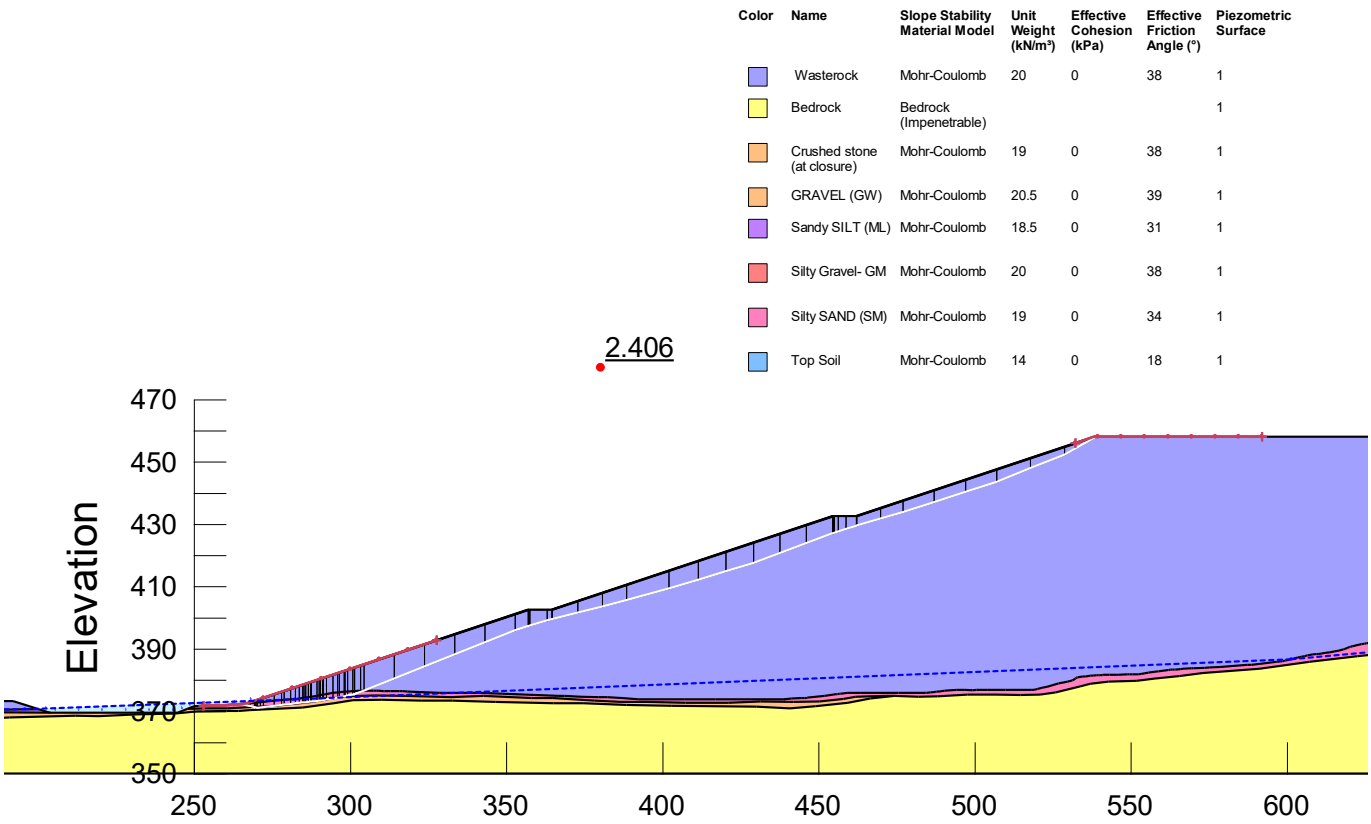


Figure A-7: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Closure

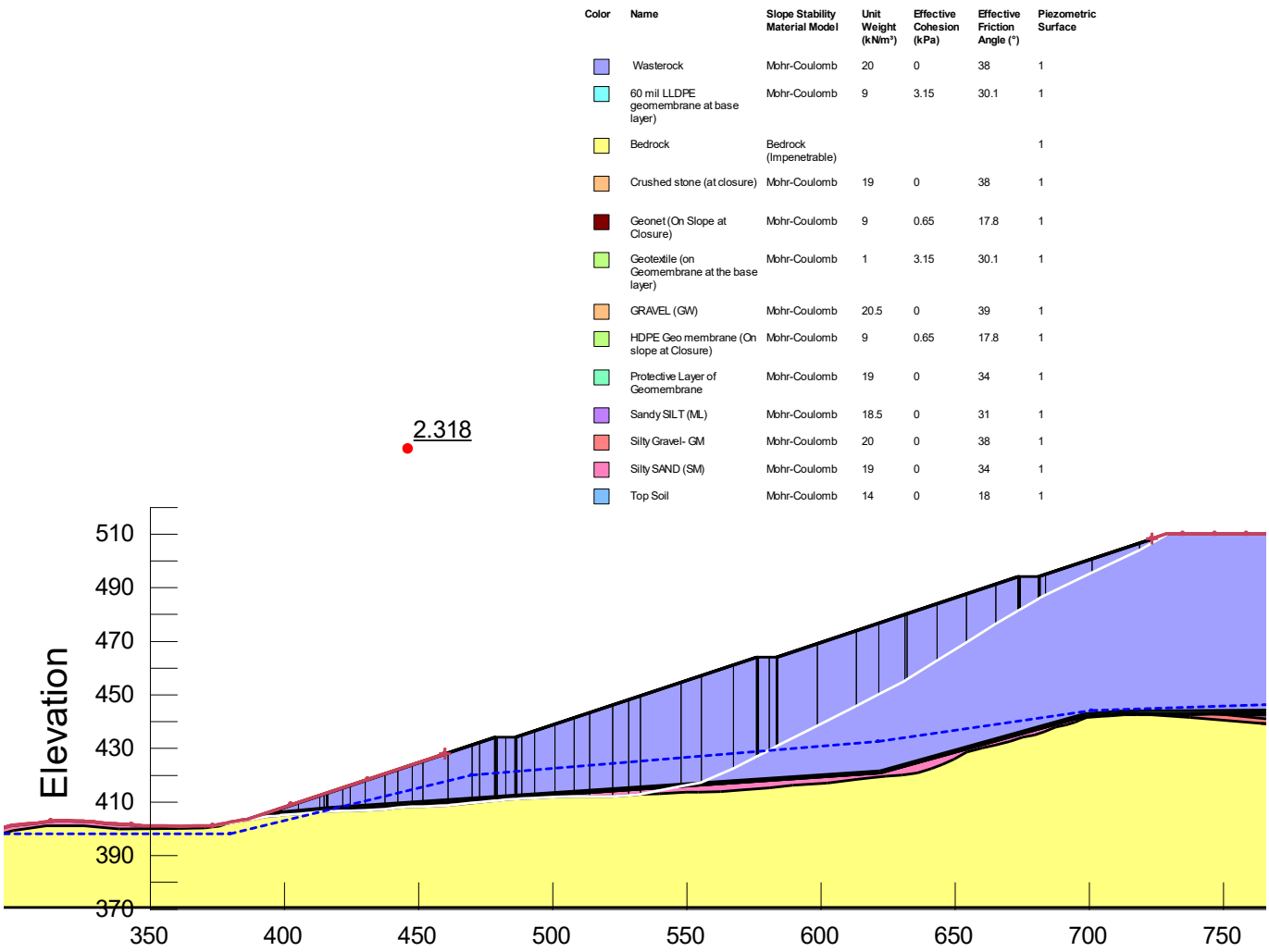


Figure A-8: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

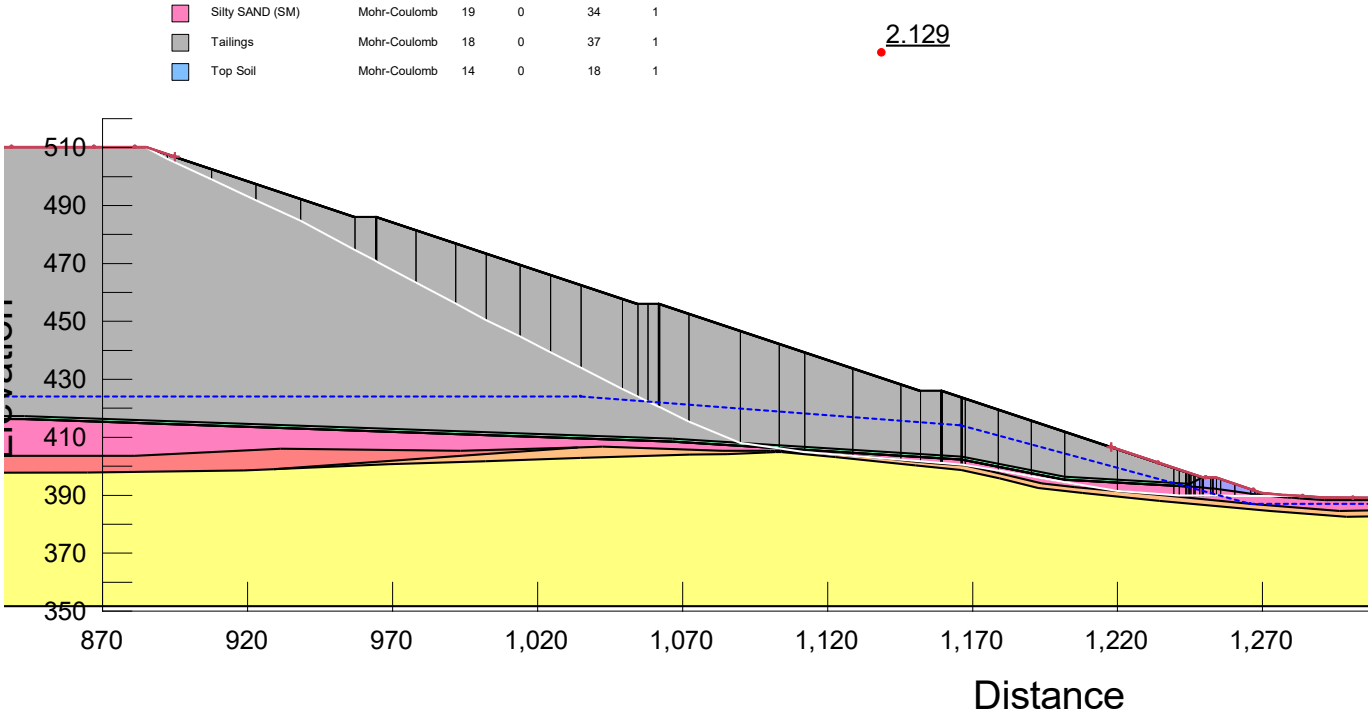


Figure A-9: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure

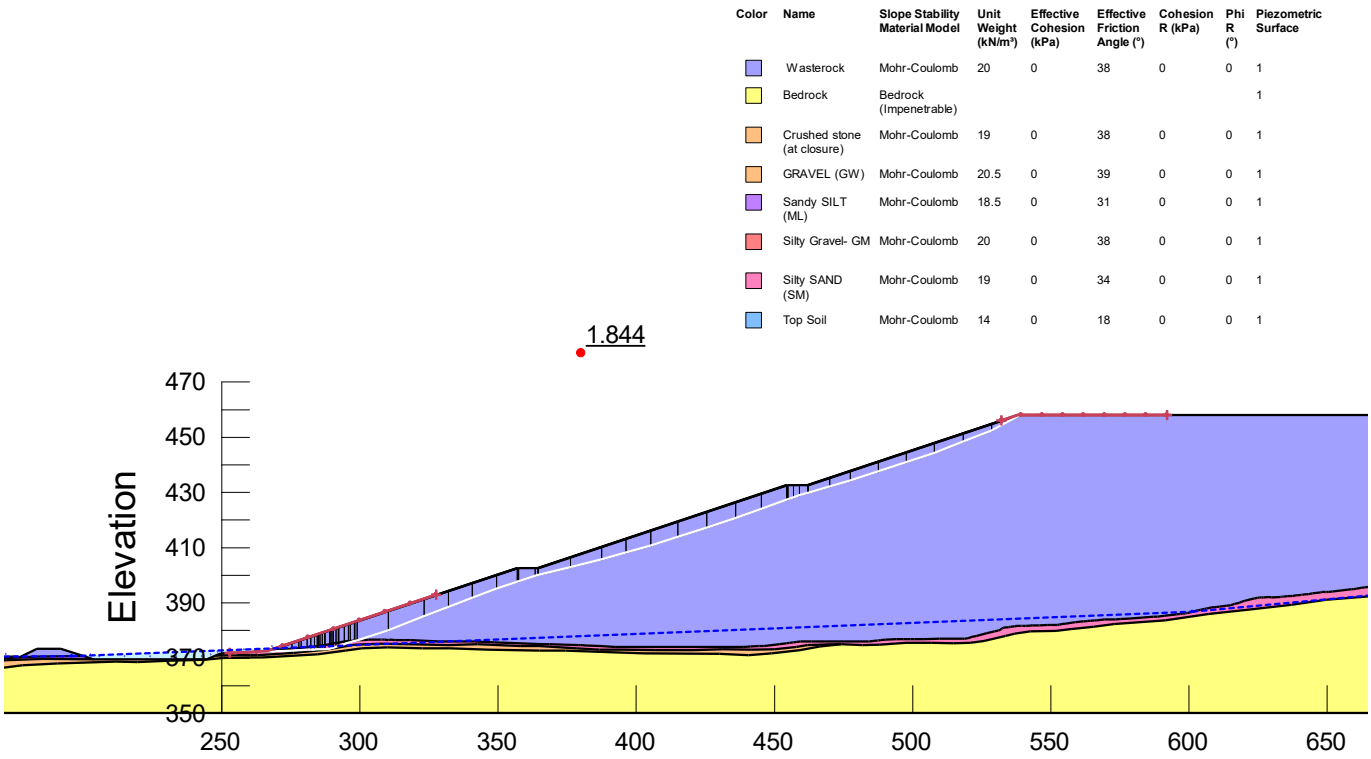


Figure A-10: Stability Results for Psudostatic Analysis at Stockpile 001 for NAG at Closure

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion R (kPa)	Phi R (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	0	0	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)						1
	Crushed stone (at closure)	Mohr-Coulomb	19	0	38	0	0	1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	0	0	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	0	0	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	0	0	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	0	0	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	0	0	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	0	0	1

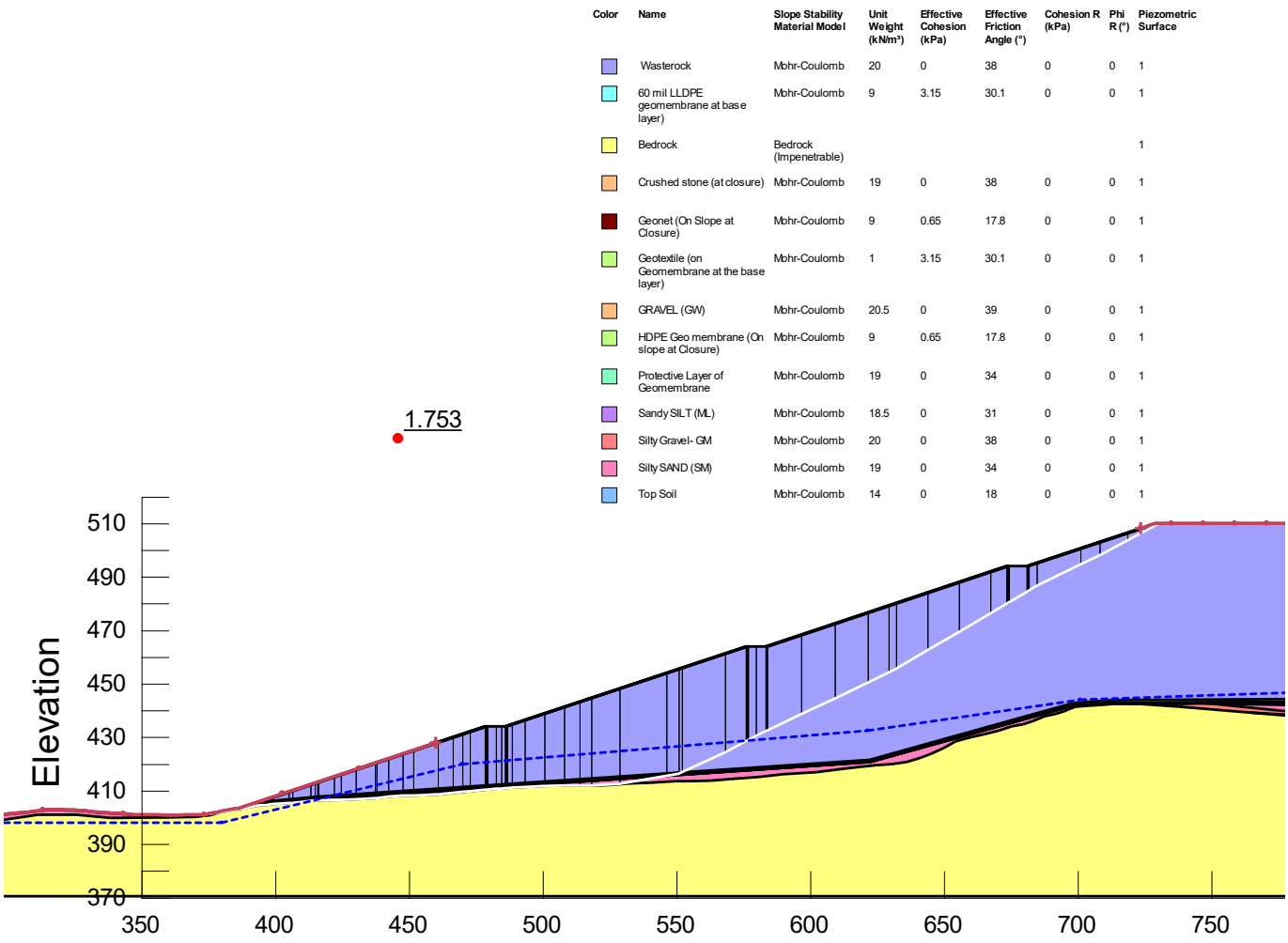


Figure A-11: Stability Results for Psudostatic Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion R (kPa)	Phi R (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	0	0	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)						1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	0	0	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	0	0	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	0	0	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	0	0	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	0	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	0	0	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	0	0	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	0	0	1

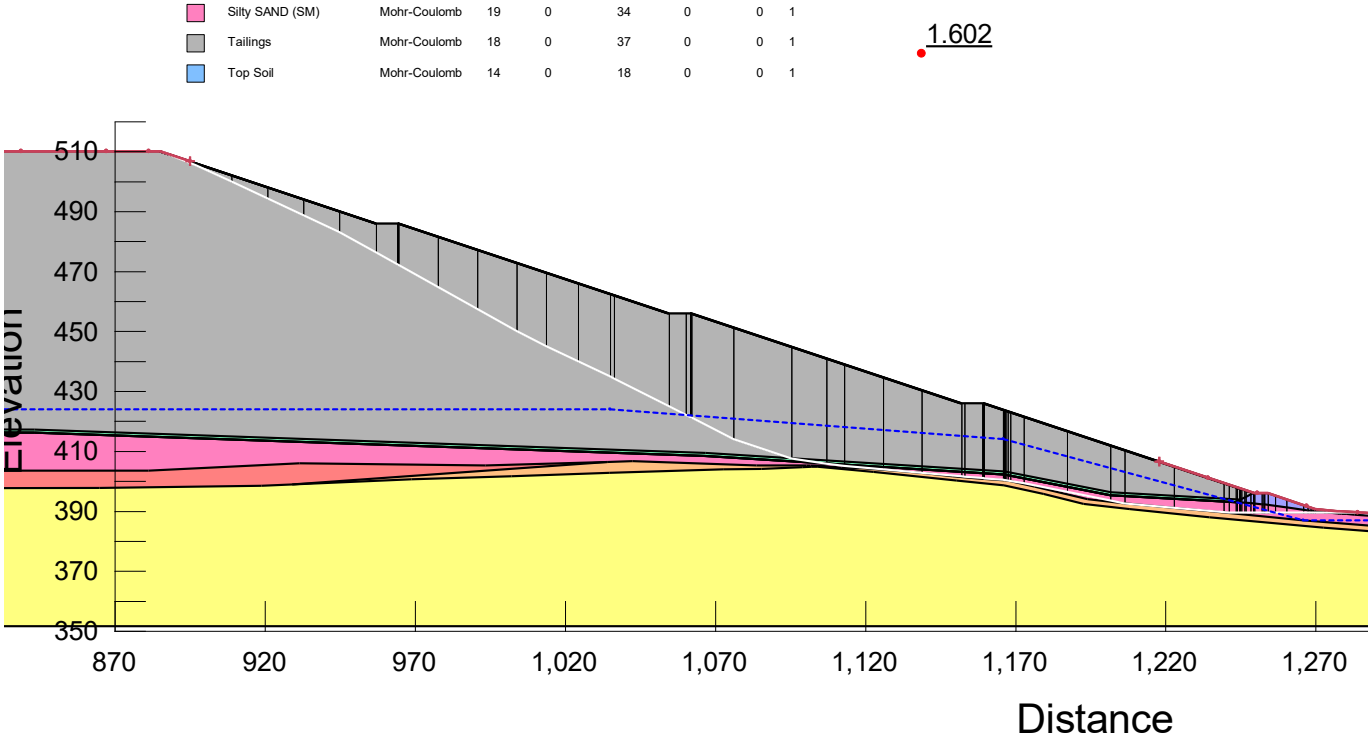


Figure A-12: Stability Results for Psudostatic Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure

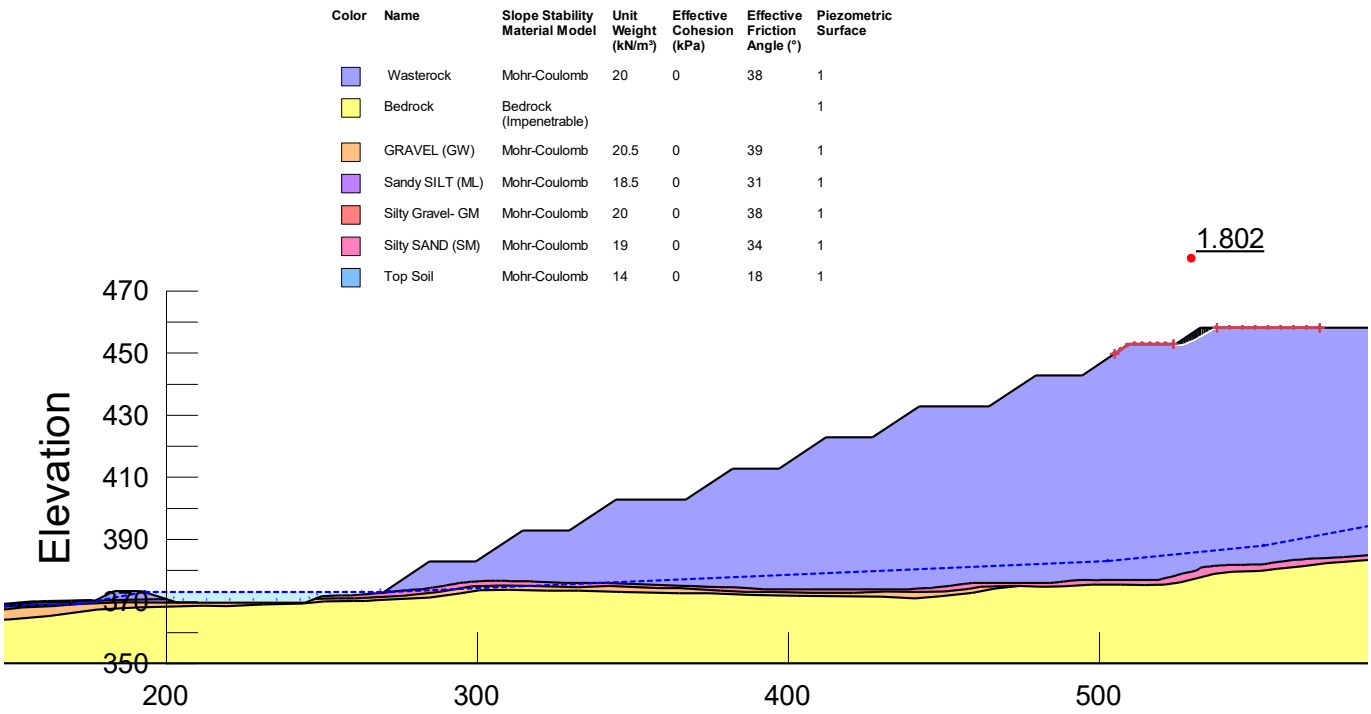


Figure A-13: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 1)

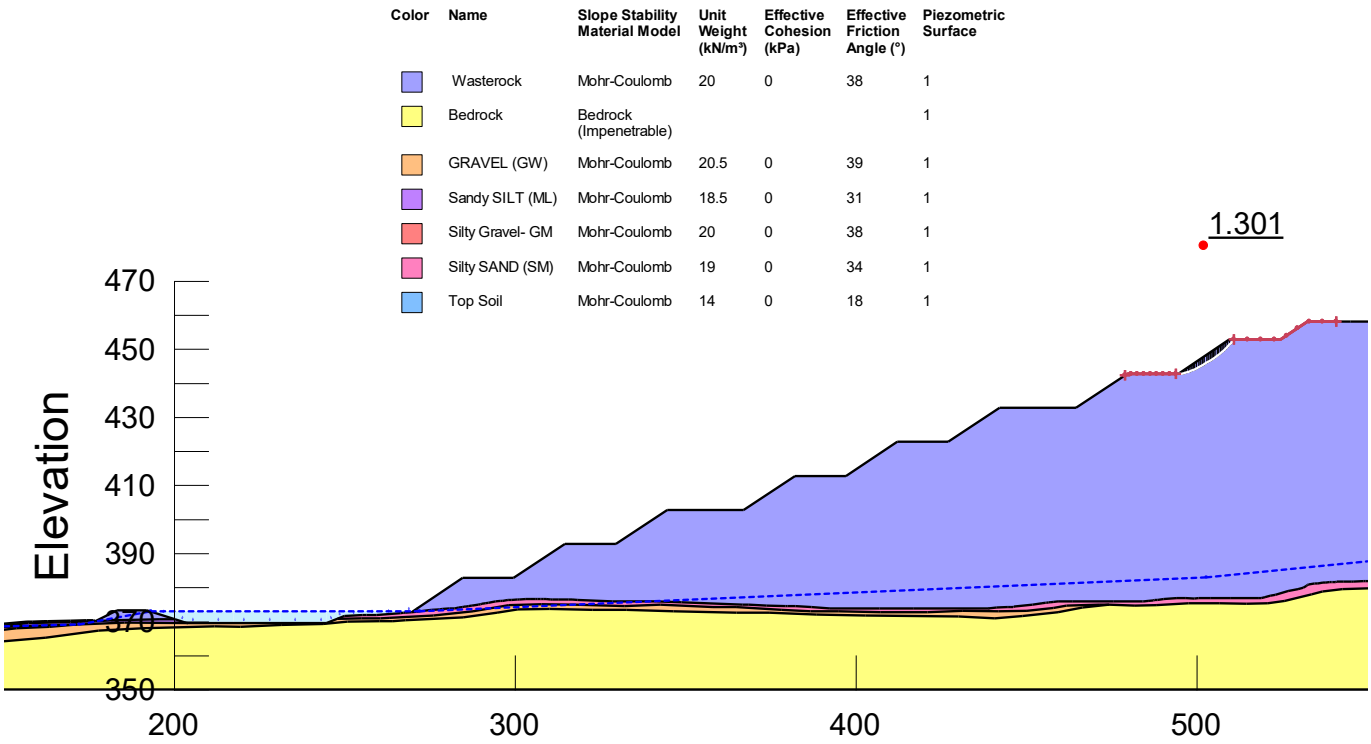


Figure A-14: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 2)

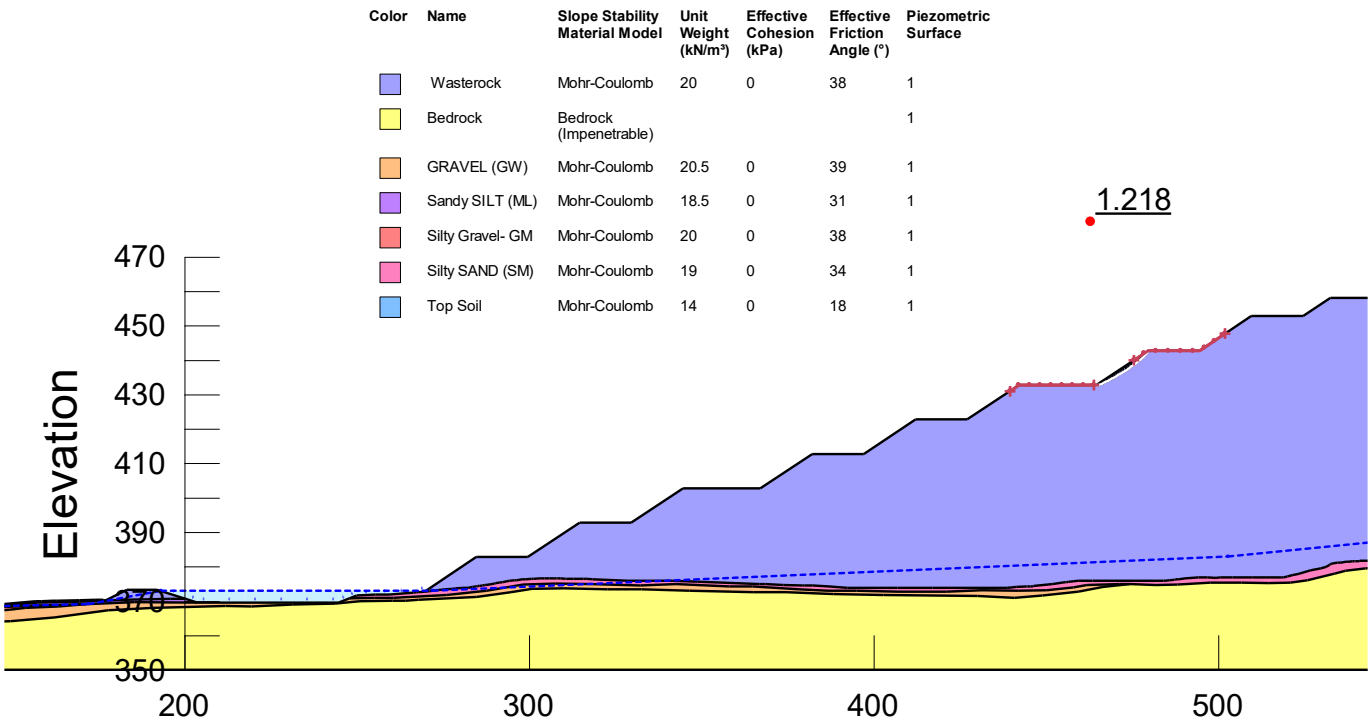


Figure A-15: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 3)

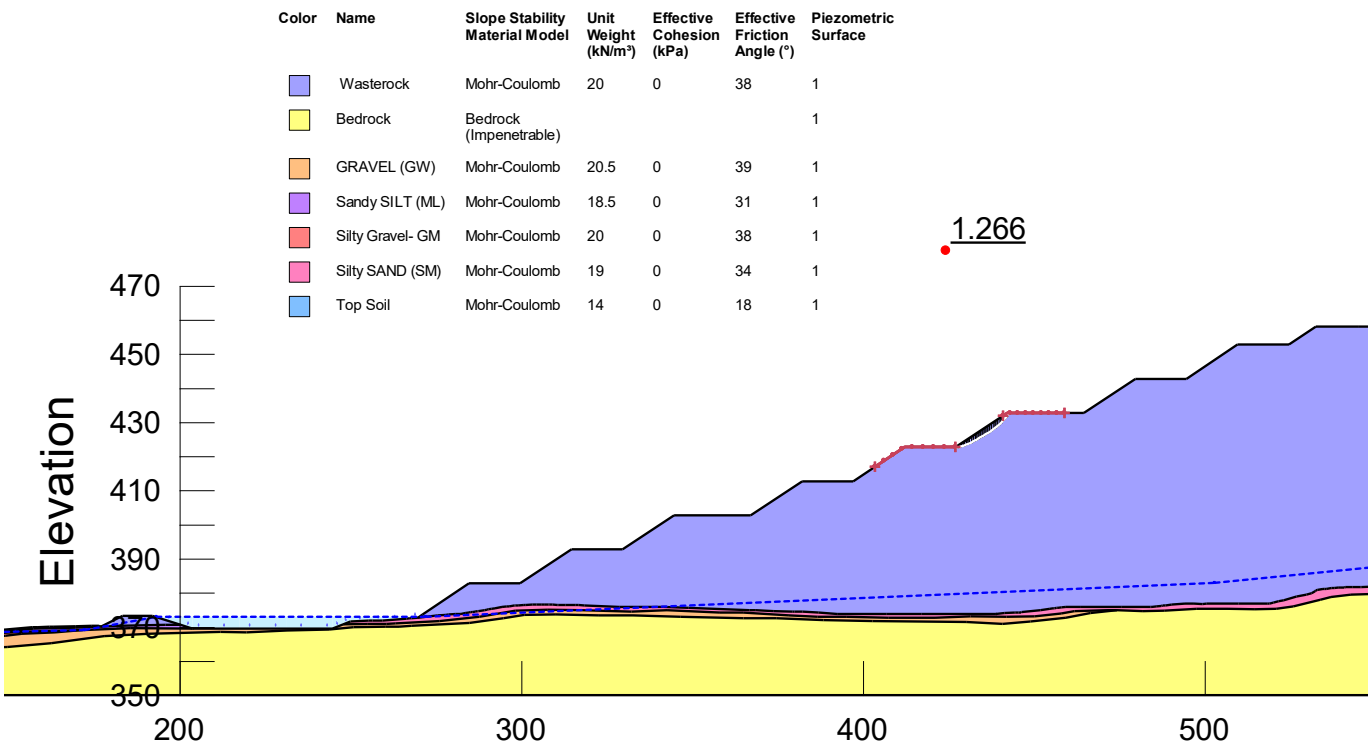


Figure A-16: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 4)

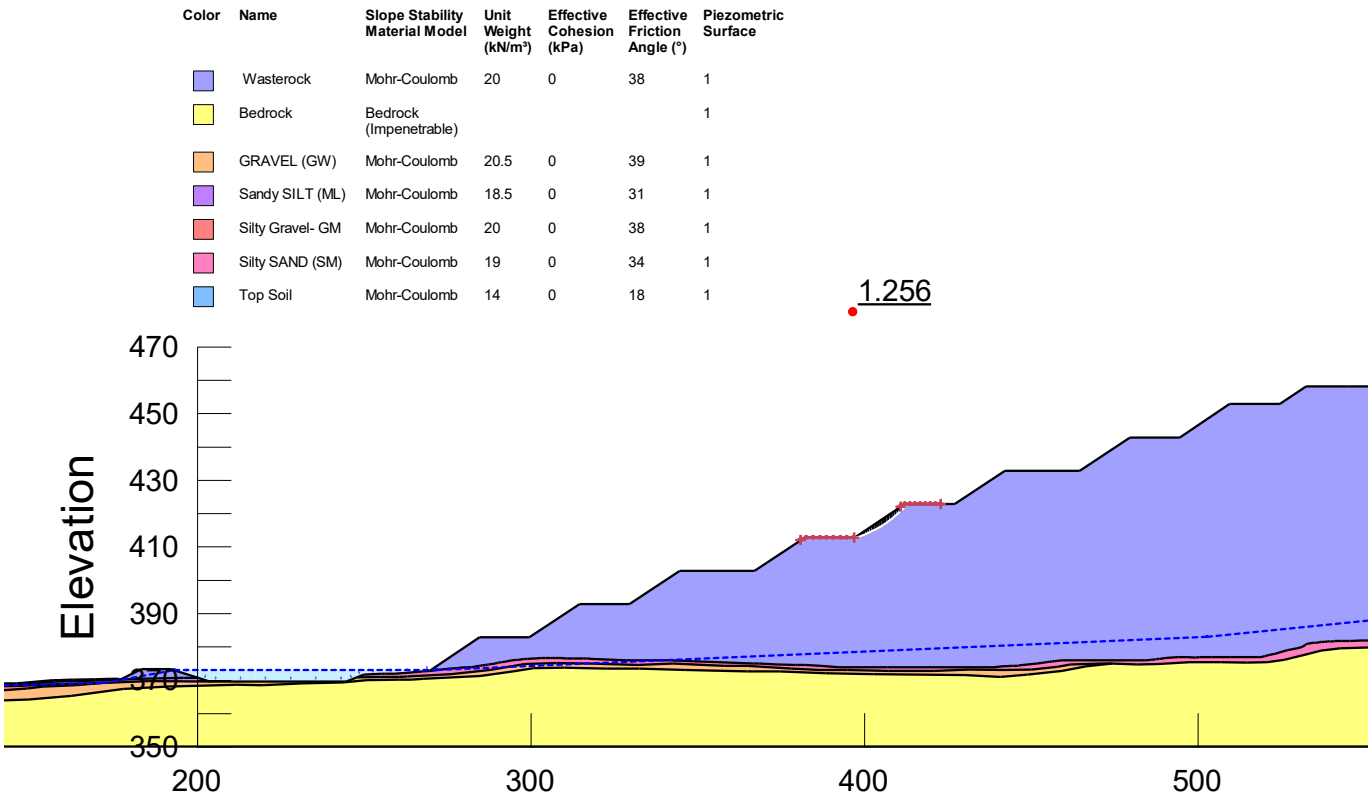


Figure A-17: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 5)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

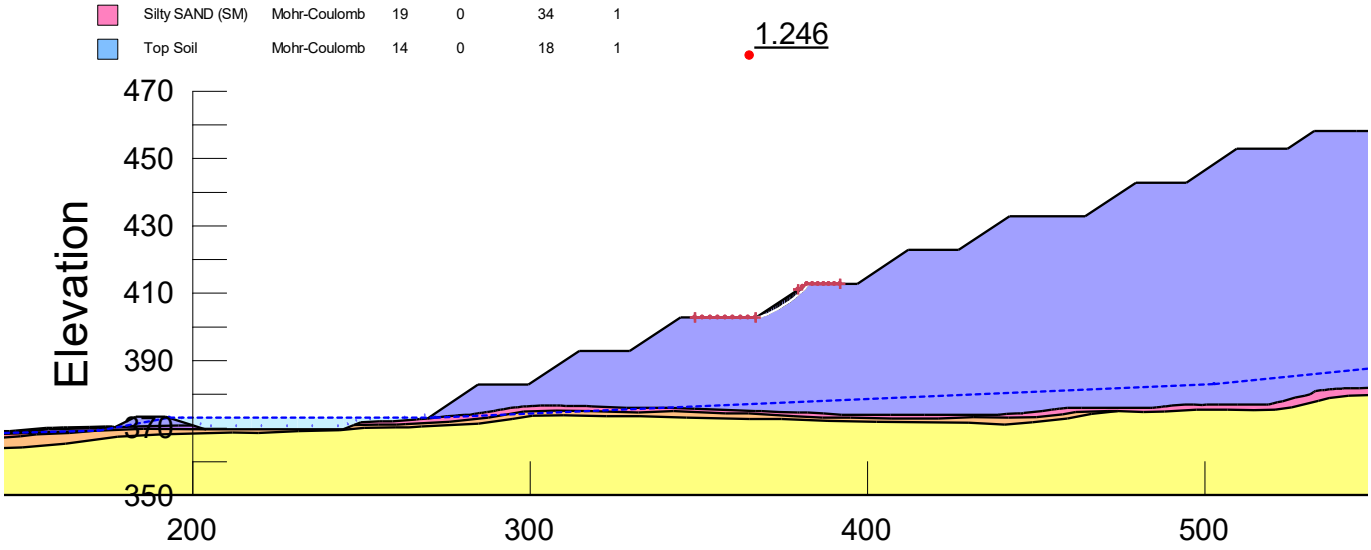


Figure A-18: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 6)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

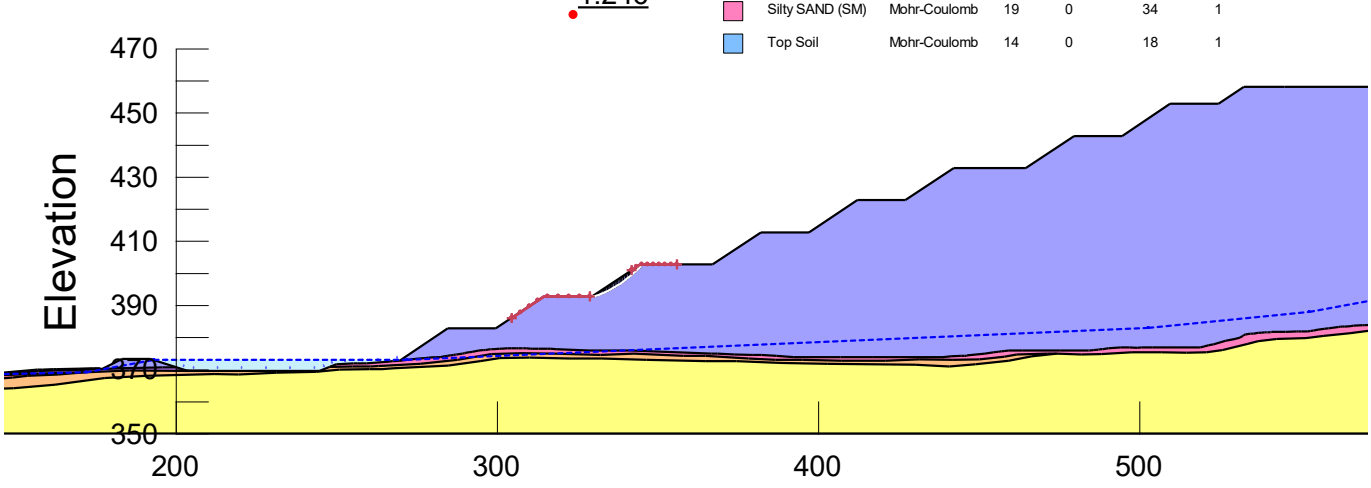


Figure A-19: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 7)

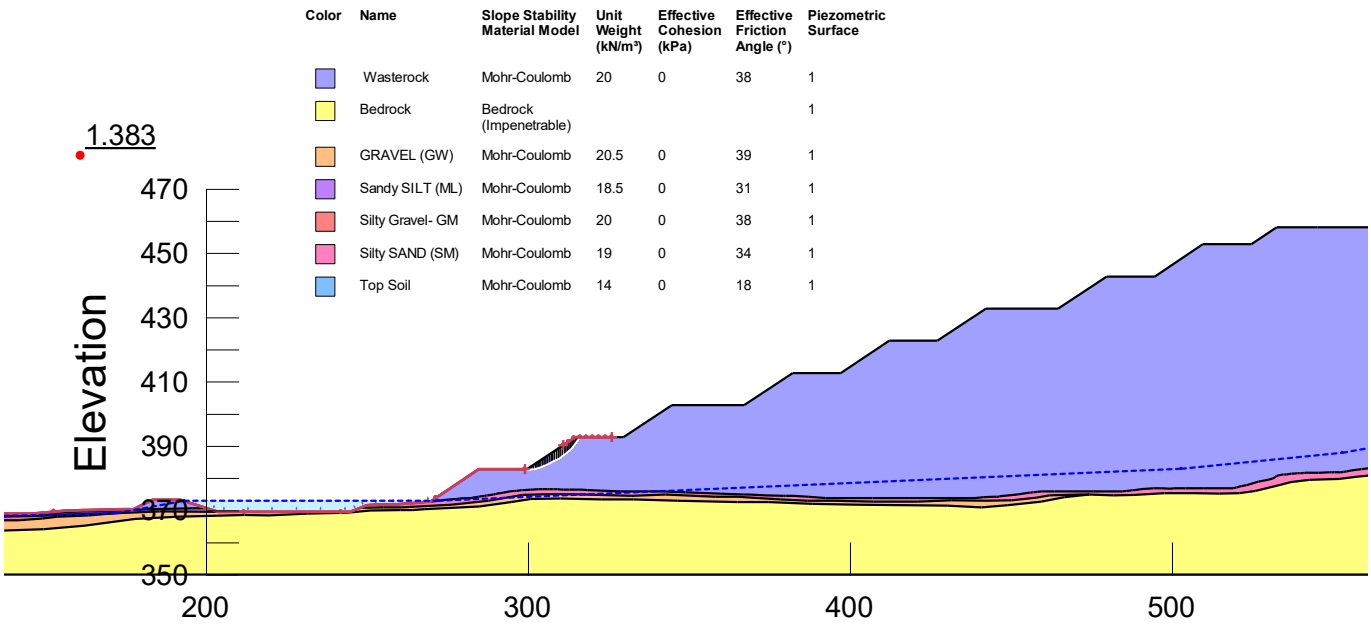


Figure A-20: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 8)

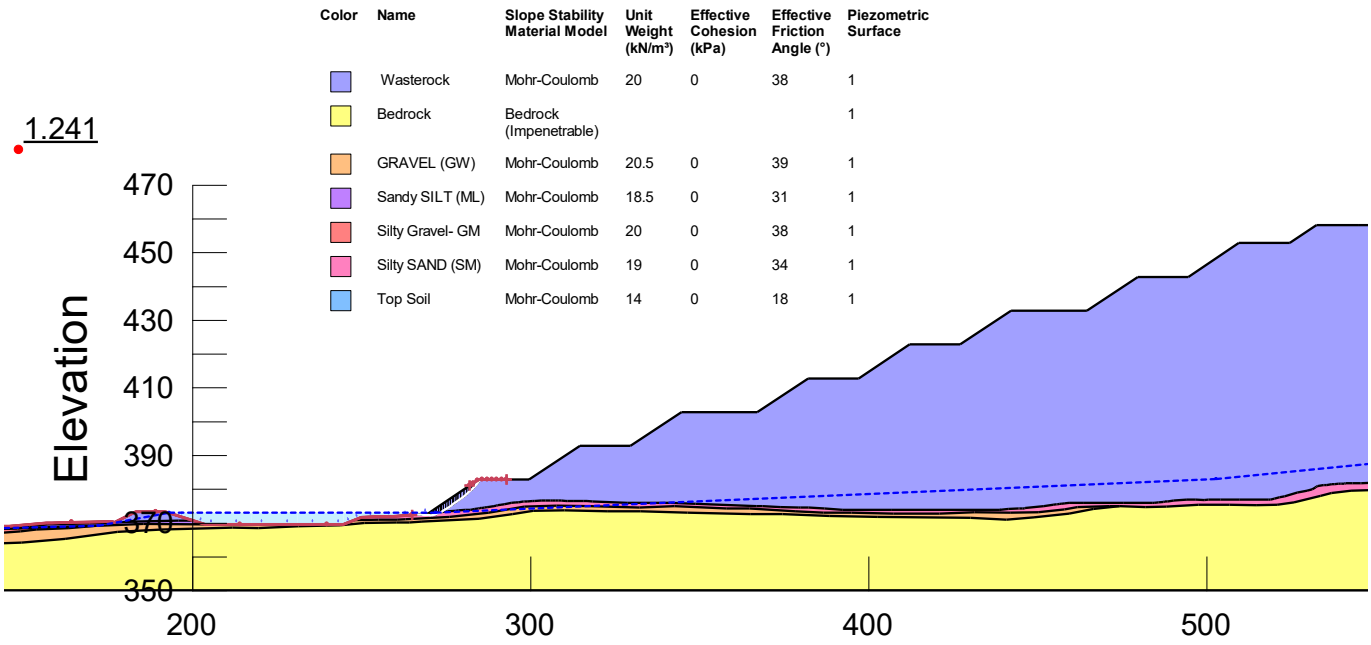


Figure A-21: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 9)

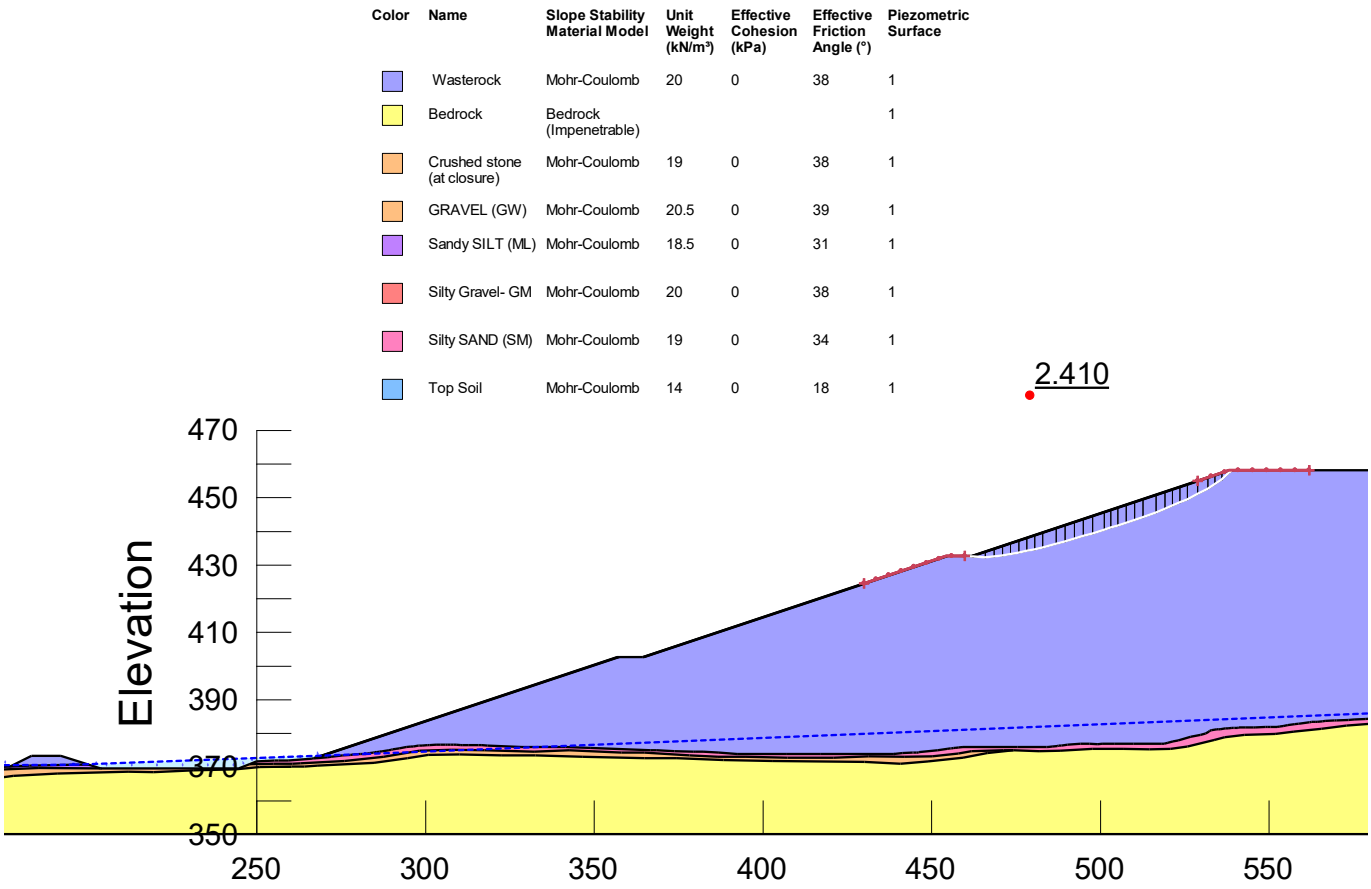


Figure A-22: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 1)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Crushed stone (at closure)	Mohr-Coulomb	19	0	38	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

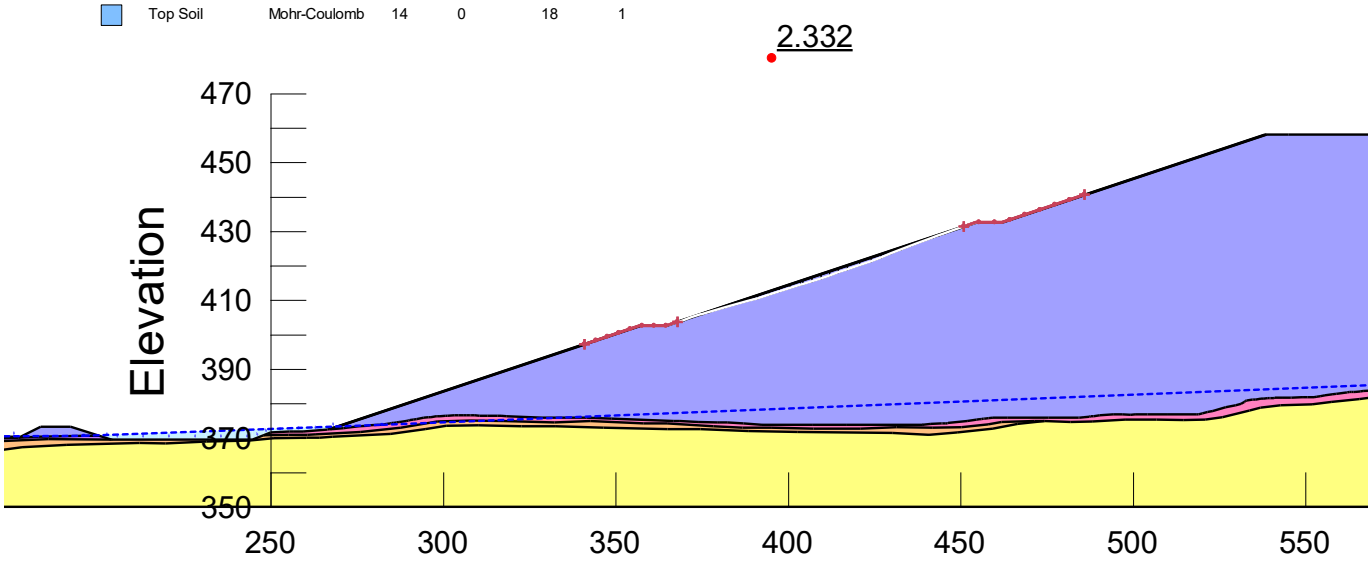


Figure A-23: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 2)

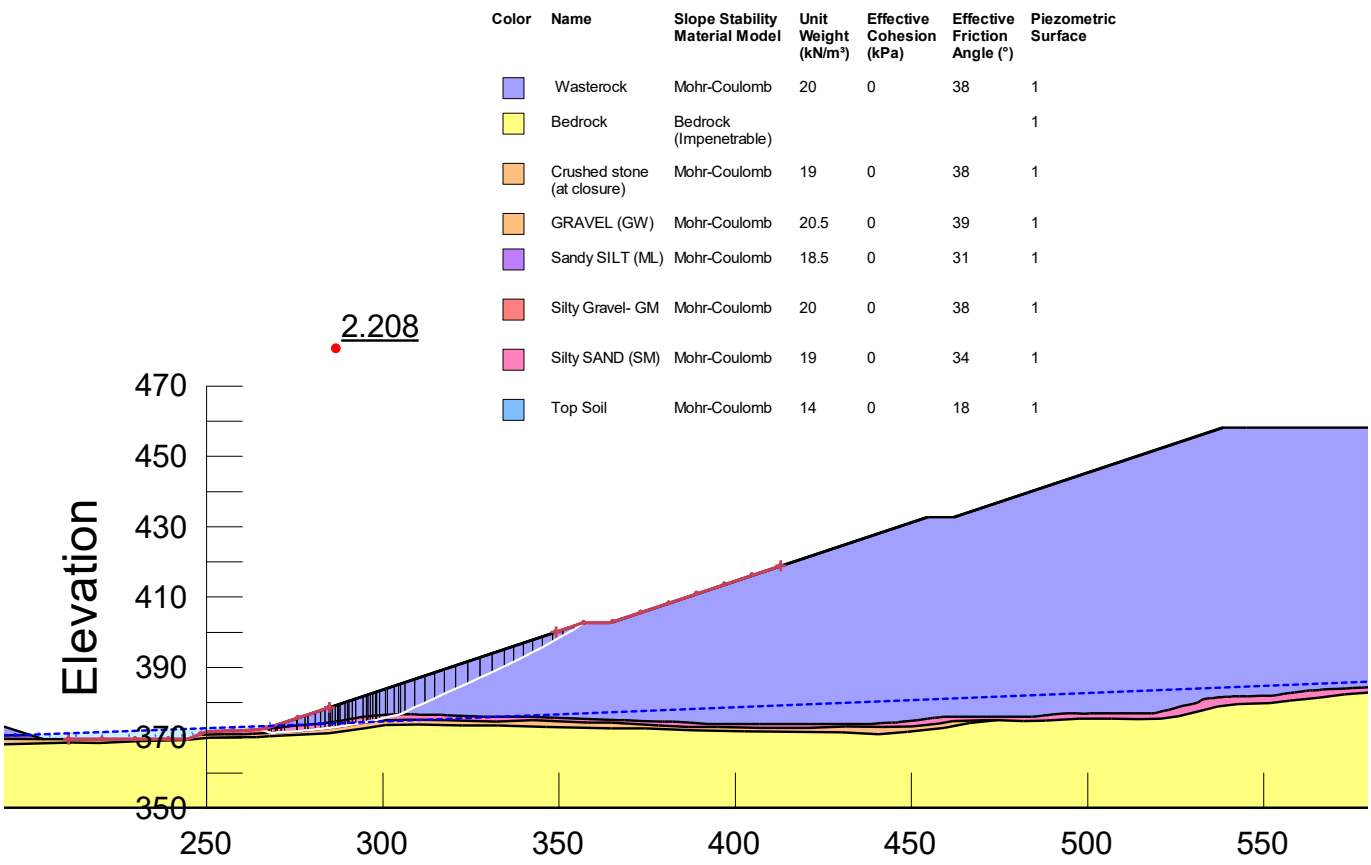


Figure A-24: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 001 for NAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 3)

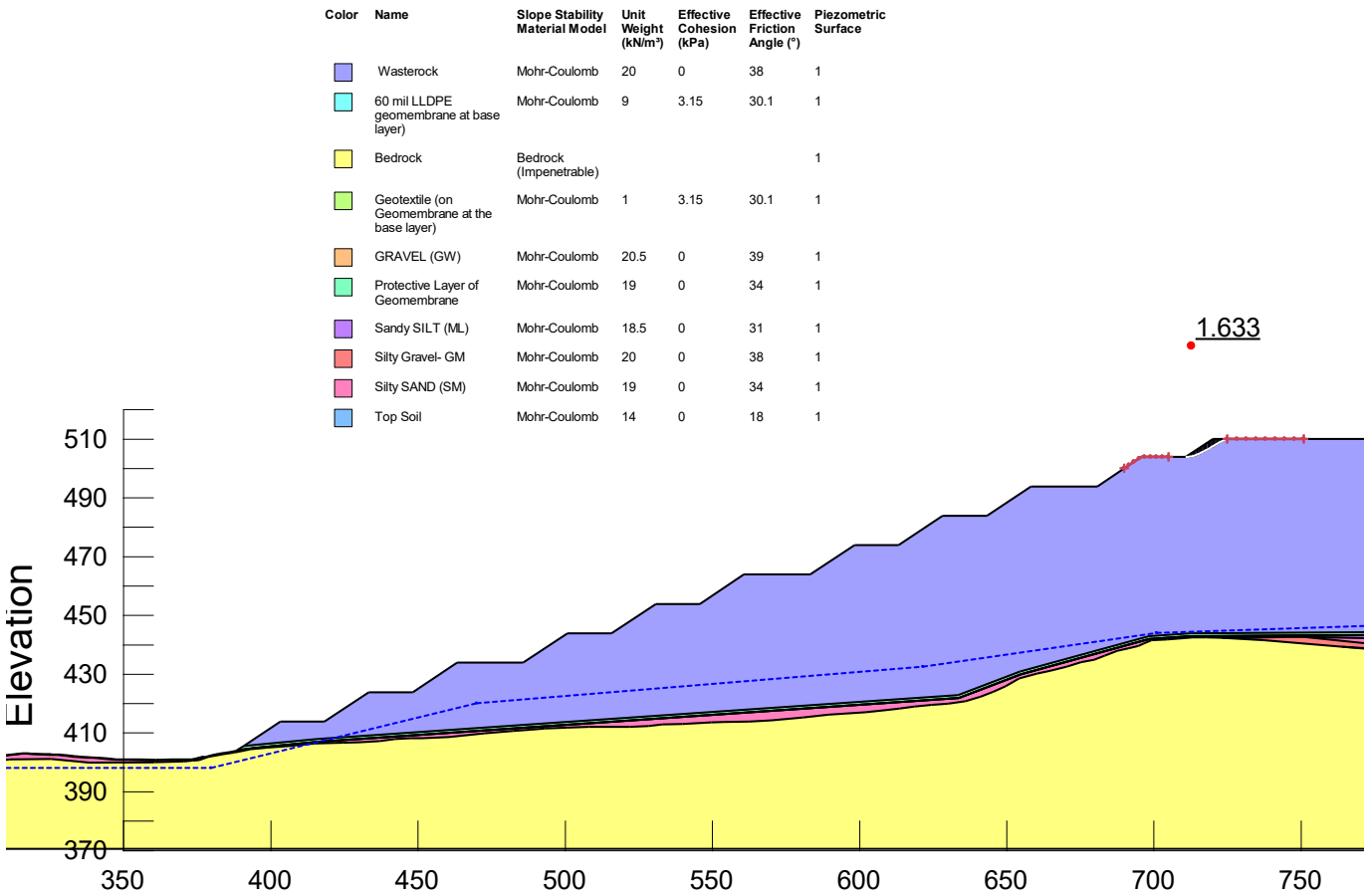


Figure A-25: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 1)

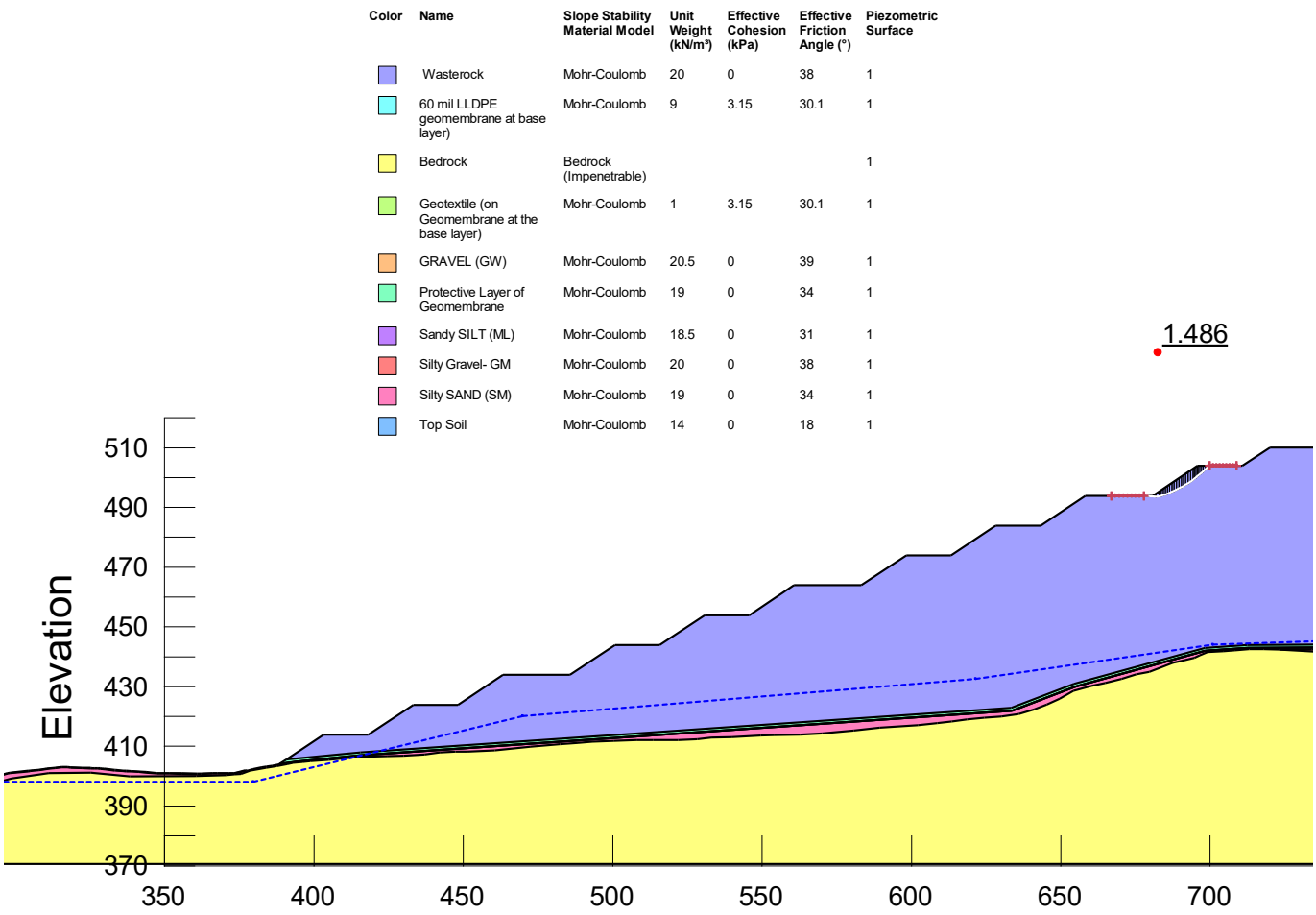


Figure A-26: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 2)

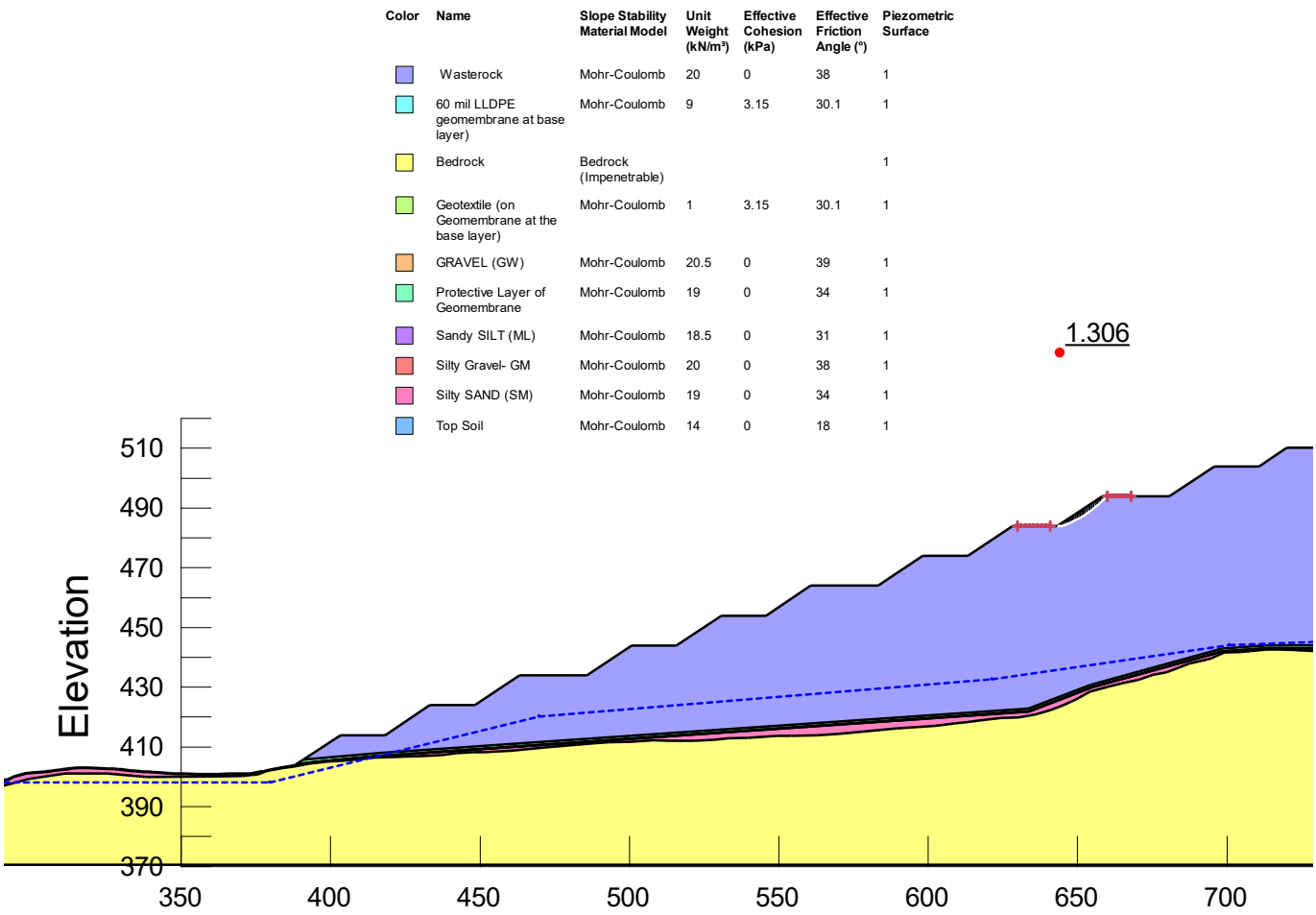


Figure A-27: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 3)

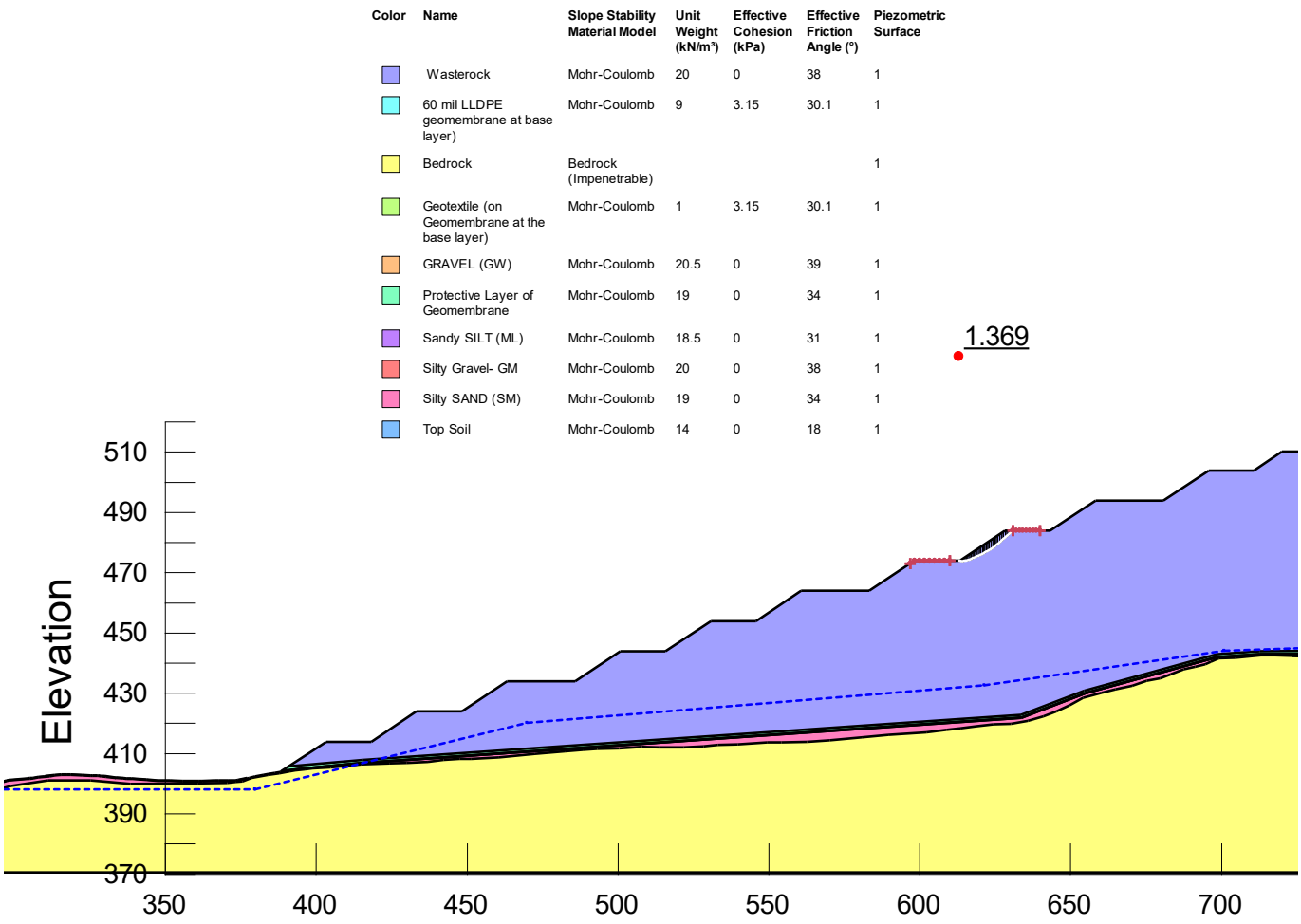


Figure A-28: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 4)

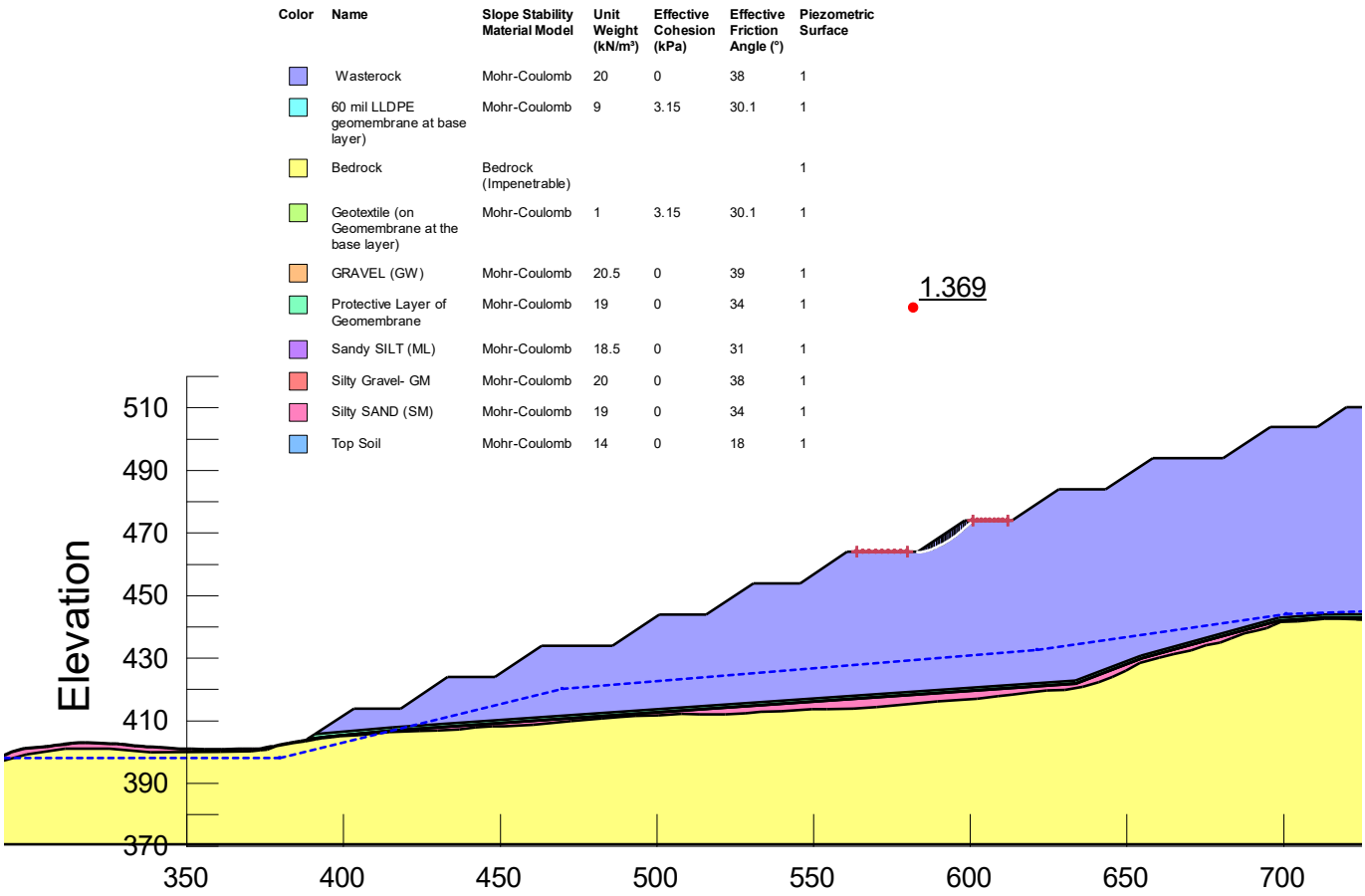


Figure A-29: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 5)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

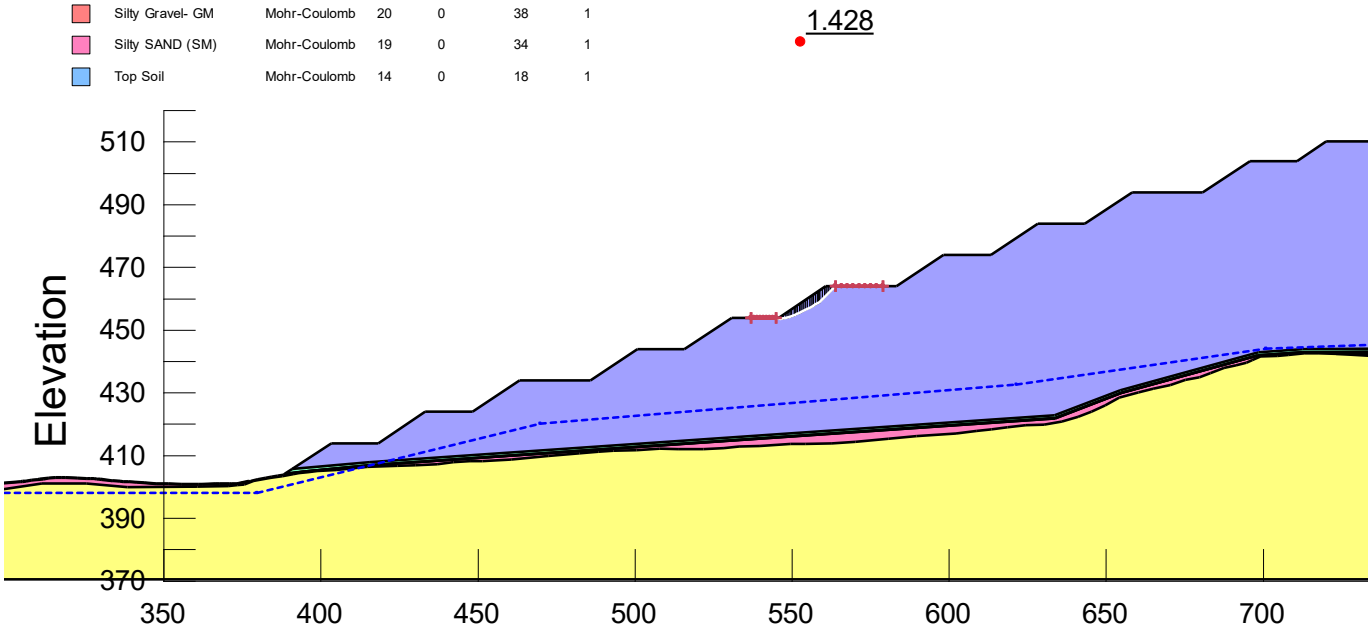


Figure A-30: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 6)

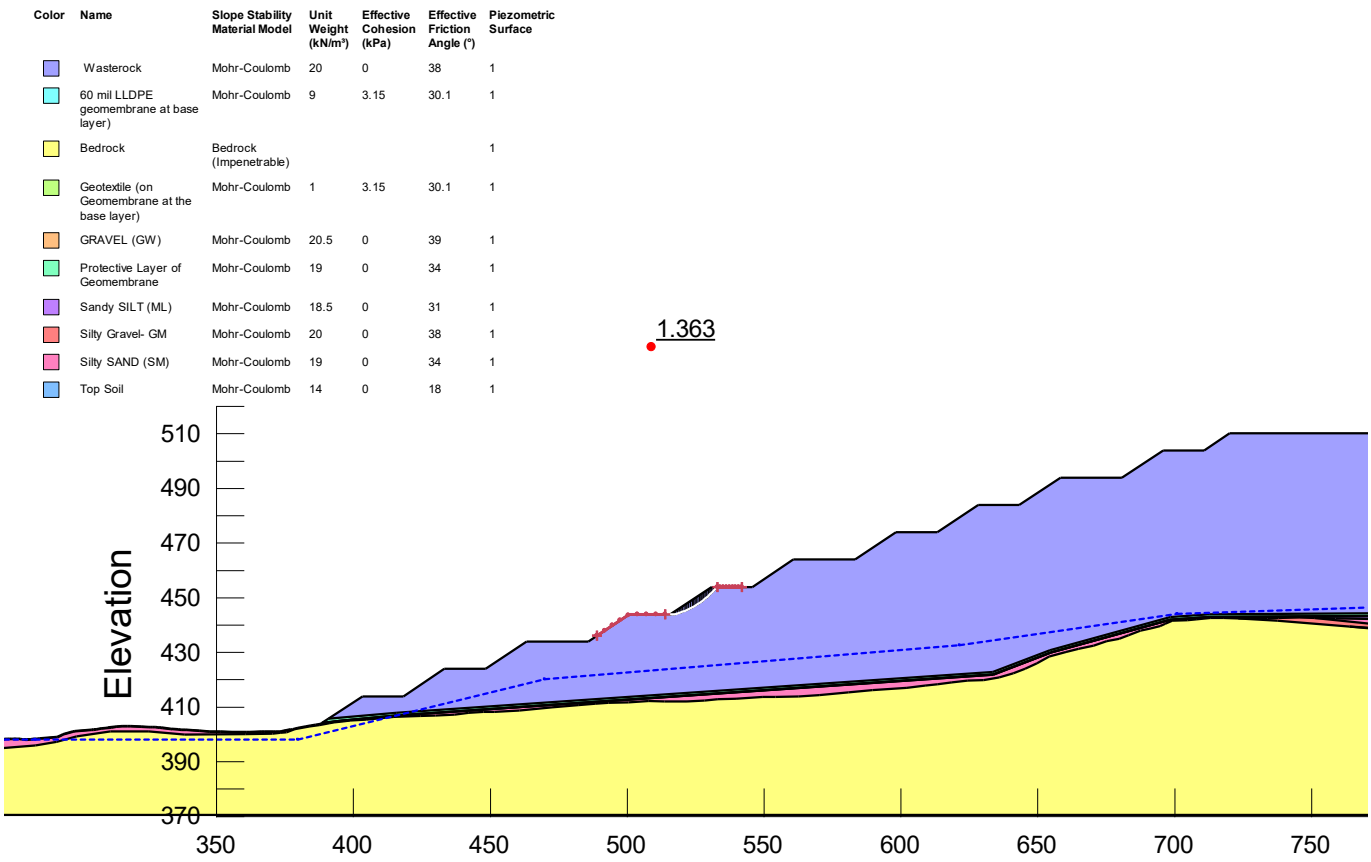


Figure A-31: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 7)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

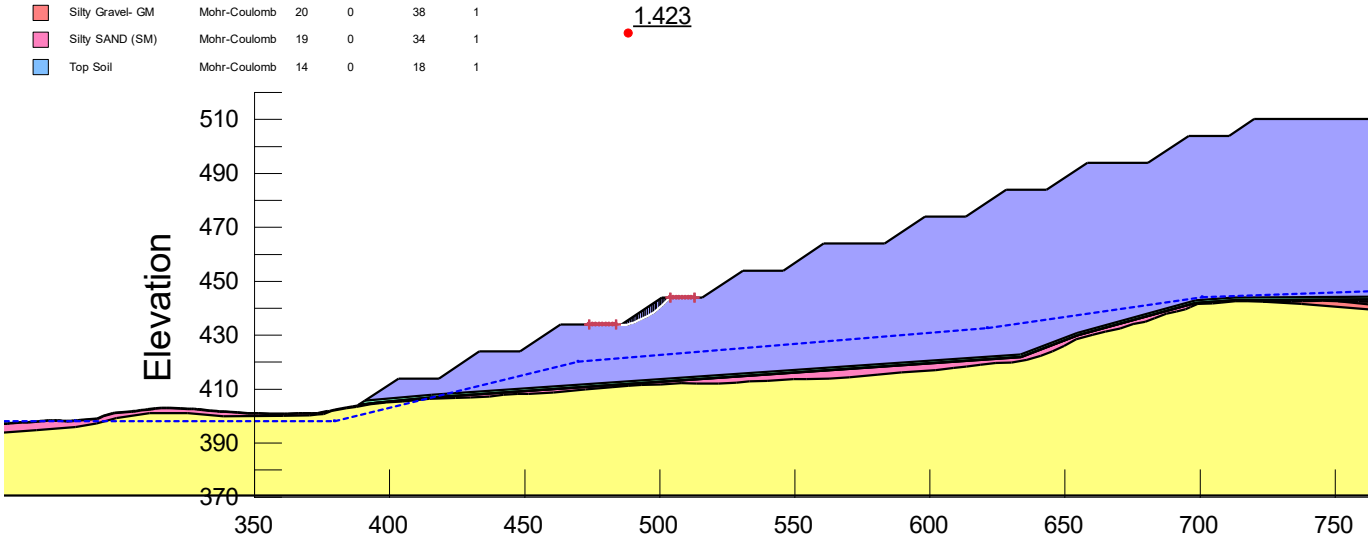


Figure A-32: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 8)

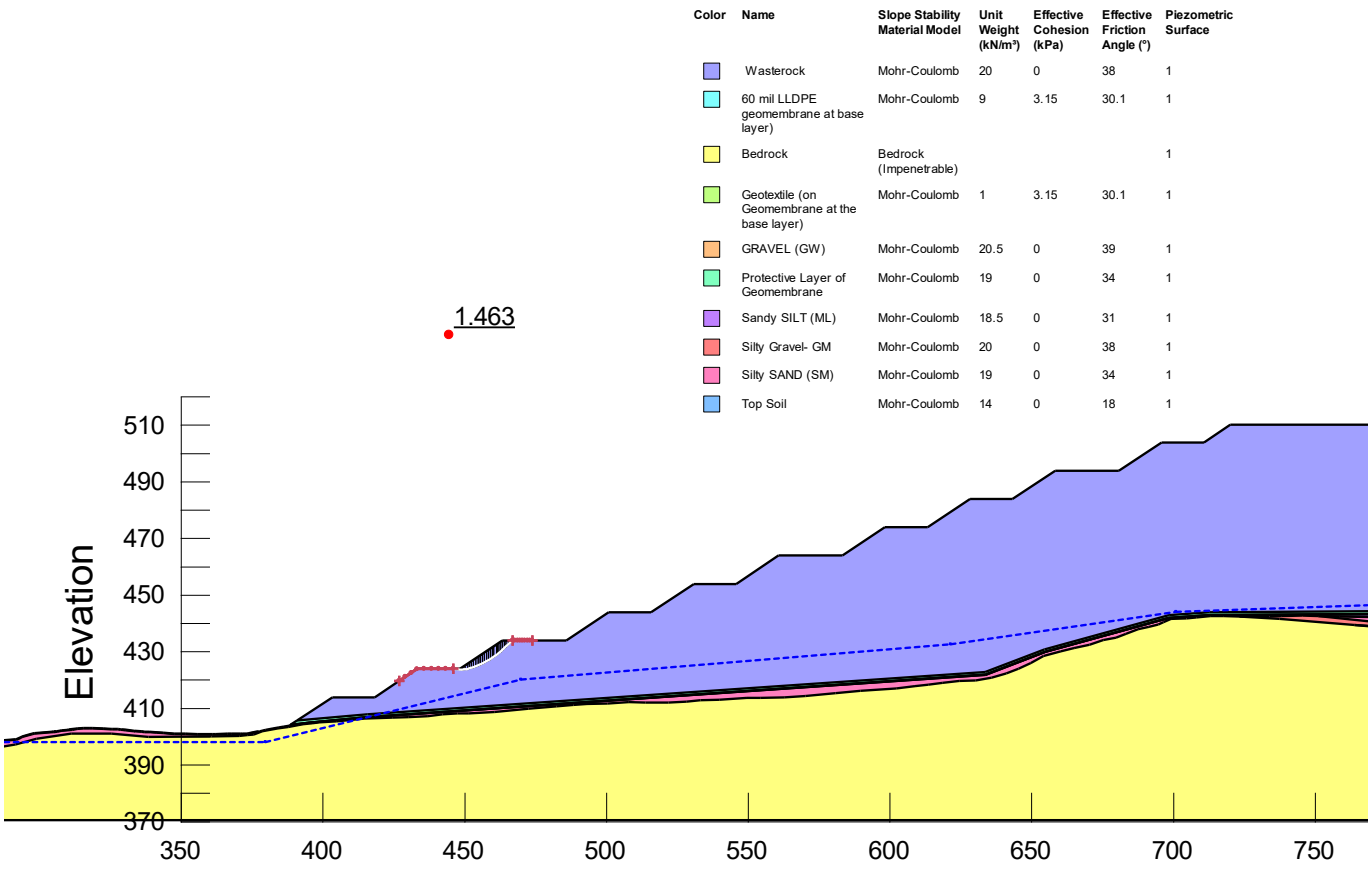


Figure A-33: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 9)

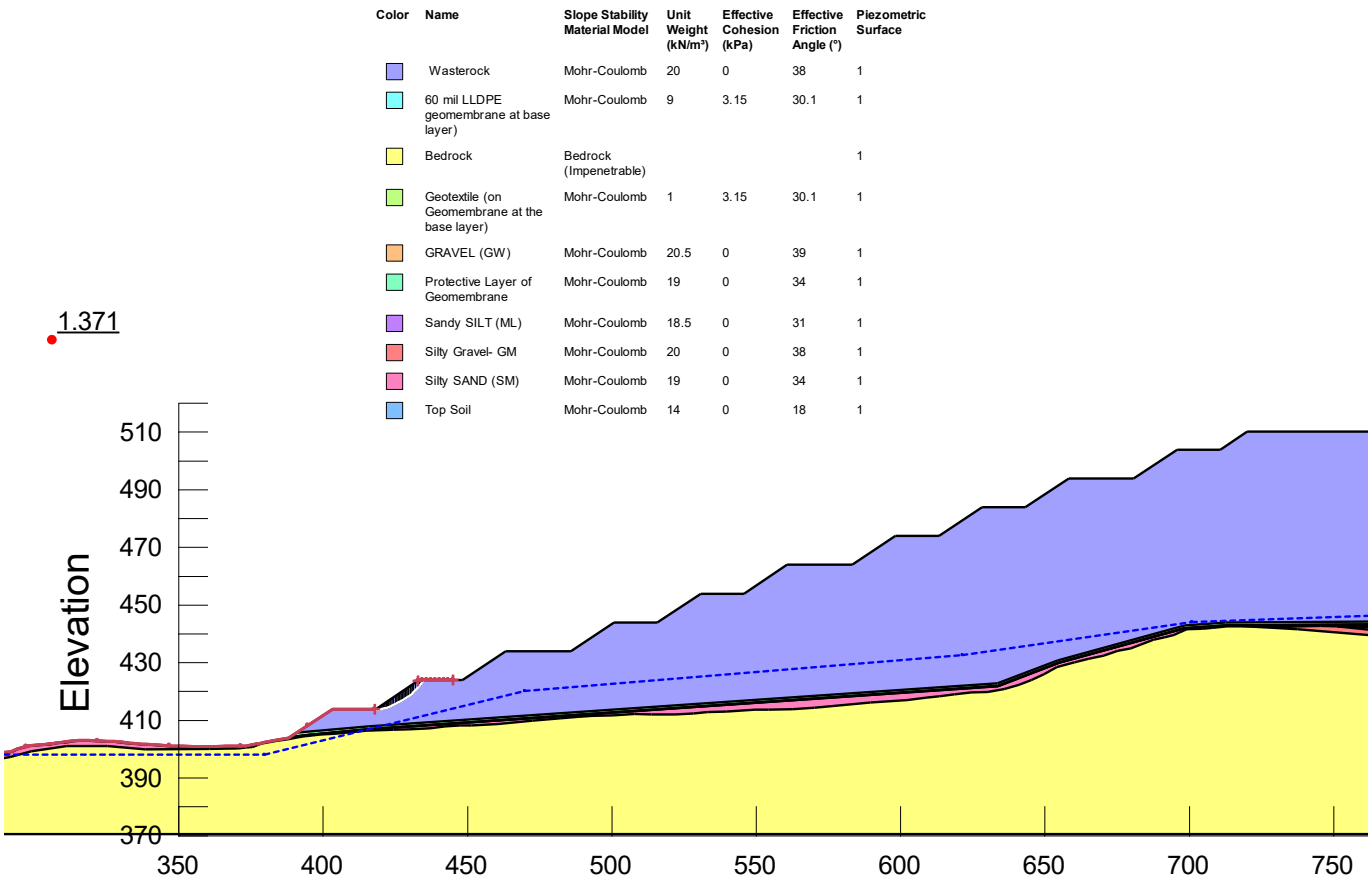


Figure A-34: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 10)

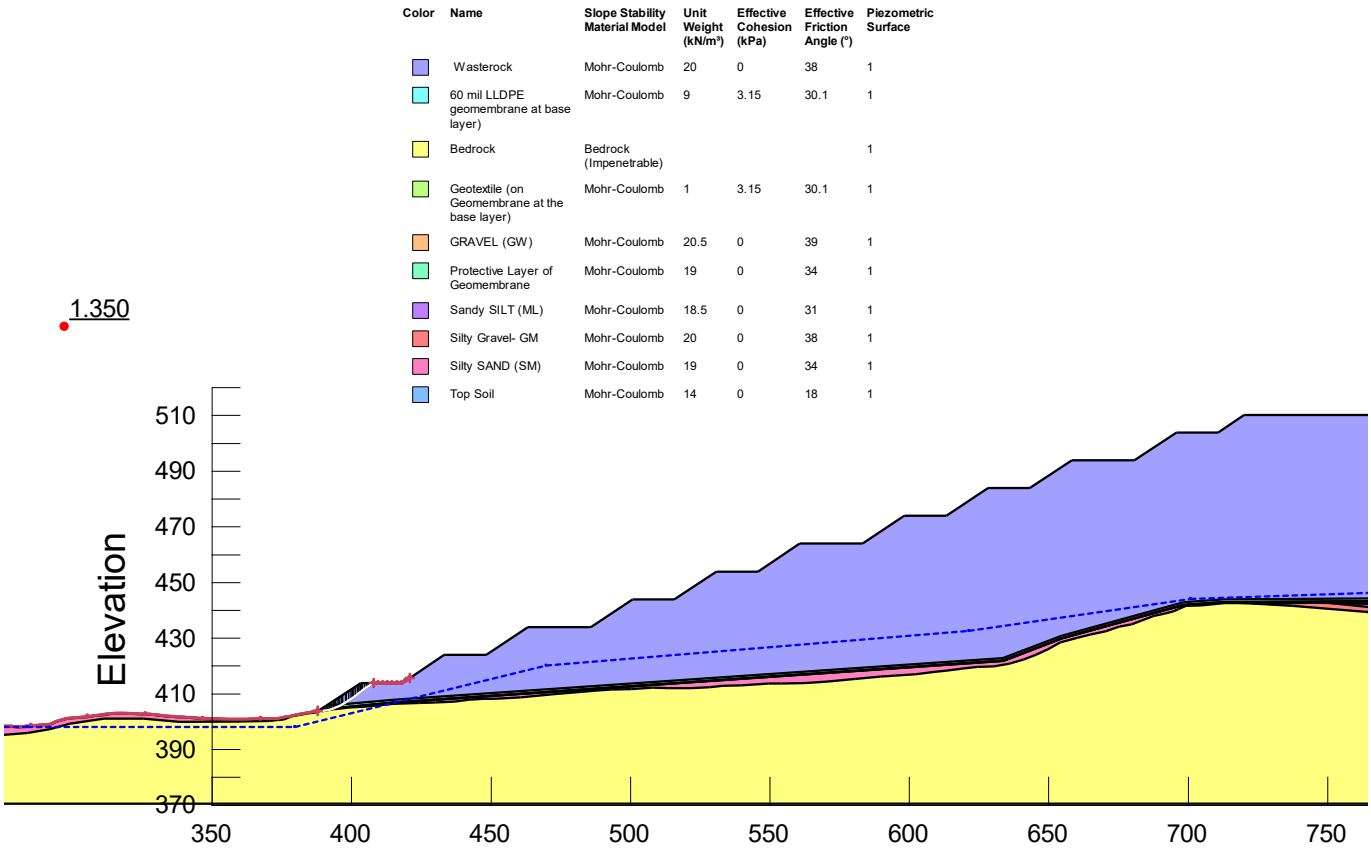


Figure A-35: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Operational Phase of Local Failure (Bench 11)

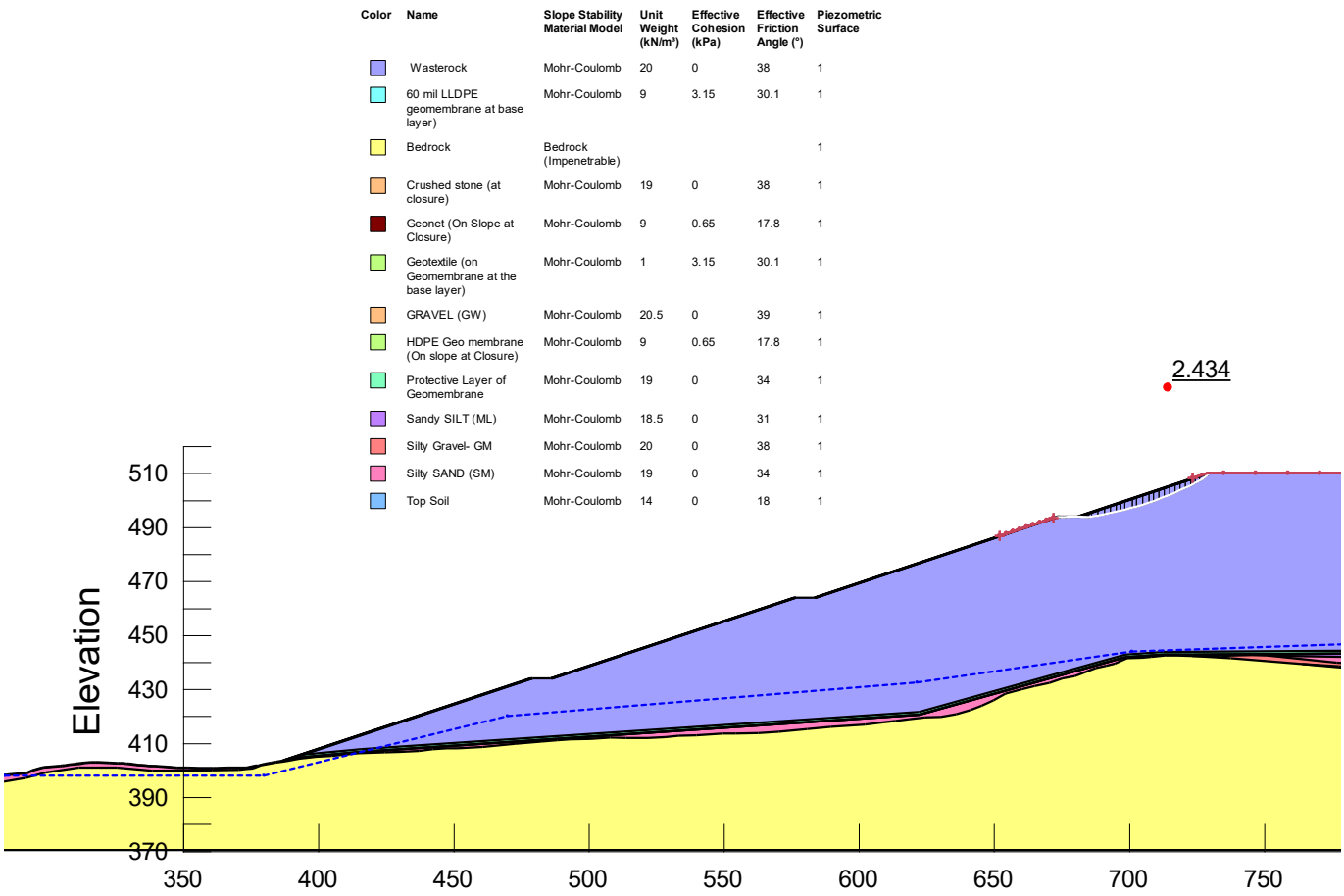


Figure A-36: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 1)

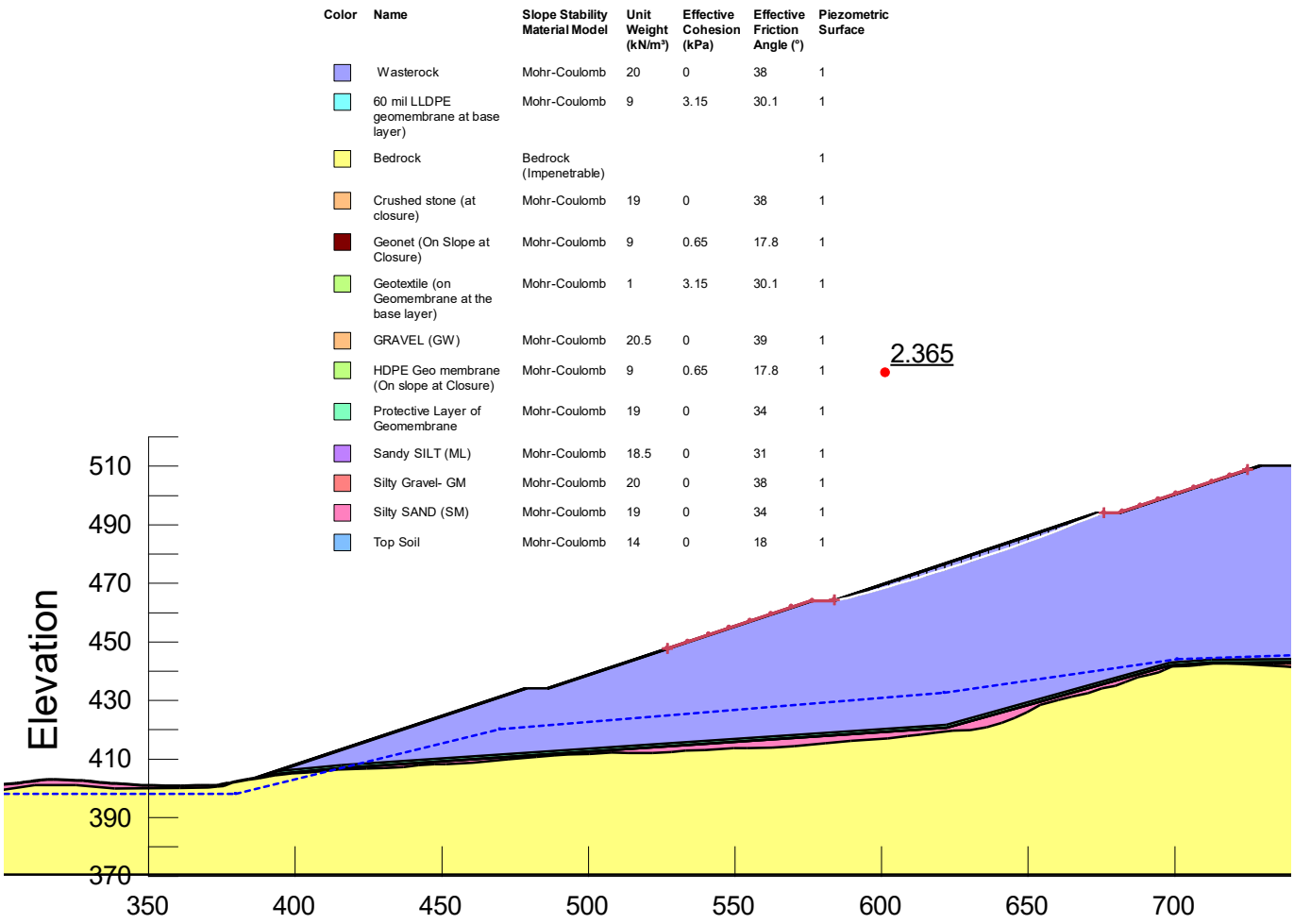


Figure A-37: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 2)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Crushed stone (at closure)	Mohr-Coulomb	19	0	38	1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Sandy SILT (ML)	Mohr-Coulomb	18.5	0	31	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

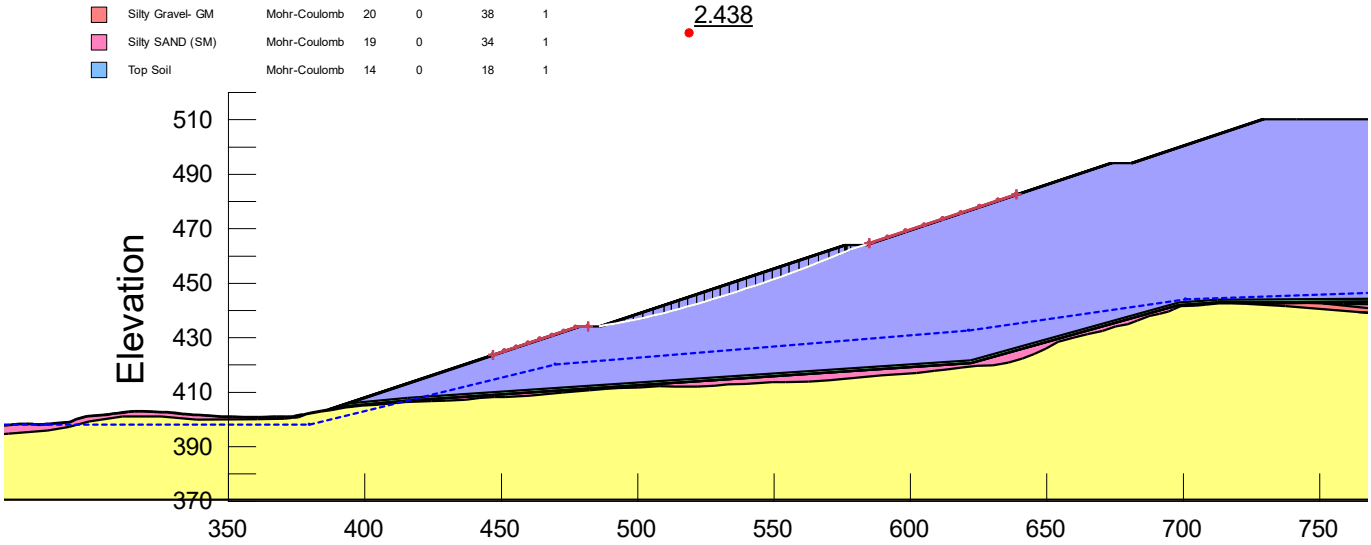


Figure A-38: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 3)

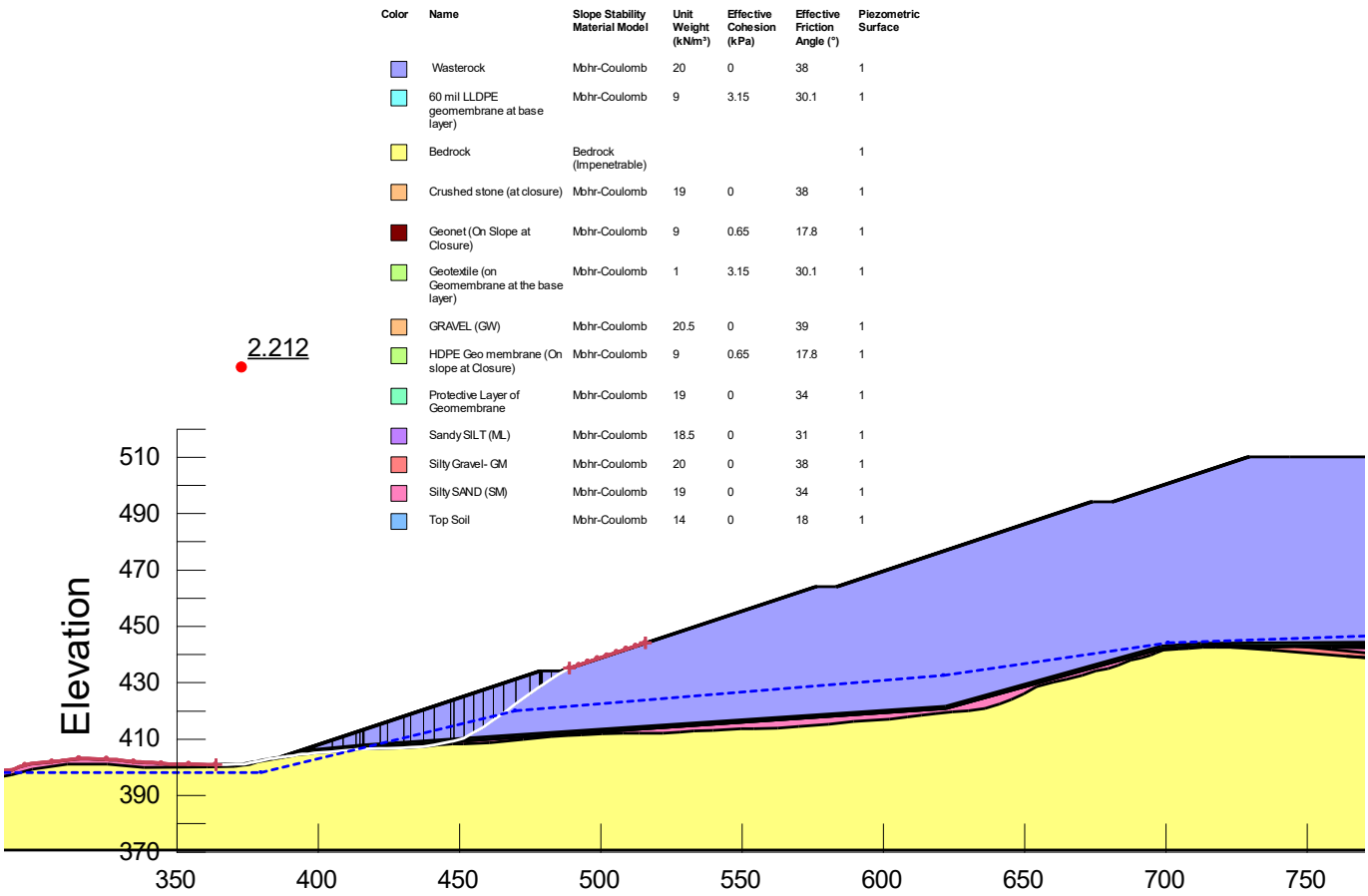


Figure A-39: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for PAG at Closure Phase of Local Failure (Bench 4)

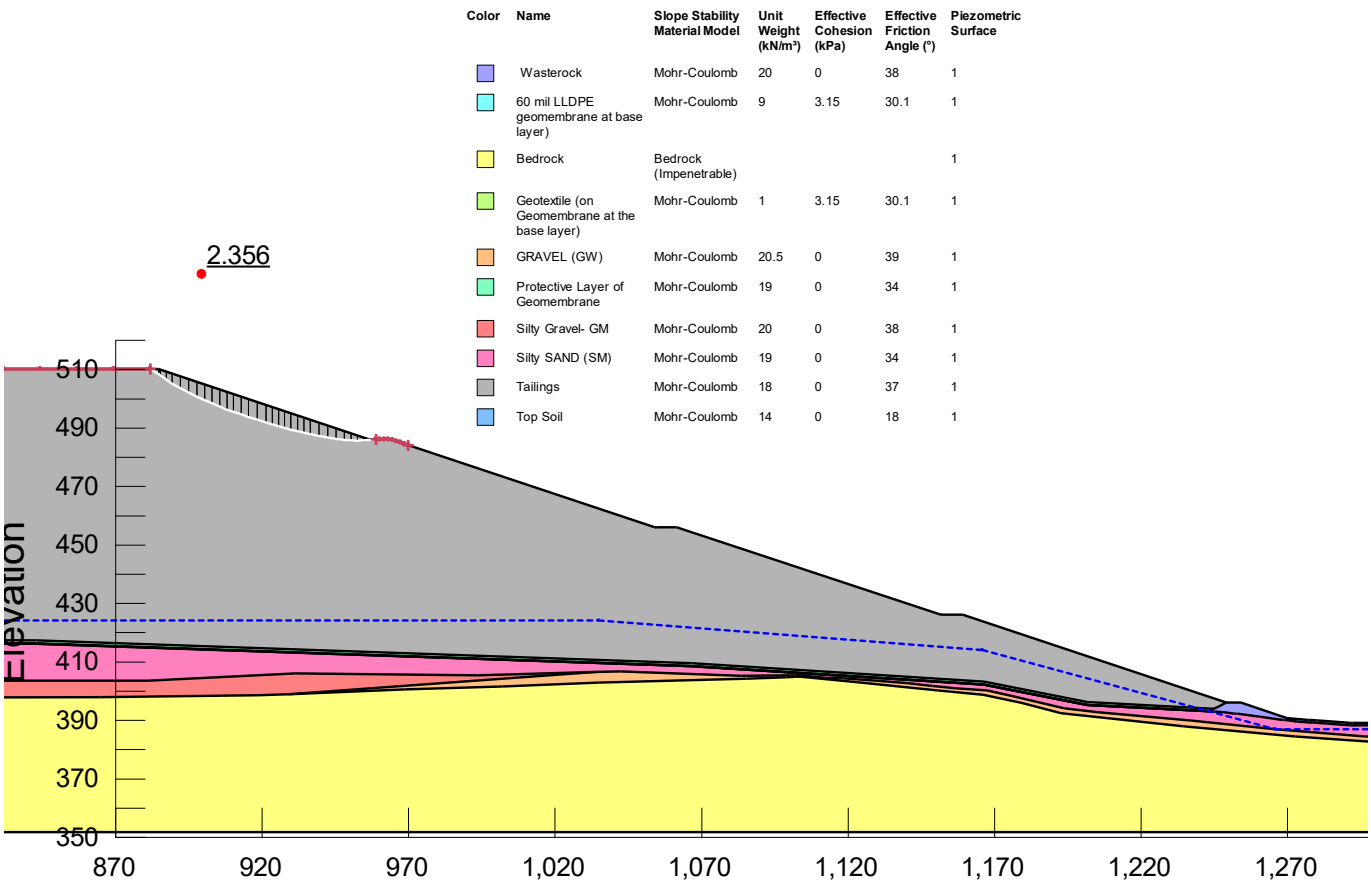


Figure A-40: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase of Local Failure (Bench 1)

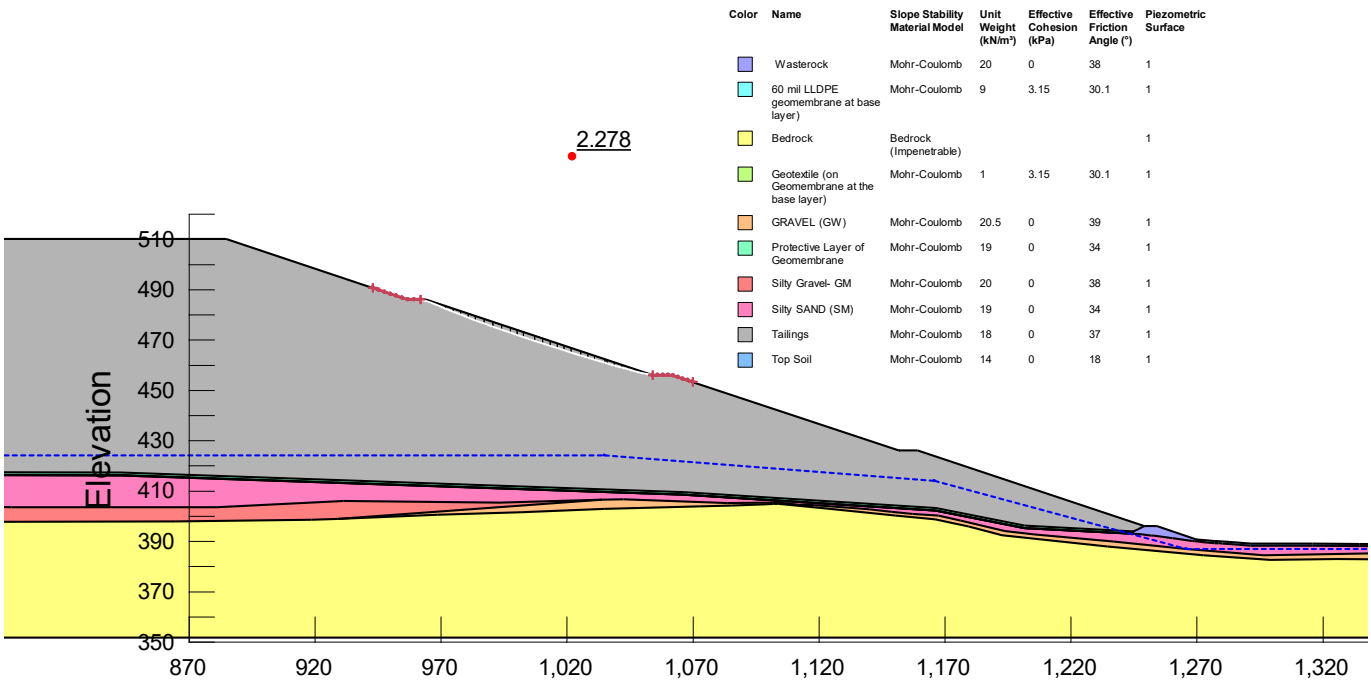


Figure A-41: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase of Local Failure (Bench 2)

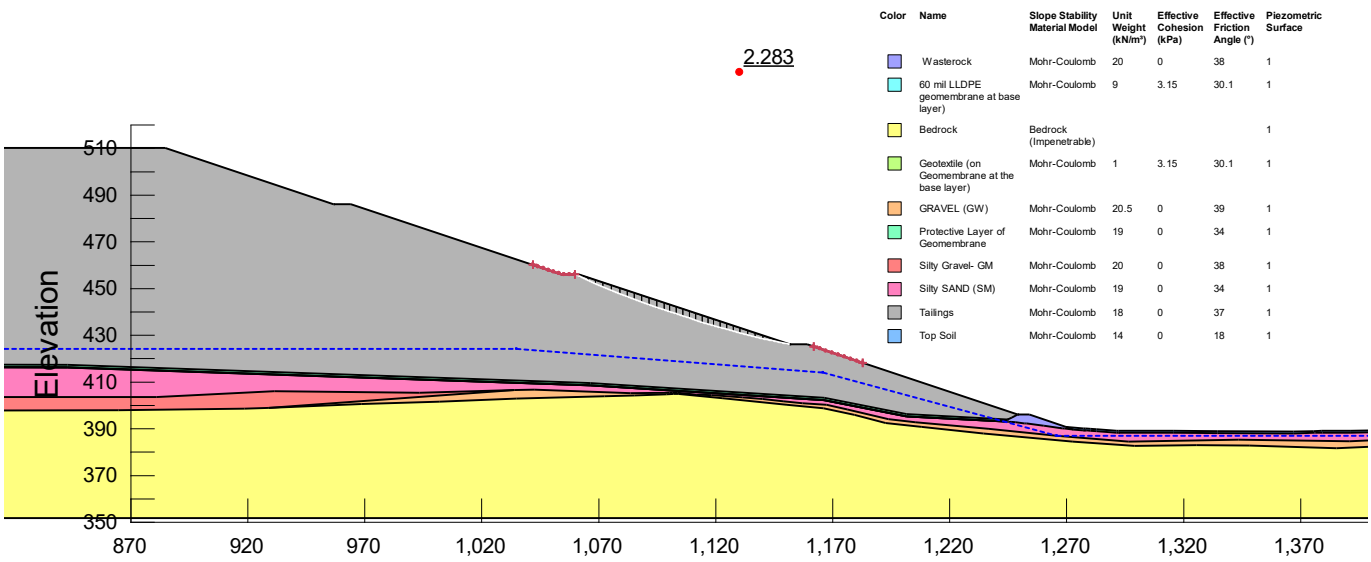


Figure A-42: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase of Local Failure (Bench 3)

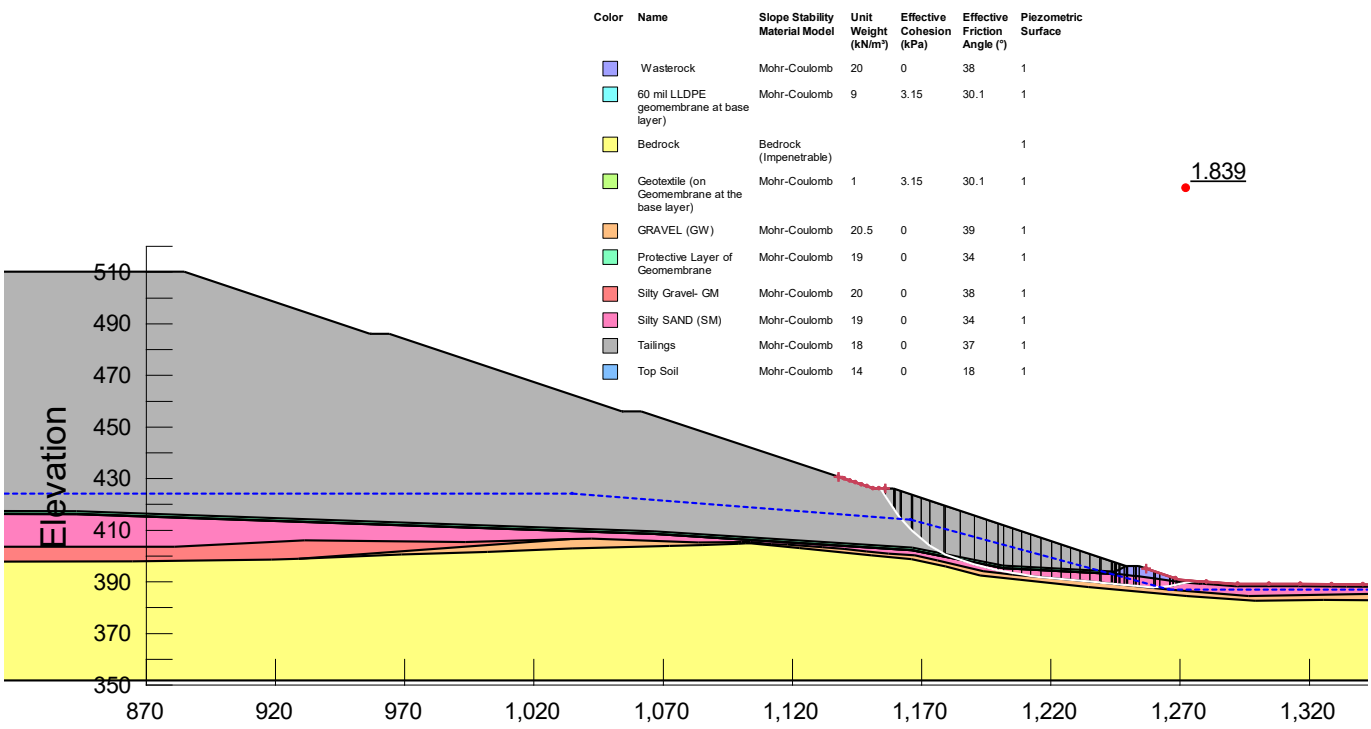


Figure A-43: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Operational Phase of Local Failure (Bench 4)

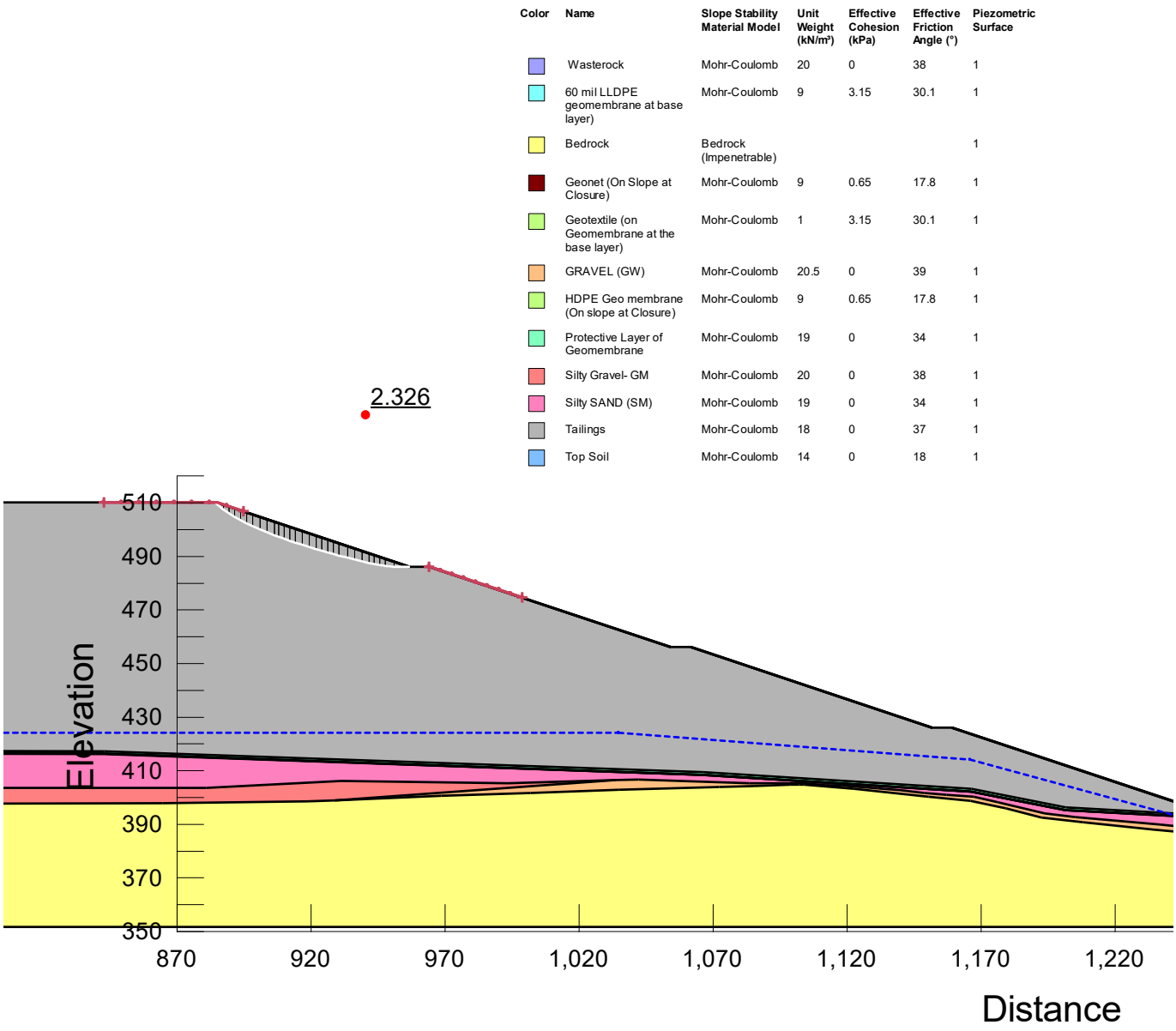


Figure A-44: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure Phase of Local Failure (Bench 1)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

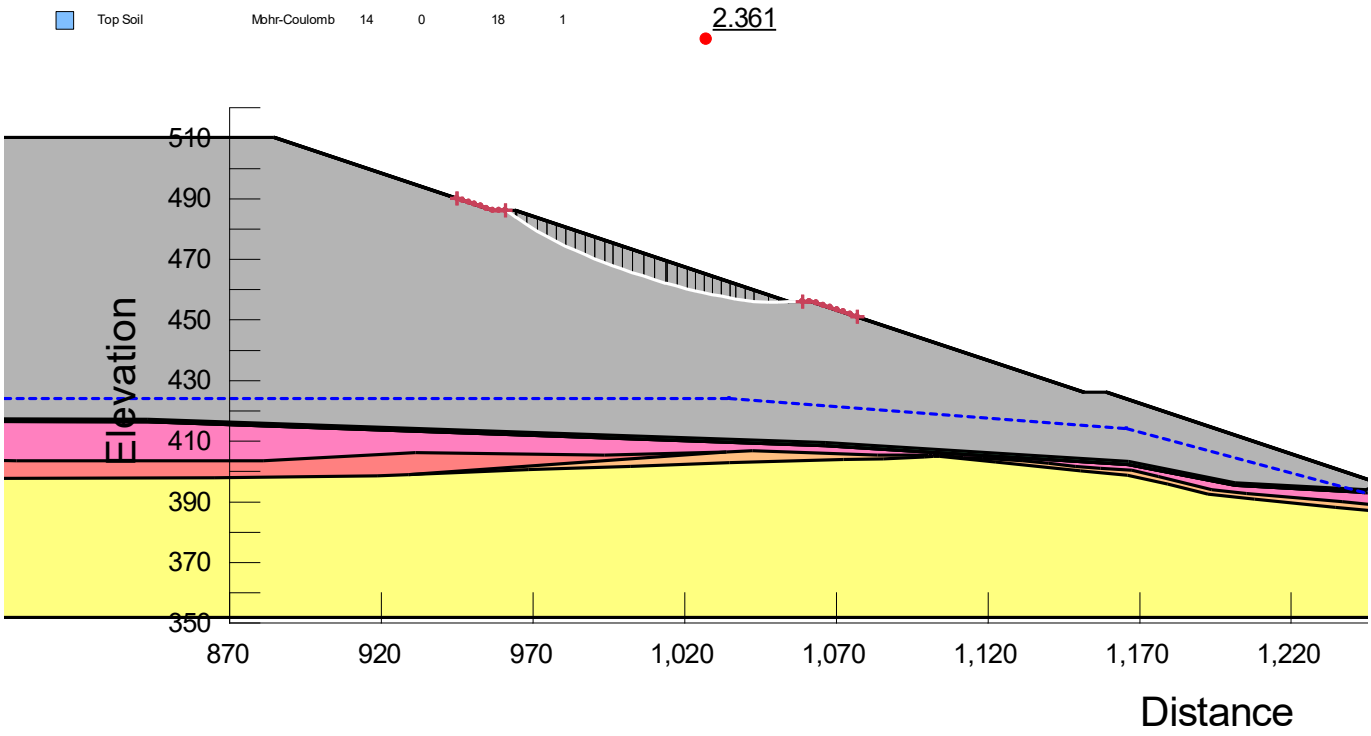


Figure A-45: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure Phase of Local Failure (Bench 2)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Wasterock	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	60 mil LLDPE geomembrane at base layer)	Mohr-Coulomb	9	3.15	30.1	1
	Bedrock	Bedrock (Impenetrable)				1
	Geonet (On Slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Geotextile (on Geomembrane at the base layer)	Mohr-Coulomb	1	3.15	30.1	1
	GRAVEL (GW)	Mohr-Coulomb	20.5	0	39	1
	HDPE Geo membrane (On slope at Closure)	Mohr-Coulomb	9	0.65	17.8	1
	Protective Layer of Geomembrane	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Silty Gravel- GM	Mohr-Coulomb	20	0	38	1
	Silty SAND (SM)	Mohr-Coulomb	19	0	34	1
	Tailings	Mohr-Coulomb	18	0	37	1
	Top Soil	Mohr-Coulomb	14	0	18	1

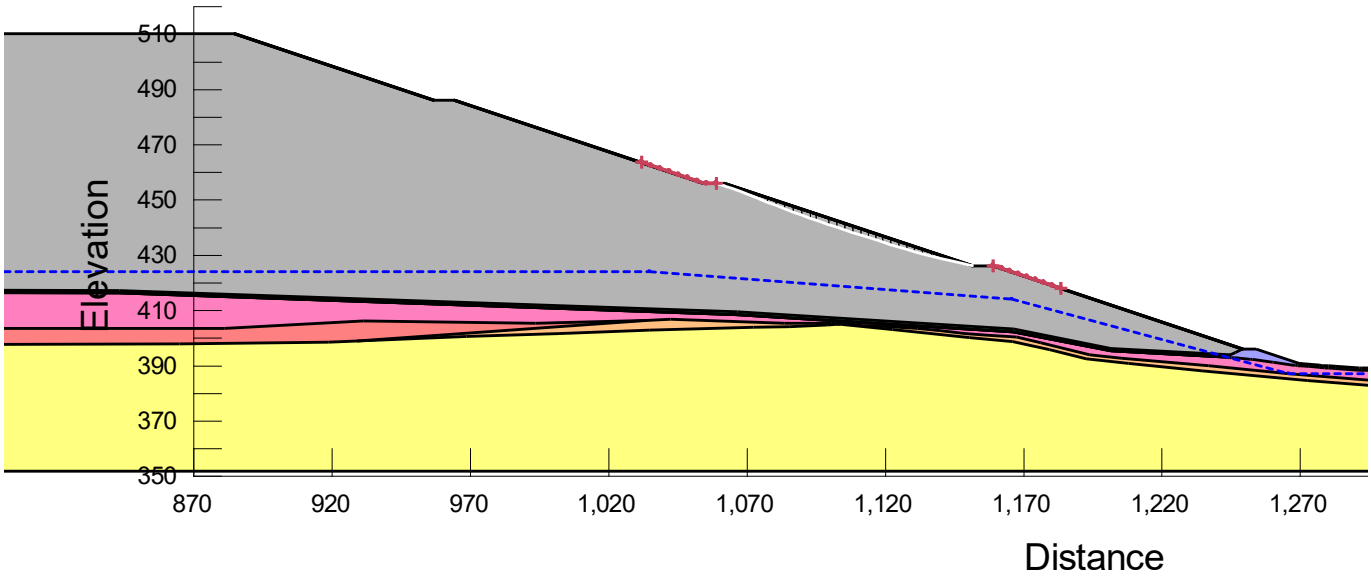


Figure A-46: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure Phase of Local Failure (Bench 3)

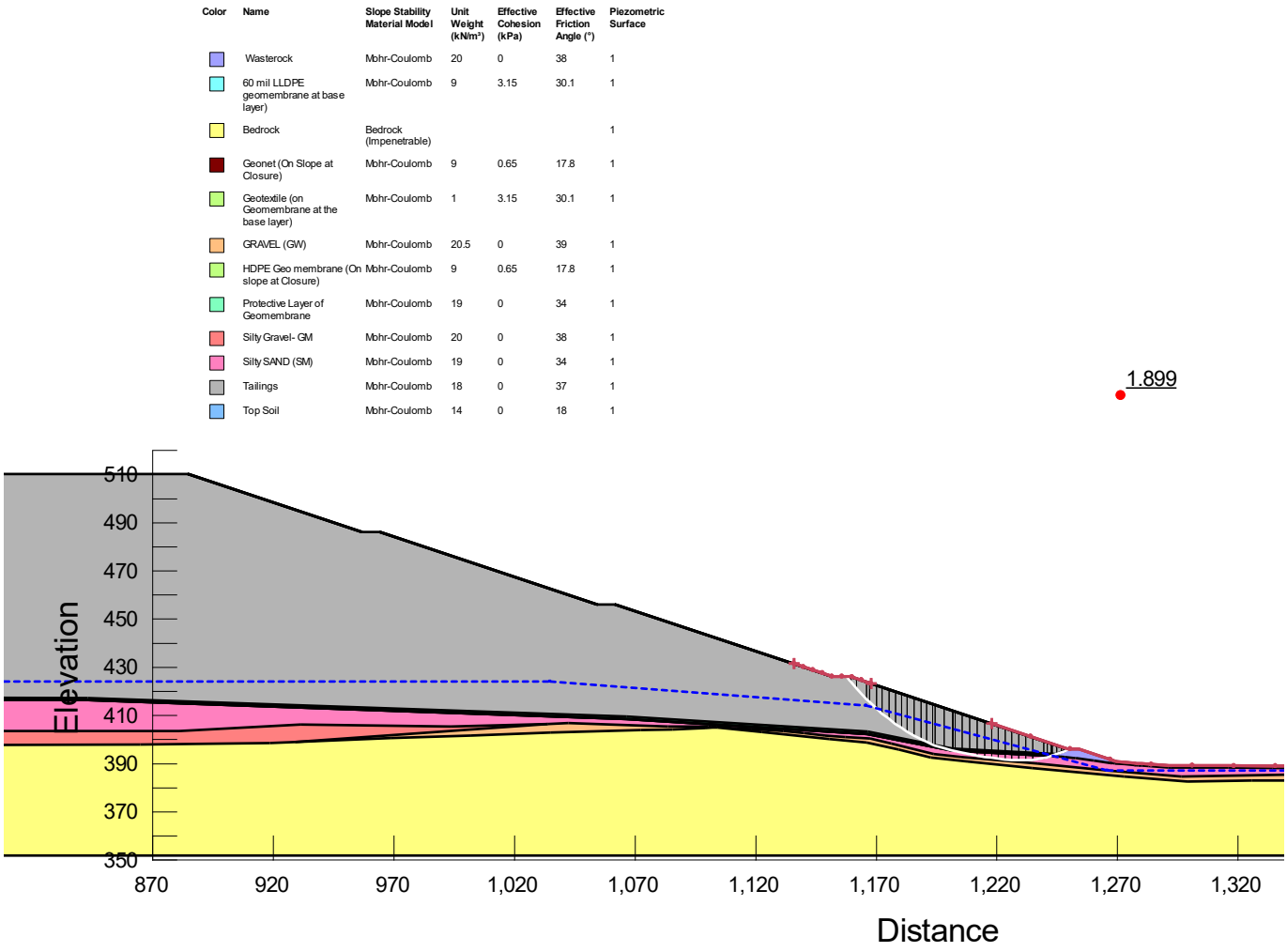


Figure A-47: Stability Results for Static (Drained) Analysis at Stockpile 002 for Tailings at Closure Phase of Local Failure (Bench 4)

Annexe E Quantités de matériaux

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - FRESH WATER INTAKE FOR POTABLE PRODUCTION

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	BASIS OF PRICE
A	**Pumping station - FW-PMP-001/002**					
311	SUBMERGED - GRUNDFOS 150S150-8 / MS6000, 15HP, 60 Hz, 3Ph, 575V	UNIT	2	$12 458,00	$24 916,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
311	Flotation module for container	UNIT	1	$75 000,00	$75 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
311	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
311	Delivery of the plant to the site - 1 container					
311						
311						
B	**Pipeline**					
311	HDPE - DR11 (200PSI) - 3" - Butt fusion - Flange on both sides	m	2 186	$6,84	$14 952,24	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
311	HDPE - DR11 (200PSI) - 3" - Fittings	Lot	1	$5 980,90	$5 980,90	
311	Heat Tracing cables (cables & splice kits only)	ft	7 889	$39,18	$309 095,24	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	Electronic Thermostat NGUTC 6340-01	UNIT	3	$6 911,00	$20 733,00	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	Temperature Sensor URTD 15G	UNIT	3	$298,25	$894,75	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	Temperature Sensor URTD 15R	UNIT	3	$298,25	$894,75	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	Oversize Kits	UNIT	17	$600,00	$10 200,00	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	Nominal 76 mm (3.0 in) thick standard U.I.P.® urethane insulation c/w black extruded polyethylene, integral heat trace channels on customer supplied pipe	ft	7 889	$42,70	$336 864,90	Quote from George Fisher, 09.04.2025
311	2"X 2" Air & Vacuum Valve, Crispin, Model AX20-2					
311		UNIT	2	$6 665,70	$13 331,40	Quote from Conval Quebec, 24.04.2025
311						
311						
311						
C	**Electrical**					
311	Panelboard 600V, 100A, 25kA, 7 FEEDERS (2X20, 1X30A, 2X40A, 1X60A, 1X80A)	UNIT	1	$15 000,00	$15 000,00	RSMEANS
311	Divers	Lot	1	$2 000,00	$2 000,00	
311	VFD 15HP, 600V	UNIT	2	$2 000,00	$4 000,00	Quote from ABB 02.05.2025
D	**Ground preparation**					
311	Pipe bench beside the access road. See the typical cross-section by G-Mining. To be planned with Genipur	lot	1			

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - PUMPING AND DISTRIBUTION FOR PROCESS

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	BASIS OF PRICE	NOTES
A	**Pumping station - PP-PMP-001/002**						
313	Vertical pumps - GOULDSVIT-DIFM 14RJMC, 1 Stage, 50HP, 3Ph, 60Hz, 575V	UNIT	2	$60 491,00	$120 982,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025	
313	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025	
313	Delivery of the plant to the site - 1 container	lot	1				
B	**Pipeline**						
	B1 - Pumping well and suction line						
313	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	15	$-			
313	HDPE DR21 pipe 20 in diameter	m	40	$123,33	$4 933,20		
313	HDPE - DR11 (200PSI) - 12" - Butt fusion	m	1 930	$91,04	$175 707,20		
313	HDPE - DR11 (200PSI) - 12" - Fittings	Lot	1	$70 282,88	$70 282,88		
313	Heat Tracing cables C13-574-COJ	Ft	6 965	$39,18	$272 888,70		
313	Concrete prefabricated Pumping station SP9000 base of 2400 mm by Lecuyer for pipe of 500mm	Unit	1	$74 400,00	$74 400,00		
313	Concrete prefabricated Pumping station SP9000 extension of 5000 mm by Lecuyer	m	Included			Quote from Marcel Baril dated of 08.04.2025	
313	Concrete prefabricated Pumping station SP9000 Connexion of 2100 mm by Lecuyer	Lot	Included			Quote from Lecuyer 11.04.205	
313	galvanized steel ladder with anchor	Lot	Included				
313	butyl gasket for sealing sections (For pumping well and manhole)	Lot	Included				
313	Flex-Lok gasket for sealing the pipe (For pumping well and manhole)	Lot	Included				
313	Prefabricated concrete Manhole ⌀915 mm Base of 1110mm for pipe of 500mm	Unit	1	$1 600,00	$1 600,00		
313	Prefabricated concrete Manhole ⌀915 mm ring of 25 mm	Lot	Included				
313	Prefabricated concrete Manhole ⌀915 mm head of 200mm	Lot	Included				
313	Cast iron cover of ⌀750 mm. 300mm thick	Lot	Included				
313	Electronic Thermostat NGUTC 6340-01	UNIT	2	$6 911,00	$13 822,00	Quote from George Fisher, 09.04.2025	
313	Temperature Sensor URTD 15G	UNIT	2	$298,25	$596,50	Quote from George Fisher, 09.04.2025	
313	Temperature Sensor URTD 15R	UNIT	2	$298,25	$596,50	Quote from George Fisher, 09.04.2025	
313	Power Feed Kit 1	UNIT	7	$600,00	$4 200,00	Quote from George Fisher, 09.04.2025	
313	Nominal 76 mm (3.0 in) thick standard U.I.P.® urethane insulation c/w black extruded polyethylene, integral heat trace channels on customer supplied pipe	ft	6 965	$88,00	$612 939,63	Quote from George Fisher, 09.04.2025	
313	2"X 2" Air & Vacuum Valve, Crispin, Model AX20-2	UNIT	2	$6 665,70	$13 331,40	Quote from Conval Quebec, 24.04.2025	
C	**Electrical Room**						
313	Panelboard 600V, 125A, 25kA, 7 FEEDERS (2X20, 1X40A, 3X45A, 1X75A)	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00		
313	VFD 50HP, 600V	UNIT	2	$8 010,00	$16 020,00	Quote from ABB 02.05.2025	
313	Divers	Lot	1	$2 000,00	$2 000,00		
D	**Treatment**						
313	Sampson Bag Filter Unit Housings. Flowrate 900gpm. SS304	Unit	2	13999	$27 998,00	Quote from ERE, 10.04. Ensuring good quality for process water	
313	Filtration bags 7" x 32" - 1 micron	Unit	100	14,56	$1 456,00	Quote from ERE Ensuring good quality for process water	
E	**Instrumentation**						
364	Non-Contact Rader Level Transmitter	Unit	1	$ 3 000,00	$3 000,00		
364	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$ 18 000,00	$36 000,00		
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$ 3 000,00	$3 000,00		
364	Pressure Indicator	Unit	1	$ 3 000,00	$3 000,00		
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$ 10 000,00	$10 000,00		

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - WATER PONDS AND WATER MANAGEMENT (PLANT AREA)

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	BASIS OF QUANTITY
	Note: items and quantities completed in client template					
A	**CONTACT WATER PONDS 1 and 2**					
324	CWP1: Tree clearing within local construction area, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	7 269			Calculated from 3D model
324	CWP1: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	2 181			Calculated from 3D model
324	CWP1: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	21 406			Calculated from 3D model
324	CWP1: Excavate 500 mm wide trenches in overburden for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of up to 1 m, as indicated on the drawings.	m^3	36			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	234			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	36			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	111			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth up to 3 m.	No.	1			Estimated from preliminary design
324	CWP1: Supply and install pump in concrete manhole (costed in water treatment section)	No.	1			Estimated from preliminary design
324	CWP1: Excavate 1 m x 1 m trench in overburden around perimeter of pond for geomembrane anchor trench.	m^3	333			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on base and slopes of pond as shown in drawings and anchor at crest. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	7 306			Calculated from 3D model
324	CWP1: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	333			Calculated from 3D model
324	CWP1: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	2 482			Calculated from 3D model
324	CWP1: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	683			Calculated from 3D model
324	CWP2: Tree clearing within local construction area, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	5 632			Calculated from 3D model
324	CWP2: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	1 690			Calculated from 3D model
324	CWP2: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	13 358			Calculated from 3D model
324	CWP2: Excavate 500 mm wide trenches in overburden for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of up to 1 m, as indicated on the drawings.	m^3	35			Calculated from 3D model
324	CWP2: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	231			Calculated from 3D model
324	CWP2: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	35			Calculated from 3D model
324	CWP2: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	110			Estimated from preliminary design

324	CWP2: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth up to 3 m.	No.	1			Estimated from preliminary design
324	CWP2: Supply and install pump in concrete manhole (costed in water treatment section)	No.	1			Estimated from preliminary design
324	CWP2: Excavate 1 m x 1 m trench in overburden around perimeter of pond for geomembrane anchor trench.	m^3	323			Calculated from 3D model
324	CWP2: Supply and install GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on base and excavated side slopes of pond as shown in drawings and anchor at crest. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	4 851			Calculated from 3D model
324	CWP2: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	323			Calculated from 3D model
324	CWP2: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	1 093			Calculated from 3D model
324	CWP2: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	278			Calculated from 3D model
	Subtotal					

B	SEDIMENTATION AND POLISHING PONDS					
325	SP1&2: Tree clearing within local construction area, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	42 358			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from dam and pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^3	12 311			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	4 308			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Regrade excavated overburden and nominally compact to achieve uniform slopes indicated in the drawings. Stockpile excess excavated material in designated stockpile.	m^3	8 422			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Excavate 500 mm wide trenches in overburden for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of 0.5 m, as indicated on the drawings.	m^3	63			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	575			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	63			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	250			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Rip base of dam embankment to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density.	m^2	31 976			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Construct embankments with Zone 2 Waste Rock (-450 mm), including perimeter and central dams. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	170 594			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Construct access ramps using Zone 2 Waste Rock (-450 mm) to grades shown on drawings. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	1 820			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Construct upstream Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam and access ramp slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	6 586			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Construct upstream Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam and access ramp slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	6 586			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the highest portion of the lined pond dam (1 per dam). Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	2			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	2			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the dam above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	2			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	2			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	100			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on pond base and upstream slopes of embankments and anchor at crest as shown in drawings. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	33 918			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	1 161			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	9 985			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	2 719			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm on access ramp surfaces.	m^3	330			Calculated from 3D model

325	SP1&2: Supply and install 20 MPa concrete pad 0.3 m thick on lined access ramp surfaces.	m^3	330			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install Zone 4 Granular B Type II minimum 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access as well as graded ramps between connecting dams of different heights.	m^3	3 874			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and install Zone 4 Granular B Type II safety berms on both sides of dam crest as indicated on the drawings.	m^3	1 393			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Excavate in each Sedimentation Pond dam to form spillway to Polishing Pond as indicated on the drawings.	m^3	500			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm on spillway base as indicated on the drawings.	m^3	34			Calculated from 3D model
325	SP1&2: Supply and place 30 MPa reinforced concrete spillway as shown on drawings. Rate to include formwork and reinforcement.	m^3	50			Estimated from preliminary design
325	SP1&2: Provide and install anchor bolts to affix GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane to concrete. Rate to include stainless steel batton and rubber gaskets.	No.	150			Estimated from preliminary design
325	PP: Tree clearing within local construction area including spillway chute, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	49 297			Calculated from 3D model
325	PP: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from dam, pond, and spillway chute footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^3	14 186			Calculated from 3D model
325	PP: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	3 532			Calculated from 3D model

325	PP: Regrade excavated overburden and nominally compact to achieve uniform slopes indicated in the drawings. Stockpile excess excavated material in designated stockpile.	m^3	6 906			Calculated from 3D model
325	PP: Excavate 500 mm wide trenches in overburden for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of 0.5 m, as indicated on the drawings.	m^3	75			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	690			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	75			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	300			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth of 1 to 2 m.	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install pump in concrete manhole (costed in water treatment section)	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Rip base of dam embankment to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density.	m^2	30 473			Calculated from 3D model
325	PP: Construct embankments with Zone 2 Waste Rockfill (-450 mm), including perimeter and central dams. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	187 024			Calculated from 3D model
325	PP: Construct upstream Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	4 190			Calculated from 3D model
325	PP: Construct upstream Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	4 190			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the highest portion of the lined pond dam. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the dam above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	50			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on pond base and upstream slopes of embankments and anchor at crest as shown in drawings. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	28 590			Calculated from 3D model
325	PP: Backfill geomembrane anchor trench with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	574			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	13 689			Calculated from 3D model
325	PP: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	3 956			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II minimum 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access as well as graded ramps between connecting dams of different heights.	m^3	1 847			Calculated from 3D model
325	PP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II safety berms on both sides of dam crest as indicated on the drawings.	m^3	861			Calculated from 3D model
325	PP: Construct spillway chute with Zone 2 Waste Rockfill (-450 mm). Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	12 810			Calculated from 3D model

325	PP: Supply and install three 36 inch DR21 HDPE pipes through dam (covered under WBS 366).	m	315			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II for pipe bedding and trench backfill around pipes through dam in layers of 200 mm thick and compact to 90% standard Proctor density. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	80			Estimated from preliminary design
325	PP: Excavate emergency spillway in Polishing Pond dam embankment and spillway chute to the lines and grades shown on the drawings.	m^3	3 517			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II in layers of 200 mm thick and compact to 90% standard Proctor density in base of emergency spillway. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	30			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install 20 MPa concrete sill 0.3 m thick on Zone 4 placed on base of spillway to set the spillway sill elevation as indicated on the drawings.	m^3	30			Estimated from preliminary design
325	PP: Provide and install anchor bolts to affix GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane to concrete. Rate to include stainless steel batton and rubber gaskets.	No.	67			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile on spillway side slopes through the dam and on the base and side slopes in the spillway chute. Rate to include allowance for anchoring, wastage, overlap, etc.	m^2	2 483			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile on sideslopes in spillway weir on dam crest. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification. Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	75			Estimated from preliminary design
325	PP: Supply and install Zone 7c Spillway Erosion Protection with D50 = 400 mm and place in 500 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes in spillway chute. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification. Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	3 122			Estimated from preliminary design
	Subtotal					

c	CONTAMINATED CONTACT WATER POND					
326	CCWP: Tree clearing within local construction area, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	15 684			Calculated from 3D model
326	CCWP: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from dam and pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^3	4 288			Calculated from 3D model
325	CCWP: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	1 637			Calculated from 3D model
326	CCWP: Regrade excavated overburden and nominally compact to achieve uniform slopes indicated in the drawings. Stockpile excess excavated material in designated stockpile.	m^3	3 200			Calculated from 3D model
326	CCWP: Excavate 500 mm wide trenches in overburden for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of 1 m, as indicated on the drawings.	m^3	120			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	792			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	120			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	240			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth of 1 to 2 m.	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install pump in concrete manhole (costed in water treatment section)	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Rip base of dam embankment to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density.	m^2	11 382			Calculated from 3D model
326	CCWP: Construct embankments with Zone 2 Waste Rock (-450 mm), including perimeter and central dams. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	34 119			Calculated from 3D model
326	CCWP: Construct upstream Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	1 376			Calculated from 3D model
326	CCWP: Construct upstream Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) layer 0.3 m thick on upstream dam slopes. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	1 376			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the highest portion of the lined pond dam. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the dam above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	40			Estimated from preliminary design
326	CCWP: Supply and install GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on pond base and upstream slopes of embankments and anchor at crest as shown in drawings. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	8 187			Calculated from 3D model
326	CCWP: Backfill geomembrane anchor trench with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	352			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	2 937			Calculated from 3D model

326	CCWP: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	846			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II minimum 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access as well as graded ramps between dams of varying heights.	m^3	1 055			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II safety berms on both sides of dam crest as indicated on the drawings.	m^3	527			Calculated from 3D model
326	CCWP: Construct access road to dam with Zone 2 Waste Rock (-450 mm). Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from pit development or stockpiles as identified by Owner.	m^3	764			Calculated from 3D model
326	CCWP: Supply and install Zone 4 Granular B Type II minimum 300 mm thick wearing course on dam access road.	m^3	144			Calculated from 3D model
	Subtotal					
D	**TREATED WATER COLLECTION POND**					
361	Treated water collection pond (TWCP): Tree clearing within local construction area, to include removal of stumps and stockpile in designated area.	m^2	10 122			Calculated from 3D model
361	TWCP: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	10 122			Calculated from 3D model
361	TWCP: Excavate overburden to bedrock within pond footprint. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	52 255			Calculated from 3D model with assumed bedrock elevation at El. 374 m based on limited available borehole data
361	TWCP: Blast bedrock to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	6 848			Calculated from 3D model with assumed bedrock elevation at El. 374 m based on limited available borehole data
361	TWCP: Supply and install slush grout on exposed bedrock surface for liner surface preparation.	m^2	2 911			Calculated from 3D model
361	TWCP: Blast 500 mm wide trench in bedrock for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of up to 1 m, as indicated on the drawings.	m^3	43			Bedrock elevation assumed at El. 374 m based on limited available borehole data. 0.5 m width x 1 m depth x 86 m length
361	TWCP: Supply and install G2 300 g/m^2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	285			Calculated from 3D model
361	TWCP: Supply and install Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	43			0.5 m width x 1 m depth x 86 m length
361	TWCP: Supply and install 75 mm ID double walled perforated HDPE pipes (DR11) with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system, to grades and slopes indicated on the drawings. Rate to include transport, offloading, installation, and allowance for wastage.	m	110			Estimated from preliminary design
361	TWCP: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth up to 3 m.	No.	1			Estimated from preliminary design
361	TWCP: Supply and install pump in concrete manhole (costed in water treatment section)	No.	1			Estimated from preliminary design
361	TWCP: Excavate 1 m x 1 m trench in overburden around perimeter of pond for geomembrane anchor trench.	m^3	393			Calculated from 3D model
361	TWCP: Supply and install GL 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on base and slopes of pond as shown in drawings and anchor at crest. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	10 251			Calculated from 3D model
361	TWCP: Backfill geomembrane anchor trench with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill.	m^3	393			Calculated from 3D model
361	TWCP: Supply and install G1 500 g/m^2 nonwoven geotextile over geomembrane on base of pond. Rate to include allowance for wastage, overlap, etc.	m^2	3 133			Calculated from 3D model
361	TWCP: Construct ballast layer at base of ponds with Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm), 0.3 m thick. Rate to include excavate, select, load, transport, offload, spread or backfill, water, compact, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. Material sourced from processed material temporary stockpiles.	m^3	843			Calculated from 3D model
	Subtotal					
	TOTAL COST					

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT -PHASE 1 DYKES

WBS	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of Quantities
A	**DYKE IN LAKE 001 PHASE 1**					
327	Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from dyke footprint (on dry land) to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	5 600			The dam footprint on land from the Autocad model
327	Remove lake sediments from below dyke footprint with dredging or long reach excavator to a depth of 1.5 m.	m^3	7 800			The dam footprint underwater from the Autocad model, and the thickness of the loose materilas in lake sediment interpreted from BH logs
327	Supply and Install silt curtains in Lake 001 on the upstream and downstream sides of Phase 1 Dyke	m^2	1 200			Considering the height from the water level to the lake bed
327	Load, haul , dump and construct central berm in water with dumping and dozing method from edge of water with Zone 1 crushed stone (-75 mm) sourced from on-site stockpile	m^3	3 700			From deisgn of dam, using Civil 3D
327	Construct side berms in water with select Mine Rockfill (-450 mm) with dumping and dozing method from edge of water. (Below El 375m)	m3	13 900			From deisgn of dam, using Civil 3D
327	Supply and install steel sheet piles to bedrock within Zone 1 to form a barrier against water infiltration and to ensure the structural integrity of the dyke. Top of sheet pile elevation to match final dyke elevation	m^2	1 500			From the dam length and depth of the IDF water level to the bedrock
327	Construct remaining berm above crushed stone layer and adjacent to sheet pile to final berm elevation with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm) (Above EL 375m)	m^3	10 500			From deisgn of dam, using Civil 3D
327	Load, haul, place, and compact Granular B Type II from stockpile on crest of dyke for vehicular access, including safety berms on dam crest.	m^3	600			From deisgn of dam, using Civil 3D
	Subtotal				$0,00	
B	**DYKE IN LAKE 001 PHASE 2**					
327	Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from dyke footprint (on dry land) to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	9 800			The dam footprint on land from the Autocad model
327	Remove lake sediments from below dyke footprint with dredging or long reach excavator to a depth of 1.5 m.	m^3	44 300			The dam footprint underwater from the Autocad model, and the thickness of the loose materilas in lake sediment interpreted from BH logs
327	Supply and Install silt curtains in Lake 001 on the upstream and downstream sides of Phase 1 Dyke	m^2	2 800			Considering the height from the water level to the lake bed
327	Load, haul , dump and construct central berm in water with dumping and dozing method from edge of water with Zone 1 crushed stone (-75 mm) sourced from on-site stockpile.	m^3	23 900			From deisgn of dam, using Civil 3D
327	Construct side berms in water with select Mine Rockfill (-450 mm) with dumping and dozing method from edge of water. (below EL 375m)	m3	71 100			From deisgn of dam, using Civil 3D
327	Supply and install steel sheet piles to bedrock within Zone 1 to form a barrier against water infiltration and to ensure the structural integrity of the dyke. Top of sheet pile elevation to match final dyke elevation	m^2	7 200			From the dam length and depth of the IDF water level to the bedrock
327	Construct remaining berm above crushed stone layer and adjacent to sheet pile to final berm elevation with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm) (Above EL 375m)	m^3	26 800			From deisgn of dam, using Civil 3D
	Load, haul, place, and compact Granular B Type II from stockpile on crest of dyke for vehicular access, including safety berms on dam crest.	m^3	1 400		$0,00	From deisgn of dam, using Civil 3D
C	**SEDIMENT CONTROL DAM**					
327	Remove lake sediments from below dyke footprint with dredging or long reach excavator to a depth of 1.5 m.	m^3	1 188			The dam footprint from the Autocad model, and the thickness of the loose materilas in lake sediment interpreted from BH logs
327	Construct berm with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm)	m^3	772			From deisgn of dam, using Civil 3D
	Subtotal				**$0,00**	
	TOTAL COST				**$0,00**	

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - DIVERSION DITCH

WBS	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	
A	**FOUNDATION PREPARATION**					
329	Excavate topsoil and soft material (overburden) to form the required channel profile in areas where it is aligned through natural soil. To be placed in Overburden Pile 04 or 05.	m^3	6 000			0.4 m of overburden as per BH CV 780/782
329	Blast bedrock to form the required channel profile in areas where it is aligned through rocky terrain. Remove blast muck and place it in the StockPile 001	m^3	61 000			Assuming bed rock below 0.4 m of surface as per BH CV 780/782.
329	Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile below rip-rap for erosion protection in the channel including anchoring as per detail in areas where is is aligned through natural soil. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	157			Assuming 15% of the channel needs to be ripraped.
329	Install Zone 7 rip-rap for erosion protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes of the ditches as per detail in areas where it is aligned through natural soil. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	517			Assuming 15% of the channel needs to be ripraped.
329	Backfill with blasted rock along the channel crest to meet the required channel profile and depth where required. Rate to include loading, transport, offloading, spreading or backfilling.	m^3	200			Assummed
C	**MISCELLANEOUS WORK ITEMS**					
	Subtotal					
	TOTAL COST					

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - WATER TREATMENT FOR POTABLE PRODUCTION

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of estimate
A	**Treatment plant**					
331	Potable water production - Treatment Unit - 176 m3/d (450 rooms) - No installation, no delivery	UNIT	1	$1 671 554,00	$1 671 554,00	Supplier quote
331	Delivery of the plant to the site - 4 containers					
331	Installation and interconnecting piping					
331	First fill of chemical for start-up	lot	1	$1 200,00	$1 200,00	
331	Commissioning and training of operators (5% of total price)	lot	1	$83 577,70	$83 577,70	
331						
B	**Pipeline**					
331						
331						
331						
C	**Electrical Room**					
331	Panelboard 600V, 125A, 25kA, 9 FEEDERS (9X20A, 1x30A)	UNIT	1	$6 262,29	$6 262,29	Quote from ABB 01.05.2025
331	VFD 7,5HP, 600V	UNIT	2	$2 000,00	$4 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
331	VFD 20HP, 600V	UNIT	2	$3 400,00	$6 800,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
331	Divers	Lot	1			
D	**Services**					
331						
331						
E	**Ground preparation**					
331	Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from designated footprint and stockpile in designated area.	m2	120			
331	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	74			
331		m3				
331		m2				

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - POTABLE WATER DISTRIBUTION

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT
A	**Pumping station - FWD-PMP-001/002**				
333					
333					

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - SEWAGE TREATMENT PLANT

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of estimate
A	**Treatment plant**					
341	Ultimo SMBR - Sewage water treatment unit - Mabarex - 176 m3/d (450 rooms) - No installation, no delivery	UNIT	1	$4 618 114,00	$4 618 114,00	Supplier quote from Mabarex
341	Delivery of the plant to the site - 5 containers + 2 reservoirs					
341						
341	First fill of chemical for start-up	lot	1	$18 800,00	$18 800,00	
341	Commissioning and training of operators (5% of total price)	lot	1	$230 905,70	$230 905,70	
341						
341						
B	**Pipeline**					
341	Potable water pipeline between potable production plant and sewage treatment plant - DR17 - 2in - Butt fusion	m	100	$3,08	$308,00	
341	Potable water pipeline between potable production plant and sewage treatment plant - DR17 - 2in - fittings	lot	1	$92,40	$92,40	
C	**Electrical Room**					
341	Panelboard 600V, 600A, 25kA, 11 FEEDERS (20X20A, 1X40)	UNIT	1	$25 000,00	$25 000,00	
341	VFD 7,5HP, 600V	UNIT	8	$2 000,00	$16 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
341	VFD 15HP, 600V	UNIT	8	$2 800,00	$22 400,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
D	**Services**					
		TBD				
E	**Ground preparation**					
341	Crushed stone, backfill and compaction	m2	500			
341	Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from designated footprint and stockpile in designated area.	m2	500			
341	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	53			

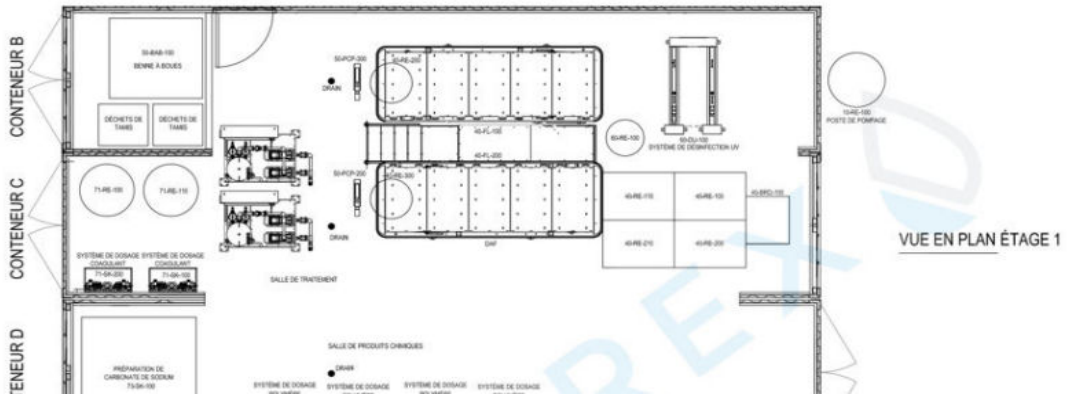
NN10260950
25,000 gal. (US) 20,880 gal. (UK) 94,600 L
Diamètre: 3,048 mm (10')
Longueur: 13,996 aim (45' 11")
Poids: 3,425 kg (7,550 livres)

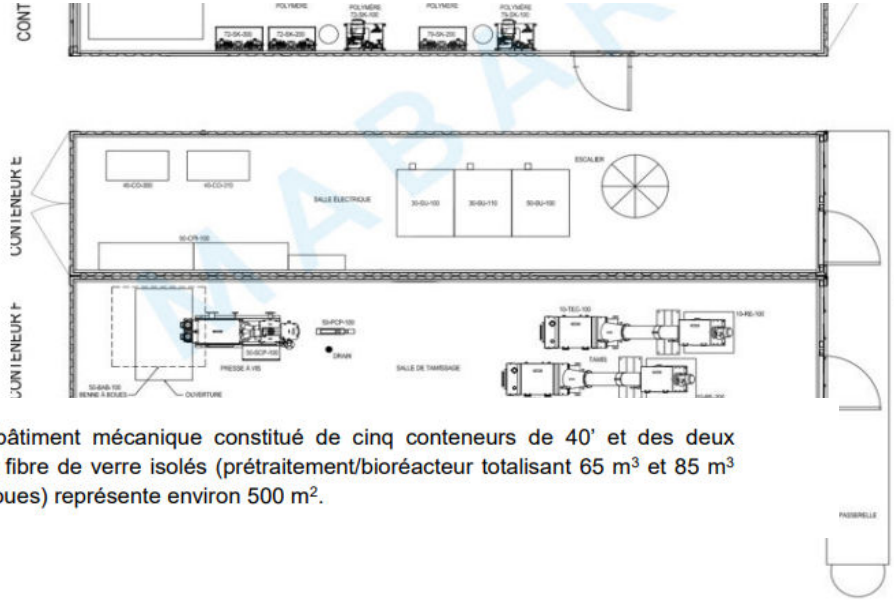


NN08350687
18,000 gal. (US) 14,990 gal. (UK) 68,100 L
Diamètre: 2,438 mm (8')
Longueur: 16,573 mm (54' 4 1/2")
Poids: 2,654 kg (6,860 livres)



*Considering the footprint of 3X40' containers + 2 X40' containers for the two reservoirs





VUE EN PLAN ÉTAGE 2

sol du bâtiment mécanique constitué de cinq conteneurs de 40' et des deux -sols en fibre de verre isolés (prétraitement/bioréacteur totalisant 65 m^3 et 85 m^3 ge des boues) représente environ 500 m^2.

MABAE

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - TREATED DOMESTIC WATER DISCHARGE

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Base of estimate
A	**Pumping station - SWT-PMP-001/002**					included in 341 for electricity
342	Barmesa Submersible Stainless Dewatering Pump - 2KLEIN-202, 2", 153 GPM, 2.0 HP, Stainless, 230V, Single-Phase	Unit	2	$2 000,00	$4 000,00	Barmesa Submersible Stainless Dewatering Pump - 2KLEIN-202, 2", 153 GPM, 2.0 HP, Stainless, 230V, Single-Phase
342	Concrete prefabricated Pumping station SP9000 base of 2400 mm by Lecuyer for pipe of 500mm	Lot	1	$43 400,00	$43 400,00	Quote from Lecuyer 11.04.205 (70% of the price to consider a smaller pumping station)
342	Concrete prefabricated Pumping station SP9000 Connexion of 2100 mm by Lecuyer	Lot	Included			
342	galvanized steel ladder with anchor	Lot	Included			
342	butyl gasket for sealing sections (For pumping well and manhole)	Lot	Included			
342	Flex-Lok gasket for sealing the pipe (For pumping well and manhole)	Lot	Included			
342	Non-Contact Rader Level Transmitter	unit	1	$3 000,00	$3 000,00	
B	**Pipeline**					
342	HDPE - DR11 (200PSI) - 3" Butt Fusion	m	1 525	$6,84	$10 431,00	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
342	HDPE - DR11 (200PSI) - 3" - Fittings	lot	1	$3 129,30	$3 129,30	

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - CONTACT WATER TREATEMENT PLANT - PHASE 1

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of estimate	
A	**Treatment plant**						
361	Trace Metal Water Treatment - Veolia - 1 165 m3/h - No installation, no delivery	Lot	1	$4 375 000,00	$4 375 000,00	Quote from Veolia (2025.04.14). 20% of contingency added	
361	Laboratory in 20" container - Insulated and heated	Unit	1	$150 000,00		Quote from Veolia (2025.04.16). 20% of contingency added	
361	Delivery of the plant to the site - 6 containers + 2 geotubes	lot	1				
361							
361	First fill of chemical for start-up	lot	1	$15 000,00	$15 000,00		
361	Commissioning and training of operators (5% of total price)	lot	1	$218 750,00	$218 750,00		
361	Megadome XP high Profiles - 30m wide x 40m length	Unit	1				
361	Barmesa Submersible Stainless Steel Vortex Sewage Pump - 2BSV-101DS, 2", 127 GPM, 1.0 HP, Single-Phase, 115 Volt - FCW-PMP-001	UNit	2	$1 061,00	$2 122,00	To transfer water from filtered water to contaminated water -	Barmesa Submersible Stainless Steel Vortex Sewage Pump - 2BSV-101DS, 2", 127 GPM, 1.0 HP, Single-Phase, 115 Volt
361	HDPE DR17 pipe 2 in diameter Butt fusion - FCW-PMP-001	m	100	$3,08	$308,00		
361	HDPE - DR17 - 2" - Fittings - FCW-PMP-001	lot	1	$92,40	$92,40		
361	Heat Tracing cables C13-574-COJ - FCW-PMP-001	Ft	361	$12,00	$4 330,71		
361	Electronic Thermostat NGUTC 6340-01 - FCW-PMP-001	Unit	1	$6 911,00	$6 911,00		
361	Temperature Sensor URTD 15G - FCW-PMP-001	Unit	1	$298,25	$298,25		
361	Temperature Sensor URTD 15R - FCW-PMP-001	Unit	1	$298,25	$298,25		
361	Power Feed Kit 1 - FCW-PMP-001	Unit	1	$935,90	$935,90		
361	Nominal 76 mm (3.0 in) thick standard U.I.P.® urethane insulation c/w black extruded polyethylene, integral heat trace channels on customer supplied pipe - FCW-PMP-001	Ft	361	$30,00	$10 826,77		
B	**Electrical Room**						
361	Panelboard 600V, 400A, 25kA, 11 FEEDERS (20X20A, 1x40A, 4x100A)	UNIT	1	$30 000,00	$30 000,00		
361	VFD 5HP, 600V	UNIT	8	$1 500,00	$12 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025	
361	VFD 75HP, 600V	UNIT	4	$11 000,00	$44 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025	
361							
C	**Ground preparation**						
361	Remove muskeg, organics, topsoil, and unsuitable soil from designated footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m2	1575				
361	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	5775				
D	**SERVICES**						
361	Insulated potable water tank of 5 m3 with recirculating flow to protect againt freezing	Unit	1				
361	Centrifugal pump rated at 55 Usgpm	Unit	1				
361	All the piping to allow the recirculation of 15 Usgpm + 40 Usgpm for 2 emergency shower in the plant	Unit	1				
361	All the fitting to allow the recirculation of 15 Usgpm + 40 Usgpm for 2 emergency shower in the plant	Unit	1				

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - CONTACT WATER TREATEMENT PLANT - PHASE 2

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of quantities
A	**Treatment plant -**					
A1	**Trace Metal**					
362	Trace Metal Water Treatment - Veolia - 1 895 m3/h (NOT IN INITIAL CAPEX)	Lot	1	$2 880 000,00	$2 880 000,00	Quote from Veolia (2025.04.14).
362	Delivery of the plant to the site - 1 container + 1 geotube					
362						
A1	**TSS**					
362	TSS Water Treatment - Veolia 1 570 m3/hr (NOT IN INITIAL CAPEX)	Lot	1	$3 700 000,00	$3 700 000,00	Quote from Veolia (2025.04.14).
362	Delivery of the plant to the site - 2 container + 4 geotubes	Lot	1			
362	First fill of chemical for start-up	Lot	1	$15 000,00	$15 000,00	
362	Commissioning and training of operators (5% of total price)	Lot	1	$185 000,00	$185 000,00	
362						
B	**Electrical Room**					
362	Panelboard 600V, 400A, 25kA, 21 FEEDERS (20X20A, 1x40A)	UNIT	1	$25 000,00	$25 000,00	
362	VFD 5HP, 600V	UNIT	10	$1 500,00	$15 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
362	VFD 10HP, 600V	UNIT	3	$2 500,00	$7 500,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
361	VFD 75HP, 600V	UNIT	1	$11 000,00	$11 000,00	Quote from ABB 0xx.05.2025
C	**Ground preparation**					
C1	**Trace Metal**					
362	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m3	805,00			
362	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	6 370			
362		m2				
362						
C2	**TSS**					
362	Remove muskeg, organics, topsoil, and unsuitable soil from designated footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m2	3150			
362		m2				
D	**SERVICES**					

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - PUMPS & PIPING - PHASE 1

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	
A	**Pumping station - P1-PMP-001/002**					
	A1 Pumping station					
364	Centrifugal pump, Sewatec K 150-403G 3ENH 504/504	UNIT	2	$69 300,00	$138 600,00	Quote fromKSB 05.12.2025
364	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	unit	1	$200 000,00	$200 000,00	
364	Priming System	unit	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Delivery of the plant to the site - 1 container	unit	1			
	A2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 14" - Butt fusion	m	2 971	$109,79	$326 186,09	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
	HDPE - DR11 (200PSI) - 14" - Fittings	lot	1	$97 855,83	$97 855,83	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 24" (Suction) - Butt fusion	m	40	$322,58	$12 903,20	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
	HDPE - DR11 (200PSI) - 24" - Fittings	lot	1	$3 870,96	$3 870,96	
	Piping installation					
364	3" Air & Vacuum Valve Crispin Model AX30	Unit	2	$14 952,72	$29 905,44	Quote from Conval Quebec 24.04.2025
364	Ball valve - 316 S.S. Body - Model 3"K-456666PTSE-v3 cadenassable	Unit	4	$4 153,19	$16 612,76	Quote from ISCO 29.04.2025
364	316 AI ROBINET A BOUTS FILETE 4 BILLE 2MC PASS 1000 WOG	UNIT	4	$944,09	$3 776,36	Quote from ISCO 29.04.2025
364	20" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	4	$1 128,14	$4 512,56	Quote from ISCO 29.04.2025
364	4" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	4	$36,33	$145,32	Quote from ISCO 29.04.2025
364	4" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	4	$109,70	$438,80	Quote from ISCO 29.04.2025
364	14" X 3" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	4	$570,51	$2 282,04	Quote from ISCO 29.04.2025
364	3" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	4	$24,41	$97,64	Quote from ISCO 29.04.2025
364	3" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	4	$73,79	$295,16	Quote from ISCO 29.04.2025
364	304 RACCORDS FILETE CLASSE 150 4 BOUCHON TETE CARREE	UNIT	4	$36,90	$147,60	Quote from ISCO 29.04.2025
	A3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 225A, 25kA, 5 FEEDERS (2X200A, 2X20A, 1X40A)	UNIT	1	$30 000,00	$30 000,00	
364	VFD 200HP, 600V	UNIT	2	$26 000,00	$52 000,00	Quote from ABB 02.05.2025
	A4 Ground Preparation					
364						
364						

	A5 Instrumentation					
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
364	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	
364	Mobile diesel air compressor - 100 PSI - 1600 cfm (for purging all pipelines)	Unit	1	$500 000,00	$500 000,00	
B	**Pumping station - P3-PMP-001/002**					
	B1 Pumping station					
364	Centrifugal pump, CPO 10x8x16H - 200HP, 60 hz	UNIT	4	$89 864,59	$359 458,36	
364	Pump house - 40' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$270 000,00	$270 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Delivery of the plant to the site - 1 container					
364	Priming System	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
						Quote from Nord-flo 16.04.2025
	B2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 32" - Butt fusion	m	3 469	$573,47	$1 989 367,43	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 32" - Fittings	UNit	1	$795 746,97	$795 746,97	
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 18" - Butt fusion	m	15	$181,44	$2 721,60	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 18" - Fittings	Lot	1	$1 088,64	$1 088,64	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 30" (Suction) - Butt fusion	m	80	$418,79	$33 503,20	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 30" - Fittings	Lot	1	$13 401,28	$13 401,28	
364	Piping installation					
364	Line Drainage system					
	Knife gate valve 24" - 24" C67S-316EBU-EZ-LK7- 316/316/EPDM ITT FABRI E-Z MAN.KGV	Unit	2	$16 132,00	$32 264,00	Quote from Conval Quebec 16.04.2025
	Straight Tee - HDPE - 20"	Unit	2			
	Reducer - HDPE - 24" x 20"	Unit	2			
	Flange Adapter + Backup ring - HDPE - 24"	Unit	2			
	1" nipple	Unit	2			
	Ball valve - 316 S.S. Body - 1"446666PMSE-v3 cadenassable	UNIT	2	$57,14	$114,28	
	Foam Pig - 16-1/2" SLS BARE SWAB	UNIT	5	$137,00	$685,00	
	Ball valve - 316 S.S. Body - 1"446666PMSE-v3 cadenassable	unit	2	$14 952,72	$29 905,44	
	Foam Pig - 15-1/2" SLS BARE SWAB	UNIT	5	$137,00	$685,00	
	Knife gate valve - 18" C67S-316EBU-EZ-LK7- 316/316/EPDM ITT FABRI E-Z MAN.KGV	Unit	2	$14 346,79	$28 693,58	
	Ball valve - 316 S.S. Body - 1"446666PMSE-v3 cadenassable	UNIT	2	$536,35	$1 072,70	
	3" Air & Vacuum Valve Crispin Model AX30	Unit	2	$14 952,72	$29 905,44	

	B3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 225A, 25kA, 5 FEEDERS (2X300A, 2X20A, 1X40A)	UNIT	1	$40 000,00	$40 000,00	
364	VFD 25 HP, 600V	UNIT	2	$4 250,00	$8 500,00	
364	VFD 250 HP, 600V	UNIT	2	$32 000,00	$64 000,00	
	B4 Ground Preparation					
364	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	29,52			
364						
364						
	B5 Instrumentation					
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
364	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	
C	**Pumping station - CWT1-PMP-001**					
	C1 Pumping station					
364	Centrifugal pump,\ Xylen 7030 3 -621 38HP - Flygt	UNIT	4	$92 469,00	$369 876,00	Quote from Nord-flo
364	Pump box	UNIT	3	$140 000,00	$420 000,00	Quote from Veolia
	C2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Butt fusion	m	99	$68,28	$6 759,72	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Fittings	Lot	1	$2 703,89	$2 703,89	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 26" - Butt fusion	m	340	$115,40	$39 236,00	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 26" - Fittings	Lot	1	$15 694,40	$15 694,40	
	C3 Electrical Room					
364						
364						
364						
	C4 Ground Preparation					
364						
	C5 Instrumentation					
364	Heat Tracing cables C13-574-COJ	Ft	3795	$16,42	$62 313,90	
364	Electronic Thermostat NGUTC 6340-01	UNIT	1	$6 911,00	$6 911,00	
364	Temperature Sensor URTD 15G	UNIT	1	$298,25	$298,25	
364	Temperature Sensor URTD 15R	UNIT	1	$298,25	$298,25	
364	Power Feed Kit 1	UNIT	1	$935,90	$935,90	
364	Nominal 76 mm (3.0 in) thick standard U.I.P.® urethane insulation c/w black extruded polyethylene, integral heat trace channels on customer supplied pipe	Ft	1265	$173,55	$219 540,75	
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	

D	Pumping station - CP1-PMP-001/002/003					
	D1 Pumping station					
364	Centrifugal Pump, RUHRPUMPEN CPP10X8X13 (OH1), Ductile Iron casing, 75HP, 3PH, 60Hz, 230/460V	UNIT	3	$52 999,98	$158 999,94	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Priming System	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Delivery of the plant to the site - 1 container					
	D2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Butt fusion	m	30	$224,01	$6 720,30	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Fittings	Lot	1	$2 688,12	$2 688,12	
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 16" - Butt fusion	m	1 948	$143,35	$279 245,80	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 16" - Fittings	Lot	1	$111 698,32	$111 698,32	
364	Marine Oil Skimming Boom - Spillage response to apply in contact water pond 1 to prevent oil getting in the pump station	m	60	$100,00	$6 000,00	
364	3" Air & Vacuum Valve Crispin Model AX30	Unit	1	$14 952,72	$14 952,72	Quote from Conval Quebec 24.04.2025
364	Ball valve - 316 S.S. Body - Model 3"K-456666PTSE-v3 cadenassable	Unit	2	$4 153,19	$8 306,38	
364	316 AI ROBINET A BOUTS FILETE 4 BILLE 2MC PASS 1000 WOG	Unit	2	$944,09	$1 888,18	
364	20" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	2	$1 128,14	$2 256,28	
364	4" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	2	$36,33	$72,66	
364	4" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	2	$109,70	$219,40	
364	304 RACCORDS FILETE CLASSE 150 4 BOUCHON TETE CARREE	UNIT	2	$36,90	$73,80	
	D3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 100A, 25kA, 5 FEEDERS (3X80A, 1X40A, 2x20A)	UNIT	1	8000	$8 000,00	
364	VFD 75HP, 600V	UNIT	3	12000	$36 000,00	Quote from ABB 02.05.2025
	D4 Ground Preparation					
364						
364						
	D5 Instrumentation					
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
364	Local Control Station - Local/Remote Selector, Start/Stop PushButton	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
364	Variable Frequency Drive	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Local PLC Control Panel	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Motorized Isolation Valve	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	

E	**Pumping station - CP2-PMP-001/002**					
	E1 Pumping station					
364	Centrifugal pump, RUHRPUMPEN CPP 10X8X13 (OH1), Ductile Iron casing, 50HP, 3PH, 60Hz, 230/460V	UNIT	2	$45 656,64	$91 313,28	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Compressor for priming system	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Delivery of the plant to the site - 1 container					
	E2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Butt fusion	m	25	$224,01	$5 600,25	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Fittings	Lot	1	$2 240,10	$2 240,10	
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 16" - Butt fusion	m	430	$109,79	$47 209,70	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR9 (250PSI) - 16" - Fittings	Lot	1	$18 883,88	$18 883,88	
364	Marine Oil Skimming Boom - Spillage response to apply in contact water pond 1 to prevent oil getting in the pump station	m	45	$100,00	$4 500,00	
364	3" Air & Vacuum Valve Crispin Model AX30	Unit	1	$14 952,72	$14 952,72	
364	Ball valve - 316 S.S. Body - Model 3"K-456666PTSE-v3 cadenassable	Unit	2	$4 153,19	$8 306,38	
364	316 AI ROBINET A BOUTS FILETE 4 BILLE 2MC PASS 1000 WOG	UNIT	2	$944,09	$1 888,18	
364	20" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	2	$1 128,14	$2 256,28	
364	4" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	2	$36,33	$72,66	
364	4" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	2	$109,70	$219,40	
364	304 RACCORDS FILETE CLASSE 150 4 BOUCHON TETE CARREE	UNIT	2	$36,90	$73,80	
	E3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 100A, 25kA, 5 FEEDERS (2X20A, 2X50A, 1X40A)	UNIT	1	$8 000,00	$8 000,00	
364	VFD 50HP, 600V	UNIT	2	$8 010,00	$16 020,00	Quote from ABB 02.05.2025
	E4 Ground Preparation					
364	Slab on Grade Concrete 30 Mpa for containers 4in (100mm) - Including FormWork, Welded Wire Mesh, Embeds and anchor Bolts	m2	14,76			
	E5 Instrumentation					
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
364	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	
F	**Pumping station - CWCP-PMP-001/002/003**					
	F1 Pumping station					
364		UNIT	0			
364		UNIT	0			
364						
	F2 Pipeline					
	Pumping well and suction line					
364		Lot				
364						
364						
	Discharge					
364						
364						
	F3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 225A, 25kA, 5 FEEDERS (3X300A, 2X20A, 1X40A)	UNIT	0	$0,00		
364						
	F4 Ground Preparation					

364	Backfill of Granular B Type II 12in (300mm)	m3			
364		m3			
364					
	F5 Instrumentation				
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	0		
364	Local Control Station - Local/Remote Selector, Start/Stop PushButton	Unit	0		

G	**Pumping station - P1A-PMP-001/002**					
	G1 Pumping station					
364	Centrifugal pump, Sewatec K 150-403G 3ENH 504/504	UNIT	2	$39 300,00	$78 600,00	Quote fromKSB 05.12.2025
364	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Compressor for priming system	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
364	Delivery of the plant to the site - 1 container	unit	1			
	G2 Pipeline					
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 12" - Butt fusion	m	1 400	$91,04	$127 456,00	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 12" - Fittings	Lot	1	$38 236,80	$38 236,80	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 26" (Suction) - Butt fusion	m	40	$143,35	$5 734,00	
364	HDPE - DR11 (200PSI) - 26" - Fittings	Lot	1	$1 720,20	$1 720,20	
364	16" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	2	$1 128,14	$2 256,28	Quote from ISCO 29.04.2025
364	4" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	2	$36,33	$72,66	Quote from ISCO 29.04.2025
364	4" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	2	$109,77	$219,54	Quote from ISCO 29.04.2025
364	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
364	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
364	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
364	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
364	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	
	G3 Electrical Room					
364	Panelboard 600V, 225A, 25kA, 5 FEEDERS (2X30A, 2X20A, 1X40A)	UNIT	1	$6 262,29	$6 262,29	

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - PUMPS & PIPING - PHASE 2

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	
A	**Pumping station - P2-PMP-001/002**					
	A1 Pumping station					
365	Centrifugal pump, RUHRPUMPEN CPO 10x8x16H, Ductile Iron casing, 100HP, 3PH, 60Hz, 230/460V (NOT IN INITIAL CAPEX)	UNIT	2	$59 276,18	$118 552,36	Quote from Nord-flo 16.04.2025
365	Pump house - 20' insulated and heated container containing all the piping, valve, fittings, instrumentation, a transformer 600V/240V, a Local PLC, Motor Control Started, VFD, Local Control Station and HVAC	UNIT	1	$200 000,00	$200 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
365	Compressor for priming system	UNIT	1	$20 000,00	$20 000,00	Quote from Nord-flo 16.04.2025
	Delivery of the plant to the site - 1 container	UNIT	1	$-		
	A2 Pipeline					
365	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Butt fusion	m	40	$224,01	$8 960,40	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
365	HDPE - DR11 (200PSI) - 20" - Fittings	Lot	1	$3 584,16	$3 584,16	
365	HDPE - DR11 (200PSI) - 16" - Butt fusion	m	1 800	$143,35	$258 030,00	Quote from Marcel Baril 09.04.2025
365	HDPE - DR11 (200PSI) - 16" - Fittings	Lot	1	$103 212,00	$103 212,00	
365	3" Air & Vacuum Valve Crispin Model AX30	Unit	2	$14 952,72	$29 905,44	Quote from Conval Quebec 24.04.2025
365	Ball valve - 316 S.S. Body - Model 3"K-456666PTSE-v3 cadenassable	UNIT	4	$4 153,19	$16 612,76	Quote from Conval Quebec 24.04.2025
365	316 AI ROBINET A BOUTS FILETE 4 BILLE 2MC PASS 1000 WOG	UNIT	4	$944,09	$3 776,36	Quote from ISCO 29.04.2025
365	20" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	4	$1 128,14	$4 512,56	Quote from ISCO 29.04.2025
365	16" X 4" ELECTROFUSION BRANCH SADDLE	UNIT	4	$1 128,14	$4 512,56	
365	4" IPS MANCHON ELECTROFUSION TEGA FM	UNIT	4	$36,33	$145,32	Quote from ISCO 29.04.2025
365	4" DR 11 IPS TRANSITION MPT ACIER STAINLESS 304, CAT 3	UNIT	4	$109,70	$438,80	Quote from ISCO 29.04.2025
	304 RACCORDS FILETE CLASSE 150 4 BOUCHON TETE CARREE	UNIT	4	$36,90	$147,60	Quote from ISCO 29.04.2025
	A3 Electrical Room					
365	Panelboad 600V, 100A, 25kA, 5 FEEDER (2X20A, 1X40A, 2X150A)	UNIT	1	$15 000,00	$15 000,00	RSMEANS
365	VFD 100HP, 600V	UNIT	2	$12 630,00	$25 260,00	Quote from ABB 02.05.2025
	A4 Ground Preparation					
365						
365						
365						
	A5 Instrumentation					
365	HydroStatic Level Transmitter	Unit	1	$2 000,00	$2 000,00	
365	Motorized Isolation Valve	Unit	2	$10 000,00	$20 000,00	
365	Pressure Transmitter	Unit	1	$2 500,00	$2 500,00	
365	Pressure Indicator	Unit	1	$1 000,00	$1 000,00	
365	Magnetic Flow Transmitter	Unit	1	$10 000,00	$10 000,00	
B	**Pumping station - CWT2-PMP-001/002**					
	B1 Pumping station					
365	Centrifugal pump,\ Xylen 7030 3 -621 38HP - Flygt	UNIT	3	$92 469,00	$277 407,00	
365	Puimp box	UNIT	2	$140 000,00	$280 000,00	
	B2 Pipeline					
365						
365						
	B3 Electrical Room					
365						
365						
	B4 Ground Preparation					
365						
365						
	B5 Instrumentation					
365						
365						

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - DISCHARGE & DIFFUSER

Item #	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	
A	**Discharge pipe**					
366	HDPE - DR11 (100 PSI) - 36" - pipe spool - Flange on one side (3x)	m	315	$399,50	$125 842,50	
366	HDPE - DR11 (100 PSI) - 36" - Fittings (3x)	Lot	1	$50 337,00	$50 337,00	
366	HDPE DR21 pipe 36in diameter (3x) pipe spool - Installation					
366	Vent Valve 8in	UNit	1			
B	**Emergency Spillway**					
366						
366						
C	**Flow measurement**					
366	Staff gauge	Unit	1			
366						
D	**Diffuser**					
366	HDPE DR17 pipe 24 in diameter with 6in fused vertical risers. Flange on one side and blind flange at the end	m	300			
366	Reducer and fitting to go from 36in pipe to 24 in pipe	unit	3			
366	Proflex style 730 or tideflex tf-2 elastomeric sleeve type check valve with 300 series stainless steel retaining band(s). (without installation)	Uni	42	$1 250,00	$52 500,00	Quote from Conval Valve, 14.04.2
366	Installation of the diffuser (3x) in the river	Lot	1			
366	Concrete ballast blocks with steel reinforcing rods 270kg/block every 5m	Unit	60			

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - STOCKPILE 001

WBS (Level 3)	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of quantities
A	**STOCKPILE 001**					
371	Capital: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	441 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, footprint from engineering design
371	Sustaining: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	361 100			Stockpile footprint from AutoCAD model, footprint from engineering design
B	**STOCKPILE 001 DITCHES AND PONDS**					
372	Capital, Ditches: Excavate overburden to form ditch to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	22 400			Ditch dimensions from AutoCAD model and depth to bedrock as determined by BBA's geotechnical investigation
372	Sustaining, Ditches: Excavate overburden to form ditch to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	33 800			Ditch dimensions from AutoCAD model and depth to bedrock as determined by BBA's geotechnical investigation
372	Capital, Ditches: Compact base of ditch to 95% Standard Proctor density	m^2	42 600			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches: Compact base of ditch to 95% Standard Proctor density	m^2	53 600			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ditches: Construct ditch embankments with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), where required and as indicated in the drawings. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	14 000			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches: Construct ditch embankments with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), where required and as indicated in the drawings. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	10 900			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ditches: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile in ditch below rip-rap for erosion protection including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	12 600			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile in ditch below rip-rap for erosion protection including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	18 200			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ditches: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	3 410			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	4 950			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Capital, Ditches: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course alongside ditch for vehicular access. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	2 270			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course alongside ditch for vehicular access. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 250			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Capital, Ditches, Culvert: Excavate trench for culvert installation (1x 2 m wide and minimum 2 m deep with 2H:1V side slopes) with a longitudinal slope as per detail. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	250			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches, Culvert: Excavate trench for culvert installation (1x 2 m wide and minimum 2 m deep with 2H:1V side slopes) with a longitudinal slope as per detail. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	-			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ditches, Culvert: Supply and install 800 mm diameter CSP culvert with 1.6 mm wall thickness, 68x13 mm corrugation profile and light galvanised Z275 with couplings suppled by manufacturer. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	20			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice

372	Sustaining, Ditches, Culvert: Supply and install 800 mm diameter CSP culvert with 1.6 mm wall thickness, 68x13 mm corrugation profile and light galvanised Z275 with couplings suppled by manufacturer. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	-			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ditches, Culvert: Supply and install Zone 4 Granular B Type II for pipe bedding and trench backfill and place in layers of 200mm thick and compact to 90% standard Proctor density. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	190			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Sustaining, Ditches, Culvert: Supply and install Zone 4 Granular B Type II for pipe bedding and trench backfill and place in layers of 200mm thick and compact to 90% standard Proctor density. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	-			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Capital, Pond: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	62 700			Pond dimensions from AutoCAD model, design based on pond volumes
372	Sustaining, Pond: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	45 900			Pond dimensions from AutoCAD model, design based on pond volumes
372	Capital, Pond: Rip base of embankment and pond foundation to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density	m^2	74 500			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Sustaining, Pond: Rip base of embankment and pond foundation to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density	m^2	46 000			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
372	Capital, Pond: Construct embankment with Zone 2 Waste Rock (-450 mm). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	46 200			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Sustaining, Pond: Construct embankment with Zone 2 Waste Rock (-450 mm). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	36 600			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Capital, Pond: Construct upstream embankment Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	2 450			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Sustaining, Pond: Construct upstream embankment Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	2 320			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Capital, Pond: Construct upstream embankment Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 190			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Sustaining, Pond: Construct upstream embankment Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	2 970			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Capital, Pond: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on upstream slopes of embankments and anchor at toe, crest and abutments as shown in drawings. Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	12 300			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Pond: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on upstream slopes of embankments and anchor at toe, crest and abutments as shown in drawings. Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	11 200			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Pond: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill	m^3	2 900			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Sustaining, Pond: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill	m^3	2 380			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Capital, Pond: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access, including safety berms on dam crest. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	1 780			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design

372	Sustaining, Pond: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access, including safety berms on dam crest. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	1 620			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
372	Capital, Pond, Spillway: Excavate natural ground/embankment to form the required dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in the designated stockpile.	m^3	1 429			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Sustaining, Pond, Spillway: Excavate natural ground/embankment to form the required dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in the designated stockpile.	m^3	2 765			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Capital, Pond, Spillway: Excavate 1m wide x 1 m deep trench in spillway at outlet location.	m^3	10			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Sustaining, Pond, Spillway: Excavate 1m wide x 1 m deep trench in spillway at outlet location.	m^3	8			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Capital, Pond, Spillway: Backfill 1m wide x 1m deep trench in spillway with 20 MPa mass concrete to fix spillway invert level. Rate to include transport, backfilling, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil.	m^3	10			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Sustaining, Pond, Spillway: Backfill 1m wide x 1m deep trench in spillway with 20 MPa mass concrete to fix spillway invert level. Rate to include transport, backfilling, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil.	m^3	8			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
372	Capital, Pond, Spillway: Supply and install 500 g/m2 nonwoven needle punched geotextile below riprap for erosion protection and separation in spillway, including anchoring, as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	1 510			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Pond, Spillway: Supply and install 500 g/m2 nonwoven needle punched geotextile below riprap for erosion protection and separation in spillway, including anchoring, as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	3 090			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ponds, Spillways: Install Zone 7b Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 300 mm and place in 600 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes spillway chute as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	830			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ponds, Spillways: Install Zone 7b Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 300 mm and place in 600 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes spillway chute as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	1 740			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Capital, Ponds, Spillways: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes of spillway weir as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	30			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
372	Sustaining, Ponds, Spillways: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes of spillway weir as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	30			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Subtotal					
	TOTAL COST					

Schedule of Quantities

702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - STOCKPILE 001

WBS (Level 3)	Description	UNIT	QUANTITY	UNIT RATE ($) CDN	AMOUNT	Basis of quantities
A	**STOCKPILE 002**					
374	Capital: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area	m^2	759 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design
374	Sustaining: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area	m^2	1 424 100			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design
374	Capital: Rip base of Stockpile 002 to a depth of 200 mm and compact via proof-rolling	m^2	759 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design
374	Sustaining: Rip base of Stockpile 002 to a depth of 200 mm and compact via proof-rolling	m^2	1 424 100			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design
374	Capital: Supply and install sand cushion layer at base of Stockpile to a minimum thickness of 200 mm in locations as required (assume 30% of footprint). Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, disposal of spoil. (Material sourced from on-site borrow pit or stockpiles as identified by Owner)	m^3	45 600			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Supply and install sand cushion layer at base of Stockpile to a minimum thickness of 200 mm in locations as required (assume 30% of footprint). Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, disposal of spoil. (Material sourced from on-site borrow pit or stockpiles as identified by Owner)	m^3	85 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Construct Starter Dam around footprint of Tailings portion of the stockpile using Zone 2 Waste Rock (-450 mm) to a height of 3 m with 3H:1V side slopes and a 5 m crest. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading, final grading, compaction, disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	50 900			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Construct Starter Dam around footprint of Tailings portion of the stockpile using Zone 2 Waste Rock (-450 mm) to a height of 3 m with 3H:1V side slopes and a 5 m crest. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading, final grading, compaction, disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	105 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Install Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) cushion layer below Starter Dam, 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil (material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	8 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Install Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) cushion layer below Starter Dam, 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil (material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	17 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Construct Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick on upstream slope of Starter Dam. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Construct Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick on upstream slope of Starter Dam. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	7 200			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Construct Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) 0.3 m thick on upstream slope of starter dam. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Construct Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) 0.3 m thick on upstream slope of starter dam. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	7 200			Stockpile footprint from AutoCAD model, dimensions from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane including anchoring as per detail (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile). Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	774 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane including anchoring as per detail (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile). Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	1 435 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile cushion layer over geomembrane including anchoring (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile). Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	774 400			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice

374	Sustaining: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile cushion layer over geomembrane including anchoring (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile). Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	1 435 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Backfill stockpile geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile)	m^3	7 495			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Backfill stockpile geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill (footprint of PAG/Tailings portion of the stockpile)	m^3	5 705			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital: Install Zone 8 Sand/Silt (Overburden) at base of stockpile over geotextile for protection of geomembrane to a thickness of 1 m. Fill to be placed in layers not exceeding 300 mm, moisture conditioned and compacted to 95% Standard Proctor density. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	132 500			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Sustaining: Install Zone 8 Sand/Silt (Overburden) at base of stockpile over geotextile for protection of geomembrane to a thickness of 1 m. Fill to be placed in layers not exceeding 300 mm, moisture conditioned and compacted to 95% Standard Proctor density. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	-			Stockpile footprint from AutoCAD model, PAG/Tailings footprint from engineering design, spec. from engineering best practice
374	Capital, Instrumentation: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the upstream slope of the starter dam. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	4			Spec. from engineering best practice
374	Sustaining, Instrumentation: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the upstream slope of the starter dam. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	8			Spec. from engineering best practice
374	Capital, Instrumentation: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	4			Spec. from engineering best practice
374	Sustaining, Instrumentation: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	8			Spec. from engineering best practice
374	Capital, Instrumentation: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the starter dam above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	4			Spec. from engineering best practice
374	Sustaining, Instrumentation: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the starter dam above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	8			Spec. from engineering best practice
374	Capital, Instrumentation: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	4			Spec. from engineering best practice
374	Sustaining, Instrumentation: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	8			Spec. from engineering best practice
374	Capital, Instrumentation: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	40			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
374	Sustaining, Instrumentation: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	80			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
B	**STOCKPILE 002 DITCHES AND PONDS**					
375	Capital, Ditches: Excavate overburden to form ditch in below-ground sections to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile	m^3	95 700			Ditch dimensions from AutoCAD model and depth to bedrock as determined by BBA's geotechnical investigation
375	Sustaining, Ditches: Excavate overburden to form ditch in below-ground sections to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile	m^3	171 400			Ditch dimensions from AutoCAD model and depth to bedrock as determined by BBA's geotechnical investigation
375	Capital, Ditches: Compact base of ditch to 95% Standard Proctor density	m^2	85 000			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Compact base of ditch to 95% Standard Proctor density	m^2	160 500			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Construct ditch embankments and sub-grade of vehicular access with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), where required and as indicated in the drawings. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	23 400			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Construct ditch embankments and sub-grade of vehicular access with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), where required and as indicated in the drawings. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	67 400			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane in ditch including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	41 000			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane in ditch including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, welding of seams etc.	m^2	88 200			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile below rip-rap for erosion protection in ditch including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^3	25 400			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice

375	Sustaining, Ditches: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile below rip-rap for erosion protection in ditch including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^3	58 500			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Backfill ditch geotextile/geomembrane anchoring with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), as per detail. (Material sourced from overburden stockpiles)	m^3	1 200			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Backfill ditch geotextile/geomembrane anchoring with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), as per detail. (Material sourced from overburden stockpiles)	m^3	2 300			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D_{50} = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	7 000			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D_{50} = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	18 100			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course alongside ditch for vehicular access as per detail (above and below-ground sections). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 400			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course alongside ditch for vehicular access as per detail (above and below-ground sections). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	6 400			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches, Culvert: Excavate trenches for culvert installation (1x 2.5 m wide and minimum 2.5 m deep with 3H:1V side slopes) with a longitudinal slope as per detail. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	250			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches, Culvert: Excavate trenches for culvert installations (2x 2 m wide and minimum 2 m deep with 2H:1V side slopes, 1x 2.5 m wide and minimum 2.5 m deep with 3H:1V side slopes) with a longitudinal slope as per detail. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	-		#VALEUR!	Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches, Culvert: Supply and install 800 mm diameter CSP culvert with 1.6 mm wall thickness, 68x13 mm corrugation profile and light galvanised Z275 with couplings suppled by manufacturer. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	20			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches, Culvert: Supply and install 800 mm diameter CSP culvert with 1.6 mm wall thickness, 68x13 mm corrugation profile and light galvanised Z275 with couplings suppled by manufacturer. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	-			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Ditches, Culvert: Supply and install Zone 4 Granular B Type II for pipe bedding and trench backfill and place in layers of 200mm thick and compact to 90% standard Proctor density. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	190			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ditches, Culvert: Supply and install Zone 4 Granular B Type II for pipe bedding and trench backfill and place in layers of 200mm thick and compact to 90% standard Proctor density. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles).	m^3	-			Ditch dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Clean Water Diversion Channels: Excavate overburden to form ditch in below-ground sections to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile	m^3	27 700			
375	Capital, Clean Water Diversion Channels: Compact base of ditch to 95% Standard Proctor density	m^2	51 900			
375	Capital, Clean Water Diversion Channels: Construct ditch embankments and sub-grade of vehicular access with Zone 8 Sand/Silt (Overburden), where required and as indicated in the drawings. Rate to include selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, compaction, disposal of spoil. (Sourced from overburden stockpiles or on-site borrow pits)	m^3	11 500			
375	Capital, Clean Water Diversion Channels: Supply and install 500g/m2 non-woven needle punched geotextile below rip-rap for erosion protection in ditch including anchoring as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	19 300			

375	Capital, Clean Water Diversion Channels: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D_{50} = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base of ditch and sideslopes as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	4 900			
375	Capital, Ponds: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	66 900			Pond dimensions from AutoCAD model, design based on pond volumes
375	Sustaining, Ponds: Excavate overburden to form base of pond to the dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in designated stockpile.	m^3	42 300			Pond dimensions from AutoCAD model, design based on pond volumes
375	Capital, Ponds: Rip base of embankment and pond foundation to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density	m^2	223 000			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
375	Sustaining, Ponds: Rip base of embankment and pond foundation to a depth of 200 mm and compact to 95% Standard Proctor density	m^2	59 000			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and thickness from engineering best practice
375	Capital, Ponds: Construct embankment with Zone 2 Waste Rock (-450 mm). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	136 600			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Sustaining, Ponds: Construct embankment with Zone 2 Waste Rock (-450 mm). Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from pit development, quarry or stockpiles as identified by Owner)	m^3	102 300			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Capital, Ponds: Construct upstream Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	4 810			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Sustaining, Ponds: Construct upstream Zone 6 Transition Sand and Gravel (-26.5 mm) layer 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	2 940			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Capital, Ponds: Construct upstream Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	6 220			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Sustaining, Ponds: Construct upstream Zone 5 Filter/Bedding Sand (-4.75 mm) 0.3 m thick. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 480			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Capital, Ponds: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on upstream slopes of embankments and base of pond and anchor at toe, crest and abutments as shown in drawings. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	202 900			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Sustaining, Ponds: Supply and install 1.5 mm double textured LLDPE geomembrane on upstream slopes of embankments and base of pond and anchor at toe, crest and abutments as shown in drawings. Rate to include allowance for wastage, overlap, welding of seams etc.	m^2	46 700			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
375	Capital, Pond: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill	m^3	4 230			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Sustaining, Pond: Backfill geomembrane anchor with Zone 3 Till/Sand Bentonite Cement Fill	m^3	1 550			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Capital, Ponds: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access, including safety berms on dam crest. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	3 480			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
375	Sustaining, Ponds: Supply and install Zone 4 Granular B Type II 300 mm thick wearing course on crest of dam for vehicular access, including safety berms on dam crest. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Material sourced from processed material temporary stockpiles)	m^3	1 360			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice and volumes from engineering design
	Capital, Ponds, Spillways: Excavate natural ground/embankments to form the required dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in the designated stockpile.	m^3	6 501			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design

	Sustaining, Ponds, Spillways: Excavate natural ground/embankments to form the required dimensions and slopes indicated in the drawings. Stockpile excavated material in the designated stockpile.	m^3	5 561			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
	Capital, Ponds, Spillways: Excavate 1m wide x 1 m deep trench in spillway for geomembrane at spillway outlet location.	m^3	20			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds, Spillways: Excavate 1m wide x 1 m deep trench in spillway for geomembrane at spillway outlet location.	m^3	13			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
	Capital, Ponds, Spillways: Backfill 1m wide x 1m deep trench in spillway with 20 MPa mass concrete to fix spillway invert level. Rate to include transport, backfilling, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil.	m^3	20			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds, Spillways: Backfill 1m wide x 1m deep trench in spillway with 20 MPa mass concrete to fix spillway invert level. Rate to include transport, backfilling, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil.	m^3	13			Spillway dimensions from AutoCAD model, dimensions from engineering design
	Capital, Ponds, Spillways: Supply and install 500 g/m2 nonwoven needle punched geotextile below riprap for erosion protection and separation in spillways, including anchoring, as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	5 960			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Spillways: Supply and install 500 g/m2 nonwoven needle punched geotextile below riprap for erosion protection and separation in spillways, including anchoring, as per detail. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	5 240			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Spillways: Install Zone 7b Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 300 mm and place in 600 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes select spillway chutes (Pond 02 and Pond 04) as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	3 420			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Spillways: Install Zone 7b Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 300 mm and place in 600 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes select spillway chutes (Pond 02 and Pond 04) as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	2 980			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Spillways: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes of spillway weir as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	45			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Spillways: Install Zone 7a Rip-Rap Erosion Protection with D50 = 200 mm and place in 300 mm thick layer on geotextile in base and sideslopes of spillway weir as per detail. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, water, compaction, final grading, complying with required tolerances, providing for testing, and disposal of spoil. (Sourced from open pit development or stockpiles as identified by Owner)	m^3	40			Spillway dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds: Excavate 500 mm wide trenches for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of up to 1 m.	m^3	550			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds: Excavate 500 mm wide trenches for installation of subsurface drainage system in base of pond to a depth of up to 1 m.	m^3	50			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Capital, Ponds: Supply and install 300g/m2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	550			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds: Supply and install 300g/m2 non-woven needle punched geotextile as filter layer in subsurface drainage system trench prior to provision of drainage stone. Geotextile to have minimum 300 mm overlap after placement of perforated pipe and drainage stone. Rate to include allowance for wasteage, overlap, stitching of seams etc.	m^2	50			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Capital, Ponds: Supply and installl Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	550			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds: Supply and installl Zone 9 Clear Stone (-19 mm) as drainage medium in subsurface drainage system trench. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification. Rate to include excavation, selection, loading, transport, offloading, spreading or backfilling, final grading, complying with required tolerances, and disposal of spoil, all in accordance with the requirements of the specification.	m^3	50			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design

	Capital, Ponds: Supply and install 75 mm ID double walled perforated pipes with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	2 330			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds: Supply and install 75 mm ID double walled perforated pipes with smooth bore supplied in 6 m length with push fit couplings in trench for subsurface drainage system. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	m	220			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Capital, Ponds: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth of 1 to 2 m. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	No.	3			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Sustaining, Ponds: Supply and install 1.5 m diameter concrete manhole with prefabricated concrete rings, base slab, cover slab, concrete lid and internal step irons. Concrete rings to be 500 mm wide and 83 mm thick. For manhole depth of 1 to 2 m. Rate to include transport, offloading, installation, allowance for wasteage.	No.	1			Pond dimensions from AutoCAD model, spec. and dimensions from engineering design
	Capital, Ponds, Instrumentation: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the highest portion of the lined pond embankments (1 per embankment). Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Instrumentation: Supply and install vibrating wire piezometers (VWP, RST Instruments Part #VW2100, 0.35 MPa) at the toe of the highest portion of the lined pond embankments (1 per embankment). Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Instrumentation: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Instrumentation: Supply and install VWP enclosures (4", RST Instruments Part #DT2011-SE) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Instrumentation: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the embankment above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Instrumentation: Supply and install Single Channel VWP Datalogger (RST Instruments Part #DT2011B) at the crest of the embankment above each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Instrumentation: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Instrumentation: Supply and install Cable splice kit (RST Instruments Part #ELSPLICE4) at each VWP location. Rate to include transport, offloading, installation.	No.	1			Spec. from engineering best practice
	Capital, Ponds, Instrumentation: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	40			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Sustaining, Ponds, Instrumentation: Supply and install cable to connect each VWP to a data logger. Rate to include transport, offloading, installation, calibration.	m	40			Embankment dimensions from AutoCAD model, spec. from engineering best practice
	Subtotal					
TOTAL COST						

Schedule of Quantities						
	702381 SHAAKICHIUWAANAAN - WASTE AND WATER MANAGEMENT - OVERBURDEN PILES 004 and 005 AND ORGANICS PILE					
Item #	**Description**	**UNIT**	**QUANTITY**	**UNIT RATE ($) CDN**	**AMOUNT**	**Basis of Quantities**
A	**FOUNDATION PREPARATION**					
391	Stockpile 004: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile and paddock footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in the designated area	m^2	234 700			The stockpile and paddock footprint on land from the Autocad model
391	Stockpile 005: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from stockpile, ditches and pond footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in designated area.	m^2	282 700			The stockpile and paddock footprint on land from the Autocad model
391	Organics Stockpile: Remove muskeg, organics, topsoil, overburden and unsuitable soil from the stockpile and paddock footprint to a nominal depth of 300 mm and stockpile in the designated area	m^2	108 000			The stockpile and paddock footprint on land from the Autocad model
	Sub Total				$0,00	
B	**CONTAINMENT PADDOCKS AND TEMPORARY SILT FENCING FOR OVERBURDEN PILE 004**					
393	Stockpile 004: Construct collection paddocks for run-off with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm).	m^3	4 300			From the design of the paddock, using Civil 3D
393	Stockpile 004: Temporary silt fencing	m	1 700			Perimeter Length
	Sub Total				**$0,00**	
B	**CONTAINMENT PADDOCKS AND TEMPORARY SILT FENCING FOR OVERBURDEN PILE 005**					
393	Stockpile 005: Construct collection paddocks for run-off with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm).	m^3	5 100			From the design of the paddock, using Civil 3D
393	Stockpile 005: Temporary silt fencing (if required, because if waste rock is not available for the paddock berm)	m	2 000			Perimeter Length
	Sub Total				**$0,00**	
C	**CONTAINMENT PADDOCKS AND TEMPORARY SILT FENCING FOR ORGANICS PILE**					
393	Organics Stockpile: Construct collection paddocks for run-off with Zone 2 Mine Rockfill (-450 mm).	m^3	3 700			From the design of the paddock, using Civil 3D
393	Organics Stockpile: Temporary silt fencing (if required because if wasterock is not available for paddock berm)	m	1 500			Perimeter Length
Subtotal					**$0,00**	
TOTAL COST					**$0,00**	

© AtkinsRéalis sauf indication contraire
ATKINSRÉALIS - Sensible

ANNEXE

5-11 PRÉLÈVEMENT EAU FRAÎCHE – LAC 308

NOTE TECHNIQUE

Client :	Ressources PMET Inc.		
Projet :	Projet minier Shaakichiuwaanaan	**Référence WSP :**	CA0001724.3318
Objet :	Prélèvement eau fraîche – Lac 308	**Date :**	27 novembre 2025
c. c. :	Elsa Sormain et Dominique Poissant WSP Canada Inc.M., WSP Canada Inc		

1 Introduction

1.1 Objectif et mise en contexte

Le projet minier Shaakichiuwaanaan, développé par Ressources PMET Inc.(Client), vise l'extraction de lithium à partir d'une fosse à ciel ouvert sur une propriété située au sud du 55e parallèle, dans le territoire visé par la Convention de la Baie-James et du Nord québécois (CBJNQ). Ce projet est assujetti à une évaluation environnementale fédérale en vertu de la *Loi sur l'évaluation d'impact* (L.C. 2019, ch. 28, art. 1) ainsi qu'au régime provincial d'évaluation environnementale applicable via les instances du *Comité d'évaluation des répercussions sur l'environnement et le milieu social* (COMEV) et du *Comité d'examen* (COMEX).

Dans ce contexte, Ressources PMET a mandaté WSP Canada Inc. (WSP) pour réaliser certaines études environnementales visant à documenter les conditions environnementales de base du milieu récepteur du projet. Le *Rapport sectoriel – Hydrologie* (WSP, 2025) décrit les conditions hydrologiques existantes dans la zone d'étude locale (ZEL).

Afin de satisfaire les besoins en eau potable du projet minier, une prise d'eau est envisagée dans le lac 308 qui est localisé dans la ZEL. WSP a été mandatée pour estimer la capacité hydrologique du lac 308 au moyen d'un bilan hydrique du lac, afin d'aider à l'analyse des options de prélèvement d'eau potable. Cette note technique présente la méthodologie utilisée pour estimer ce bilan hydrique ainsi que les résultats obtenus.

1.2 Scénarios de volumes d'eau prélevés

À la demande du Client, trois scénarios de volumes d'eau journaliers prélevés ont été analysés. Le scénario 1 correspond au volume de prélèvement de conception déterminé par AtkinsRealis (courriel du 27 février 2025). Les scénarios 2 et 3 sont des hypothèses qui ont été posées afin de réaliser une analyse de sensibilité sur ce chiffre. Le tableau 1-1 présente ces trois scénarios et indique le débit de prélèvement en considérant un débit constant sur 24 heures.

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-418-623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1-418-624-1857

WSP.COM

Tableau 1-1 Volumes journaliers et débits de prélèvement des trois scénarios analysés

Scénario	Volume journalier (m^3)	Débit de prélèvement (m^3/s)
1	117	0,0014
2	150	0,0017
3	200	0,0023

1.3 Description de la zone d'étude

Le lac 308 est situé dans la ZEL du projet minier Shaakichiuwaanaan, dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James. La carte 1 et la figure 1-1 localisent le lac 308, son bassin versant ainsi que le cours d'eau à l'exutoire du lac (identifié à l'emplacement de la sonde LL-10), qui a été utilisé pour mesurer le niveau d'eau à l'exutoire du lac lors des campagnes terrain de 2023 et 2024.

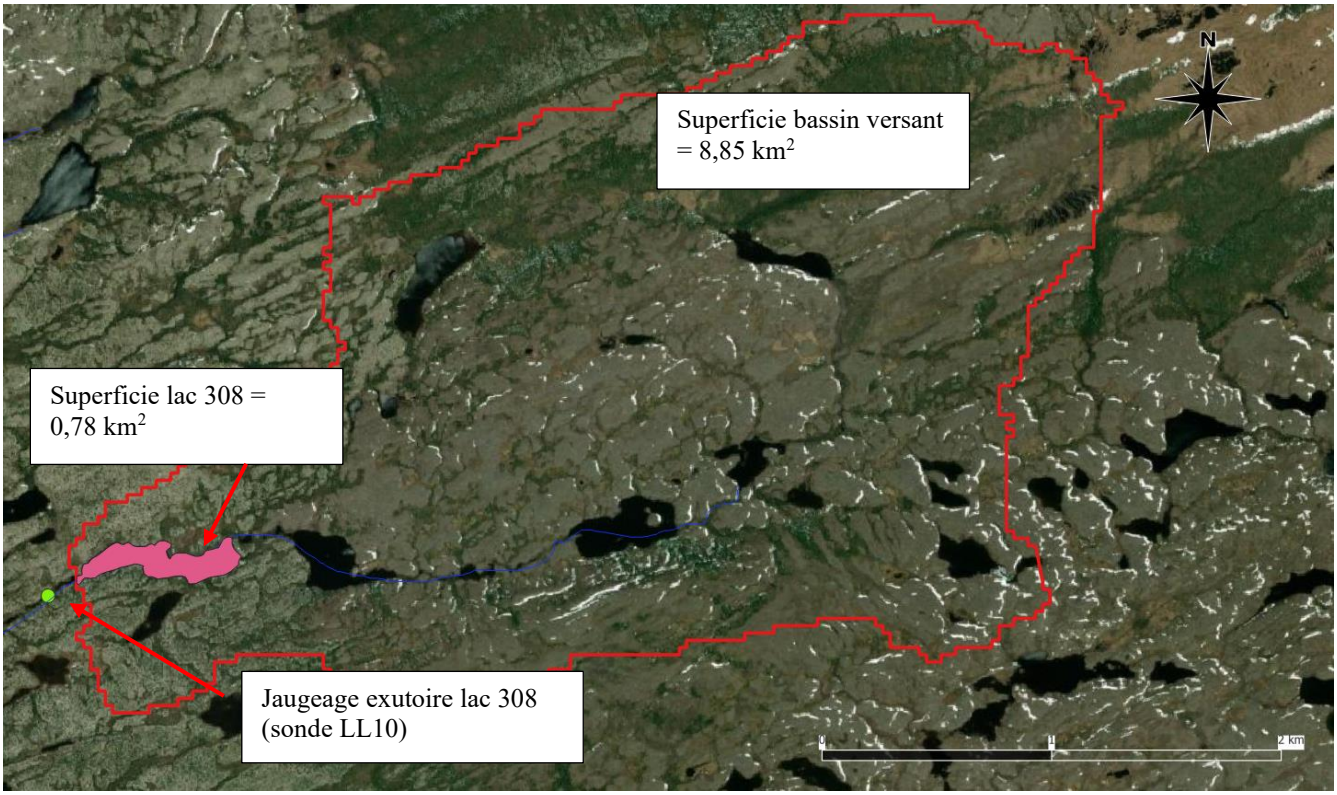


Figure 1 Bassin versant du lac 308

2 Lois et règlements en vigueur

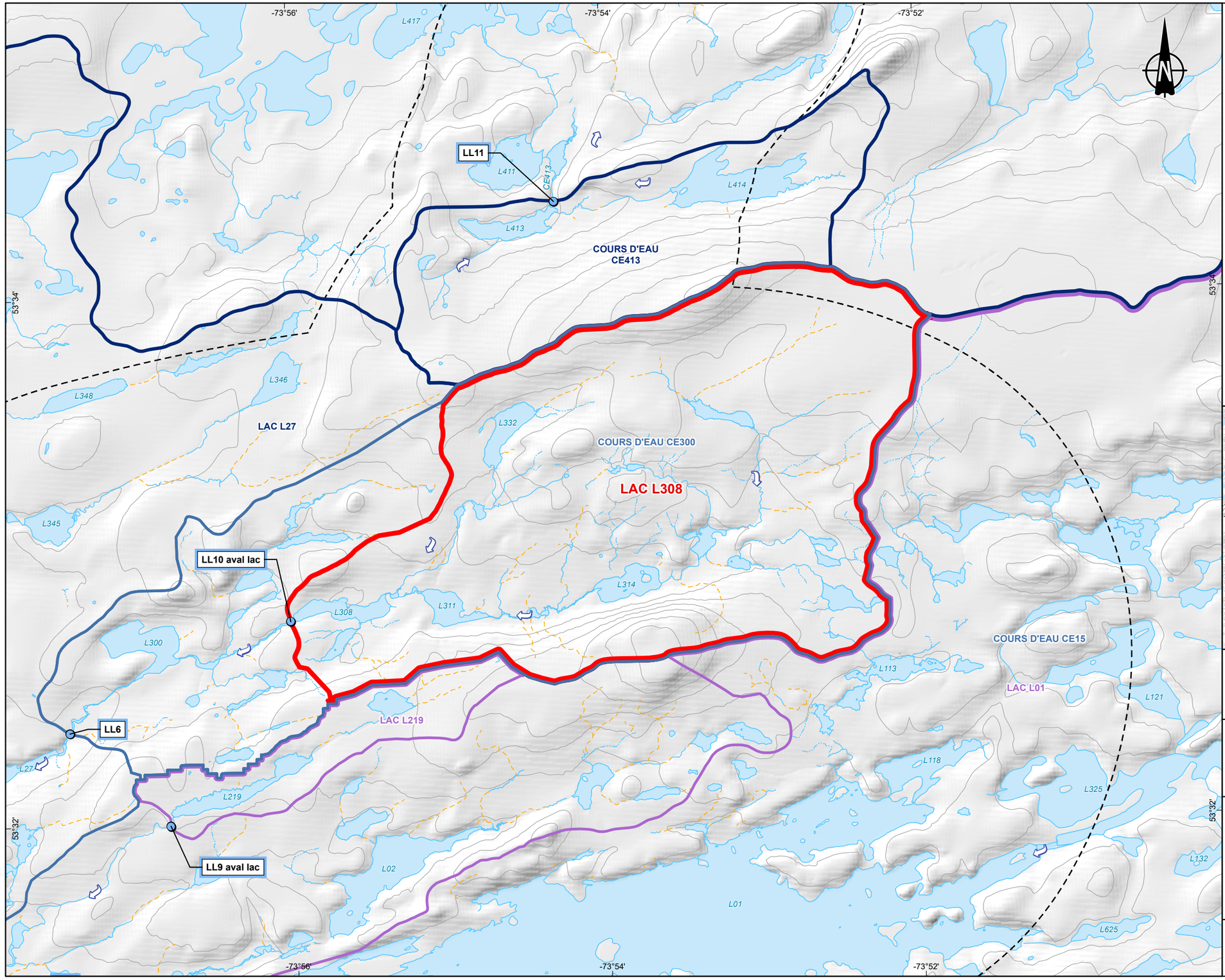
2.1 Cadre législatif applicable

Le prélèvement d'eau potable au Québec, y compris sur le territoire d'Eeyou Istchee, est soumis à un cadre législatif complexe visant à protéger la ressource et les écosystèmes. Les principales lois sont :

- **Loi sur l'eau (C-6.2)** : Affirme le caractère collectif de l'eau et impose un régime d'autorisation pour tout prélèvement significatif.
- **Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)** : Encadre les activités ayant un impact sur l'environnement, dont les prélèvements d'eau.
- **Convention de la Baie-James et du Nord québécois** : Reconnaît les droits des Cris et prévoit des mécanismes de gouvernance partagée.

2.2 Règlements clés

- Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) (MELCCFP, 2025a) :
    1. Obligation d'obtenir une autorisation pour la majorité des prélèvements supérieurs à 75 000 L/jour (50 000 L/jour dès 2026).
    2. Imposition d'analyses de vulnérabilité et de zones de protection autour des points de captage.
- Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau (MELCCFP, 2025b) :
    1. Déclaration obligatoire pour tout prélèvement ≥ 50 000 L/jour, même si aucune autorisation n'est requise.
- Règlement sur les habitats fauniques (MELCCFP, 2025c) :
    1. Article 17 : Interdit toute activité susceptible de modifier un élément biologique, chimique ou physique d'un habitat faunique, sauf autorisation.
    2. Les habitats aquatiques (lacs, marais, cours d'eau) sont protégés.



Composantes du projet / *Project Components*

Zone d'inventaire / *Inventory area*

Hydrologie / *Hydrology*

Sens d'écoulement de l'eau / *Waterflow direction*

Point de calcul / *Calculation point*

Bassins versants / *Watersheds*

Principal / *Principal*

Intermédiaire / *Intermediate*

Sous-bassin versant / *Sub-watershed*

Composantes de l'écosystème / *Ecosystem Components*

Milieux hydriques / *Hydrous Environnements*

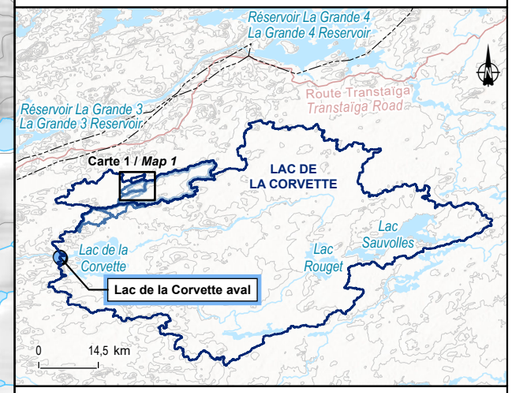
Plan d'eau / *Waterbody*

Cours d'eau / *Watercourse*

Intermittent / *Intermitent*

Permanent / *Permanent*

Souterrain / *Underground*



Projet minier Shaakichiuwaanaan /
Shaakichiuwaanaan Mining Project

Note technique - Prélèvement eau fraîche - Lac 308/
Technical Note - Freshwater Sampling - Lac 308

Carte 1 / *Map 1*
Lac 308 et son bassin versant / *Lac 308 and Its Watershed*

Sources :
CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017
BDGA, 1M, MERN, 2014
Cartographie écologique de la végétation du Nord Québécois, MFFP, 2013

0 270 540 m
NAD 1983 CSRS UTM Zone 18N

2025-11-20

Préparation / Preparation : E. Sormain
Dessin / Drawing : M. Dupraz
Approbation / Approval : M.-H. Brisson
CA0001724_3318_nt_prelevement_eau_fraiche_251120.aprx
CA0001724_3318_nt_c01_072_lac_308_251120

2.3 Exceptions à l'autorisation ministérielle

L'article 17 du règlement sur les habitats fauniques mentionne :

« Dans un habitat du poisson, une personne ne peut effectuer du pompage d'eau que conformément à l'une ou l'autre des conditions suivantes :

1. dans le cas d'un cours d'eau, le prélèvement ne peut excéder 15 % du débit du cours d'eau à l'endroit où le prélèvement est effectué;
2. dans le cas d'une plaine d'inondations, le prélèvement ne peut excéder 45 000 litres par jour;
3. dans le cas d'un lac, le prélèvement ne peut abaisser le niveau de plus de 15 cm; un avis écrit doit être transmis par poste recommandée au ministre des Ressources naturelles et de la Faune au moins 15 jours avant la date prévue pour le début du pompage d'eau; cet avis doit indiquer le nom et la localisation du lac où le pompage d'eau est projeté, sa durée prévue ainsi que la date du début de cette activité. » (MELCCFP, 2025c)

De plus, certaines autres situations permettent un prélèvement sans autorisation, sous conditions, soit :

- **Prélèvements d'urgence** (ex. incendie, sécurité publique).
- Prélèvements temporaires pour essais ou études (durée limitée, faible volume).
- Prélèvements inférieurs au seuil réglementaire (moins de 50 000 L/jour dès 2026).
- Pompage dans un habitat du poisson à des fins agricoles : permis si effectué dans un cours d'eau et n'excède pas 15 % du débit à l'endroit du prélèvement.
- **Prélèvements pour besoins domestiques isolés** (p. ex. chalet non raccordé à un réseau public) sont souvent exemptés si le volume est faible.

2.4 Critères à respecter pour un projet de prélèvement

1. **Seuils réglementaires** : Déterminer le volume journalier prévu.
2. **Autorisation ministérielle** : Requise si seuil dépassé ou si en habitat faunique (Sauf exception. Voir point nº 4).
3. **Zones de protection** : Délimiter trois zones (immédiate, rapprochée, éloignée).
4. Protection des habitats fauniques (art. 17) :
    a. Vérifier si le site est dans un habitat identifié.
    b. Maintenir les débits/niveaux écologiques et protéger les frayères.
5. Respect des droits autochtones :Consultation obligatoire.
6. **Déclaration et suivi** : Déclaration annuelle et programme de suivi qualité.

À noter que ce document n'évalue que l'aspect quantité du prélèvement et que des évaluations pour des mesures de protection de la source d'eau potable et de la qualité de celle-ci devront être effectuées.

3 Méthodologie

3.1 Caractéristiques du lac 308 et de son bassin versant

Les caractéristiques du lac 308 et de son bassin versant sont tirées du *Rapport sectoriel – Hydrologie* (WSP, 2025).

Les caractéristiques physiographiques du lac 308 et de son bassin versant utilisées pour estimer le bilan hydrique sont décrites au tableau 3-1.

Tableau 3-1 Caractéristiques physiographiques du lac 308 et de son bassin versant

Caractéristique	Valeur
Superficie du bassin versant (km²)	8,85
Pourcentage de lacs et milieux humides du bassin versant (%)	4,94
Superficie du lac 308 (km²)	0,78

3.2 Étiages estimés par la méthode du MELCCFP (MDDELCC, 2017)

Les étiages présentent des cas critiques à considérer pour les prélèvements d'eau. Les valeurs d'étiages qui ont été estimées à l'exutoire du lac 308 dans le *Rapport sectoriel – Hydrologie* (WSP, 2025), par la méthode de régression linéaire du MELCCFP (MDDELCC, 2017) sont présentées au tableau 3-2. Ces valeurs présentent cependant une incertitude élevée, comme discuté dans WSP (2025). Cette incertitude est inhérente à la méthode d'estimation et aux données utilisées par le MELCCFP (MDDELCC, 2017). Afin de suppléer à cette incertitude, les étiages ont aussi été estimés au moyen d'un bilan hydrique et en utilisant les données recueillies lors des campagnes terrain.

Tableau 3-2 Débits d'étiages estimés à l'exutoire du lac 308

Crues / Étiages	Période de retour	Débit (m³/s)
Étiages	Q2-7	0,015
	Q10-7	0,007
	Q5-30	0,010

3.3 Débits à l'exutoire du lac 308

La relation débit-niveau à l'exutoire du lac 308 a été estimée à l'aide des données de jaugeage réalisées lors des campagnes terrain en 2023 et 2024. Cette relation est définie telle que :

$Q = 19{,}1 \times (h - 374{,}89)\ ^{1{,}97}$

où :
Q est le débit en m³/s
h est l'élévation de l'eau en m

3.4 Modélisation du bilan hydrique

Puisque le bassin versant du lac 308 est non jaugé, la série de débit a dû être reconstituée. Pour ce faire, un modèle hydrologique a été calibré à l'aide des séries de débits et météorologiques – précipitations totales et températures – du bassin versant le plus adéquat pour modéliser les apports au lac 308.

Le modèle hydrologique calibré a ensuite été utilisé pour simuler la série de débit du bassin versant du lac 308, en utilisant les séries météorologiques spécifiques au site.

3.4.1 Données hydrométriques

La station nº 03OA015 (Flora Creek) a été utilisée pour estimer le débit du bassin versant du lac 308. Cette station est localisée au Labrador à approximativement 25 km au nord-est de Fermont. WSP (2025) a fait une revue des stations hydrométriques disponibles et a montré que cette station était la plus adéquate pour estimer les débits pour les petits bassins versants de la ZEL. La station de référence sélectionnée pour estimer le débit du bassin versant du lac 308 se situe environ à la même latitude que ce dernier près de la frontière du Québec et du Labrador. Cette station hydrométrique est celle qui est la plus proche du site parmi les stations qui répondent aux deux critères suivants :

- la superficie du bassin versant de la station est d'un même ordre de grandeur que celle du bassin versant à l'étude;
- la station est en activité.

Le tableau 3-3 présente la description de cette station appelée par la suite station de référence.

Tableau 3-3 Description de la station hydrométrique 03OA015

Nº station	Nom station	Superficie (km²)	Coordonnées géographiques (NAD 83)		État	Période d'activité	Distance approximative (km²)
			LAT (degré déc.)	LON (degré déc.)			
03OA015	Flora Creek	139	52,9634	-66,8367	Ouverte	2012-2024	479

La sonde LL-10 a mesuré les niveaux d'eau à l'exutoire du lac 308 durant les campagnes terrain de 2023 et 2024. Des jaugeages ont permis d'établir sa courbe de tarage (relation niveau-débit). Cette courbe de tarage permet de convertir les niveaux enregistrés en débits. Cette série est cependant trop courte pour calibrer adéquatement un modèle hydrologique.

3.4.2 Données météorologiques

Les données météorologiques proviennent des données de réanalyse satellite ERA5-Land (Copernicus, 2023) via l'application Open-meteo (Zippenfenig, 2023).

Ces données ont été extraites à l'exutoire de la station de référence et à l'exutoire du lac 308, afin de pouvoir caractériser les deux bassins versants pour la période allant de 1980 à 2024.

3.4.3 Calibration du modèle hydrologique

Le modèle hydrologique GR4J (Perrin et Andréassian, 2003), couplé au module d'accumulation et de fonte de la neige CemaNeige (Valéry, 2010) dans sa version à 15 paramètres libres (Poissant & al., 2017), a démontré son aptitude à modéliser le débit des bassins versants nordiques. Ce modèle, nommé GR4J-15 dans la suite du texte, a été utilisé pour modéliser les séries de débits.

Le critère de Nash-Sutcliffe (NSE) permet de juger le degré d'ajustement du modèle hydrologique calibré. Le domaine des valeurs du NSE est [-∞ ; 1]. Plus la valeur est élevée, meilleur est l'ajustement du modèle. Le modèle GR4J-15 calibré avec la série hydrométrique de la station de référence et les séries météorologiques ERA5-Land pour ce bassin versant présentent un NSE égal à 0,85. Ce modèle est jugé adéquat.

Puisque la finalité de l'étude est de fournir un bilan hydrique sous forme de volumes mensuels au lac 308, les volumes mensuels observés et simulés à la station de référence ont été validés afin de s'assurer de la justesse de prédiction du modèle. Le tableau 3-4 présente la moyenne des volumes observés et calibrés pour les dix années complètes de la station de référence. Afin de faciliter la lecture des résultats, le ratio des volumes (volume observé / volume simulé) a été calculé; il est présenté au tableau 3-5.

La valeur du NSE ainsi que l'analyse des volumes permettent de conclure que la calibration du modèle est adéquate.

Tableau 3-4 Volumes moyens (10^3 m^3) observés et simulés à la station no. 03OA015

	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DÉC	ANNUEL
Observé	2012	1454	1383	2805	24050	14960	6610	7250	8455	7405	5861	3132	85378
Simulé	2112	1268	1272	2641	22438	15266	7502	6787	8258	8052	5357	2865	83818

Tableau 3-5 Ratio entre les volumes observés et simulés à la station no. 03OA015

	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DÉC	ANNUEL
2013	1,15	1,34	0,97	1,00	0,89	1,60	1,30	1,16	1,32	1,34	1,32	1,38	1,13
2014	1,05	1,08	1,20	1,83	1,64	1,12	0,76	1,16	0,92	0,88	0,86	1,02	1,17
2015	1,19	1,27	1,19	1,46	1,32	0,95	0,80	0,91	0,83	0,92	1,21	1,02	1,02
2016	1,07	1,26	1,50	1,36	0,92	0,99	0,78	0,89	0,96	1,10	1,10	1,14	0,97
2017	1,08	1,20	1,29	0,50	1,10	1,35	1,16	1,18	1,03	0,73	1,14	1,50	1,08
2018	1,60	1,56	1,48	0,90	0,77	0,90	1,01	1,38	1,13	0,83	1,25	1,08	0,98
2019	0,97	1,39	1,30	0,56	0,83	1,08	0,78	0,88	0,76	0,76	1,14	1,17	0,92
2020	1,02	0,71	0,87	3,14	1,39	0,75	0,71	0,94	0,88	0,85	1,09	0,91	0,94
2021	0,48	0,77	0,56	1,02	1,08	0,82	0,60	0,31	1,43	1,21	1,14	0,80	0,95
2022	0,81	1,07	1,33	0,99	1,11	0,91	1,31	1,51	1,13	0,91	0,93	1,10	1,09
moyenne	**1,04**	**1,16**	**1,17**	**1,28**	**1,11**	**1,05**	**0,92**	**1,03**	**1,04**	**0,95**	**1,12**	**1,11**	**1,02**

3.4.4 Validation du modèle hydrologique

Les débits calculés à l'aide des niveaux d'eau observés à l'aide de la sonde LL-10 à l'exutoire du lac 308 ont été comparés aux débits modélisés avec le modèle GR4J-15. La figure 3-1 présente les deux hydrogrammes. Comme spécifié dans WSP, 2025, les niveaux d'eau mesurés par la sonde LL-10 pour la période allant du 14 décembre 2023 au 14 avril 2024 sont erronés, probablement dû à l'effet des glaces. Cette portion des débits pour la sonde LL-10 n'est dons pas représentée sur la figure. La figure montre que les crues simulées par le modèle GR4J-15 sont potentiellement sous-estimées. Puisque la capacité d'emmagasinement du lac 308 est faible et que par conséquent le volume d'eau généré par les crues ne peut pas être emmagasiné, l'impact est négligeable. La figure montre aussi que les étiages simulés par le modèle GR4J-15 pourraient être sous-estimés. Ce constat sera discuté dans l'analyse des résultats.

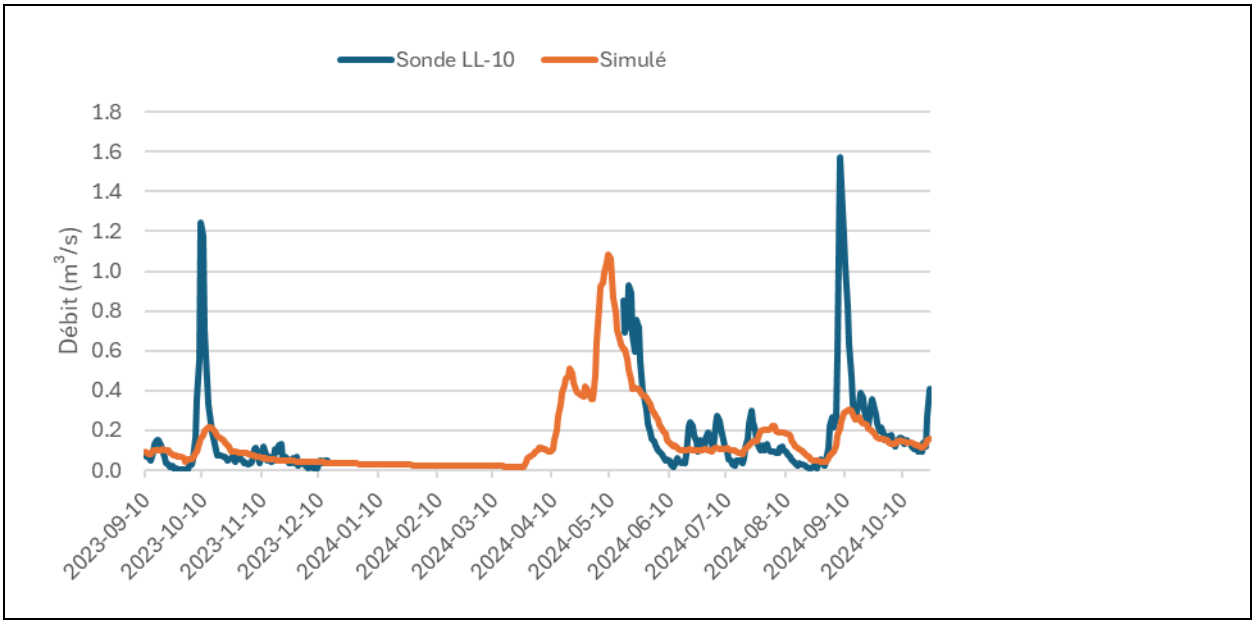


Figure 3-1 Débits calculés avec les données de niveau observé par la sonde LL-10 et débits simulés avec le modèle GR4J-15

Le tableau 3-6 présente le ratio entre les volumes calculés à partir des niveaux d'eau observés par la sonde LL-10 et les volumes calculés avec les débits simulés par le modèle hydrologique GR4J-15 pour chaque mois d'observation disponible à la sonde LL-10. Pour ces six mois répartis sur deux années, la moyenne du ratio est de 1,21, ce qui indique que les volumes estimés à l'aide des débits simulés par le modèle hydrologique sont conservateurs.

Tableau 3-6 Ratio entre les volumes observés par la sonde LL-10 et simulés par le modèle hydrologique GR4J-15

	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DÉC
2023	-	-	-	-	-	-	-	-		1,67	1,12	-
2024	-	-	-	-	-	0,72	1,07	0,44	2,22	-	--	-

Il existe peu de données de débits pour valider le modèle hydrologique et ces données de débits sont sujettes à une grande incertitude. Il apparaît toutefois que les débits simulés avec le modèle hydrologique présentent une estimation satisfaisante des débits à l'exutoire du lac 308.

3.4.5 Modélisation du bilan hydrique

La série de débits simulés à l'aide du modèle hydrologique GR4J-15 a été moyennée afin d'obtenir un hydrogramme annuel de débits moyens journaliers. Le modèle du bilan hydrique a été estimé en quantifiant les intrants, les extrants et l'emmagasinement dans le lac 308.

Pour chaque scénario de prélèvement, un bilan hydrique a été modélisé sur une base journalière. Un scénario de référence sans prélèvement a aussi été modélisé.

Les intrants, les extrants et l'emmagasinement du modèle de bilan hydrique sont définis ici :

- **Intrants** : Les apports de débits simulés par le modèle hydrologique GR4J-15.
- **Extrants** : Le débit évacué à l'exutoire du lac (calculé à partir de la courbe de tarage spécifique au lac 308) et le volume d'eau prélevé selon chaque scénario.
- **Emmagasinement** : Le niveau d'eau du lac est recalculé à chaque pas de temps en tenant compte du volume d'eau emmagasiné, des intrants et des extrants.

3.4.6 Courbe de tarage

La courbe de tarage ($Q = 19{,}1 \times (h - 374{,}89)^{1{,}97}$) provient de WSP, 2025. Elle permet de convertir les niveaux d'eau simulés en débits à l'exutoire.

3.4.7 Comparaison des niveaux d'eau

Les niveaux d'eau simulés pour chaque scénario de prélèvement sont comparés à la situation de référence (sans prélèvement).

3.4.8 Hypothèses de calcul

Afin de modéliser le bilan hydrique du lac 308, des hypothèses de calculs ont été posées. Elles sont identifiées et expliquées ici.

3.4.8.1 Courbe d'emmagasinement du lac 308

Le lac 308 a été considéré comme étant un prisme à paroi verticale dont la superficie est de 78 000 m². Le profil du cours d'eau LL-10 présenté dans WSP (2025) montre un seuil à l'aval du lac. Le volume d'eau du lac sous ce seuil est donc un volume mort. Ce constat permet de qualifier l'hypothèse comme étant acceptable.

4 Résultats

La capacité d'emmagasinement du lac 308 est faible, ce qui fait que le débit sortant du lac est pratiquement égal au débit entrant. La figure 4-1 présente les hydrogrammes moyens qui comparent les scénarios de prélèvements analysés avec le scénario de référence. La figure montre que le niveau d'eau du lac 308 n'est pas affecté par les trois scénarios de prélèvement analysés. La figure 4-2 présente ces mêmes hydrogrammes pour les mois de janvier à mars qui sont ceux où les étiages sont les plus sévères. La figure permet de constater que l'écart est de l'ordre de quelques millimètres. L'écart est donc négligeable.

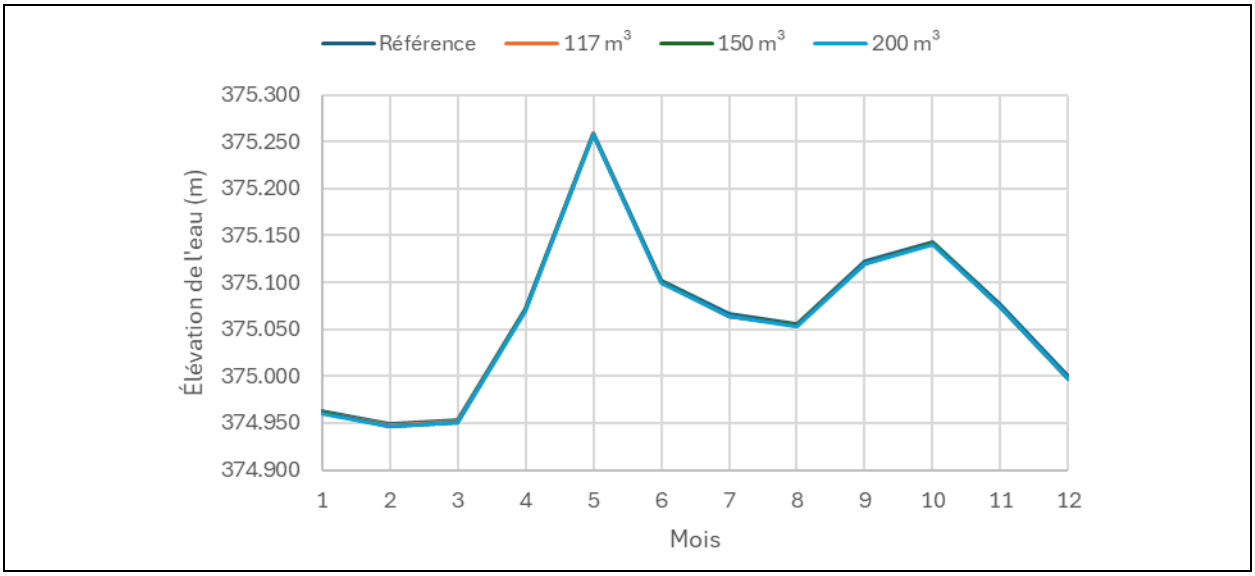


Figure 4-1 **Hydrogrammes moyens comparant l'impact de l'élévation de l'eau dans le lac 308 pour les scénarios analysés**

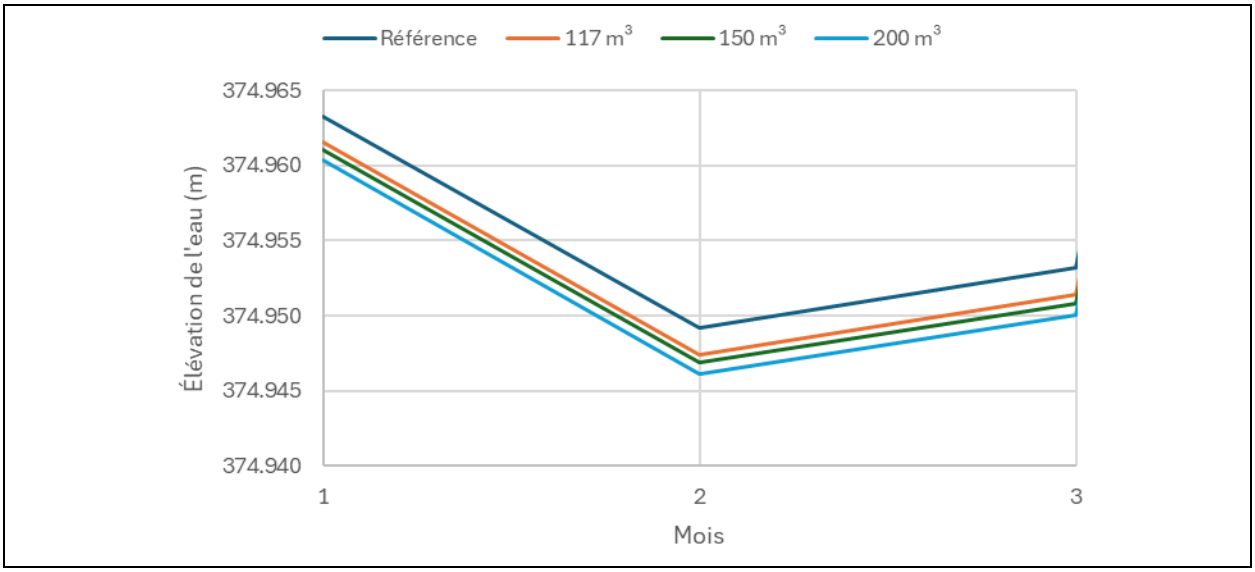


Figure 4-2 **Hydrogrammes moyens des mois de janvier à mars comparant l'impact de l'élévation de l'eau dans le lac 308 pour les scénarios analysés**

Le tableau 4-1 présente les volumes emmagasinés dans le lac 308 qui ont été estimés avec les modèles de bilan hydrique. Le tableau montre que la différence de volume emmagasiné dans le lac entre le scénario de référence et les trois scénarios de prélèvement est minime. Cela s'explique par le fait que les apports d'eau provenant du bassin versant compensent les volumes d'eau prélevés.

Tableau 4-1 Estimation du volume emmagasiné dans le lac 308 pour les scénarios comparés (10³ m³)

SCÉNARIO	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DÉC
Référence	63,43	62,34	62,65	71,97	86,56	74,30	71,44	70,68	75,81	77,46	72,19	66,24
117 m³	63,30	62,20	62,51	71,85	86,46	74,18	71,32	70,56	75,69	77,35	72,07	66,11
150 m³	63,26	62,16	62,47	71,81	86,43	74,15	71,29	70,53	75,66	77,31	72,03	66,08
200 m³	63,21	62,10	62,40	71,76	86,38	74,10	71,24	70,48	75,61	77,26	71,98	66,02

Le bilan a été réalisé avec des données simulées. Afin de valider les résultats, deux autres approches ont été utilisées.

La première approche a consisté à comparer les débits estimés à l'aide de la sonde LL-10 – convertis en volumes journaliers – aux volumes prélevés des trois scénarios. Les tableaux 4-2 et 4-3 comparent respectivement les volumes journaliers extrants minimums et moyens mensuels aux volumes intrants. Les volumes intrants sont ceux estimés à partir des niveaux d'eaux mesurés par la sonde LL-10. La série de niveaux d'eau enregistrés étant courte, chaque mois comportant un minimum de 20 enregistrements a été conservé. Le tableau 4-2 montre que les apports du bassin versant ont été insuffisants (-30 m³) en septembre 2023 pour le scénario de prélèvement de 200 m³/s. Une analyse des données a permis de constater qu'une seule journée affichait un bilan négatif, soit celle de septembre 2023. Il s'agit d'une valeur journalière qui n'est pas représentative du bilan mensuel. Le tableau 4-3 montre que le bilan des volumes moyens mensuels est toujours positif.

Tableau 4-2 Bilan des volumes minimums mensuels (m³) entrants estimés avec la sonde LL-10 et extrants pour les trois scénarios analysés

SCÉNARIO	ANNÉE	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV
117 m³	2023	-	-	-	-	53	137	1 825
	2024	16 052	1 249	1 771	548	9 845	7 800	-
150 m³	2023	-	-	-	-	20	104	1 792
	2024	16 019	1 216	1 738	515	9 812	7 767	-
200 m³	2023	-	-	-	-	**-30**	54	1 742
	2024	15 969	1 166	1 688	465	9 762	7 717	-

Tableau 4-3 Bilan des volumes moyens mensuels (m³) entrants estimés avec la sonde LL-10 et extrants pour les trois scénarios analysés

SCÉNARIO	ANNÉE	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV
117 m³	2023	-	-	-	-	4 849	18 420	5 477
	2024	131 281	8 858	11 282	4 572	39 144	13 210	-
150 m³	2023	-	-	-	-	4 816	18 387	5 444
	2024	131 248	8 825	11 249	4 539	39 111	13 177	-
200 m³	2023	-	-	-	-	4 766	18 337	5 394
	2024	131 198	8 775	11 199	4 489	39 061	13 127	-

La deuxième approche a consisté à comparer les débits associés aux volumes des trois scénarios de prélèvements – présentés au tableau 1-1 – avec les débits d'étiages estimés par WSP, 2025 – présentés au tableau 3-2. Le tableau 4-4 présente cette comparaison.

Le tableau montre que le cas le plus critique est un prélèvement de 200 m³, qui représente 32,3 % du débit en étiage sept jours de récurrence 10 ans. Il en résulte que même en période d'étiage, le bilan d'eau reste positif pour les trois scénarios de prélèvement. Il convient de rappeler que ces étiages sont des débits moyens sur sept jours (Q2-7 et Q10-7) et 30 jours (Q5-30), alors que les valeurs présentées au tableau 4-2 sont des valeurs journalières. C'est ce qui explique la différence entre les conclusions.

Tableau 4-4 Débits d'eau prélevés sous forme de pourcentage des débits d'étiage

Scénario	Q2-7 (%)	Q10-7 (%)	Q5-30 (%)
117 m³	9,3	18,9	13,9
150 m³	11,9	24,2	17,8
200 m³	15,8	32,3	23,8

5 Conclusion

L'impact des trois scénarios de prélèvement évalués a été estimé au moyen de trois méthodes : comparaison des débits associés aux prélèvements avec les débits d'étiages Q2-7, Q10-7 et Q5-30 estimés par la méthode du MELCCFP (MDDELCC, 2017); comparaison des volumes prélevés avec les volumes estimés un moyen d'un bilan hydrique modélisé et; comparaison des débits et volumes prélevés avec les débits de la sonde installée lors de campagnes de terrain.

La comparaison avec les valeurs d'étiages estimées par la méthode du MELCCFP (MDDELCC, 2017) montre que les débits associés aux volumes des trois scénarios de prélèvement sont inférieurs aux débits d'étiages estimés.

Les résultats de la modélisation du bilan hydrique indiquent que, pour les trois scénarios de prélèvement étudiés, l'impact sur le niveau d'eau et le volume du lac 308 est négligeable.

La comparaison avec les données enregistrées par la sonde LL-10 a permis de constater que le volume moyen mensuel d'apports provenant du bassin versant est suffisant pour les trois scénarios de prélèvements.

De plus, le déficit volumétrique maximal journalier de -30 m³ estimé au mois de septembre 2023 est considéré comme négligeable, car ponctuel (sur une seule journée).

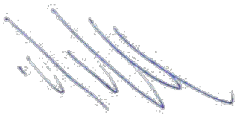
À noter que si le client le juge nécessaire ou pertinent, il est possible d'adopter des mesures de gestion modulables et spécifiques associées aux prélèvements d'eau, particulièrement lors des périodes d'étiage. Par exemple, il pourrait être prévu d'entreposer de l'eau dans des réservoirs durant les périodes où l'approvisionnement est abondant, soit lors de crues, afin de limiter les prélèvements directs dans le lac 308 pendant l'automne ou lors d'épisodes critiques pour minimiser l'impact sur le niveau du lac et le débit d'étiage.

De plus, il est suggéré de mettre en place un programme de suivi hydrométrique renforcé à l'exutoire du lac 308 pendant la période d'exploitation. Cela inclurait le déploiement de stations de mesure automatiques pour collecter des données en continu sur les niveaux, complétées par des campagnes de jaugeage en périodes critiques. Cela permettrait, d'une part, la validation régulière des modèles hydrologiques et, d'autre part, à suivre en temps réel l'impact du prélèvement sur les niveaux du lac.

BIBLIOGRAPHIE

- COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE, Climate Data Store (Copernicus), (2023*): ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present*. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.adbb2d47. Téléchargé le 15 juillet 2025.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2025. *Données hydrométriques historiques*. En ligne. https://wateroffice.ec.gc.ca/map/index_e.html?type=historical. Consulté le 15 juillet 2025.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2017. Estimation des débits d'étiage pour le Nord du Québec. Solution à court terme.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques**.** (MELCCFP, 2025a). *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP)*. Québec : Gouvernement du Québec.https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2014
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (MELCCFP, 2025b). *Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau*. Québec : Gouvernement du Québec. https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2014
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (MELCCFP, 2025c). *Règlement sur les habitats fauniques*, chapitre C-61.1, r. 18. Légis Québec. https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/c-61.1,%20r.%2018
- Poissant, Arsenault, Brissette. 2017. *Impact of parameter set dimensionality and calibration procedures on streamflow prediction at ungauged catchments*. Journal of Hydrology: Regional Studies. Volume 12. Pages 220-237. ISSN 2214-5818. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.05.005.
- Zippenfenig, P. (2023). Open-Meteo.com Weather API [Computer software]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.7970649

PRÉPARÉ PAR



27 novembre 2025

Raphaël Picard, Ing., M.Sc.
Nº OIQ : 6034515

Date

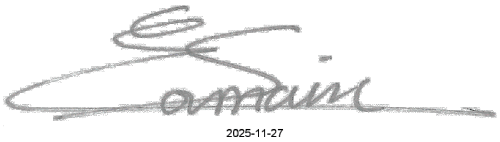


27 novembre 2025

Dominique Poissant, Ing., M.Sc.A
Nº OIQ : 5028187

Date

RÉVISÉ PAR



27 novembre 2025

Elsa Sormain, ing. M. Sc.

Nº OIQ : 5040590

Date

ANNEXE

5-12 ÉTUDE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

WSP Canada Inc.
11e étage
1600, boulevard René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) H3H 1P9
Canada

Téléphone : +1-514-340-0046
Télécopieur : +1-438-843-8111

wsp.com

Note technique

Ressources PMET inc.
Projet minier Shaakichiuwaanaan
Étude des émissions de gaz à effet de serre

Référence WSP : CA0001724-3318_016_NT_Rev0

2026-03-03

Destinataire(s) : Cathryn Moffett, Vice-présidente Environnement, Ressources PMET

1. Introduction

Ressources PMET Inc. (PMET) est une société d'exploration minière qui se concentre sur l'acquisition et le développement de projets miniers contenant des métaux de base et des métaux précieux. La société est propriétaire à 100 % de la compagnie Innova Lithium, laquelle détient 100% du projet Shaakichiuwaanaan (le projet).

L'extraction projetée de spodumène dans un mode d'exploitation hybride (fosse à ciel ouvert et exploitation souterraine) à un taux d'extraction supérieur à 5 kt/j est assujettie au régime d'évaluation provincial des impacts sur l'environnement et le milieu social applicable au territoire visé par la Convention de la Baie-James et du Nord québécois (CBJNQ) (sud du 55e parallèle – via le Comité d'évaluation [COMEV] et le Comité d'examen [COMEX]) de même qu'à la procédure fédérale d'évaluation des impacts prévue en vertu de la *Loi sur l'évaluation d'impact* (L.C. 2019, ch. 28, art. 1).

Le projet a pour objectif de produire en moyenne 800 kt de concentré de spodumène par an à une teneur de 5,5 % de Li_2O. Une flotte de camions transportera le concentré par la route Transtaïga et la route Billy-Diamond à destination de la gare ferroviaire de Matagami.

Cette note technique se concentre sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour la construction ainsi que l'exploitation du projet.

2. Évaluation des émissions de GES

2.1 Identification des sources et puits de carbone de GES

La norme ISO 14064-1:2006[1] définit :

- une source de GES comme *une unité physique ou un processus rejetant un GES dans l'atmosphère*;
- un puits de GES comme *une unité physique ou un processus retirant un GES de l'atmosphère*.

2.2 Calcul des émissions

Les émissions de GES provenant de la consommation énergétique sont calculées de façon directe suivant la formule suivante :

$$\text{Émission GES} = \text{activité} \times \text{facteur d'émission de l'activité } (FE_{\text{activité}})$$

Les GES sont quantifiés en tonnes de CO_2 équivalent (tCO_2eq), où 1 T GES = 1 T CO_2eq multipliés par le pouvoir de réchauffement global (PRP), à l'échelle planétaire, spécifique à chaque GES. Les PRP du 5e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont utilisés lors de la réalisation de ce projet.

Pour le 4e rapport du GIEC, ce sont :

- 1 T CO_2 = 1 T CO_2eq;
- 1 T CH_4 = 28 T CO_2eq;
- 1 T N_2O = 265 T CO_2eq;
- 1 T CN = 460 T CO_2eq.

Il est à noter que la variation des PRP affecte principalement les sources émettant du CH_4 et du N_2O; les sources de combustion émettant principalement du CO_2 sont moins affectées par un recalcul des émissions de CO_2eq utilisant des PRP différents. Les autres GES (HFC, PFC, SF_6 et NF_3) ne sont pas considérés ici puisqu'ils ne sont pas émis dans les travaux du projet.

[1] La norme ISO 14064-1:2006 spécifie les principes et les exigences, au niveau des organismes, pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et leur suppression. Elle comprend des exigences pour la conception, la mise au point, la gestion, la rédaction de rapports et la vérification de l'inventaire des GES d'un organisme.

Les HFC et PFC sont utilisés comme réfrigérant dans les climatiseurs, le SF_6 dans la réalisation de disjoncteur haute-tension et le NF_3 dans la fabrication d'équipements électroniques. Le CN représente les émissions de carbone noir.

2.3 Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission (FE) proviennent du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA) (Gouvernement du Québec, 2025) pour la consommation de gaz naturel et du *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre* (MELCCFP, 2025a) pour le reste des combustibles.

Tableau 2-1 Facteurs d'émission des différents équipements

Combustible	CO_2	CH_4	N_2O
	g/L		
Voiture à essence	2 307	0,11	0,007
Camion lourd	2 681	0,11	0,151
Hors-route	2 681	0,073	0,227
Train	2 681	0,15	1,029
Gaz naturel liquéfié (g/GJ)	49 010	0,966	0,861

Tableau 2-2 Facteurs d'émission de la consommation électrique

Combustible	CO_2	CH_4	N_2O
	g/L		
Électricité	1,9	-	-

Tableau 2-3 Facteurs d'émission des explosifs

Combustible	CO_2	CH_4	N_2O
	T/T d'explosif		
Émulsion	0,17	-	-

Tableau 2-4 Facteurs d'émission du carbone noir

Combustible	CN
	g/L
Essence	0,132
Diesel	0,391

Le facteur d'émission pour la consommation électrique dans la province de Québec provient du Rapport d'inventaire national (Environnement Canada 1990-2023) et est de 1,9 g CO_2eq/kWh.

2.4 Définition des types d'émission

2.4.1 Émissions directes de GES (portée 1)

Les émissions directes sont des émissions provenant de sources qui appartiennent ou qui sont contrôlées par PMET pendant toute la durée du projet. Ainsi, ces émissions comprennent également celles provenant d'activités sous-traitées sur le site du projet

Les émissions directes de GES provenant des sources d'émission suivantes sont comprises dans la présente quantification :

- combustion stationnaire d'énergie fossile;
- combustion d'énergie fossile par des équipements mobiles lors des phases de construction;
- combustion d'énergie fossile par des équipements mobiles lors des activités d'extraction et de transport;
- utilisation d'explosifs lors de la phase d'extraction du minerai;
- déboisement, incluant la perte de milieux humides.

2.4.2 Émissions indirectes de GES dues à l'utilisation d'énergie (portée 2)

Les émissions indirectes de GES dues à l'utilisation d'énergie sont des émissions pour lesquelles PMET a un contrôle indirect. En d'autres termes, il s'agit de la production d'électricité produite par Hydro-Québec et consommée par PMET.

2.4.3 Autres émissions indirectes (portée 3)

Les autres émissions indirectes sont toutes les autres émissions de GES reliées aux activités du projet, mais qui appartiennent ou qui sont contrôlées par un autre organisme. Ces émissions ont lieu à l'extérieur des limites de la quantification des émissions de GES et peuvent être rapportées de façon optionnelle afin d'avoir une indication de l'impact des activités du projet à l'extérieur des installations minières, par exemple, le transport logistique.

2.4.4 Émissions de CO_2 biogéniques

Les émissions biogéniques sont des émissions de CO_2 associées au cycle naturel du carbone et la dégradation, décomposition et/ou combustion des matières organiques en présence d'oxygène. Les émissions de CO_2 du cycle des matières organiques sont considérées comme carboneutres et ne sont pas comptabilisées comme un GES dans la présente quantification. Néanmoins, dans le cadre du RDOCÉCA, il est demandé de les fournir dans une section à part, à titre indicatif. Pour cela, ces émissions ont été évaluées ici.

Dans le cadre du projet, les émissions biogéniques de CO_2 proviennent :

- du CO_2 généré lors du compostage des résidus forestiers laissés sur place.

2.5 Inclusions et exclusions

Les émissions de GES ont été évaluées durant la phase de construction et la phase d'exploitation. La section suivante décrit les sources d'émission incluses dans la présente quantification, ainsi que celles qui sont exclues.

2.5.1 Inclusions

Toutes les émissions provenant de sources gérées et contrôlées par PMET sont incluses dans la présente quantification. Ces émissions sont des émissions directes.

Certaines émissions indirectes ont été quantifiées dans le cadre de cette évaluation, pour les besoins du projet seulement.

Il s'agit :

- des émissions relatives au transport hors site du concentré de minerai;
- des émissions relatives au transport des équipements et du personnel durant la phase de construction;
- de la consommation d'électricité par les infrastructures du site;
- la perte de séquestration de CO_2 provenant de la suppression de la forêt et de milieux humides.

3. Quantification des émissions de GES

Les émissions des GES liées à des activités sont calculées à l'aide de facteurs d'émission (FE), qui indiquent la quantité de CO_2eq générée par unité d'activité réalisée. Les hypothèses de calcul et la méthodologie utilisée pour le calcul des émissions de GES sont expliquées dans les sous-sections suivantes, pour chacune des activités évaluées.

3.1 Informations générales

Comme il a été mentionné dans la section précédente, les GES émis par le projet sont du CO_2, du CH_4 et du N_2O.

Les GES sont quantifiés en tonnes de CO_2 équivalent (T CO_2eq), où 1 T GES = 1T CO_2eq multiplié par le potentiel de réchauffement global planétaire spécifique à chaque GES.

Ainsi, pour la présente évaluation, les potentiels de réchauffement suivant ont été utilisés [2]:

- 1 T CO_2 = 1 T CO_2eq;
- 1 T CH_4 = 28 T CO_2eq;
- 1 T N_2O = 265 T CO_2eq.

3.2 Émissions en construction

3.2.1 Émissions directes de projet en construction

La consommation de diesel par la machinerie au site minier a été estimée dans l'étude de faisabilité de novembre 2025 (GMining, 2025). Les facteurs d'émissions du rapport d'inventaire national 1990-2023 d'Environnement Canada pour les véhicules hors route ont été utilisés (ECCC, 2025).

Le calcul des émissions de GES est réalisé à partir de l'équation suivante :

Émissions *GES* = $\sum$ *($Carburant_j$ * FE_j)*

Source : Environnement Canada 2012, Annexe 2, Équation A2-1

Où :

- $Carburant_j$ = quantité de carburant j consommée (en litres, kg ou m^3)
- FE_j = facteur d'émission (g GES/litre, kg ou m^3 de carburant)
- j = type de carburant

Les émissions de GES proviennent de la combustion de carburant d'origine fossile et sont principalement le CO_2, le CH_4 et le N_2O.

Les facteurs d'émission utilisés sont ceux de la section 2.3.

Avec une consommation projetée de 68 867 litres de diesel, les émissions de GES de la machinerie pour les activités de la période de construction sont estimées à 189 tonnes CO2eq.

La machinerie est aussi utilisée durant la période de construction pour réaliser une préproduction. La consommation projetée pour cette préproduction est de 1 585 kilolitres de

[2] Source : Gazette du 2 novembre 2013, http://gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2013/2013-11-02/html/notice-avis-fra.html#d114

diesel, les émissions ponctuelles de GES de la machinerie en préproduction sont estimées à 4 250 tonnes CO_2eq.

3.2.2 Déboisement

La méthodologie de calcul est présentée dans le volume 4 des lignes directrices 2006 du GIEC. Cette équation détermine un facteur d'émissions (FE) de CO_2 par hectare (ha) déboisé. Le GIEC a mis à jour cette méthode et les paramètres dans la révision de 2019.

FE (déboisement) = t_{MSh} x (1 + T_x) x CC x 44/12

Avec :

- t_{MSh} : quantité en tonnes de matières sèches par hectare;
- T_x : taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne;
- CC : teneur en carbone dans la biomasse (tonne de carbone/tonne de matière sèche).

WSP a utilisé les paramètres proposés par le GIEC aux tableaux 4-4 et 4-7 des lignes directrices 2019 :

- CC : 0,47 (valeur par défaut);
- 44/12 : ratio masse moléculaire de CO_2 par rapport à la masse moléculaire de C.

Avec une empreinte au sol de 1122 ha, les émissions de CO_2eq associées au déboisement en construction sont de 88 kT CO_2eq.

Un déboisement supplémentaire aura lieu pendant l'exploitation dans le cadre du développement par agrandissement graduel du site.

WSP a utilisé les paramètres proposés par le GIEC aux tableaux 4-4 et 4-7 des lignes directrices 2019 :

- CC : 0,47 (valeur par défaut);
- 44/12 : ratio masse moléculaire de CO_2 par rapport à la masse moléculaire de C;
- t_{MSH} : 62,9 tonnes ms/ha pour les résineux (climat boréal, conifère, primaire) et 24,5 tonnes ms/ha pour la partie en régénération (62,9 x Tx);
- T_x : 0,39 tonne racine/tonne pousse matière sèche (climat boréal, moins de 75 tonnes de biomasse au sol/ha).

Avec une empreinte au sol de 429 ha de résineux et 426 ha en régénération pour tout le projet, les émissions de CO_2eq associées au déboisement additionnel sont de 90 kT CO_2eq (64,6 kT + 25,0 kT) pour un total d'émissions reliées au déboisement de 178 kT CO_2eq.

3.2.3 Transport logistique

La consommation de diesel par les camions de transport a été estimée dans l'étude de faisabilité (GMining, 2025). Les facteurs d'émissions du rapport d'inventaire national 1990-2023 d'Environnement Canada pour les véhicules lourds routiers ont été utilisés (ECCC, 2025).

Avec une consommation estimée de 768 805 litres de diesel, les émissions de GES du transport logistique de la construction sur une période de 2 ans sont évaluées à 2,1 kT CO_2eq.

3.2.4 Émission totale en construction

Le total des émissions de GES pour la construction s'élève à 94,5 kT CO_2eq incluant le transport logistique.

3.3 Émissions en exploitation

3.3.1 Émissions directes (portée 1)

3.3.1.1 Combustion fixe - Utilisation de génératrices

Les activités de combustion fixes représentent l'ensemble des équipements stationnaires utilisant une source énergétique d'origine fossile.

Les données sur la consommation de carburant ainsi que les quantités de GES émis par les génératrices par année sont présentées au tableau 3-1.

Tableau 3-1 Quantification des émissions de GES – Génératrices

Consommation de diesel	Unité	2028	2029
Genset	L	147 381	1 748 050
Émissions CO_2eq, fixe	T CO_2eq	404	4 795

La quantité totale de GES émise par les génératrices durant la phase d'exploitation est estimée à environ **5,2 kT CO_2eq**.

3.3.1.2 Combustion fixe – Gaz naturel

La consommation du gaz naturel est celle pour le chauffage des installations du camp. Le tableau suivant fournit le minimum, le maximum, la moyenne et le total de la consommation de gaz naturel, ainsi que des émissions de GES en utilisant les taux du tableau 2-1.

Tableau 3-2 Quantification des émissions de GES – Gaz naturel

Émissions	GJ	T CO_2eq	Année
Minimum	9 064	447	en 2028
Maximum	186 487	9 187	2034-2047
Moyenne	163 087	8 035	-
Total du projet	3 261 743	160 692	-

Les émissions minimales ont lieu lors de la construction/début de l'exploitation. Le total des émissions de GES pour les équipements fixes – gaz naturel pour tout le projet s'élèvent à 161 kT CO_2eq et en moyenne annuellement 8 kT CO_2eq.

3.3.2 Équipements mobiles (portée 1)

Les équipements mobiles représentent l'ensemble des véhicules utilisés sur le site minier.

La quantification des GES liés à l'utilisation des équipements mobiles appartenant à PMET qui sont dédiés à l'extraction et la manutention du minerai sur le site a été réalisée.

Les activités ont lieu de 2028 à 2049. L'année 2028 correspond à l'année de démarrage, tandis que 2048 et 2049 correspondent aux années de fermeture.

Le tableau 3-3 indique les émissions minimales et maximales des années d'exploitation en excluant l'année de démarrage et les années de fermeture. Le détail pour chaque année est disponible en annexe.

Tableau 3-3 Quantification des émissions de GES – Mobiles hors route

Émissions	T CO_2eq	Année
Minimum	23 574	en 2033
Maximum	61 298	en 2036
Moyenne, exploitation	44 901	-
Total du projet	897 736	-

Le total des émissions de GES pour les équipements mobiles hors route sur tout le projet s'élève à 898 kT CO_2eq et en moyenne annuellement 44 kT CO_2eq.

Les FE du tableau 2-4 sont utilisés pour calculer les émissions de carbone noir (tableau 3-4).

Tableau 3-4 Quantification des émissions de CN – Mobiles hors route

Mobiles	Émissions	T CN	T CO_2eq	Année
Hors-route	Minimum	1,2	2 525	en 2049
	Maximum	4,7	15 205	en 2038
	Moyenne	3,7	11 133	-
	Total projet	73,5	222 664	-

3.3.3 Utilisation d'explosifs (portée 1)

Les quantités d'explosifs de type émulsion qui seront utilisées pour l'extraction et qui ont été considérées sont celles prévues dans l'étude de faisabilité (GMining, 2025), soit 6 178 tonnes annuellement. Le facteur d'émissions de CO_2 du guide de quantification des GES du MELCCFP (2025a) a été utilisé, soit 0,17 tonne de CO_2eq par tonne d'explosif. Les émissions directes de l'utilisation d'explosifs sont donc de 1050 T CO_2eq annuellement et 21 kT CO_2eq pour tout le projet.

3.3.4 Consommation d'électricité (portée 2)

Les émissions de GES liées à la consommation d'électricité provenant d'une ligne d'Hydro-Québec sont calculées en fonction de la quantité de kWh utilisée. Cette consommation varie annuellement et le détail annuel se trouve en annexe.

Le tableau 3-5 donne les informations sur les émissions minimales, maximales, moyenne et totale.

Tableau 3-5 Quantification des émissions de GES – consommation électrique

Émissions	MWh	T CO_2eq	Année
Minimum	22 349	42	en 2029
Maximum	303 500	577	2034-2047
Moyenne	258 961	492	-
Total du projet	4 920 262	9 348	-

Les émissions totales de GES liées à la consommation d'électricité s'élèvent à 9 kT CO_2eq pour une émission annuelle d'environ 0,5 kT CO_2eq.

3.3.5 Transport logistique (portée 3)

La consommation de diesel par les camions de transport du concentré a été estimée par WSP basée sur les estimations de nombre de voyages et de distance parcourue par les camions

établies dans l'avis de projet et l'étude de faisabilité (844 km). Les facteurs d'émissions du guide de quantification des GES du MELCCFP (2025a) ont été utilisés et sont indiqués au tableau 2-2.

Le total du diesel consommé par le camionnage entre 2030 et 2049 est de 187 866 054 L.

Les émissions de GES venant des locomotives ont été estimées par WSP basée sur les estimations du tonnage transporté et les distances de transport ferroviaire fournies par le promoteur du projet (1125 km). Le facteur d'émissions du rapport d'évaluation des émissions du secteur ferroviaire de 2021 de l'association canadienne des chemins de fer a été utilisé.

Le total du diesel consommé par le transport ferroviaire entre 2030 et 2049 est de 156 508 672 L.

Les émissions de GES minimales, maximales et moyenne du transport logistique par camion et de train sont indiquées au tableau 3-6. Le détail du calcul se trouve en annexe.

Tableau 3-6 Quantification des émissions de GES – Transport

Mobiles	Émissions	T CO_2eq	Année
Camion	Minimum	8 120	en 2049
	Maximum	32 884	en 2038
	Moyenne	25 768	-
	Total projet	515 354	-
Train	Minimum	7 295	en 2049
	Maximum	29 540	en 2038
	Moyenne	23 148	-
	Total projet	462 953	-

Le total des émissions de GES pour la partie mobile pour tout le projet s'élève à 978 kT CO_2eq. Annuellement, c'est en moyenne 49 kT CO_2eq.

Les FE du tableau 2-4 sont utilisés pour calculer les émissions de carbone noir (tableau 3-7).

Tableau 3-7 Quantification des émissions de CN – Transport

Mobiles	Émissions	T CN	T CO_2eq	Année
Camion	Minimum	1,2	532	en 2049
	Maximum	4,7	2 156	en 2038
	Moyenne	3,7	1 689	-
	Total projet	73,5	33 790	-
Train	Minimum	1,0	444	en 2049

Mobiles	Émissions	T CN	T CO_2eq	Année
	Maximum	3,9	1 796	en 2038
	Moyenne	3,1	1 407	-
	Total projet	61,2	28 150	-

Le total des émissions de GES pour la partie du carbone noir venant des mobiles pour tout le projet s'élève à 62 kT CO_2eq et en moyenne annuellement de 3 kT CO_2eq.

4. Sommaire des émissions du projet

Les émissions totales associées à la construction incluant la préproduction sont de 95 kT de CO_2eq, majoritairement dues au déboisement. Ces émissions ont lieu une seule fois.

Le déboisement représente 178 kT CO_2eq sur tout le projet.

Le tableau suivant résume les émissions de GES par portée.

Tableau 4-1 Quantification des émissions de GES par portée

Portée	Type	Émissions de GES (T CO_2eq)			
		Minimum	Maximum	Moyenne	Total du projet
Portée 1	Déboisement (construction)	88 000			
	Déboisement additionnel	89 582			
	Fixe	1 902	10 238	9 345	186 896
	Mobile incluant le CN	12 303	76 503	50 927	1 120 400
Portée 2	Électricité	42	577	492	9 348
Portée 3	Transport incluant le CN	16 391	66 376	52 012	1 040 246

5. Implications réglementaires

5.1 Réglementation provinciale

Dans le cadre du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants atmosphériques (RDOCECA), une installation en exploitation sur le territoire du Québec doit déclarer ses émissions à l'inventaire québécois des émissions atmosphériques (IQEA) si les émissions de GES des sources fixes ou de procédé sont de 10 000 tonnes de CO_2eq ou plus sur une période d'une année calendrier. Cette obligation de déclaration s'applique pour les installations en exploitation, ce qui exclut donc la période de construction du projet. Il est à noter que bien que ses émissions de GES soient de moins de 10 000 tonnes de

CO_2eq sur une année, d'autres substances, avec chacune leurs seuils de déclaration, pourraient déclencher l'obligation de déclaration à l'IQEA.

Avec des émissions annuelles de GES moyennes de 9 345 tonnes de CO_2eq et un pic à 10 238 tonnes de CO_2eq, les émissions réelles devront être quantifiées annuellement pour vérifier l'atteinte ou non du seuil.

Par ailleurs, les exploitations minières peuvent être assujetties au Règlement sur le système de plafonnement et échange des droits d'émissions (RSPEDE), puisque l'extraction minière est incluse comme secteur d'activité à l'annexe A du RSPEDE.

Une entreprise exploitant un établissement visé à l'annexe A doit participer au SPEDE si ses émissions annuelles fixes ou de procédé atteignent ou dépassent 25 000 tonnes de CO_2eq. Toutefois, les émissions de la machinerie et des véhicules sont spécifiquement exclues lors de la détermination de l'atteinte du seuil de participation au SPEDE de 25 000 tonnes de CO_2eq. Une participation volontaire est aussi possible pour une installation émettant au moins 10 000 tonnes de CO_2eq.

De cette manière, avec des émissions annuelles de GES moyennes de 9 345 tonnes de CO_2eq et un pic à 10 238 tonnes de CO_2eq, l'installation en exploitation telle que projetée n'aura pas l'obligation de participer au SPEDE. Il est à noter que la possibilité d'une participation volontaire au SPEDE est aussi peu probable avec les émissions moyennes annuelles quantifiées pour le projet.

5.2 Exigences fédérales

Toute installation qui rejette 10 000 tonnes de CO_2eq ou plus de GES annuellement doit aussi produire une déclaration annuelle au Programme de déclaration des émissions de GES (PDGES) du gouvernement canadien. Cette déclaration est indépendante des autres obligations d'émissions au gouvernement du Canada, notamment la déclaration à l'inventaire national de rejet de polluants (INRP).

6. Importance des émissions du projet

Les activités liées à l'exploitation de la mine produiront en moyenne 117 kT de CO_2eq/année (excluant la période de fermeture). Cette moyenne inclut la contribution des émissions de GES liées à la logistique de projet.

6.1 Au Québec

En 2023, les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 78 MT de CO_2eq, soit 8,8 T par habitant, représentant 11,2 % des émissions canadiennes, lesquelles atteignaient 694 MT de CO_2eq.

Le secteur qui produisait le plus d'émissions de GES au Québec, en 2023, était celui du transport (routier, aérien, maritime, ferroviaire, hors route) générant 34,9 MT de CO_2eq. Le secteur de l'industrie arrivait en deuxième place avec 24,7 MT de CO_2eq, soit 32 % des émissions totales. Ces émissions se répartissaient comme suit : 51,5 % provenaient de la consommation énergétique; 47,4 % des procédés industriels et 1,1 % des émissions fugitives et de l'utilisation de solvants et d'autres produits (MELCCFP, 2025b).

Le projet étudié fait partie du secteur Industrie. Durant l'exploitation de la mine, les émissions (directes) de GES excluant le transport seraient en moyenne d'environ 64,5 kT CO_2eq/an. Ces émissions représentent 0,26 % des émissions provenant du secteur Industrie et 0,08 % des émissions totales à l'échelle provinciale.

6.2 Au Canada

Selon le rapport national des émissions de GES 1990-2023 (ECCC, 2025), les émissions totales de GES en 2023 atteignaient pour le Canada 694 MT de CO_2eq.

Selon les secteurs d'activité définis dans le sommaire exécutif du rapport d'inventaire national 1990-2023, les activités minières autres que l'exploitation de pétrole et gaz sont classées dans la catégorie des « Industries lourdes ». Ce secteur a émis pour 78 MT de CO_2eq en 2023. La contribution estimée du projet par ses émissions se chiffrerait à 0,08 % des émissions liées à ce secteur d'activité.

Les émissions annuelles provenant des activités du projet représentent 0,017 % des émissions totales à l'échelle fédérale. L'apport des émissions indirectes liées à l'exploitation du projet est donc faible.

7. Références

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC). 2025. *Rapport d'inventaire national 1990–2023 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada 2025*. En ligne : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/inventaire.html?utm_campaign=not-applicable&utm_medium=vanity-url&utm_source=canada-ca_inventaire-ges . Consulté en janvier 2026.

GMINING SERVICES Inc. 2025. *CV5 Pegmatite Lithium-Only Feasibility Study, NI 43-101 Technical Report, Shaakichiuwaanaan Project*. Rapport préparé pour Ressources PMET Inc. 14 novembre 2025. 792 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2025. *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère.* En ligne : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/q-2,%20r.%2015 Consulté en janvier 2026.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP). 2025a. *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*. 126 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP). 2025b. *GES 1990-2023 Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en 2023 et leur évolution depuis 1990*. Québec, ISBN : 978-2-555-02591-2, 72 p.

PRÉPARÉ PAR



Benjamin Parys, Ph.D.
Chargé de projet

3 mars 2026
Date

RÉVISÉ PAR



Sylvain Marcoux, ing, MBA
Chef d'équipe, Acoustique, Vibration et Air

3 mars 2026
Date

p. j. : Détails des calculs GES

Annexe A

Détails des calculs de GES

Opération

Combustible Émissions de GES (T CO2eq)

	Construction	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Diesel, fixe	4 439	404	4 795	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Diesel, mobile		19 280	45 175	38 801	23 583	52 868	23 574	48 479	56 451	61 298	54 132	56 148	57 116	53 522	44 967	49 041	40 294	40 110	38 457	36 575	32 532	13 028	12 303
Carbone noir, mobile		2 525	6 410	5 225	4 541	9 861	6 321	13 499	14 593	15 205	14 286	14 935	14 853	14 003	13 376	13 119	12 590	12 660	12 392	12 158	10 111		
Gaz naturel, fixe		447	2 647	5 372	7 205	9 187	7 211	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187	9 187		
Émulsion		1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050		
Déboisement en construction	88 000																						
Déboisement additionnel	89 582																						
Électricité		0	42	238	341	424	231	577	577	577	577	577	577	577	577	577	577	577	577	577	577		
Total au site en construction	92 439																						
Total exploitation		23 707	60 121	50 686	36 720	73 390	38 387	72 792	81 859	87 318	79 232	81 897	82 783	78 339	69 157	72 975	63 698	63 584	61 663	59 548	53 458	13 028	12 303
Total fixe	4 439	1 902	8 493	6 422	8 255	10 237	8 261	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238	10 238		

Transport logistique, camion	2 100			10 677	13 551	23 507	14 021	30 959	31 263	31 221	31 223	32 884	32 007	30 353	32 350	29 038	31 558	31 956	31 718	31 751	25 252	11 945	8 120
Transport logistique, train				9 591	12 173	21 117	12 595	27 811	28 084	28 046	28 048	29 540	28 753	27 266	29 061	26 085	28 349	28 706	28 493	28 523	22 685	10 731	7 295
Carbone noir, transport				1 283	1 629	2 825	1 685	3 721	3 757	3 752	3 753	3 952	3 847	3 648	3 888	3 490	3 793	3 841	3 812	3 816	3 035	1 436	976

ANNEXE

5-13 ÉTUDE DES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

RESSOURCES PMET INC.

PROJET MINIER SHAAKICHIUWAANAAN

ÉTUDE DES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

MARS 2026

RÉF. WSP : CA0001724.3318_017_R_REV0

CONFIDENTIEL

VERSION FINALE



RESSOURCES PMET INC.

PROJET MINIER SHAAKICHIUWAANAAN

ÉTUDE DES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

VERSION FINALE
CONFIDENTIEL

RÉF. WSP : CA0001724.3318_017_R_REV0

MARS 2026

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL, QUÉBEC H3H 1P9
CANADA

TÉL. : +1-514-340-0046
F : +1-438-843-8111
WSP.COM

RÉVISIONS

VERSION	DATE	DESCRIPTION
RevA	2026-01-16	Version préliminaire
RevB	2026-03-06	Version préliminaire révisée
RevC	2026-03-16	Version préfinale
Rev0	2026-03-24	Version finale

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Philipe Beaulieu Latulippe, M.Sc.
Économiste

24 mars 2026
Date

RÉVISÉ PAR



Mark-Anthony Sagaria, P.Eng., M.Eng., MFin, LL.M.
Directeur national, Services-conseils financiers et économiques

24 mars 2026
Date

Limitations

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé le présent rapport à l'usage exclusif du destinataire prévu, Ressources PMET inc., conformément à l'entente de services professionnels conclue entre les parties. Dans le cas où aucun contrat n'aurait été signé, les parties conviennent que les Conditions générales de WSP pour les consultants, qui vous ont été fournies avant la préparation du présent rapport, régiront leur relation d'affaires.

Le rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des conclusions de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont fondées sur les travaux effectués par un personnel formé, professionnel et technique, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et scientifiques actuelles et reconnues au moment où les travaux ont été réalisés.

Le contenu et les opinions figurant dans le présent rapport sont fondés sur les observations et/ou les informations dont disposait WSP au moment de la rédaction, en utilisant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse technique conformes à celles habituellement employées par WSP et d'autres praticiens de l'ingénierie et des sciences travaillant dans des conditions similaires, et sous réserve des mêmes contraintes de temps, financières et matérielles applicables à ce projet.

WSP décline toute obligation de mettre à jour ce rapport si, après la date de celui-ci, des conditions semblent différer de manière significative de celles présentées dans ce rapport ; toutefois, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves supplémentaires.

WSP ne fait aucune autre déclaration concernant la portée juridique de ses conclusions.

Le destinataire visé est seul responsable de la divulgation de toute information contenue dans le présent rapport. Si un tiers utilise, se fonde sur ou prend des décisions conformément au présent rapport, ledit tiers est seul responsable de cette utilisation, de cette confiance ou de ces décisions. WSP n'accepte aucune responsabilité pour les dommages, le cas échéant, subis par un tiers à la suite de décisions prises ou de mesures adoptées par ledit tiers sur la base du présent rapport.

WSP a fourni des services au destinataire prévu conformément au contrat de services professionnels conclu entre les parties et d'une manière conforme au degré de soin, de compétence et de diligence normalement fourni par les membres de la même profession exerçant des services identiques ou comparables dans le cadre de projets de nature similaire dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire du présent rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la portée générale de ce qui précède, il est convenu et entendu entre WSP et le destinataire du présent rapport que WSP ne fait aucune déclaration ni ne donne aucune garantie quant à la suffisance de l'étendue de ses travaux aux fins recherchées par le destinataire du présent rapport.

Lors de la rédaction du présent rapport, WSP s'est fondé de bonne foi sur les informations fournies par des tiers, comme indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement supposé que les informations fournies étaient exactes et décline toute responsabilité quant à l'exactitude ou à l'exhaustivité de ces informations.

Les repères et les altitudes utilisés dans le présent rapport servent principalement à établir les différences d'altitude relatives entre les emplacements spécifiques d'essais et/ou d'échantillonnage et ne doivent pas être utilisés à d'autres fins, telles que le nivellement, l'excavation, la construction, la planification, l'aménagement, etc.

Les conditions générales ne peuvent être extrapolées qu'à une zone limitée et non définie autour de ces emplacements d'essais et d'échantillonnage. Les conditions que WSP interprète comme existant entre les points d'essais et d'échantillonnage peuvent différer de celles qui existent réellement. L'exactitude de toute extrapolation et interprétation au-delà des emplacements d'échantillonnage dépendra des conditions naturelles, de l'historique de l'aménagement du site et des modifications survenues du fait de la construction et d'autres activités. En outre, l'analyse a été effectuée uniquement pour les paramètres chimiques et physiques identifiés, et il ne faut pas en déduire que d'autres espèces chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne peut garantir l'absence de risques environnementaux non découverts ou d'impacts négatifs hors site.

L'original de ce fichier numérique sera conservé par WSP pendant une période d'au moins 10 ans. Étant donné que le fichier numérique transmis au destinataire prévu n'est plus sous le contrôle de WSP, son intégrité ne peut être garantie. Par conséquent, WSP ne garantit pas les modifications apportées à ce fichier numérique après sa transmission au destinataire prévu.

La présente déclaration de limitations est considérée comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

RESSOURCES PMET INC.

Vice-présidente – Environnement et Approbation	Cathryn Moffett

Équipe de Réalisation

WSP CANADA INC. (WSP)

Directrice de projet	Marie-Hélène Brisson, Biol.
Chargée de projet	Valérie Roy, Biol. M.Sc.
Économiste	Philipe Beaulieu Latulippe, Econo. M.Sc
Conseiller principal	Mark-Anthony Sagaria, P.Eng., M.Eng., MFin, LL.M.
Édition	Cathia Gamache

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2026. Projet minier Shaakichiuwaanaan .Étude des retombées économiques . Rapport préparé pour Ressources PMET inc. Réf. WSP : CA0001724.3318_017_R_Rev0. 31 pages.

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction 1

2 Méthodologie 3
2.1 Modèle intersectoriel du Québec (MISQ) 3
2.2 Retombées régionales 4

3 Dépenses du projet 7
3.1 Dépenses d'investissement initiales 7
3.1.1 Phase 1 – Construction de la mine à ciel ouvert 7
3.1.2 Phase 2 – Construction de la mine souterraine 9
3.2 Dépenses durant la période d'exploitation 10
3.2.1 Dépenses d'exploitation 10
3.2.2 Dépenses d'investissement de maintien 12
3.3 Dépenses de fermeture et de remise en état 13

4 Résultats 15
4.1 Résultats provinciaux 15
4.1.1 Construction 15
4.1.2 Exploitation 17
4.1.3 Fermeture 21
4.2 Résultats régionaux 22
4.2.1 Construction 23
4.2.2 Exploitation 24
4.2.3 Fermeture 26
4.3 Résumé des résultats 26

Bibliographie 29

Tableaux

Tableau 1 Résumé des dépenses d'investissement de la phase 1, construction de la mine à ciel ouvert (en millions de dollars) 7
Tableau 2 Répartition des dépenses d'investissement de la phase 1 par secteur productif (en millions de dollars) 8
Tableau 3 Résumé des dépenses d'investissement de la phase 2, construction souterraine (en millions de dollars) 9
Tableau 4 Répartition des dépenses d'investissement de la phase 2 par secteur productif (en millions de dollars) 9

Tableau 5 Résumé des dépenses d'exploitation, période totale et pic d'exploitation (en millions de dollars) 10
Tableau 6 Ventilation des dépenses d'exploitation sur la durée de vie de la mine par secteur productif (en millions de dollars) 11
Tableau 7 Résumé des dépenses de capital d'entretien (en millions de dollars) 12
Tableau 8 Répartition des dépenses d'investissement de maintien par secteur productif (en millions de dollars) 13
Tableau 9 Résumé des dépenses de fermeture (en millions de dollars) 13
Tableau 10 Répartition des dépenses liées aux fermetures par secteur productif (en millions de dollars) 14
Tableau 11 Retombées économiques provinciales de la construction de la phase 1 15
Tableau 12 Retombées économiques provinciales de la construction de la phase 2 16
Tableau 13 Retombées économiques provinciales de l'exploitation – Période totale 18
Tableau 14 Retombées économiques provinciales de l'exploitation – 2035-2036 19
Tableau 15 Retombées économiques provinciales des dépenses d'immobilisations de maintien 20
Tableau 16 Retombées économiques provinciales de la phase de fermeture 21
Tableau 17 Retombées économiques régionales de la construction de la phase 1 23
Tableau 18 Retombées économiques régionales de la construction de la phase 2 23
Tableau 19 Retombées économiques régionales de l'exploitation – Période totale 24
Tableau 20 Retombées économiques régionales des opérations – 2035-2036 25
Tableau 21 Retombées économiques régionales des dépenses d'investissement de maintien 25
Tableau 22 Retombées économiques régionales de la phase de fermeture 26
Tableau 23 Retombées économiques provinciales – Résumé 27
Tableau 24 Retombées économiques régionales – Résumé 28

1 Introduction

WSP Canada Inc. (WSP) prépare une étude d'impact sur l'environnement (EIE) pour le projet minier Shaakichiuwaanaan, une future mine de lithium combinant des activités d'exploitation à ciel ouvert et souterraine, située à environ 220 kilomètres à l'est de Radisson, au Québec. Le projet est proposé par Ressources PMET Inc. (PMET). Sur l'ensemble du cycle de vie du projet, le tonnage total de minerai extrait est estimé à environ 256,9 millions de tonnes, avec un pic annuel de 24,6 millions de tonnes lorsque les deux phases d'exploitation seront en opération simultanément. À pleine capacité, la production annuelle de concentré de spodumène (base SC5.5) pourrait atteindre environ 800 000 tonnes.

À l'appui de l'EIE, le présent rapport estime les retombées économiques du projet au Québec à l'aide du Modèle intersectoriel du Québec (MISQ) de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ). À partir des flux de dépenses associés au projet, le modèle permet de retracer la propagation de la demande au sein des chaînes d'approvisionnement du Québec afin d'estimer les retombées sur la valeur ajoutée, l'emploi et les impôts indirects nets, tout en identifiant les fuites (importations et autres fuites). Les résultats rendent compte des retombées directes, indirectes et induites. Le MISQ produit des résultats à l'échelle de la province. Les effets régionaux présentés dans ce rapport ont été estimés au moyen d'une procédure d'allocation distincte.

La construction de la mine se divise en deux phases : la mine à ciel ouvert (phase 1) et la mine souterraine (phase 2). Les coûts engagés pendant les 19 années d'exploitation comprennent les dépenses d'exploitation et les dépenses d'investissement de maintien. Des dépenses sont également prévues pour la phase de fermeture et de remise en état. Les lignes directrices provinciales (« Directive ») relatives à l'EIE exigent l'évaluation des effets économiques des phases de construction et d'exploitation. Toutefois, la fermeture et la remise en état représentent également des dépenses directement liées au projet, et à ce titre, les effets associés à la phase de fermeture sont également présentés.

2 Méthodologie

2.1 Modèle intersectoriel du Québec (MISQ)

Le Modèle intersectoriel du Québec, développé et exploité par l'Institut de la statistique du Québec, est un modèle d'entrées-sorties utilisé pour estimer les retombées économiques associées à un projet donné. Il simule la façon dont les dépenses du projet, considérées comme un choc exogène de demande finale ou comme des achats dans des secteurs productifs, se diffusent dans l'économie québécoise par l'intermédiaire des chaînes d'approvisionnement. Le modèle permet ainsi d'estimer les retombées directes, indirectes et induites sur la valeur ajoutée, l'emploi et les recettes du secteur public, tout en identifiant les fuites économiques, notamment les importations. Les résultats produits par le MISQ s'appliquent à l'échelle provinciale. Le contenu québécois désigne la part du choc de dépenses qui est satisfaite par la production au Québec. Dans cette étude, le contenu québécois est interprété à travers les fuites estimées par le modèle (importations et autres fuites) et la rétention correspondante de la valeur ajoutée, de l'emploi et des recettes fiscales au Québec.

Pour cette étude, l'ISQ a fourni des tableaux de résultats présentant les effets directs, indirects et induits. Dans le cadre du mécanisme de propagation de la demande du MISQ, chaque dollar de dépenses du projet se transforme en recettes pour les fournisseurs de premier rang au Québec (effets directs). Ces fournisseurs augmentent leur production et achètent des intrants intermédiaires auprès de leurs propres fournisseurs (effets indirects), le processus se répétant en amont jusqu'à ce que le choc de demande initial soit entièrement absorbé. À chaque itération, le MISQ décompose la réponse en valeur ajoutée (salaires et traitements, revenu mixte), impôts nets sur les produits et intrants intermédiaires, nets des fuites identifiées. Il est à noter que 95 % de la masse salariale est supposée revenir aux travailleurs résidant au Québec (estimation du promoteur). Pour les biens et services, l'origine des fournisseurs n'est pas spécifiée ex ante ; par conséquent, la part du contenu québécois est estimée de manière endogène par le MISQ (le reste étant enregistré comme des fuites telles que les importations et autres), conformément au cadre de l'ISQ. Seule la partie des coûts explicitement identifiée comme masse salariale interne est traitée comme revenu primaire du travail dans le MISQ ; le travail intégré dans les prix des entrepreneurs est capturé indirectement par l'intermédiaire des secteurs fournisseurs.

Les retombées sur l'emploi sont exprimées en années-personnes, une année-personne correspondant à un emploi à temps plein maintenu pendant un an. Pour faciliter l'interprétation et permettre la comparaison avec les chiffres habituels de l'emploi, les tableaux de résultats présentent également l'emploi annuel moyen soutenu pendant toute la durée de chaque phase du projet. Quant à la valeur ajoutée, elle mesure la nouvelle valeur économique créée au Québec grâce au projet. Elle est égale à la production totale moins le coût des biens et services achetés auprès d'autres entreprises, et comprend les salaires et traitements, le revenu des entreprises et les impôts nets sur la production. La valeur ajoutée est l'indicateur standard utilisé pour évaluer la contribution d'un projet au PIB.

Bien que le MISQ reflète la structure de production et d'intrants de l'économie québécoise pour une année de référence donnée, ses résultats doivent être interprétés à la lumière des limites suivantes :

- Le modèle utilise un cadre statique (à période unique), calibré sur les relations d'entrées-sorties du Québec pour une année de référence spécifique. Par conséquent, les flux pluriannuels de CAPEX/OPEX sont évalués par rapport à cette structure de production sur une seule année et sont généralement interprétés comme s'ils se produisaient au cours d'une seule période de modélisation.

- Les résultats du MISQ sont proportionnels à l'ampleur du choc : un choc de 10 millions de dollars produit des effets dix fois supérieurs à ceux d'un choc de 1 million de dollars dans la même composition sectorielle. Cette structure linéaire ne tient pas compte des économies (ou déséconomies) d'échelle, ni des changements dans les techniques de production à mesure que la production augmente.
- Le cadre des entrées-sorties suppose que les fournisseurs peuvent répondre à la demande simulée sans contraintes de capacité limitantes (pas de pénurie de ressources). Il ne représente pas de manière endogène les goulots d'étranglement, la substitution entre les intrants, ni les investissements supplémentaires qui pourraient être nécessaires au fil du temps pour augmenter la capacité.

2.2 Retombées régionales

Les multiplicateurs d'entrées-sorties du MISQ et de Statistique Canada ne sont pas disponibles à l'échelle régionale. De plus, les effets économiques régionaux sont particulièrement incertains car ils dépendent de la capacité de la main-d'œuvre et des entrepreneurs d'une région spécifique, de leur volonté de contribuer au projet et de leurs décisions d'achat. Des estimations de haut niveau des effets régionaux pour la région du Nord-du-Québec ont été réalisées à l'aide de l'approche suivante.

On sait que certains effets se produiront dans la région, d'après les informations fournies par PMET. Selon cette dernière, 15 % de la main-d'œuvre pour la phase de construction devrait provenir de la région. Cette proportion passe à 20 % pour la phase d'exploitation. On suppose donc que les mêmes pourcentages (15 % pour la construction, 20 % pour l'exploitation) d'emplois directs et de revenus du travail resteront dans la région du Nord-du-Québec. De plus, l'étude de faisabilité indique que les taxes municipales directes devraient être payées par PMET dans la municipalité où le projet est implanté.

Pour les autres effets directs (autres que les emplois directs et les revenus du travail évoqués ci-dessus), ainsi que pour les effets indirects, les hypothèses suivantes sont formulées concernant la part régionale des effets par secteur :

- Certains services sont généralement fournis à proximité, tels que les services publics, la construction, la vente au détail de produits alimentaires et de soins personnels, la gestion des déchets, les services de santé et sociaux, l'hébergement et la restauration, ainsi que les administrations locales et autochtones. Cela signifie que le projet lui-même, sa main-d'œuvre et ses fournisseurs sont susceptibles de se procurer ces services dans la région, et que les retombées économiques dans ces secteurs se produiront donc probablement au niveau régional. Pour ces secteurs, le pourcentage de la main-d'œuvre qui devrait être régionale (15 % durant la construction, 20 % durant l'exploitation) est utilisé comme indicateur de la part des fournisseurs qui seront régionaux, en l'absence de données plus précises. Cette approche s'applique aux secteurs suivants.
- Pour les autres secteurs, on suppose que la production industrielle supplémentaire (et les revenus, emplois, etc. associés) soutenue par le projet dans chaque secteur est répartie entre les régions administratives du Québec en fonction de leur part du produit intérieur brut (PIB) de ce secteur dans l'ensemble du Québec. Ce raisonnement repose sur le fait que, dans chaque secteur, la région est au moins aussi susceptible de contribuer au projet par le biais d'effets indirects qu'elle ne l'est de contribuer à la production du secteur dans l'ensemble du Québec. Il s'agit probablement d'une sous-estimation, car la production économique soutenue par le projet est plus susceptible de se produire dans la région du projet que la moyenne pour ce secteur au Québec (comme le reflètent les statistiques du PIB). Toutefois, cette hypothèse est utilisée ici à titre de prudence, en l'absence de meilleures données.

Il est à noter que le MISQ fournit une ventilation par secteur pour les effets directs et indirects, mais pas pour les effets induits. Par conséquent, en l'absence de meilleures données sur les effets induits, on suppose que pour chaque indicateur (emplois, revenu du travail, autres revenus), la part régionale des effets induits est à peu près égale à la part régionale des effets indirects sur l'ensemble de tous les secteurs pour le même indicateur. Les justifications fournies ci-dessus pour les parts régionales supposées des effets indirects pour chaque secteur sont également valables pour les effets induits ; ainsi, en supposant une répartition sectorielle à peu près similaire des effets indirects et induits, la part régionale globale des effets indirects dans l'ensemble des secteurs constitue un indicateur acceptable de la part régionale des effets induits.

Le tableau ci-dessous résume les parts régionales supposées des effets directs, indirects et induits par indicateur.

Indicateur	Effets directs	Effets indirects	Effets induits
Emplois, revenus du travail / revenus mixtes	Selon PMET, 15 % de la main-d'œuvre de la phase de construction et 20 % de celle de la phase d'exploitation devraient provenir de la région.	Sur la base de la part régionale du PIB québécois pour chaque secteur, à l'exception de certains services* dont on suppose qu'ils sont fournis au niveau régional selon la même part que la main-d'œuvre (15 % pour la construction et 20 % pour l'exploitation).	Les résultats n'étant pas disponibles par secteur, on suppose que la part régionale est la même que celle des effets indirects.
Autres revenus (valeur ajoutée non liée à la main-d'œuvre, tels que les bénéfices, les revenus locatifs, la consommation de capital fixe)	Basé sur la part régionale en % du PIB québécois pour chaque secteur, à l'exception de certains services* dont on suppose qu'ils sont fournis au niveau régional selon la même part en % que la main-d'œuvre (15 % pour la construction et 20 % pour l'exploitation).		Les résultats n'étant pas disponibles par secteur, on suppose que la part régionale est la même que celle des effets indirects.
Recettes publiques	Les taxes municipales et scolaires payés par les PMET devraient être perçus dans la région. Les recettes des gouvernements fédéral et provincial ne sont pas considérées comme effets régionaux.	Les effets indirects et induits sur les recettes publiques régionales sont très faibles par rapport aux effects directs. On suppose qu'ils se produisent en dehors de la région. Les recettes des gouvernements fédéral et provincial ne sont pas considérées comme effets régionaux.	

Remarque : * Cela s'applique aux secteurs suivants : services publics, construction, commerce de détail de produits alimentaires et de soins personnels, gestion des déchets, santé et services sociaux, hébergement et restauration, ainsi qu'aux administrations locales et autochtones.

3 Dépenses du projet

Les coûts du projet sont classés par phase du cycle de vie, en commençant par la construction, suivie de l'exploitation, puis enfin de la fermeture et de la remise en état. De plus, le projet comprend une exploitation à ciel ouvert et une exploitation souterraine, ce qui permet une ventilation granulaire des coûts. Cette section détaille les dépenses prévues pour chacune de ces composantes, exprimées en dollars constants de 2025. Les estimations de coûts ont été préparées par G Mining Services et sont tirées de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 pour le projet Shaakichiuwaanaan (G Mining Services Inc., 2025). Les totaux peuvent ne pas correspondre à la somme des chiffres en raison des arrondis.

3.1 Dépenses d'investissement initiales

La construction est divisée en deux phases; l'exploitation à ciel ouvert est développée en premier, la phase 1 offrant une capacité de production initiale d'environ 400 000 tpa de concentré de spodumène. La mine souterraine entre en service en deuxième lieu dans le cadre de la phase 2 et offre une capacité de production supplémentaire d'environ 400 000 tpa de concentré de spodumène, ce qui porte la capacité totale du projet à environ 800 000 tpa. Les deux phases de construction ont été analysées séparément, car elles ont chacune leurs propres dépenses d'investissement, leur propre structure de dépenses et leur propre calendrier prévisionnel. Aux fins de la modélisation des retombées économiques, seule la partie des coûts explicitement identifiée comme masse salariale interne est traitée comme revenu primaire du travail dans le MISQ; la main-d'œuvre intégrée dans les prix des entrepreneurs est prise en compte indirectement par le biais des secteurs fournisseurs.

3.1.1 Phase 1 – Construction de la mine à ciel ouvert

La construction de la phase 1 est prévue sur 41 mois, de janvier 2027 à mai 2030, avec un budget d'investissement total de 1 349,4 millions de dollars (y compris 130,7 millions de dollars pour la contingence) basé sur les estimations de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 pour le projet Shaakichiuwaanaan préparée par G Mining Services Inc. (2025) et présentées ici en dollars constants de 2025. Aux fins de rédaction et de cartographie MISQ, la contingence a été répartie proportionnellement entre les catégories de coûts. Le tableau 1 résume les dépenses d'investissement de la phase 1 par catégorie de coûts. Les lignes de coûts détaillées sous-tendent la cartographie sectorielle. Seules les catégories de coûts agrégées sont présentées ici par souci de concision.

Tableau 1 Résumé des dépenses d'investissement de la phase 1, construction de la mine à ciel ouvert (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Dépenses d'investissement	Contingence	Total
Infrastructure	124,9	13,4	138,3
Énergie et électricité	173,8	18,6	192,5
Gestion de l'eau et des résidus	128,2	13,7	141,9
Exploitation à ciel ouvert	18,6	2,0	20,6
Exploitation minière	120,0	12,9	132,8
Usines de transformation	217,3	23,3	240,6
Construction indirecte	262,8	28,2	291,0

Catégories de coûts	Dépenses d'investissement	Contingence	Total
Services généraux - Coûts pour le propriétaire	99,8	10,7	110,5
Préproduction, démarrage, mise en service et contingence	73,3	7,9	81,2
Total	**1 218,7**	**130,7**	**1 349,4**

Source : Étude de faisabilité NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

Le tableau 2 présente la répartition correspondante par secteur productif du MISQ, distinguant 1 220,8 millions de dollars d'achats de biens et de services de 128,6 millions de dollars en salaires, conformément à la classification sectorielle du MISQ.

Tableau 2 Répartition des dépenses d'investissement de la phase 1 par secteur productif (en millions de dollars)

Secteurs	Biens et services	Salaires[1]
Autres travaux de génie	319,4	128,6
Travaux de génie liés à l'énergie électrique	186,7	-
Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière	172,9	-
Autres activités liées à la construction	157,9	-
Architecture, génie et services connexes	149,0	-
Construction de bâtiments non résidentiels	62,6	-
Raffineries de pétrole	57,8	-
Services administratifs de bureau	41,7	-
Transport par camion	34,5	-
Travaux de génie liés aux transports	29,2	-
Travaux de génie liés aux communications	5,8	-
Sociétés d'assurance	2,4	-
Autres services professionnels, scientifiques et techniques	0,9	-
Total (1 349,4 millions de dollars)	**1 220,8**	**128,6**

Source : Reclassification sectorielle de WSP selon les secteurs productifs du MISQ, sur la base de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

[1] Hypothèse relative à la masse salariale : 95 % de la rémunération revient à des résidents du Québec. En ce qui concerne les biens et services, le MISQ estime le contenu québécois de manière endogène ; les importations et autres fuites représentent la part de la demande satisfaite hors du Québec.

3.1.2 Phase 2 – Construction de la mine souterraine

La construction de la partie souterraine de la mine est prévue sur une période de 43 mois, les dépenses d'investissement étant programmées de septembre 2028 à mars 2032. Ce calendrier chevauche la construction de la phase 1 et s'étend sur 22 mois pendant la période d'exploitation de la portion de la mine à ciel ouvert. Les dépenses en capital estimées pour la construction de la phase 2 s'élèvent à 628,8 millions de dollars. Comme pour la phase 1, la contingence a été répartie au prorata entre les différentes catégories de coûts. Le tableau 3 résume les dépenses en capital de la phase 2 par catégorie de coûts.

Tableau 3 Résumé des dépenses d'investissement de la phase 2, construction souterraine (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Dépenses d'investissement	Contingence	Total
Infrastructure	24,8	2,8	27,6
Énergie et électricité	46,2	5,2	51,4
Gestion de l'eau et des résidus	18,7	2,1	20,8
Exploitation à ciel ouvert	-	-	-
Exploitation minière	135,5	15,3	150,8
Usines de transformation	187,1	21,1	208,2
Construction indirecte	123,9	14,0	137,9
Services généraux - Coûts du maître d'ouvrage	18,1	2,0	20,2
Préproduction, démarrage, mise en service et contingence	10,8	1,2	12,0
Total	**565,1**	**63,7**	**628,8**

Source : Étude de faisabilité NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

Le tableau 4 répartit ces dépenses entre secteurs productifs du MISQ, en distinguant les 628,8 millions de dollars d'achats de biens et de services par secteur. Durant la phase 2 de la construction (de septembre 2028 à mars 2032), les salaires sont attribués soit à la phase 1 de la construction, soit aux activités d'exploitation.

Tableau 4 Répartition des dépenses d'investissement de la phase 2 par secteur productif (en millions de dollars)

Secteurs	Biens et services
Autres travaux de génie	316,6
Architecture, génie et services connexes	149,6
Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière	75,7
Travaux de génie liés à l'énergie électrique	44,7
Transport par camion	18,8
Construction de bâtiments non résidentiels	15,0
Travaux de génie liés aux communications	6,7
Sociétés d'assurance	1,3

Secteurs	Biens et services
Travaux de génie liés aux transports	0,3
Autres activités liées à la construction	0,1
Total	**628,8**

Source : Reclassification sectorielle de WSP selon les secteurs productifs du MISQ, sur la base de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

3.2 Dépenses durant la période d'exploitation

3.2.1 Dépenses d'exploitation

Les dépenses d'exploitation (OPEX) couvrent l'extraction, le traitement, les frais généraux et administratifs, ainsi que le transport et la logistique des concentrés sur les 19 années de la durée de vie de la mine (LOM). La production annuelle varie considérablement, passant de 5,1 Mt de minerai traité au cours de l'année d'exploitation allant de juillet 2035 à juin 2036, à 1,5 Mt de minerai traité au cours de la dernière année d'exploitation. Afin de refléter cette variabilité des niveaux de production annuels et les fluctuations d'une année à l'autre des coûts d'exploitation qui en résultent, le tableau 5 présente les dépenses d'exploitation pour (i) l'ensemble de la durée de vie de la mine et (ii) l'année d'exploitation de pointe 2035–2036, par catégorie globale.

Tableau 5 Résumé des dépenses d'exploitation, période totale et pic d'exploitation (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Durée totale de l'exploitation (Juin 2030 - juin 2049)	Juillet 2035 - juin 2036
Mine à ciel ouvert	1 390,4	106,5
Mine souterraine	2 852,2	162,1
Traitement	1 208,3	69,5
Frais généraux et administratifs	1 334,7	75,5
Transport et logistique des concentrés	2 878,8	175,2
Total	**9 664,3**	**588,9**

Source : Étude de faisabilité NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

Ces dépenses comprennent les coûts de main-d'œuvre liés aux activités opérationnelles. Une partie des salaires internes engagés en 2030 est prise en compte dans les dépenses salariales de la phase d'exploitation, car ces activités sont de nature opérationnelle bien qu'elles aient lieu pendant la période de construction. Le tableau 6 présente les dépenses d'exploitation sur la durée de vie de la mine reclassées selon les secteurs productifs du MISQ, en séparant les achats de biens et de services des salaires conformément à l'approche du MISQ en matière de facteurs primaires.

Tableau 6 Ventilation des dépenses d'exploitation sur la durée de vie de la mine par secteur productif (en millions de dollars)

Secteurs	Biens et services	Salaires[2]
Extraction d'autres minerais métalliques	-	2 306,2
Services administratifs de bureau	-	478,0
Production et transformation de métaux non ferreux (sauf l'aluminium)	-	260,8
Transport par camion	1 065,2	315,7
Activités de soutien à l'extraction minière	1 121,8	-
Transport ferroviaire	894,8	-
Réparation et entretien (sauf de véhicules automobiles)	453,2	-
Transport par eau	433,9	-
Production, transport et distribution d'électricité	416,1	-
Autres services de transport en commun et transport terrestre de voyageurs et transport de tourisme d'agrément	381,1	-
Services de restauration et débits de boissons	280,9	-
Architecture, génie et services connexes	246,1	-
Activités de soutien au transport	235,3	-
Réseaux d'aqueduc et d'égout et autres	131,7	-
Services relatifs aux bâtiments et aux logements	126,9	-
Revêtement, gravure, traitement thermique et par le froid, et activités analogues	112,8	-
Fabrication de résines, de caoutchouc synthétique et de fibres et de filaments artificiels et synthétiques	88,8	-
Services de location et de location à bail (sauf le matériel automobile)	57,6	-
Services divers de soins ambulatoires	43,0	-
Services d'emploi	36,3	-
Conception de systèmes informatiques et services connexes	33,4	-
Sociétés d'assurance	28,6	-
Location et location à bail de matériel automobile	27,3	-
Services de comptabilité, de préparation de déclarations de revenus, de tenue de livres et de paye	18,9	-
Services d'enquêtes et de sécurité	15,1	-
Sous-total (intrants du MISQ)	**6 248,8**	**3 360,7**
[3] Taxes locales (54,7 millions de dollars)	-	-
Total	**9 664,3**	

Source : Reclassification sectorielle de WSP selon les secteurs productifs du MISQ, sur la base de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

[2] Hypothèse relative à la masse salariale : 95 % de la rémunération revient à des résidents du Québec. En ce qui concerne les biens et services, le MISQ estime le contenu québécois de manière endogène ; les importations et autres fuites représentent la part de la demande satisfaite hors du Québec.

[3] Les taxes locales sont incluses dans le tableau 6 afin d'assurer la concordance avec le total des dépenses d'exploitation, mais ne sont pas traités comme des achats de biens et de services ni comme des revenus du travail dans le cadre du MISQ.

3.2.2 Dépenses d'investissement de maintien

La poursuite de l'exploitation tout au long de la durée de vie de la mine nécessite des réinvestissements périodiques dans les actifs et les infrastructures afin de maintenir une production sûre et fiable à la capacité nominale. Les coûts d'investissement de maintien du projet comprennent tous les coûts liés à la poursuite et au maintien de l'exploitation pendant la durée de vie de la mine. Ils incluent l'agrandissement des stocks, l'achat d'équipements miniers, le développement souterrain ainsi que les coûts connexes et indirects, et la contingence. Ils couvrent également les réparations majeures des équipements miniers. Contrairement aux dépenses d'investissement initiales, les dépenses de maintien de la production visent à préserver la capacité plutôt qu'à l'augmenter. Les dépenses d'investissement de maintien s'élèvent à 936,4 millions de dollars, dont 531,9 millions pour l'exploitation à ciel ouvert et 404,6 millions pour l'exploitation souterraine. Le tableau 7 résume les dépenses d'investissement de maintien du projet par phase et par catégorie de coûts agrégés.

Tableau 7 Résumé des dépenses de capital d'entretien (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Total
Infrastructure	30,8
Énergie et électricité	25,0
Gestion de l'eau et des résidus	100,5
Exploitation à ciel ouvert	11,9
Exploitation minière	550,5
Services généraux / Coûts du propriétaire	31,6
Préproduction, démarrage, mise en service	186,1
Total	**936,4**

Source : Étude de faisabilité NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

Les dépenses d’investissement de maintien sont reclassées des catégories de coûts vers les secteurs productifs. Pour la période d’investissement de maintien, les salaires sont attribués aux activités d’exploitation. Le tableau 8 présente la répartition sectorielle des dépenses d’investissement de maintien selon la classification des secteurs productifs du MISQ.

Tableau 8 Répartition des dépenses d'investissement de maintien par secteur productif (en millions de dollars)

Secteurs	Biens et services
Autres travaux de génie	369,8
Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière	323,9
Construction (réparations)	186,1
Travaux de génie liés à l'énergie électrique	25,0
Transport par camion	17,8
Services de conseils en gestion et de conseils scientifiques et techniques	13,8
Total (936,4 millions de dollars)	**936,4**

Source : Reclassification sectorielle de WSP selon les secteurs productifs du MISQ, sur la base de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

3.3 Dépenses de fermeture et de remise en état

Bien que la directive provinciale sur l'EIE se concentre sur les phases de construction et d'exploitation, le programme de fermeture et de remise en état représente également un volet de dépenses important, lié au projet, couvrant des activités telles que la sécurité du site, le démantèlement/la démobilisation, la remise en état des zones industrielles et des voies d'accès, la remise en état des stocks et des systèmes de gestion de l'eau, la gestion des sols contaminés et la surveillance post-fermeture, avec les coûts indirects associés. Le coût total du programme de fermeture est estimé à 248,3 millions de dollars, dont 211,0 millions pour les zones à ciel ouvert et 37,3 millions pour les travaux souterrains, comme le montre le tableau 9.

Tableau 9 Résumé des dépenses de fermeture (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Dépenses de fermeture	Contingence	Total
Sécurité du site	1,1	0,2	1,3
Démantèlement, démolition et démobilisation des infrastructures de surface	10,7	1,9	12,6
Remise en état de la zone industrielle et des voies d'accès	5,2	0,9	6,1
Remise en état des terrils	102,5	18,1	120,6
Remise en état du système de gestion de l'eau	9,5	1,7	11,2
Gestion des sols contaminés	12,3	2,2	14,5
Coûts de surveillance	15,0	2,7	17,7
Coûts indirects	54,7	9,7	64,4
Total	**211,0**	**37,3**	**248,3**

Source : Étude de faisabilité NI 43-101 (G Mining Services, 2025) .

Aux fins de l'analyse des retombées économiques, ces dépenses sont reclassées dans les secteurs productifs conformément au cadre d'entrées-sorties utilisé dans la présente étude et réparties entre les achats de biens et de services et les salaires, ces derniers étant considérés comme des facteurs primaires dans la modélisation. Pour la

période de fermeture, les salaires sont attribués aux activités d'exploitation. Le tableau 10 présente la répartition des dépenses de fermeture et de réhabilitation par secteur productif du MISQ.

Tableau 10 Répartition des dépenses liées à la fermeture par secteur productif (en millions de dollars)

Catégories de coûts	Biens et services
Autres travaux de génie	131,8
Architecture, génie et services connexes	64,4
Services administratifs de bureau	17,7
Services de gestion des déchets et d'assainissement	14,5
Autres activités liées à la construction	12,6
Travaux de génie liés aux transports	6,1
Services d'enquêtes et de sécurité	1,3
Total (248,3 millions de dollars)	**248,3**

Source : Reclassification sectorielle de WSP selon les secteurs productifs du MISQ, sur la base de l'étude de faisabilité conforme à la norme NI 43-101 (G Mining Services, 2025).

4 Résultats

4.1 Résultats provinciaux

Les résultats provinciaux sont classés par phase du cycle de vie de la mine : construction (phases 1 et 2 séparément), exploitation (à la fois la durée de vie de la mine et l'année d'exploitation allant de juillet 2035 à juin 2036), dépenses d'entretien, et phase de fermeture et de remise en état. Sauf indication contraire, les résultats en matière d'emploi sont présentés à la fois en nombre total d'années-personnes sur la période concernée et en moyennes annuelles, qui reflètent le nombre moyen d'emplois soutenus par an pendant la durée de la phase.

Dans le cadre du MISQ, les effets directs rendent compte des retombées économiques associées au projet lui-même et par les fournisseurs québécois fournissant directement des biens et des services au projet; les effets indirects reflètent l'activité de la chaîne d'approvisionnement en amont associée aux fournisseurs de premier rang qui achètent des intrants auprès d'autres fournisseurs québécois; et les effets induits représentent l'activité économique supplémentaire soutenue par les dépenses des ménages soutenues par les revenus du travail tirés des activités directes et indirectes (voir la section 2.1). Les résultats provinciaux reflètent la part des dépenses du projet conservée au sein de l'économie québécoise, telle qu'estimée par le MISQ; les dépenses non prises en compte dans les résultats du Québec correspondent aux importations et autres fuites. Les totaux peuvent ne pas correspondre à la somme des chiffres en raison des arrondis.

4.1.1 Construction

La construction de la phase 1 génère des retombées à l'échelle du Québec en raison de l'importance des dépenses en capital engagées et de la mobilisation de la chaîne d'approvisionnement qui en découle. Sur la période de construction de 41 mois, la phase 1 devrait soutenir environ 7 545 années-personnes d'emploi, ce qui correspond à une moyenne de 2 208 emplois par an sur l'ensemble de la phase (tableau 11). L'activité économique associée est estimée à 989,2 millions de dollars en valeur ajoutée, dont 571,9 millions de dollars en salaires et traitements sur la durée de la construction.

Tableau 11 Retombées économiques provinciales de la construction de la phase 1

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 41 mois)
			années-personnes		
1- Emplois	**3 418**	**2 576**	**1 550**	**7 545**	**2 208**
Salariés	3 358	2 358	1 400	**7 117**	**2 083**
Autres travailleurs	60	218	150	**428**	**125**
			en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**473,9**	**320,1**	**195,2**	**989,2**	**289,5**
Salaires et traitements avant impôt	313,3	182,6	76,0	**571,9**	**167,4**
Revenu mixte brut	13,8	16,6	43,8	**74,1**	**21,7**
Autres revenus bruts avant impôt	146,8	120,9	75,4	**343,2**	**100,4**

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 41 mois)
3- Taxes sur les produits	11,2	4,4	39,9	**55,5**	**16,2**
4- Subventions sur les produits	–	-1,6	-3,8	**-5,5**	**-1,6**
5- Importations	134,0	401,8	126,8	**662,7**	**193,9**
6- Retraits des stocks et autres fuites	–	2,4	3,3	**5,8**	**1,7**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**39,5**	**20,4**	**32,1**	**92,0**	**26,9**
Impôts sur les salaires et traitements	33,3	17,3	5,3	**55,9**	**16,4**
Taxes de vente (TVQ)	0,0	0,5	16,9	**17,3**	**5,1**
Taxes spécifiques	6,2	2,6	9,9	**18,7**	**5,5**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**27,6**	**13,9**	**16,6**	**58,0**	**17,0**
Impôts sur les salaires et traitements	24,6	12,5	3,5	**40,6**	**11,9**
Taxes de vente (TPS)	0,0	0,4	8,8	**9,2**	**2,7**
Taxes et droits d'accise	2,6	0,8	3,0	**6,4**	**1,9**
Droits de douane	0,3	0,1	1,3	**1,8**	**0,5**
9- Revenus des administrations locales :					
Taxes municipales	2,0	–	2,2	**4,2**	**1,2**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)					
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	59,9	30,6	13,3	**103,8**	**30,4**
Fédérale (assurance-emploi)	6,9	4,5	2,1	**13,6**	**4,0**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

Le tableau 12 présente les retombées à l'échelle du Québec associées à la construction de la phase 2 (mine souterraine), soutenues par des dépenses en capital de 628,8 millions de dollars sur la période de septembre 2028 à mars 2032, un intervalle qui chevauche la période d'exploitation à ciel ouvert pour environ 22 mois. Sur les 43 mois que durera le chantier, la phase 2 devrait soutenir 3 629 années-personnes d'emploi, soit une moyenne de 1 013 emplois par an. La construction de la phase 2 devrait soutenir 483,6 millions de dollars de valeur ajoutée, dont 285,3 millions de dollars en salaires et traitements sur la durée de la construction.

Tableau 12 Retombées économiques provinciales de la construction de la phase 2

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 43 mois)
			années-personnes		
1- Emplois	**1 411**	**1 444**	**773**	**3 629**	**1 013**
Salariés	1 403	1 334	699	**3 436**	**959**
Autres travailleurs	7	110	75	**193**	**54**

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 43 mois)
			en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**202,0**	**184,3**	**97,4**	**483,6**	**135,0**
Salaires et traitements avant impôt	137,7	109,6	37,9	**285,3**	**79,6**
Revenu mixte brut	1,9	9,4	21,8	**33,1**	**9,2**
Autres revenus bruts avant impôt	62,3	65,3	37,6	**165,2**	**46,1**
3- Taxes sur les produits	1,8	2,2	19,9	**23,9**	**6,7**
4- Subventions sur les produits	–	-1,0	-1,9	**-2,9**	**-0,8**
5- Importations	58,6	178,6	63,3	**300,5**	**83,9**
6- Retraits des stocks et autres fuites	–	1,0	1,7	**2,7**	**0,7**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**16,5**	**12,4**	**16,0**	**44,9**	**12,5**
Impôts sur les salaires et traitements	15,5	10,8	2,6	**29,0**	**8,1**
Taxes de vente (TVQ)	0,0	0,2	8,4	**8,7**	**2,4**
Taxes spécifiques	1,0	1,3	5,0	**7,2**	**2,0**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**12,3**	**8,6**	**8,3**	**29,2**	**8,2**
Impôts sur les salaires et traitements	12,0	7,9	1,7	**21,7**	**6,0**
Taxes de vente (TPS)	0,0	0,2	4,4	**4,6**	**1,3**
Taxes et droits d'accise	0,2	0,4	1,5	**2,1**	**0,6**
Droits de douane	0,1	0,1	0,7	**0,8**	**0,2**
9- Revenus des administrations locales :					
Taxes municipales	0,5	–	0,5	**1,0**	**0,3**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)					
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	25,5	17,8	6,6	**50,0**	**13,9**
Fédérale (assurance-emploi)	2,9	2,6	1,1	**6,6**	**1,8**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

4.1.2 Exploitation

Le Tableau 13 présente les retombées économiques provinciales attribuables à l'exploitation du projet sur l'ensemble de la durée de vie de la mine, soit 19 ans, soutenues par des dépenses d'exploitation totales de 9 664,3 millions de dollars couvrant l'exploitation à ciel ouvert et souterraine, le traitement, les activités générales et administratives, ainsi que le transport et la logistique des concentrés. Sur l'ensemble de la période, le modèle estime que l'exploitation devrait soutenir environ 61 700 années-personnes de travail au Québec, ce qui correspond à une moyenne de 3 248 emplois par an. L'exploitation est associée à une valeur ajoutée totale de 8 227,2 millions de dollars aux prix de base, correspondant à une moyenne annuelle de 433,0 millions de dollars en valeur ajoutée. Ceci comprend 4 918,5 millions de dollars de salaires et traitements (avant impôts), soit 258,9 millions de dollars en salaires et traitements en moyenne par année sur la période d'exploitation, dont le solde de la valeur ajoutée étant

constitué du revenu mixte brut et d'autres revenus bruts. Les totaux correspondants pour les impôts nets sur les produits, les revenus du secteur public, la parafiscalité et les fuites sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 Retombées économiques provinciales de l'exploitation – Période totale

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 19 ans)
			années-personnes		
1- Emplois	**41 197**	**7 180**	**13 334**	**61 711**	**3 248**
Salariés	39 524	6 507	12 044	**58 075**	**3 057**
Autres travailleurs	1 673	673	1 290	**3 636**	**191**
			en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**5 663,4**	**885,1**	**1 678,7**	**8 227,2**	**433,0**
Salaires et traitements avant impôt	3 822,6	442,6	653,3	**4 918,5**	**258,9**
Revenu mixte brut	100,2	61,6	376,6	**538,5**	**28,3**
Autres revenus bruts avant impôt	1 740,5	380,9	648,7	**2 770,2**	**145,8**
3- Taxes sur les produits	91,9	17,1	343,3	**452,2**	**23,8**
4- Subventions sur les produits	-50,9	-7,9	-32,9	**-91,7**	**-4,8**
5- Importations	1 629,5	973,6	1 090,9	**3 694,0**	**194,4**
6- Retraits des stocks et autres fuites	1,4	5,5	28,5	**35,5**	**1,9**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**492,9**	**49,8**	**276,2**	**818,9**	**43,1**
Impôts sur les salaires et traitements	423,5	37,9	45,5	**506,9**	**26,7**
Taxes de vente (TVQ)	11,8	2,9	145,1	**159,8**	**8,4**
Taxes spécifiques	57,6	9,0	85,6	**152,2**	**8,0**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**344,0**	**31,6**	**142,7**	**518,3**	**27,3**
Impôts sur les salaires et traitements	321,6	26,4	30,1	**378,1**	**19,9**
Taxes de vente (TPS)	6,4	2,2	75,5	**84,2**	**4,4**
Taxes et droits d'accise	15,0	2,5	25,8	**43,3**	**2,3**
Droits de douane	1,0	0,4	11,3	**12,8**	**0,7**
9- Revenus des administrations locales :					
Taxes municipales	–	–	–	**–**	**–**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)					
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	576,5	76,9	114,0	**767,4**	**40,4**
Fédérale (assurance-emploi)	73,3	11,9	18,3	**103,5**	**5,4**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

4.1.2.1 Revenus fiscaux directs du projet

Outre les effets fiscaux estimés à l'aide de la méthodologie du MISQ, qui ne prennent en compte que les impôts liés à la masse salariale et aux dépenses d'exploitation du projet, l'étude de faisabilité fournit également des estimations des impôts directs payés par PMET pendant la période d'exploitation, notamment l'impôt sur le revenu de la société, les taxes minières, les crédits d'impôt applicables et les taxes liées aux GES. Sur la période d'exploitation, ces effets fiscaux directs sont estimés à 3 357,4 millions de dollars au total. Sur ce montant, le gouvernement provincial devrait percevoir 2 164,5 millions de dollars au titre de l'impôt sur les sociétés et des taxes minières, tandis que le gouvernement fédéral devrait percevoir 1 192,9 millions de dollars au titre de l'impôt sur les sociétés et des taxes liées aux GES. Les autorités locales devraient percevoir 54,7 millions de dollars au titre des taxes municipales et scolaires. Tous les montants sont présentés en valeur brute, avant application de tout crédit d'impôt, car l'admissibilité à ces crédits (y compris le crédit d'impôt à l'investissement (CII) dans la fabrication de technologies propres (FTP) et le crédit d'impôt relatif aux ressources) reste incertaine au stade actuel du projet.

L'année d'exploitation allant de juillet 2035 à juin 2036 constitue un repère temporel utile pour évaluer l'ampleur des effets annuels pendant la phase de production à haut débit. Pour cette période de 12 mois, le modèle estime à 3 658 années-personnes le nombre d'emplois soutenus et à 485,8 millions de dollars la valeur ajoutée, dont 290,3 millions de dollars en salaires et traitements (tableau 14).

Tableau 14 Retombées économiques provinciales de l'exploitation – 2035-2036

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total
		années-personnes		
1- Emplois	**2 428**	**443**	**787**	**3 658**
Salariés	2 331	403	711	**3 444**
Autres travailleurs	97	41	76	**214**
		en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**331,9**	**54,9**	**99,1**	**485,8**
Salaires et traitements avant impôt	224,1	27,7	38,6	**290,3**
Revenu mixte brut	6,1	3,7	22,2	**32,1**
Autres revenus bruts avant impôt	101,7	23,5	38,3	**163,4**
3- Taxes sur les produits	5,5	1,0	20,3	**26,8**
4- Subventions sur les produits	-3,0	-0,5	-1,9	**-5,5**
5- Importations	111,8	60,9	64,4	**237,1**
6- Retraits des stocks et autres fuites	0,1	0,3	1,7	**2,1**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**28,9**	**3,1**	**16,3**	**48,3**
Impôts sur les salaires et traitements	24,7	2,4	2,7	**29,8**
Taxes de vente (TVQ)	0,6	0,2	8,6	**9,4**
Taxes spécifiques	3,5	0,6	5,1	**9,1**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**20,1**	**2,0**	**8,4**	**30,5**
Impôts sur les salaires et traitements	18,8	1,7	1,8	**22,2**
Taxes de vente (TPS)	0,4	0,1	4,5	**5,0**
Taxes et droits d'accise	0,9	0,2	1,5	**2,6**
Droits de douane	0,1	0,0	0,7	**0,8**

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total
9- Revenus des administrations locales :				
Taxes municipales	–	–	–	**–**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)				
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	34,2	4,8	6,7	**45,7**
Fédérale (assurance-emploi)	4,3	0,7	1,1	**6,2**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

Pour le projet Shaakichiuwaanaan, les dépenses d'investissement de maintien s'élèvent à 936,4 millions de dollars sur la période d'exploitation. Les résultats du MISQ pour ce programme d'investissement de maintien sont résumés dans le tableau 15, qui montre que ces réinvestissements soutiennent 4 571 années-personnes d'emploi au Québec, soit une moyenne de 241 emplois par an sur la période d'exploitation. Les dépenses d'immobilisations de maintien devraient soutenir 588,0 millions de dollars de valeur ajoutée, dont 330,4 millions de dollars en salaires et traitements (avant impôts), les effets fiscaux et les fuites associés étant indiqués dans le tableau.

Tableau 15 Retombées économiques provinciales des dépenses d'immobilisations de maintien

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 19 ans)
			années-personnes		
1- Emplois	**2 372**	**1 303**	**896**	**4 571**	**241**
Salariés	2 321	1 181	809	**4 310**	**227**
Autres travailleurs	51	122	87	**260**	**14**
			en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**322,5**	**152,7**	**112,8**	**588,0**	**30,9**
Salaires et traitements avant impôt	201,7	84,8	43,9	**330,4**	**17,4**
Revenu mixte brut	11,8	7,8	25,3	**44,8**	**2,4**
Autres revenus bruts avant impôt	109,0	60,1	43,6	**212,8**	**11,2**
3- Taxes sur les produits	1,9	2,4	23,1	**27,4**	**1,4**
4- Subventions sur les produits	–	-0,7	-2,2	**-2,9**	**-0,2**
5- Importations	251,0	204,2	73,3	**528,4**	**27,8**
6- Retraits des stocks et autres fuites	–	1,7	1,9	**3,6**	**0,2**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**21,8**	**9,3**	**18,6**	**49,7**	**2,6**
Impôts sur les salaires et traitements	20,5	7,6	3,1	**31,2**	**1,6**
Taxes de vente (TVQ)	0,0	0,2	9,7	**10,0**	**0,5**
Taxes spécifiques	1,3	1,4	5,7	**8,5**	**0,4**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**15,8**	**6,1**	**9,6**	**31,5**	**1,7**
Impôts sur les salaires et traitements	15,2	5,4	2,0	**22,6**	**1,2**
Taxes de vente (TPS)	0,0	0,2	5,1	**5,3**	**0,3**
Taxes et droits d'accise	0,3	0,4	1,7	**2,5**	**0,1**
Droits de douane	0,2	0,1	0,8	**1,1**	**0,1**

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 19 ans)
9- Revenus des administrations locales :					
Taxes municipales	–	–	–	**–**	**–**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)					
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	40,1	14,8	7,7	**62,6**	**3,3**
Fédérale (assurance-emploi)	4,8	2,2	1,2	**8,2**	**0,4**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

4.1.3 Fermeture

La fermeture et la remise en état de la mine sont estimées à 248,3 millions de dollars en dépenses totales du projet, à compter de la fin des opérations d'extraction. La modélisation indique que la phase de fermeture soutient 1 537 années-personnes d'emploi, soit une moyenne de 615 emplois par an sur la période de fermeture de 30 mois (Tableau 16). Les activités de fermeture et de remise en état devraient soutenir 200,6 millions de dollars de valeur ajoutée, dont 115,2 millions de dollars en salaires et traitements, ce qui correspond à des moyennes annuelles de 80,3 millions de dollars de valeur ajoutée et de 46,1 millions de dollars en salaires et traitements sur la période de fermeture.

D'un point de vue budgétaire, les dépenses liées à la fermeture se traduisent également par des recettes pour le secteur public, principalement par le biais des impôts liés aux revenus du travail et à la consommation qui y est associée. Au total, les résultats du tableau 16 indiquent 17,5 millions de dollars de recettes pour le gouvernement du Québec et 11,2 millions de dollars pour le gouvernement fédéral. Comme pour les autres phases, une partie des dépenses devrait s'échapper hors du Québec par le biais des importations et d'autres fuites, reflétant la capacité de la chaîne d'approvisionnement et les modèles d'approvisionnement pris en compte par le modèle.

Tableau 16 Retombées économiques provinciales de la phase de fermeture

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 30 mois)
			années-personnes		
1- Emplois	**548**	**677**	**312**	**1 537**	**615**
Salariés	542	627	282	**1 452**	**581**
Autres travailleurs	5	50	30	**85**	**34**
			en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**74,5**	**86,9**	**39,3**	**200,6**	**80,3**
Salaires et traitements avant impôt	49,4	50,5	15,3	**115,2**	**46,1**
Revenu mixte brut	1,2	4,3	8,8	**14,3**	**5,7**
Autres revenus bruts avant impôt	23,8	32,1	15,2	**71,1**	**28,4**
3- Taxes sur les produits	0,5	0,9	8,0	**9,4**	**3,8**
4- Subventions sur les produits	–	-0,5	-0,8	**-1,3**	**-0,5**
5- Importations	–	85,5	25,6	**111,1**	**44,4**

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 30 mois)
6- Retraits des stocks et autres fuites	–	0,4	0,7	**1,1**	**0,4**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**5,5**	**5,5**	**6,5**	**17,5**	**7,0**
Impôts sur les salaires et traitements	5,2	4,9	1,1	**11,2**	**4,5**
Taxes de vente (TVQ)	0,0	0,2	3,4	**3,6**	**1,4**
Taxes spécifiques	0,4	0,4	2,0	**2,8**	**1,1**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**4,0**	**3,9**	**3,3**	**11,2**	**4,5**
Impôts sur les salaires et traitements	3,9	3,6	0,7	**8,2**	**3,3**
Taxes de vente (TPS)	0,0	0,1	1,8	**1,9**	**0,7**
Taxes et droits d'accise	0,1	0,1	0,6	**0,8**	**0,3**
Droits de douane	0,0	0,0	0,3	**0,3**	**0,1**
9- Revenus des administrations locales :					
Taxes municipales	–	–	–	**–**	**–**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)					
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	9,8	8,3	2,7	**20,8**	**8,3**
Fédérale (assurance-emploi)	1,1	1,2	0,4	**2,8**	**1,1**

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026), Simulation d'impact économique pour le Québec (modélisation réalisée pour WSP).

4.2 Résultats régionaux

Les retombées régionales présentés ci-dessous sont obtenus en répartissant les résultats provinciaux du MISQ à l'aide des hypothèses et de la méthode de répartition sectorielle décrites à la section 2.2. Ils doivent être interprétés comme des estimations indicatives des retombées à l'échelle du Québec susceptibles de se matérialiser dans la région du Nord-du-Québec, plutôt que comme les résultats d'un modèle régional d'entrées-sorties autonome. Les tableaux régionaux ci-dessous mettent l'accent sur la part des effets sur l'emploi et la valeur ajoutée susceptible de se produire localement, selon les hypothèses énoncées, et doivent être interprétés conjointement avec les résultats provinciaux.

Dans le cadre des hypothèses de modélisation, PMET estime qu'environ 15 % de la main-d'œuvre requise durant la phase de construction et 20 % durant la phase d'exploitation proviendraient de la région. Ces proportions s'appliquent à l'emploi direct associé au projet lui-même. Les résultats régionaux indiquent généralement des parts régionales globales plus faibles lorsqu'elles sont exprimées en proportion des retombées totales (directes, indirectes et induites), ce qui s'explique par l'inclusion des effets indirects et induits, dont la répartition géographique est plus dispersée à l'échelle des chaînes d'approvisionnement québécoises et des dépenses des ménages que les effets directs du projet.

4.2.1 Construction

Les retombées régionales de la phase de construction sont estimées séparément pour la phase 1 (à ciel ouvert) et la phase 2 (souterraine) afin de refléter leurs calendriers et leurs profils de dépenses distincts. Pour la phase 1, la répartition régionale suggère 620 années-personnes d'emploi et 58,2 millions de dollars de valeur ajoutée dans le Nord-du-Québec, soit 181 années-personnes et 17 millions de dollars sur une base annuelle (tableau 17). Cela correspond à 8 % des retombées en emploi dans le secteur de la construction à l'échelle du Québec et à environ 6 % de la valeur ajoutée pour cette phase.

Tableau 17 Retombées économiques régionales de la construction de la phase 1

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 41 mois)	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes						
1- Emplois	**513**	**67**	**40**	**620**	**181**	**8 %**
Salariés	504	65	39	**607**	**178**	9 %
Autres travailleurs	9	2	1	**12**	**4**	3 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)						
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**49,1**	**5,8**	**3,4**	**58,2**	**17,0**	**6 %**
Salaires et traitements avant impôt	47,0	5,3	2,2	**54,6**	**16,0**	10 %
Revenu mixte brut	2,1	0,4	1,1	**3,6**	**1,1**	5 %
Autres revenus bruts avant impôt	22,7	3,3	2,2	**28,2**	**8,2**	8 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

Pour la phase 2, les retombées régionales correspondantes sont estimées à 267 années-personnes d'emploi, ce qui correspond à environ 75 emplois en moyenne par an sur la durée de cette phase, et à 25,6 millions de dollars de valeur ajoutée, soit environ 7 % des retombées sur l'emploi de la phase 2 et environ 5 % de la valeur ajoutée à l'échelle du Québec (tableau 18). Les parts régionales globales plus faibles (par rapport aux hypothèses de main-d'œuvre directe) reflètent que les effets indirects et induits sont plus dispersés géographiquement que les effets directs, selon la méthode de répartition décrite à la section 2.2.

Tableau 18 Retombées économiques régionales de la construction de la phase 2

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 43 mois)	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes						
1- Emplois	**212**	**36**	**19**	**267**	**75**	**7 %**
Salariés	211	35	19	**264**	**74**	8 %
Autres travailleurs	1	1	1	**3**	**1**	1 %

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 43 mois)	Retombées régionales (proportion du total)
en millions de dollars (aux prix de 2025)						
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**20,9**	**3,1**	**1,5**	**25,6**	**7,2**	**5 %**
Salaires et traitements avant impôt	20,7	2,9	1,0	**24,6**	**6,9**	9 %
Revenu mixte brut	0,3	0,2	0,5	**1,0**	**0,3**	3 %
Autres revenus bruts avant impôt	9,6	1,6	0,9	**12,1**	**3,4**	7 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

4.2.2 Exploitation

Les retombées régionales durant la phase d'exploitation reflètent à la fois les besoins en main-d'œuvre sur l'ensemble de la durée de vie de la mine et le degré d'ancrage régional de l'activité de la chaîne d'approvisionnement en amont dans le Nord-du-Québec. Sur l'ensemble de la période d'exploitation, la répartition régionale indique 8 951 années-personnes d'emploi, ce qui correspond à une moyenne d'environ 471 emplois par an pendant la durée de vie du projet, et 835,5 millions de dollars de valeur ajoutée dans la région, soit environ 15 % des retombées sur l'emploi à l'échelle du Québec et environ 10 % de la valeur ajoutée (tableau 19). De plus, l'étude de faisabilité estime que PMET contribuera à hauteur de 54,7 millions de dollars en taxes municipales et scolaires sur la durée de vie de la mine, ce qui profiterait à la collectivité locale et s'ajouterait donc aux retombées fiscales directes du projet dans la région.

Tableau 19 Retombées économiques régionales de l'exploitation – Période totale

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 19 ans)	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes						
1- Emplois	**8 239**	**249**	**462**	**8 951**	**471**	**15 %**
Salariés	7 905	234	433	**8 571**	**451**	15 %
Autres travailleurs	335	15	29	**379**	**20**	10 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)						
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**784,6**	**16,3**	**34,7**	**835,5**	**44,0**	**10 %**
Salaires et traitements avant impôt	764,5	14,0	20,6	**799,1**	**42,1**	16 %
Revenu mixte brut	20,0	2,3	14,0	**36,4**	**1,9**	7 %
Autres revenus bruts avant impôt	231,5	14,5	23,7	**269,7**	**14,2**	10 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

La période de pointe de l'extraction (2035-2036) présente une répartition proportionnelle des retombées régionales similaire à celle observée pour l'ensemble de la phase d'exploitation, avec une estimation de 527 années-personnes

d'emploi et 49,0 millions de dollars de valeur ajoutée dans la région, ce qui correspond à environ 14 % des retombées sur l'emploi et 10 % de la valeur ajoutée pour cette année-là (tableau 20).

Tableau 20 Retombées économiques régionales de l'exploitation – 2035-2036

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes					
1- Emplois	**486**	**15**	**26**	**527**	**14 %**
Salariés	466	14	**25**	**505**	15 %
Autres travailleurs	19	1	**2**	**22**	10 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)					
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**46,0**	**1,0**	**2,0**	**49,0**	**10 %**
Salaires et traitements avant impôt	44,8	0,8	**1,2**	**46,8**	16 %
Revenu mixte brut	1,2	0,1	**0,8**	**2,2**	7 %
Autres revenus bruts avant impôt	13,7	0,9	**1,3**	**15,9**	10 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

De plus, les dépenses d'investissement de maintien nécessaires à l'entretien de l'équipement et des infrastructures tout au long de l'exploitation devraient soutenir 427 années-personnes d'emploi dans le Nord-du-Québec pendant la période d'exploitation, ce qui correspond à une moyenne d'environ 23 emplois par an (tableau 21). Ces activités devraient également soutenir 38,4 millions de dollars de valeur ajoutée au niveau régional. Cela représente 9 % des retombées correspondantes sur l'emploi à l'échelle du Québec et 7 % de la valeur ajoutée.

Tableau 21 Retombées économiques régionales des dépenses d'investissement de maintien

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 19 ans)	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes						
1- Emplois	**356**	**42**	**29**	**427**	**23**	**9 %**
Salariés	348	41	28	**417**	**22**	10 %
Autres travailleurs	8	1	1	**10**	**1**	4 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)						
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**32,0**	**3,7**	**2,7**	**38,4**	**2,0**	**7 %**
Salaires et traitements avant impôt	30,3	3,4	1,8	**35,5**	**1,9**	11 %
Revenu mixte brut	1,8	0,3	0,9	**2,9**	**0,2**	6 %
Autres revenus bruts avant impôt	14,8	2,1	1,6	**18,6**	**1,0**	9 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

4.2.3 Fermeture

Les activités de fermeture et de remise en état devraient soutenir des retombées régionales plus modestes que celles de la période d'exploitation, ce qui s'explique à la fois par la durée plus courte et par la nature de travaux. La répartition régionale indique 115 années-personnes d'emploi, ce qui correspond à une moyenne d'environ 45 emplois par an, et 10,1 millions de dollars de valeur ajoutée dans le Nord-du-Québec, soit environ 7 % des retombées sur l'emploi liées à la fermeture à l'échelle du Québec et environ 5 % de la valeur ajoutée (tableau 22).

Tableau 22 Retombées économiques régionales de la phase de fermeture

Variables	Effets directs	Effets indirects	Effets induits	Total	Total (moyenne annuelle, sur 30 mois)	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes						
1- Emplois	**82**	**22**	**10**	**115**	**46**	**7 %**
Salariés	81	22	10	**113**	**45**	8 %
Autres travailleurs	1	1	0	**2**	**1**	2 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)						
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**7,6**	**1,8**	**0,7**	**10,1**	**4,0**	**5 %**
Salaires et traitements avant impôt	7,4	1,7	0,5	**9,6**	**3,8**	8 %
Revenu mixte brut	0,2	0,1	0,2	**0,5**	**0,2**	4 %
Autres revenus bruts avant impôt	3,7	1,3	0,7	**5,7**	**2,3**	8 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

4.3 Résumé des résultats

Cette section présente les résultats pour l'ensemble du cycle de vie du projet, en regroupant la construction selon les effets combinés des périodes de construction à ciel ouvert (phase 1) et souterraine (phase 2), l'exploitation selon les effets combinés des dépenses d'exploitation sur la durée de vie de la mine et des investissements de maintien, ainsi que la fermeture telle que décrite à la section 4.1.3 . À l'échelle du Québec, les effets combinés de toutes les phases du projet sont estimés à 78 992 années-personnes d'emploi et à 10 488,6 millions de dollars de valeur ajoutée, incluant 6 221,3 millions de dollars en salaires et traitements (avant impôts), le reste étant composé de revenus mixtes et d'autres revenus bruts. Le tableau 23 présente également les revenus des gouvernements du Québec et fédéral ainsi que les contributions parafiscales captées dans les résultats du MISQ, ainsi que les fuites identifiées par le modèle. De plus, le projet devrait générer des revenus fiscaux directs durant la période d'exploitation, notamment sous forme d'impôts sur le revenu des sociétés, de taxes minières et d'autres paiements statutaires. Ceux-ci sont estimés séparément à partir de l'étude de faisabilité et ne sont pas pris en compte dans les résultats du MISQ (voir la section 4.1.2.1).

Tableau 23 Retombées économiques provinciales – Résumé

Variables	Phases de construction	Phase d'exploitation	Fermeture	Total
		années-personnes		
1- Emplois	**11 173**	**66 282**	**1 537**	**78 992**
Salariés	10 553	62 385	1 452	**74 390**
Autres travailleurs	620	3 896	85	**4 602**
		en millions de dollars (aux prix de 2025)		
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**1 472,8**	**8 815,2**	**200,6**	**10 488,6**
Salaires et traitements avant impôt	857,2	5 248,9	115,2	**6 221,3**
Revenu mixte brut	107,2	583,3	14,3	**704,9**
Autres revenus bruts avant impôt	508,4	2 983,0	71,1	**3 562,5**
3- Taxes sur les produits	79,4	479,6	9,4	**568,4**
4- Subventions sur les produits	-8,4	-94,6	-1,3	**-104,3**
5- Importations	963,2	4 222,4	111,1	**5 296,7**
6- Retraits des stocks et autres fuites	8,4	39,0	1,1	**48,5**
7- Revenus du gouvernement du Québec	**136,9**	**868,5**	**17,5**	**1 023,0**
Impôts sur les salaires et traitements	84,9	538,0	11,2	**634,1**
Taxes de vente (TVQ)	26,0	169,8	3,6	**199,4**
Taxes spécifiques	26,0	160,7	2,8	**189,5**
8- Revenus du gouvernement fédéral	**87,3**	**549,8**	**11,2**	**648,3**
Impôts sur les salaires et traitements	62,3	400,7	8,2	**471,2**
Taxes de vente (TPS)	13,8	89,5	1,9	**105,2**
Taxes et droits d'accise	8,5	45,8	0,8	**55,1**
Droits de douane	2,6	13,9	0,3	**16,8**
9- Revenus des administrations locales :				
Taxes municipales	5,2	–	–	**5,2**
10- Parafiscalité (contributions employeurs et employés)				
Québecoise (RRQ, FSS, CNESST, RQAP)	153,7	830,0	20,8	**1 004,5**
Fédérale (assurance-emploi)	20,2	111,7	2,8	**134,7**

Source : Résultats provinciaux de l'ISQ (2026), agrégés par le WSP.

Les totaux régionaux sont présentés séparément afin d'indiquer la part des retombées provinciales susceptible de se produire dans le Nord-du-Québec, selon les hypothèses de répartition énoncées à la section 2.2. Pour l'ensemble du projet, les retombées régionales sont estimées à 10 379 années-personnes d'emploi et à 1 302,1 millions de dollars de valeur ajoutée dans le Nord-du-Québec, ce qui représente environ 13 % des retombées totales sur l'emploi au Québec et 12 % de la valeur ajoutée totale (tableau 24). Les salaires et traitements versés dans la région sont estimés à 923,4 millions de dollars, soit environ 15 % du total québécois. Ces valeurs sont indicatives et doivent être

interprétées comme des parts approximatives des résultats provinciaux plutôt que comme les résultats d'un modèle régional d'entrées-sorties autonome.

Tableau 24 Retombées économiques régionales – Résumé

Variables	Phases de construction	Phase d'exploitation	Fermeture	Total	Retombées régionales (proportion du total)
années-personnes					
1- Emplois	**887**	**9 377**	**115**	**10 379**	**13 %**
Salariés	872	8 988	113	**9 973**	13 %
Autres travailleurs	15	389	2	**406**	9 %
en millions de dollars (aux prix de 2025)					
2- Valeur ajoutée aux prix de base	**124,1**	**1 162,2**	**57,0**	**1 343,3**	**12 %**
Salaires et traitements avant impôt	79,1	834,6	35,5	**949,2**	15 %
Revenu mixte brut	4,7	39,3	2,9	**46,9**	6 %
Autres revenus bruts avant impôt	40,3	288,3	18,6	**347,2**	9 %

Source : WSP, calculé à partir des résultats provinciaux de l'ISQ (2026) à l'aide de la méthode de répartition régionale décrite à la section 2.2.

Bibliographie

G Mining Services Inc. (2025). CV5 Pegmatite Lithium-Only Feasibility Study - NI 43-101 Technical Report - Shaakichiuwaanaan Project. Prepared for PMET Resources Inc. Effective Date: October 20, 2025. Issue Date: November 14, 2025.

Institut de la statistique du Québec (ISQ) (s.d.). Études d'impact économique. https://statistique.Québec.ca/fr/institut/services-offerts/etudes-impact-economique (dernière consultation le 4 mars 2026).

MARCHAND, Guillaume (2023). Le modèle intersectoriel du Québec. Fonctionnement et applications. Édition 2023, [En ligne], Québec, Institut de la statistique du Québec, 63 p. [https://statistique.Québec .ca/fr/fichier/le-modele-intersectoriel-du-Québec -fonctionnement-et-applications-edition-2023.pdf].

Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2026). Simulation d'impact économique pour le Québec. Étude réalisée pour WSP.